



PROSIDING SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6 TAHUN 2021

“Peran Pendidik Ipa di Era Merdeka Belajar : Peluang dan Tantangan”

**Malang, Sabtu 9 Oktober 2021
Online Via Zoom Meeting**

Penanggung Jawab:
Dr. Munzil, M.Si.

Ketua Redaksi:
Dr. Yayuk Mulyati, S.Si., S.Pd., M.Si.

Redaksi Pelaksana:
Diana Dahniar
Dandy Wahyu Hidayat Haryanto
Yusuf Mardhani

Reviewer:
Indra Fardhani, S.Pd., M.Sc., M.I.L., Ph.D.
Agung Mulyo Setiawan, S.Pd, M.Si.
Isnani Juni Fitriyah, S.Pd, M.Si.
Erti Hamimi, S.Pd, M.Sc.
Muhammad Fajar Marsuki, S.Pd, M.Sc.
Yessi Affriyenni, S.Pd, M.Sc.
Sugiyanto, S.Pd, M.Si.
Dr.rer.nat. Safwatun Nida, S.Si., M.Pd.

e-ISSN 2721-4656

Penerbit:

Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No. 5 Gedung B23
Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia, 65145
Telp: 0341-562-180
Website: <http://ipa.fmipa.um.ac.id/>
Email: ipa.fmipa@um.ac.id

*Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan cara
apapun tanpa izin tertulis dari penerbit*



KATA PENGANTAR

Atas nama panitia, dengan senang hati saya menyambut semua peserta di Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 Tahun 2021 yang diselenggarakan oleh Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang (UM). Penghargaan tertinggi kami sampaikan untuk kedua pembicara utama Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6, Dr.rer.nat. Robby Zidny, M.Si, dari Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa; Metri Dian Insani, S.Si., M.Pd, dari Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang.

Kami menyampaikan terima kasih dan apresiasi kepada Rektor Universitas Negeri Malang, Prof. Dr. AH. Rofi'uddin, M.Pd; Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Prof. Dr. Hadi Suwono, M.Si; serta Koordinator Program Studi Pendidikan IPA, Dr. Munzil, M.Si atas segala dukungannya hingga terselenggaranya Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6. Saya ucapkan terima kasih pula kepada segenap anggota panitia atas kerja keras, komitmen, dan dedikasinya dalam menyelenggarakan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6.

Kegiatan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 tahun ini masih sama halnya dengan penyelenggaraan kegiatan Seminar tahun sebelumnya. Pada tahun ini kegiatan Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 juga masih dilakukan secara virtual karena adanya pandemi Covid-19 yang terjadi di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Hal tersebut tidak menyurutkan semangat panitia untuk menyelenggarakan acara sebaik mungkin.

Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-6 Tahun 2021 mengangkat Tema “Peran Pendidik IPA di Era Merdeka Belajar : Peluang dan Tantangan” dan diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk seluruh peserta sehingga bisa sharing informasi maupun bertukar ide terkait dengan pembelajaran IPA dengan memperhatikan peluang dan tantangan di era merdeka belajar saat ini.

Sekitar lebih dari lima puluh peserta telah mendaftar baik untuk menyajikan presentasi penelitian ataupun berpartisipasi dalam seminar yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia. Artikel yang terpilih akan diterbitkan dalam Jurnal Pembelajaran Sains, FMIPA, Universitas Negeri Malang, yang terindeks Sinta 5, sedangkan artikel yang lain akan diterbitkan dalam prosiding ber-ISBN.

Kami berharap buku prosiding ini dapat memberikan banyak kontribusi untuk menyebarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, baik oleh Dosen, Guru, Peneliti, ataupun Mahasiswa, dan semoga semua peserta mendapatkan banyak wawasan dan pengalaman. Sampai jumpa di Seminar Nasional Pembelajaran IPA ke-7 tahun 2022.

Malang, 9 oktober 2021

Panitia



SUSUNAN PANITIA

SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6 TAHUN 2021

No	Nama	Tugas
1.	Dr. Munzil, M.Si.	Penanggung Jawab
2.	Indra Fardhani, S.Pd., M.Sc., M.I.L., Ph.D.	Ketua
3.	Agung Mulyo Setiawan, S.Pd, M.Si.	Sekretaris
4.	Isnanik Juni Fitriyah, S.Pd, M.Si.	Bendahara
5.	Erti Hamimi, S.Pd, M.Sc.	Sie Acara
6.	Muhammad Fajar Marsuki, S.Pd, M.Sc.	Sie Humas, Desain, dan Dokumentasi
7.	Dr. Yayuk Mulyati, S.Si., S.Pd., M.Si.	Sie Makalah
8.	Yessi Affriyenni, S.Pd, M.Sc.	Sie Konsumsi
9.	Sugiyanto, S.Pd, M.Si.	Sie Perlengkapan
10.	Dr.rer.nat. Safwatun Nida, S.Si., M.Pd.	Sie Perlengkapan



DAFTAR ISI

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PEMBELAJARAN IPA KE-6	1
TAHUN 2021.....	1
KATA PENGANTAR	2
SUSUNAN PANITIA.....	3
DAFTAR ISI.....	4
MEDIA PEMBELAJARAN <i>e</i> -MODUL HUKUM NEWTON TENTANG GRAVITASI DAN HUKUM KEPPLER DENGAN PERSEPEKTIF ISLAM BERBANTUAN <i>FLIPBOOK</i> SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN DARING.....	8
Ahmad Ziyadatul Khoir Faqih 1*, Suci Prihatiningtyas 2, Ino Angga Putra ³	8
KUALITAS PROSES DAN HASIL BELAJAR KLASIFIKASI DIKOTOMI SISWA SMP DENGAN PENERAPAN <i>DRAG AND DROP</i> DI MASA PANDEMI.....	19
Nur Hidayati Puspita S.....	19
REKONSTRUKSI <i>e</i> -MODUL BERBASIS STEM DENGAN <i>DIAGNOSTIC TEST</i> PADA MATERI USAHA DAN ENERGI BAGI SISWA KELAS X SMA.....	23
Muhammad Rif'an ¹ , Ino Angga Putra ² , Suci Prihatiningtyas ³	23
ANALISIS APLIKASI <i>CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING</i> (CTL) DALAM Penguatan PENDIDIKAN KARAKTER SISWA MELALUI PEMBELAJARAN IPA DI SEKOLAH DASAR.....	34
Yanti Kusuma ¹ *, Avivatul Novi Aziza ²	34
MEDIA PEMBELAJARAN <i>e</i> -MODUL BERBASIS <i>FLIP PDF PROFESSIONAL</i> PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS	41
Olifiya Diajeng Ayu Mawarni ¹ *, Kartika Wulandari ² , Suci Prihatiningtyas ³	41
REKONSTRUKSI <i>e</i> -MODUL BERBASIS STEM DENGAN <i>DIAGNOSTIC TEST</i> PADA MATERI GERAK LURUS BAGI SISWA KELAS X SMA/MA	50
Nunuk Hartutik ¹ , Ino Angga Putra ² , Novia Ayu Sekar Pertiwi ³	50
MODEL PEMBELAJARAN ARTIKULASI UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP PADA MATERI PELAJARAN IPA SMP	59
Isnanik Juni Fitriyah	59
PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN <i>FLIP PDF PROFESSIONAL</i> PADA MATERI GERAK HARMONIS SEDERHANA UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP SISWA	64
Khoirotun Nisa ¹ , Kartika Wulandari ² , Novia Ayu Sekar Pertiwi ³	64
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI SISTEM GERAK PADA TUBUH MANUSIA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN SISWA KELAS VIII SMP/SEDERAJAT	77
A'yunin Nadhifah ¹ , Herunata ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	77
PENGEMBANGAN MEDIA <i>E-TORSO</i> BERBASIS APLIKASI ANDROID MATERI SISTEM GERAK PADA TUBUH MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP/SEDERAJAT	83
A'yunin Nadhifah ¹ , Herunata ² *, Muhammad Fajar Marsuki ³	83
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS <i>POE</i> (<i>PREDICT, OBSERVE,</i> <i>DAN EXPLAIN</i>) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS.....	93
Cindy Audia Sahara *, Syaiful Arif	93



ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS IX	105
Dwi Tina Arianti ¹ , Parno ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	105
PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF BERBANTUAN <i>ADOBE FLASH "BIOLOGICAL FOREST"</i> DENGAN MATERI STRUKTUR TUMBUHAN PADA SISWA KELAS VIII	112
Titania Virda Nirmala ¹ , Munzil ² , Yessi Affriyenni ³	112
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS POE (<i>PREDICT, OBSERVE, DAN EXPLAIN</i>) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS	117
Cindy Audia Sahara ^{1*} , Syaiful Arif ²	117
PENGARUH MODEL PROJECT BASED LEARNING (PJBL) TERHADAP KETERAMPILAN CRITICAL THINKING, CREATIVE THINKING, COLLABORATION & COMMUNICATION (4C) SISWA DI SMP	129
Beatrik Nova ^{1*}	129
STUDI LITERATUR <i>E-MODUL</i> BERBASIS <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> (pbl) PADA MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP	134
Anisah Hanun ¹ , Hadi Suwono ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ¹	134
STUDI LITERATUR KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR UNTUK MEMFASILITASI SISWA SMP/MTs DALAM MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN	140
Ifa Madiana Zulfa ¹ , Sugiyanto ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	140
STUDI LITERATUR BAHAN AJAR IPA MODEL INKUIRI TERBIMBING PADA KEGIATAN MENGANALISIS INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DENGAN LINGKUNGANNYA SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VII SMP/MTs	147
Ahmad Rizal Barozi Ilmi ¹ , Sugiyanto ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	147
ANALISIS KEBUTUHAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS APLIKASI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA	153
Hindun Mar'atus Sholihah ^{1*} , I Wayan Sumberartha ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	153
<i>FORMATIVE FEEDBACK</i> BERBASIS SOAL PILIHAN GANDA ISOMORFIK PADA TOPIK PEMBENTUKAN BAYANGAN PADA CERMIN UNTUK SISWA SMP	158
Nur Hidayati Rifa'i ¹ , Sentot Kusairi ^{2*} , Erti Hamimi ¹	158
ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP FISIKA PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA UNIVERSITAS HAMZANWADI	168
Laxmi Zahara ^{1*} , Bq. Aryani Novianti ² , Tsamarul Hizbi ³	168
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS <i>EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION</i> (ESII) SEBAGAI SOLUSI UTAMA UNTUK MEMFASILITASI KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DENGAN LINGKUNGANNYA	172
Aulia Zaldiana ¹ , Muntholib ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	172
STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN IPA BERBASIS APLIKASI ANDROID BERBANTUAN HOLOGRAM 3D SEBAGAI SOLUSI UTAMA DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA PADA MATERI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA	178
Natasia Paramita ¹ , Munzil ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	178
PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN IPA DENGAN PENDEKATAN STEAM BERMETODE BRAINSTORMING PADA KEGIATAN MENGANALISIS	184
Dinik Afrianingsih, Sugiyanto [*] , Erti Hamimi	184



STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN E-LEARNING SEBAGAI SOLUSI DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK.....	197
Nuvira Maulidia ^{1*} , Arif Hidayat ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	197
STUDI LITERATUR PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA	201
Galuh Rizky Titania ^{1*} , Sugiyanto ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	201
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF MODEL PBL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN AIR	206
Dyah Fitrianiingsih ^{1*} , Sugiyanto ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	206
STUDI LITERATUR BAHAN AJAR PBL SEBAGAI SOLUSI UTAMA DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN AIR.....	209
Santi Ramadhani Putri ¹ , Sugiyanto ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	209
STUDI LITERATUR MODEL PEMBELAJARAN <i>EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION</i> (ESII) YANG BERORIENTASI BERPIKIR KRITIS SISWA.....	213
Amalia Nur Safitri ¹ , Muntholib ² , Muhammad Fajar Marsuki ¹	214
ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR <i>E-BOOK</i> BERBASIS STEAM SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENUMBUHKAN KESADARAN PESERTA DIDIK TERHADAP PENCEMARAN UDARA	217
Farin Natasya Panjaitan ¹ , Hadi Suwono ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	217
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN ALAT PENYARING KARBON MONOKSIDA PADA KNALPOT KENDARAAN BERMOTOR	227
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Audi Three Ninenova ² , Khomsiyah Naili ³ , Lutfiatul Nur Khasanah ⁴ , Shintia Ani Fatimatus Zahro ⁵	227
KONSEP IPA TERAPAN METODE PENGERINGAN JAGUNG DENGAN PENGERING EFEK RUMAH KACA (<i>GREEN HOUSE EFFECT</i>)	231
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Nadiyyatul Husna ² , Yana Lazuardhana Shalsabilla ³ , Lutvi Indah Oktavia Riyanto ⁴ , Reniita Fatjah ⁵	231
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN <i>AUTOCLAVE</i> DALAM INDUSTRI PENGALENGAN IKAN SARDEN.....	236
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Qorina Firdausi Nuzula ² , Shalma Noeravizha ³ , Shila Dwi Pratiwi ⁴ , Zulfa Farikhatma ⁵	236
KONSEP IPA TERAPAN PADA KALUNG PEMANTAU KONDISI HEWAN TERNAK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN MUTU HASIL PETERNAKAN	242
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Azizah Wahyuningsih ² , Fanny Putri Danissa ³ , Iin Fadilatus Sholicha ⁴ , Senda Tiara Putri ⁵	242
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGEMABANGAN MASKER ANTIVIRUS BAGI TENAGA MEDIS DALAM PENANGANAN PASIEN COVID-19	246
Isnanik Juni Fitriyah^{1*}, Zahra Fajarani A², Anjas Prasetyo³, Nisita Hardyanti⁴.....	246
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI UPAYA PREVENTIF PENCEMARAN LINGKUNGAN	251
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Fianita Eka Putri ² , Mukrimah Rufaida Rochman ³ , Akhmad Khabibulloh Amir ⁴ , Muhammad Zainu Fuadin ⁵	251
UPAYA PENINGKATAN NUTRISI JERAMI DENGAN FERMENTASI SEBAGAI ALTERNATIF KRISIS PAKAN TERNAK RUMINASI.....	257



Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Ade Rizky Nanda Perdana ² , Arum Mulyani ³	257
KONSEP IPA TERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH PLASTIK RAMAH LINGKUNGAN	261
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Ilzha Akbar Muharomi Wicaksono ² , Ratna Dewi Firdaus ³ , Ulin Nuha Hanifah ⁴	261
KONSEP IPA TERAPAN DALAM UPAYA PENANGANAN WABAH COVID DENGAN WORMVIT (SUPLEMEN EKSTRAK CACING DAN KUNYIT) SEBAGAI ALTERNATIF PENGOBATAN PEREDA DEMAM	265
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Fira Naimatul Husna ² , Meirna Rahayu ³ , Natalie Pniel Dipa ⁴	265
ELEKTROKOAGULASI, SEBAGAI SUATU TEKNOLOGI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH HASIL INDUSTRI ELEKTROPLATING	270
Isnanik Juni Fitriyah*, Wan Eka Yusi Saputri, Indrasta Wahyu Bagus Prasajo, Muhammad Nurul , Rayhan Osla Auditia	270
ANALISIS MODEL PEMBELAJARAN SEARCH SOLVE CREATE AND SHARE (SSCS) DALAM MELATIH KETRAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMP	278
Amri Yahya ^{1*} , Habiddin Habiddin ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	278
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK SEBAGAI TEKNOLOGI TRANSPORTASI MASA DEPAN YANG RAMAH LINGKUNGAN	284
Isnanik Juni Fitriyah*, Nurul Azmi Listyani, Ilham Qoriatul Lailah, Novi Eka Putri	284
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGGUNAAN BIOFILTRASI UNTUK MENGURANGI POLUTAN AIR LIMBAH	288
Isnanik Juni Fitriyah*, Cantik Azzaroiha, Nindy Eklesia Madelu, Nur Eva Ekasari Putri Madi, Nur Lailatul Fajri	288
KONSEP IPA TERAPAN PADA PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI PADI DENGAN TEKNOLOGI AMONIASE SEBAGAI SUMBER PAKAN TERNAK	292
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Rif'atul Himmah ² , Desi Anggraini ³ , Yurike Utari ⁴	292
KONSEP IPA TERAPAN DALAM BRIKET ARANG AKTIF SEBAGAI PENYARING KARBONMONOKSIDA	296
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Wulidah Ainur Rokhmah ² , Hesti Fajar Lestari ³ , Erly Agustina Neta ⁴	296
RUMAH SEBAGAI LABORATORIUM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK DI ERA PANDEMI	300
Sri Endarwati ^{1*}	300
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI BATERAI SKUTER ELEKTRIK LUMAKSANA	309
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Anas Tasia Ory Zasativa ² , Brilliana Ghorbiy ³ , Cherry Salmaliana Lucky ⁴	309



MEDIA PEMBELAJARAN e-MODUL HUKUM NEWTON TENTANG GRAVITASI DAN HUKUM KEPLER DENGAN PERSPEKTIF ISLAM BERBANTUAN *FLIPBOOK* SEBAGAI PENDUKUNG PEMBELAJARAN DARING

Ahmad Ziyadatul Khoir Faqih 1*, Suci Prihatiningtyas 2, Ino Angga Putra³

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah
Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah
Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

*Email : azikhof2019@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan media e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)* dengan model model Borg & Gall. Penelitian ini menggunakan tujuh langkah yaitu Potensi dan Masalah, Mengumpulkan Data, Desain Produk, Validasi Desain, Revisi Desain, Uji Coba Produk, Revisi produk. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data dari uji ahli materi, uji ahli media, dan dari uji coba peserta didik. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar kelayakan dan angket respon peserta didik. Analisis data menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian terhadap produk media dilaksanakan berdasarkan tiga aspek, yaitu: (1) ditinjau dari aspek materi, media ini termasuk dalam kualifikasi layak, dengan presentase tingkat pencapaian 79,2%; (2) ditinjau dari aspek media, media ini termasuk dalam kualifikasi layak, dengan presentase 74,8%. Hasil rata-rata nilai kelayakan e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler diperoleh persentase sebesar 77 %; (3) ditinjau dari aspek uji coba peserta didik, media ini termasuk dalam predikat sangat baik, dengan presentase 91,2%. Dengan demikian secara keseluruhan e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler yang dikembangkan ini memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran Fisika kelas X SMA/MA.

Kata kunci: e-Modul, Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler, Perspektif Islam, flipbook, Daring

PENDAHULUAN

Tantangan pendidikan saat ini tidak hanya bagaimana menyiapkan peserta didik untuk melek dalam ilmu pengetahuan dan teknologi saja, tetapi juga memadukan dengan kecakapan belajar, mampu berinovasi, serta memiliki karakter yang baik. Oleh karena itu pendidik tidak hanya menanamkan konsep saja tetapi juga menanamkan karakter pada peserta didik. Hal ini tertuang dalam UUD 1945 (versi Amendemen), Pasal 31, ayat 3 (2002:24) menyebutkan, "Pemerintah mengusahakan dan menyelenggarakan satu sistem pendidikan nasional, yang meningkatkan keimanan dan ketakwaan serta ahlak mulia dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, yang diatur dengan undang-undang." Hal tersebut membuktikan bahwa tujuan pendidikan di Indonesia tidak hanya mengembangkan potensi dan mencerdaskan saja tetapi juga membentuk manusia yang berkarakter agamis (Muspiroh, 2013). Tujuan pendidikan dalam Islam adalah membentuk manusia yang berkarakter, yakni (1) berkepribadian Islam, (2) menguasai *tsaqofah* Islam, (3) menguasai ilmu kehidupan (sains teknologi dan keahlian) yang memadai (Yusanto, 2011 dalam Mushlihah, K., Yetri, Y., & Yuberti, Y. (2018). بارانی, n.d.) Penanaman karakter menjadi hal penting dalam dunia pendidikan karena pendidikan tidak hanya berupaya menjadikan manusia yang berilmu, tetapi juga menjadi pribadi yang baik.

Pembelajaran daring artinya adalah pembelajaran yang dilakukan secara *online*, menggunakan aplikasi pembelajaran maupun jejaring sosial (Gilang, 2020). Pembelajaran daring dilakukan karena mengikuti himbuan pemerintah dalam prinsip kebijakan pendidikan di masa pandemi covid-19 untuk mengutamakan kesehatan dan keselamatan para peserta didik, para pendidik, tenaga kependidikan, keluarga, dan masyarakat. Peserta didik diharuskan melaksanakan pembelajaran secara daring dari rumah masing-masing. Pembelajaran daring dapat dilaksanakan dengan menggunakan model interaktif berbasis internet dan *Learning Manajemen System (LMS)*. Seperti menggunakan *Zoom*, *Google Meet*, *Google Classroom* dan lainnya.

Proses pelaksanaan pembelajaran daring di MA Hasanuddin Jombang, selama ini banyak dilakukan pemberian tugas melalui *whatsapp*, *video conference*, dan *Google form*. Penggunaan *whatsapp* untuk memberikan tugas lebih sering dilakukan karena lebih mudah dan murah, tidak banyak menghabiskan kuota internet dan tidak membutuhkan jaringan internet yang stabil. Guru memberikan materi dan tugas melalui buku pendamping berupa Buku Kerja Peserta didik (BKS) yang dibagikan kepada masing-masing peserta didik. Sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi, karena tidak adanya penjelasan langsung dari guru. Untuk



mengatasi kesulitan yang dialami peserta didik dibutuhkan media pembelajaran yang berisi materi, gambar, dan video pembahasan, dan contoh soal. Bahan ajar yang dianggap cocok adalah modul.

Modul adalah alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan materi pembelajaran, petunjuk kegiatan belajar, latihan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan bahasa yang komunikatif dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan dan dapat digunakan secara mandiri (Hamdani, 2011). Modul pembelajaran tersebut hendaknya bisa memotivasi peserta didik dalam belajar, berisi materi yang lengkap untuk membantu pemahaman serta berisi uraian nilai karakter untuk menunjang tumbuhnya karakter yang baik dalam belajar. Konsep tentang karakter ini berupa karakter islami yang bersumber dari sumber hukum utama dalam Islam yakni al-Qur'an dan Hadist Nabi Muhammad SAW karena MA Hasanuddin Jombang merupakan sekolah berbasis Madrasah sehingga sangat penting muatan karakter islami dipelajari. Berdasarkan penelitian Muhammad Ali dan Mila Anggela (2013) diketahui bahwa upaya penanaman karakter islami melalui modul dilakukan agar pembelajaran menjadi lebih bermakna karena adanya keterkaitan antara materi, proses belajar, dan karakter yang baik dalam belajar.

Untuk bisa memberikan pemahaman yang kuat terhadap materi pelajaran, maka pengembangan modul pembelajaran hendaknya ditujukan berbasis TIK yaitu Teknologi Informasi dan Komunikasi sebagai media yang dapat memuat teks, grafik, gambar, animasi, serta video pembelajaran. Adapun modul yang sesuai dengan perkembangan teknologi informasi adalah modul elektronik (e-modul). E-modul merupakan sebuah bentuk penyajian bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran tertentu, yang disajikan dalam format elektronik, di mana setiap kegiatan pembelajaran didalamnya dihubungkan dengan tautan (link) sebagai navigasi yang membuat peserta didik menjadi lebih interaktif dengan program, dilengkapi dengan penyajian video tutorial, animasi dan audio untuk memperkaya pengalaman belajar, sehingga menjadikan peserta didik menjadi lebih interaktif (Kemendikbud, 2017). Dalam pembuatan e-modul tidak terlepas *software* pendukung yaitu *flipbook maker*.

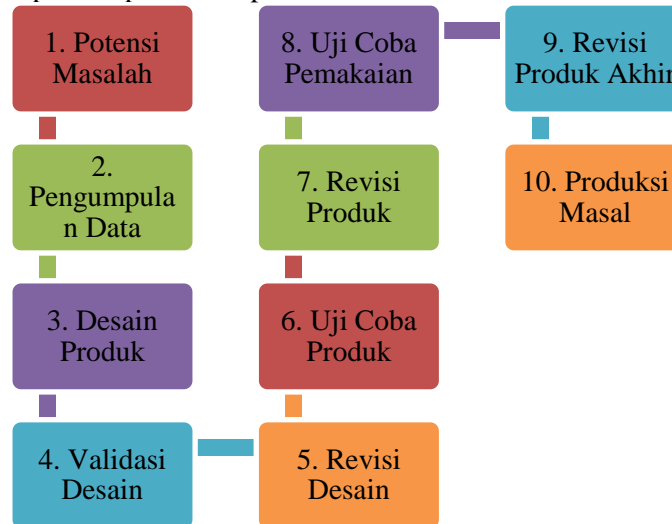
Flipbook maker adalah sebuah *software* yang mempunyai fungsi untuk membuka setiap halaman menjadi seperti sebuah buku. *Software flipbook maker* dapat membuat dan mengubah file dalam bentuk pdf dan gambar menjadi sebuah buku atau album fisik ketika dibuka per halamannya (Rasiman, 2014). Sedangkan menurut Ruslinawati (2017) *flipbook* merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran. *Flipbook maker* biasa digunakan untuk mendesain buku elektronik. Selain itu, program ini juga dapat menampilkan video, gambar, animasi, tulisan, dan lain sebagainya. Guru dapat menampilkan bahan ajar yang disampaikan dalam bentuk yang lebih menarik dengan menggunakan *flipbook*. Hidayatullah (2016) berpendapat bahwa media *flipbook maker* merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat menciptakan suasana belajar yang menarik dan kondusif. *Flipbook maker* adalah aplikasi untuk membuat *e-book*, *e-modul*, *e-paper* dan *e-magazine*. Perangkat multimedia ini dapat menyisipkan teks, gambar, grafik, suara, *link*, dan *video* pada lembar kerja. Secara umum, *flipbook maker* dapat memasukkan file berupa pdf, gambar, video dan animasi sehingga *flipbook maker* yang dibuat lebih menarik. *Flipbook maker* juga memiliki desain template dan fitur seperti *background*, tombol kontrol, navigasi bar, *hyperlink* dan *back sound*. Peserta didik dapat membaca dengan merasakan layaknya membuka buku secara fisik karena terdapat efek animasi dimana saat berpindah halaman akan terlihat seperti membuka buku secara fisik. Hasil akhir bisa disimpan ke format *html*, *exe*, *zip*, *screen saver* dan *app*.

Pokok bahasan hukum Newton tentang gravitasi memiliki tingkat kesulitan tersendiri bagi peserta didik. Hukum Newton merupakan suatu materi yang membahas mengenai hubungan antara gaya internal dan eksternal yang bekerja pada sebuah benda dan gerak yang ditimbulkan dan merupakan konsep dasar yang digunakan untuk memahami konsep fisika yang lain (Serwey & Jewet, 2010; Halliday, 2008). Apabila peserta didik tidak memahami materi hukum Newton, maka pada materi berikutnya peserta didik akan mengalami kesulitan. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa selama ini peserta didik mengalami kesulitan dan permasalahan dalam mengenali gaya pada materi hukum Newton (Halim, dkk, 2014). Hal ini disebabkan karena konsep gaya dan gerak memiliki konsep yang abstrak sehingga sulit untuk dipahami oleh peserta didik (Alias, 2015). Selain itu, materi hukum Newton memiliki karakteristik yang unik untuk dipelajari dalam proses pembelajaran, materi hukum Newton sangat mudah untuk diungkapkan, namun sering menimbulkan kesalahan, kesulitan bahkan miskonsepsi pada peserta didik jika peserta didik tidak memahami materi tersebut dengan baik (Zemansky dan Sears, 2002). Dalam hal ini peneliti berupaya mengembangkan media pembelajaran yang berjudul "e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi Dengan Persepektif Islam Berbantuan *Flipbook* Sebagai Pendukung Pembelajaran Daring". Tujuan penelitian untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran e-modul *flipbook* dalam pembelajaran fisika materi Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler berdasarkan penilaian ahli materi, ahlimedia dan respon peserta didik. Dalam e-modul tersebut terdapat materi, contoh soal,

percobaan, video pembahasan, dan perspektif dalam alquran. Dengan adanya video pembahasan peserta didik diharapkan bisa memahami materi dengan lebih jelas. Sedangkan perspektif dalam alquran diharapkan dapat menumbuhkan nilai keagamaan bagi peserta didik.

METODE

Dalam Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian ini digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji kelayakan produk tersebut sesuai dengan analisis kebutuhan agar berfungsi dimasyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji kevalidan produk tersebut (). Penelitian ini mengacu pada model *Borg and Gall* yang sudah dimodifikasi oleh Sugiyono (2012) dibutuhkan sepuluh tahap pengembangan untuk menghasilkan produk akhir yang siap untuk diterapkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Pengembangan *Borg and Gall*

Model ini memiliki langkah-langkah pengembangan yang sesuai dengan penelitian pengembangan pendidikan yaitu penelitian yang menghasilkan atau mengembangkan produk tertentu dengan melakukan beberapa uji ahli seperti uji materi, uji media dan uji coba produk di lapangan untuk mengetahui penggunaan media pembelajaran dan kebermanfaatan suatu media. Dalam penelitian pengembangan ini dibutuhkan tujuh langkah pengembangan untuk menghasilkan produk akhir yang siap untuk diterapkan dalam lembaga pendidikan. Uji coba produk dilakukan melalui subjek uji coba meliputi ahli materi, ahli media, dan peserta didik. Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini diambil menggunakan *Google form* berupa lembar validasi materi, lembar validasi media, dan angket respon peserta didik.

Analisis data pada penelitian ini adalah menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Deskriptif kualitatif adalah data yang diperoleh berupa masukan dari validator pada tahap validasi, juga masukan dari, ahli materi, dan peserta didik. Sedangkan deskriptif kuantitatif adalah data yang memaparkan hasil pengembangan produk yang berupa media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler. Data yang diperoleh melalui instrumen penilaian pada saat uji coba dianalisis dengan menggunakan statistik. Cara ini diharapkan dapat memahami data analisis. Hasil analisis data digunakan sebagai dasar untuk merevisi produk yang dikembangkan. Data berupa pendapat atau tanggapan pada uji produk yang dikumpulkan melalui angket kemudian dianalisis dengan statistik. Penelitian dilakukan di MA Hasanuddin Jombang Jawa Timur pada tanggal 21 Juli 2021.

Teknik analisis data dilakukan yaitu analisis kelayakan media dan analisis respon pengguna, yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Kelayakan media

Media yang sudah selesai, kemudian divalidasi untuk mengetahui kelayakan media kepada ahli media dan ahli materi. Validator mengisi angket dengan kriteria skor menggunakan skala Likert yang dijelaskan oleh Riduwan (2013) dalam (Prihatiningtyas et al., 2020) dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Pedoman Penilaian Kategori Skala Likert

Penilaian	Nilai
Sangat Valid/layak	4
Valid/layak	3
Kurang Valid/layak	2
Tidak Valid/layak	1

Sumber: (Riduwan, 2013)

Langkah selanjutnya setelah data diperoleh maka menentukan skor keseluruhan dari media media elektronik *e-modul* Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Keppler ini dengan menghitung skor seluruh aspek, kemudian diubah menjadi nilai kualitatif sesuai dengan kriteria kategori penilaian dalam Tabel 3.1. Skor tersebut menunjukkan kualitas dari media elektronik *e-modul* Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Keppler. Kemudian data yang diperoleh juga dihitung dengan menggunakan persentase keidealan. Rumus untuk menghitung persentase keidealan adalah sebagai berikut:

$$\text{Persentase ideal} = \frac{\text{skor hasil penelitian}}{\text{skor maksimal ideal}} \times 100 \%$$

Setelah diperoleh persentase ideal, selanjutnya menyesuaikan dengan kriteria. Adapun skala persentase dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Skala Persentase

Persentase pencapaian (%)	Kriteria
81,0% – 100,0%	Sangat valid/layak
61,0% – 80,0%	Valid/layak
41,0% – 60,0%	Cukup valid/layak
21,0% – 40,0%	Tidak valid/layak
0,0% – 20,0%	Sangat tidak valid/layak

Sumber: (Widoyoko, 2014)

b. Respon pengguna

Data hasil respons yang diberikan kepada peserta didik dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif dengan persentase. Persentase respons peserta didik dihitung dengan rumus:

$$\text{persentase respon (\%)} = \frac{\text{skor respon yang diperoleh}}{\text{skor maksimum respon}} \times 100\%$$

Analisis respon peserta didik, setelah persentase didapat kemudian mencocokkan ke dalam kriteria pedoman penilaian yang telah dibuat sesuai dengan Tabel3

Tabel 3. Kriteria Respon Pengguna

Persentase	Nilai huruf	Bobot	Predikat
86% - 100%	A	4	Sangat Baik
76% - 85%	B	3	Baik
60% - 75%	C	2	Cukup Baik
55% - 59%	D	1	Kurang Baik
0% - 54%	E	0	Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penyajian data uji coba media interaktif elektronik *e-modul* Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Keppler didapat berdasarkan model penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) atau penelitian pengembangan. *Research and Development* (R&D) sebanyak 7 tahapan, sebagai berikut:

1. Potensi dan masalah.

Potensi pengembangan media tersebut berguna untuk mengaktifkan pembelajaran di kelas pada pembelajaran Fisika sebagai pendukung pembelajaran daring, sehingga peserta didik lebih aktif dan tidak merasa bosan. Tahapan ini dilakukan dengan angket respon yang berisi tentang keadaan kegiatan pembelajaran siswa selama pembelajaran daring. Masalah dalam proses pelaksanaan pembelajaran selama ini banyak dilakukan pemberian tugas melalui *whatsapp*, *video conference*, dan *Google form*. Penggunaan *whatsapp* untuk memberikan tugas lebih sering dilakukan karena lebih mudah dan murah, tidak banyak menghabiskan kuota internet dan tidak membutuhkan jaringan internet yang stabil. Guru memberikan materi dan tugas melalui buku pendamping berupa Buku Kerja Peserta didik (BKS) yang dibagikan kepada masing-



masing peserta didik. Sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi, karena tidak adanya penjelasan langsung dari guru. Buku hanya menampilkan gambar dan teks saja sehingga peserta didik sulit memahami materi.

2. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data awal sebelum mengembangkan media dan menerapkannya dalam pembelajaran di kelas serta untuk menganalisis syarat-syarat pengembangan produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Data awal tersebut digunakan sebagai bahan pada tahap selanjutnya yaitu tahap perencanaan. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi analisis karakter peserta didik meliputi perkembangan kognitif dan latar belakang pengetahuan. Analisis materi dilakukan dengan cara mengumpulkan materi-materi yang relevan berasal dari modul, buku, internet. Pengumpulan materi dilakukan harus sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kompetensi yang hendak diajarkan perlu dirumuskan terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar peneliti dapat membatasi penelitian agar tidak menyimpang dari tujuan semula. Perumusan tujuan berdasarkan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang sesuai dengan kurikulum 2013.

3. Desain Produk

Pada tahap *design*, peneliti membuat produk awal atau rancangan produk yang akan dikembangkan yang terdiri dari tahapan:

- Membuat *storyline* secara tertulis. Pada tahap pembuatan *storyline* meliputi merencanakan, menulis dan merevisi.
- Menyiapkan komponen pendukung. Pembuatan media pembelajaran *e-Modul* tidak terlepas dari program-program aplikasi yang mampu mendukung pembuatan media. Program aplikasi yang digunakan dalam pembuatan *e-Modul* adalah aplikasi *ms. Powerpoint, Canva, dan Flipbook pdf professional*.
- Membuat Media Pembelajaran *e-Modul*. Media *e-Modul* didesain dengan menggunakan aplikasi *Flipbook pdf professional*. Tampilan yang terdapat pada *e-Modul* mencakup *cover/sampul*, kata pengantar, daftar isi, kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, peta konsep, materi yang dilengkapi persamaan, gambar, video pembelajaran, contoh soal dan pembahasan, fakta islami yang berisi video islami yang berkaitan Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Keppler, Perspektif dalam Al-Qur'an yang berisi kejadian Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Keppler yang sesuai dengan Al-Qur'an, percobaan mengukur percepatan gravitasi bumi, galeri karya berisi tentang karya peserta didik yang berkaitan dengan materi, ringkasan materi, uji kompetensi, daftar pustaka, dan biografi penulis
- Memasukkan ke dalam *Flipbook pdf professional*. Setelah melalui tahap pengeditan, *file e-Modul* yang sudah tersimpan dalam bentuk *.pdf* akan di masukkan ke dalam aplikasi *Flipbook pdf professional*, pada tahap ini akan ditambah dengan video agar *e-Modul* Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Keppler terlihat lebih menarik.
- Mempublish *e-Modul*. Mempublish *e-Modul* dilakukan secara *online* dengan mengubah *file* yang berbentuk *.flb* menjadi *.html* sehingga dapat diakses menggunakan PC atau *smartphone*. Adapun hasil dari *e-Modul* dapat dilihat di halaman website: <https://online.flipbuilder.com/chukr/dmlz/> dan tampilannya saat menggunakan *smartphone*

4. Validasi Desain

Pada tahap validasi desain, *e-Modul* yang sudah dikembangkan akan divalidasi oleh para ahli untuk mengetahui kelayakan berdasarkan penilaian: 1) ahli materi yang berkompeten di bidang pendidikan fisika; 2) ahli media yang berkompeten dalam bidang media pembelajaran.

a. Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi materi dan media dilaksanakan oleh tiga dosen Pendidikan Fisika Universitas KH. A. Wahab Hasbullah Tambak Beras Jombang. Validasi dengan menggunakan angket lembar validasi melalui *google form* pada alamat website sebagai berikut: <https://forms.gle/KaeG33b2xM2TqMn16>. Dari hasil angket yang diisi oleh validator diperoleh persentase seperti pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek yang dinilai	Persentase(%)	Persentase Rata-rata (%)	Kualifikasi
Aspek kelayakan isi			

Kesesuaian materi dengan kompetensi dasar	80,6	78,7	Layak
Keakuratan materi	80,0		
Kemutakhiran materi	79,2		
Mendorong keingintahuan	75,0		
Aspek kelayakan penyajian			
Teknik penyajian	83,3	82,3	Sangat Layak
Pendukung penyajian	83,3		
Penyajian pembelajaran	83,3		
Koherensi dan keruntutan alur pikir	79,2		
Aspek kelayakan bahasa menurut BSNP			
Lugas	80,6	78,9	Layak
Komunikatif	83,3		
Dialogis dan interaktif	75,0		
Kesesuai dengan perkembangan peserta didik	72,2		
Kesesuaian dengan kaidah bahasa	83,3		
Aspek penilaian kontekstual			
Hakikat kontekstual	75,0	77,1	Layak
Komponen kontekstual	79,2		
Rata-rata keseluruhan aspek		79,2	Layak

Berdasarkan hasil kriteria tingkat kelayakan secara keseluruhan aspek, maka materi yang ada pada *e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Keppler* dalam kualifikasi layak digunakan dengan revisi karena persentase rata-rata 79,2%. Hal ini berarti bahwa *e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Keppler* secara materi sudah sesuai dengan kurikulum 2013 dan sesuai dengan aspek-aspek dalam pembuatan *e-Modul*.

b. Hasil Validasi Ahli Media

Validasi media dilakukan dengan menggunakan *google form* pada alamat website sebagai berikut: <https://forms.gle/7Bw7p88wqahfCT5m9>. Dari hasil *google form* yang diisi oleh validator diperoleh persentase seperti pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Media

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Persentase	kriteria
A. Ukuran Modul Elektronik	1. Kesesuaian ukuran Modul Elektronik.	83,3	sangat layak
	2. Kesesuaian ukuran dengan materi isi Modul Elektronik	75,0	layak
B. Desain Sampul Modul Elektronik (Cover)	3. Penampilan unsur tata letak pada sampul muka, belakang dan punggung secara harmonis memiliki irama, kesatuan, dan konsisten.	75,0	layak
	4. Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	83,3	sangat layak
	5. Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca	79,2	layak
	6. Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf	83,3	sangat layak

	7. Ilustrasi sampul Modul Elektronik (E-Modul)	79,2	layak
C. Desain Isi Modul Elektronik (E-Modul)	8. Konsistensi Tata Letak	83,3	sangat layak
	9. Unsur Tata Letak Harmonis	79,2	layak
	10. Unsur tata letak lengkap	79,2	layak
	11. Tata letak mempercepat halaman	79,2	layak
	12. Tipografi isi Modul Elektronik.	81,7	sangat layak
	13. Topografi isi Modul Elektronik memudahkan pemahaman.	83,3	
	14. Ilustrasi isi	77,8	
Rata-rata keseluruhan aspek		74,8	layak

Berdasarkan kriteria tingkat kelayakan, maka media yang ada pada e-Modul -Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler dalam kualifikasi sangat layak digunakan dengan revisi karena persentase rata-rata 74,8%. Hal ini berarti bahwa e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler secara visual menarik karena terdapat gambar, video dan penyajian yang menarik sehingga mampu memperjelas materi yang disampaikan. Hal ini didukung oleh penelitian (Sriwahyuni et al., 2019) bahan ajar elektronik menggunakan *Flip PDF Professional* bisa menjadikannya sebuah media pembelajaran interaktif yang menarik sehingga pembelajaran menjadi tidak monoton dikarenakan aplikasi ini tidak terpaku hanya pada tulisan-tulisan saja tetapi dapat dimasukkan animasi gerak, video, dan audio.

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5 hasil analisis validasi ahli materi dan ahli media dapat dikatakan bahwa secara keseluruhan e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler yang dikembangkan layak untuk digunakan dalam pembelajaran materi Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler pada kelas X SMA/MA dengan persentase nilai validasi ahli materi dan ahli media sebesar 77%. Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian yang berjudul Kaidah Interaktif Pengembangan Modul Elektronik Pembelajaran Fisika Berbasis LCDS pada Materi Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler yang menghasilkan produk dengan kriteria sangat baik. (Budiharti et al., 2019).

5. Revisi Desain.

Produk media yang sudah divalidasi selanjutnya direvisi sesuai dengan saran dan masukan ahli saat proses validasi. Adapun komentar dan saran validator pada Tabel 6 sebagai berikut.

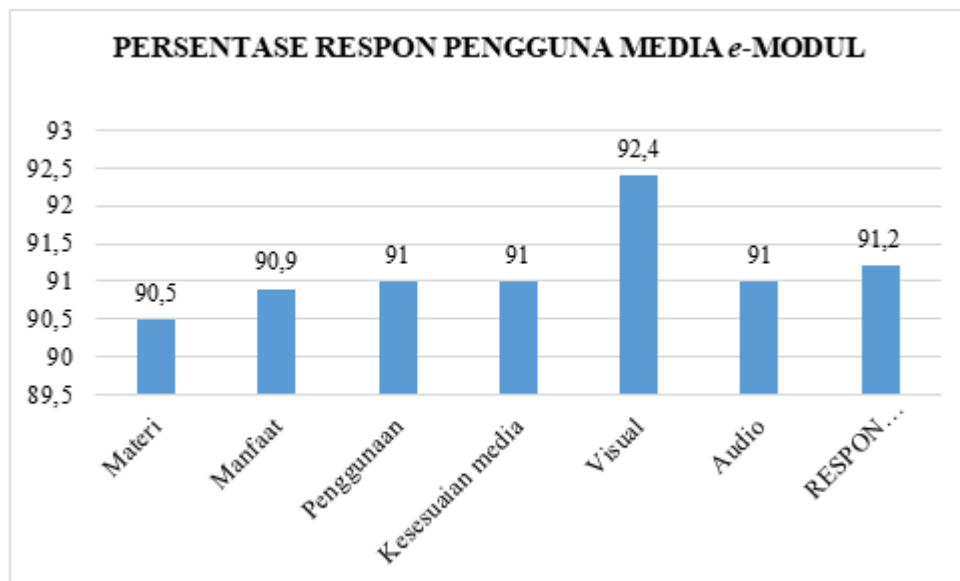
Tabel 6 Komentar dan saran validator

No	Validator	Komentar dan saran
1	Ahli materi	<ul style="list-style-type: none"> a. Video halaman 16 dan 30 ketika diklik perbesar video malah muncul <i>flipbuilder</i>, karena tanda perbesarannya tumpang tindih dengan watermark <i>flipbuilder</i>. b. Video pertama dan video halaman 37 tidak dapat diputar c. Mengaitkan materi dengan peristiwa kehidupan sehari-hari d. Peta konsep belum sesuai
2	Ahli media	<ul style="list-style-type: none"> a. Letak judul dan nama pengarang pada <i>cover</i> b. Peralihan antara sub materi seharusnya tanda pemisah c. Konsistensi penulisan lambang satuan, spasi, ukuran font dan paragraf d. Konsistensi ukuran sub judul dan tata letak e. Penulisan sub judul kurang kontras dengan warna <i>background</i> f. Beberapa penulisan masih ada yang kurang tepat (ejaan, tanda baca, huruf, spasi, dan margin) g. Desain tulisan sudah bagus tapi jenis tulisannya tidak rapi dan tidak konsisten. Sebaiknya tidak menggunakan jenis font yang terlalu banyak.

- h. Sebaiknya ukuran huruf diperbesar dan redaksi yang kurang berkaitan dihilangkan, sehingga peserta didik yang tidak gemar membaca tetap akan tertarik untuk belajar menggunakan e-modul ini

6. Uji coba Produk.

Setelah media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler selesai direvisi kemudian dilakukan tahap uji coba media pembelajaran secara terbatas yang terdiri dari 43 peserta didik yang bertujuan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler. Setelah menggunakan media, peserta didik mengisi angket untuk diminta kritik dan saran mengenai media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler. Hasil uji coba peserta didik pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase Respon Pengguna e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler

Selain berdasarkan angket respon kuantitatif juga terdapat angket respon yang bersifat kualitatif. Adapun hasil respon kualitatif adalah:

- Desain yang digunakan sangat menarik, bagus, efektif dan simpel.
- Media pembelajaran e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler layak untuk digunakan.
- Adanya e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler dapat membuat materi yang diajarkan tidak membosankan.
- Inovasi buku yang didalamnya terdapat video dan bentuknya elektronik sangat membuat peserta didik lebih senang dalam belajar sendiri.
- Penyajian materi lengkap, jelas dan mudah dipahami.
- Dengan adanya bermacam-macam fitur di e-Modul ini sangat membuat peserta didik paham.
- Bahasa, kalimat dan paragraf yang digunakan dalam modul elektronik (e-Modul) ini jelas dan mudah dipahami.

Berdasarkan uraian di atas secara keseluruhan respon pengguna berpredikat sangat baik dengan persentase rata-rata sebesar 91,2%. Hal ini berarti e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler yang dikembangkan menarik bagi pengguna dan dapat memotivasi pengguna untuk membaca dan memahami konsep fisika yang diajarkan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Prihatiningtyas et al., 2020) yang mengatakan bahwa penggunaan bahan ajar yang dapat digunakan sebagai pegangan dalam belajar efektif, efisien dan mengutamakan kemandirian adalah bahan ajar berupa modul. Hasil (Nisa et al., 2020) yang mengatakan bahwa terdapat peningkatan kemampuan matematika peserta didik dengan menggunakan media pembelajaran e-modul secara signifikan lebih baik dari pada peserta didik yang memperoleh pembelajaran

biasa, dengan rata-rata pre-test 45,87 meningkat dari rata-rata post-test hasil 77,83. Nilai rata-rata N-Gain 0,47 dengan kategori sedang.

7. Revisi Produk.

Setelah dilakukan uji coba media pembelajaran akan diperoleh masukan dari peserta didik. Hasil masukan tersebut kemudian dianalisis sehingga akan diperoleh hasil kelayakan media. Jika hasil dari analisis tersebut memiliki kriteria penilaian dengan tingkat kelayakan sangat tinggi dengan rentang skor 81,0 % - 100,0% maka media tersebut sudah dikatakan layak sehingga tidak dilakukan uji coba ulang. Hasil ini menunjukkan bahwa media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler valid/layak digunakan dalam pembelajaran materi Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler. Hal ini juga didukung penelitian Sakhawati (2020) tentang pengembangan media pembelajaran *flipbook* di SMA PGRI 1 kelas XI IPA 1 materi elastisitas dan Hukum Hooke. Hasil penelitian dari (Hayati et al., 2015) tentang pengembangan media pembelajaran *flipbook* fisika untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik, juga menunjukkan bahwa media *flipbook* fisika dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik, dimana nilai rata-rata tes awal 36,11 pada kelas eksperimen sebagai kelas pengguna media meningkat menjadi 84,44 dengan kenaikan 57,23 %.

Berdasarkan hasil kajian produk yang didasarkan dengan landasan teori dan pemanfaatannya, dapat dinyatakan bahwa media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler memiliki persamaan dengan penelitian sebelumnya yaitu a) Dapat menjadi media pendukung peserta didik untuk bisa belajar mandiri, b) Dapat digunakan kapanpun, c) Dapat membantu peserta didik bersemangat belajar karena tampilannya yang menarik dan mendukung pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien. Adapun perbedaan dari penelitian sebelumnya yaitu a) Media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler ini dilengkapi pembahasan fisika dalam perspektif alquran, b) Media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler ini disertai dengan video penjelasan agar peserta didik lebih memahami materi Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler, c) Media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler ini dilengkapi video berisi fakta islami untuk menambah wawasan keagamaan bagi peserta didik d) Media elektronik e-modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler ini dilengkapi video galeri karya untuk menambah kreativitas peserta didik dalam membuat karya berkaitan dengan pembelajaran Fisika. Gambar 1 sampai dengan gambar 17 berikut ini adalah tangkapan layar dari media yang telah dikembangkan.

Adapun produk akhir *e-modul* berbasis *flip pdf professional* pada materi hukum newton tentang gravitasi dan hukum kepler dapat dibagi menjadi tiga subtema meliputi pembuka, isi materi dan penutup, masing-masing dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

- a. Pembukaan *e-modul* meliputi cover, kompetensi dasar, kompetensi inti, indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 3.



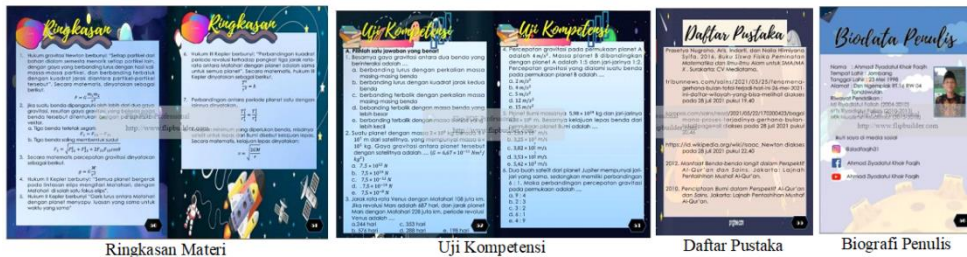
Gambar 3. Desain pembuka *e-modul*

- b. Isi materi *e-modul* meliputi peta konsep, materi hukum gravitasi newton, resultan gaya gravitasi, percepatan gravitasi, gaya berat bumi, medan gravitasi, hukum kepler, matahari sebagai pusat tata surya, penerapan hukum gravitasi newton, hukum gravitasi newton pada sistem tata surya, percobaan mengukur percepatan gravitasi bumi, hukum gravitasi pada sistem bumi-satelit, planet, satelit, dan bintang sebagai pembanding planet bumi, penciptaan bumi dalam perspektif alquran dan sains, galeri karya, dimana masing-masing materi terdapat gambar, persamaan, video yang menjelaskan secara lengkap tentang materi yang dibahas serta dilengkapi contoh soal. Selain peta konsep dan materi, juga dilengkapi percobaan yang dapat dilakukan peserta didik untuk memantapkan/mengaplikasikan konsep yang sudah diterima. Masing-masing subpembahasan diberikan *background* yang berbeda yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain isi materi e-modul

- c. Penutup e-modul meliputi ringkasan materi, uji kompetensi berupa soal pilihan ganda, daftar pustaka serta biografi penulis. Masing-masing subpembahasan diberikan *background* yang berbeda yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain penutup e-modul

Desain e-modul yang sudah jadi dalam bentuk *file .neat* lalu di *publish* dalam bentuk link sehingga dapat diakses menggunakan *smartphone*, komputer maupun laptop. Adapun link dari e-modul ini adalah <https://online.flipbuilder.com/chukr/dmlz/>, maka akan muncul tampilan seperti Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan e-modul diakses melalui *smartphone*, komputer maupun laptop

PENUTUP

Hasil penelitian terhadap produk media dilaksanakan berdasarkan tiga aspek, yaitu: (1) ditinjau dari aspek materi, media ini termasuk dalam kualifikasi layak, dengan presentase tingkat pencapaian 79,2%; (2) ditinjau dari aspek media, media ini termasuk dalam kualifikasi layak, dengan presentase 74,8%. Hasil rata-rata nilai kelayakan e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler diperoleh persentase sebesar 77 %; (3) ditinjau dari aspek uji coba peserta didik, media ini termasuk dalam predikat sangat baik, dengan presentase 91,2%. Dengan demikian secara keseluruhan e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler yang dikembangkan ini memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran Fisika kelas X SMA/MA.

Agar produk pengembangan media e-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler dapat dimanfaatkan secara maksimal, maka perlu diberikan beberapa saran yang terkait, diantaranya:



1. Saran Pemanfaatan Produk

Saran pemanfaatan media *e*-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler adalah sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan uji keefektifan media *e*-Modul Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler guna mengetahui pengaruh penggunaan media yang sedang dikembangkan.
- b. Pengembangan media *e*-Modul diharapkan tidak hanya pada materi Hukum Newton Tentang Gravitasi dan Hukum Kepler.

2. Saran Diseminasi Produk.

Saran diseminasi produk adalah media ini dapat didiseminasikan di sekolah yang menjadi objek penelitian maupun di setiap lembaga pendidikan khususnya SMA/MA kelas X.

DAFTAR RUJUKAN

- Budiharti, R., Pujayanto, Fauzi, A., & Nugraheny, I. (2019). Kaidah Interaktif Pengembangan Modul Elektronik Pembelajaran Fisika Berbasis LCDS pada Materi Gerak Melingkar. *Proceeding Biology Education Conference*, 16(1), 55–61.
- Hayati, S., Budi, A. S., & Handoko, E. (2015, October). Pengembangan media pembelajaran flipbook fisika untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 4, pp. SNF2015-II).
- Muspiroh, N. (2013). Integrasi Nilai-nilai Islam dalam Pembelajaran IPA di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Islam*, 28(3), 173.
- Prihatiningtyas, S., Fatikhatus,), Sholihah, N., Universitas,), Wahab Hasbullah, K. A., Garuda, J., 09, N., & Jombang, T. (2020). Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar Project Based Learning E-Module to Teach Straight-Motion Material for Prospective Physics
- Mushlihah, K., Yetri, Y., & Yuberti, Y. (2018). Pengembangan media pembelajaran berbasis multi representasi bermuatan sains keislaman dengan output instagram pada materi hukum Newton. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(3), 207-215.)).
- Nisa, H. A., Mujib, & Putra, R. W. Y. (2020). Efektivitas E-modul dengan Flip PDF Professional Berbasis Gamifikasi terhadap Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 5(2), 13–25. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jpmr/article/view/11406/5732>
- Sakhawati, S. (2020). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN FLIPBOOK DI SMA PGRI 1 KELAS XI IPA 1 MATERI ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE. *EDUSCOPE: Jurnal Pendidikan, Pembelajaran, dan Teknologi*, 6(1), 46-52.
- Sriwahyuni, I., Risdianto, E., & Johan, H. (2019). *Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Menggunakan Flip Pdf Professional Pada Materi Alat-Alat Optik di SMA*. 2(3), 145–152.
- Sugiono. 2012. *Buku Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Widoyoko, E.P. 2014. *Buku Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta : Pustaka Belajar



KUALITAS PROSES DAN HASIL BELAJAR KLASIFIKASI DIKOTOMI SISWA SMP DENGAN PENERAPAN DRAG AND DROP DI MASA PANDEMI

Nur Hidayati Puspita S

SMP Negeri 2 Limpung

nurhidayatipuspitasari@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas proses dan hasil belajar siswa pada materi klasifikasi dikotom dengan penerapan drag and drop. Merupakan penelitian kualitatif dengan subyek penelitiannya adalah siswa kelas VII SMP Negeri 2 Limpung, Tahun Pelajaran 2021/2022. Data diperoleh dari hasil wawancara, observasi, tes, angket, dan dokumentasi. Digunakan analisis data berupa deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penerapan drag and drop, kualitas proses dan hasil belajar klasifikasi dikotom siswa SMP baik. Kualitas proses belajar dilihat dari keaktifan siswa, sedangkan hasil belajar dilihat dari hasil tes kognitif siswa. Keaktifan siswa terlihat dari banyaknya siswa yang antusias dengan penerapan drag and drop. Mulai dari frekuensi bertanya yang sering, selalu menanggapi pertanyaan guru, dan menerapkan apa yang telah dipelajari. Hasil belajar siswa baik terbukti dari 81,67% siswa mendapatkan nilai tuntas KKM.

Kata kunci: drag and drop, kualitatif, kualitas proses belajar, hasil belajar

PENDAHULUAN

Pandemi Covid-19 sudah terjadi selama hampir dua tahun. Bukan hanya perekonomian yang menemui masalah, bahkan pendidikan pun sangat terpengaruh. Kegiatan belajar mengajar dialihkan menjadi pembelajaran jarak jauh, yaitu sistem belajar dari rumah [1]. Meskipun sebenarnya secara teknis kesiapan guru dan siswa belum siap.

Kegiatan belajar jarak jauh dilakukan secara *online*. Di masa ini sekolah mengupayakan agar pembelajaran berjalan seperti biasa dengan memanfaatkan fasilitas yang tersedia, seperti: *google classroom*, *WhatsApp group*, *zoom*, *google meet*, pesan suara sampai aplikasi kuis dan semacamnya [2].

Pembelajaran jarak jauh bertujuan agar kualitas pembelajaran tetap terjaga bahkan ditingkatkan meskipun di tengah pandemi seperti sekarang. Dari hasil penelitian, didapat hasil motivasi belajar siswa masih rendah dan perlu upaya untuk meningkatkan motivasi belajar siswa agar lebih maksimal [3].

Kegiatan belajar dari rumah dinilai berkualitas jika guru dan siswa sama-sama berperan dalam menciptakan suasana belajar yang kondusif. Kegiatan yang berkualitas mencerminkan bahwa siswa mampu melakukan kontrol pada lingkungan belajar dan kebutuhan emosinya agar terlibat berperan aktif dalam pembelajaran [4]. Selain peran aktif siswa dan lingkungan belajar, peran guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran juga dapat memengaruhi kualitas proses dan hasil belajar siswa.

Kualitas pembelajaran dapat dilihat dari tujuan, bahan pelajaran, strategi, alat belajar, siswa dan guru. Menurut Depdiknas (2004), terdapat tujuh indikator kualitas pembelajaran, yaitu: (1) aktivitas siswa, kegiatan siswa secara fisik maupun non fisik; (2) keterampilan guru mengelola pembelajaran, keterampilan melaksanakan kegiatan pembelajaran untuk terwujudnya tujuan pembelajaran; (3) hasil belajar siswa, perilaku siswa berubah setelah mengalami aktivitas belajar; (4) iklim pembelajaran, interaksi antar komponen seperti guru dan siswa; (5) materi, disesuaikan dengan tujuan pembelajaran dan kompetensi yang harus dicapai siswa, (6) media pembelajaran, alat bantu agar siswa mendapat pengalaman belajar, (7) sistem pembelajaran di sekolah, proses yang terjadi di sekolah [5].

Di masa pandemi ini, guru harus mencari cara agar siswa tetap dapat berperan aktif dalam proses pembelajaran. Tentunya dengan menerapkan model pembelajaran yang menyenangkan dan dapat dilakukan oleh siswa secara mandiri di rumah. Penggunaan teknologi juga harus diperhatikan. Kemudahan akses teknologi yang digunakan juga penting. Guru harus dapat mengelola kelas di kelas *online* [6].

Materi klasifikasi makhluk hidup sub bab klasifikasi dikotomi masih dianggap sulit bagi siswa. Siswa kesulitan ketika merangkai ciri-ciri makhluk hidup yang diamati menjadi klasifikasi dikotom. Belum lagi jika dilaksanakan secara jarak jauh. Lebih dari 70% siswa akhirnya tidak mengerjakan karena tidak tahu bagaimana cara mengerjakannya.

Untuk mengatasi permasalahan ini, guru menerapkan media pembelajaran yang menarik dan mudah dipahami oleh siswa. Media yang digunakan guru berupa drag and drop. Media ini merupakan serangkaian dari



aplikasi Live Worksheet. Media ini dipilih karena dianggap dapat memberikan pengalaman belajar yang menarik dan memudahkan pemahaman siswa dalam belajar klasifikasi dikotom.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kualitas proses dan hasil belajar klasifikasi dikotom menggunakan drag and drop siswa SMP Negeri 2 Limpung. Harapannya hasil dari penelitian ini dapat mengetahui kelebihan, kekurangan, dan menjadi pertimbangan dalam menggunakan drag and drop pada materi klasifikasi dikotom.

METODE

Penelitian ini dirancang menggunakan studi kasus berpendekatan deskriptif-kualitatif yang menggambarkan kualitas proses dan hasil belajar menggunakan *drag and drop* pada materi klasifikasi dikotom. Dilaksanakan di SMP Negeri 2 Limpung, Kecamatan Limpung, Kabupaten Batang. Responden penelitian ini adalah siswa dan guru IPA SMP Negeri 2 Limpung. Data yang diambil meliputi kualitas proses belajar dan hasil belajar siswa menggunakan *drag and drop* yang didapat melalui wawancara, observasi, tes, angket, dan dokumentasi.

Data yang didapat dari kegiatan observasi, wawancara, dan angket dilakukan uji keabsahan data dengan triangulasi metode. Triangulasi dilakukan dengan membandingkan tiga metode, yaitu: observasi, wawancara, dan angket. Informasi keseluruhan direduksi sesuai fokus penelitian, dikategorisasi, dan diproses dengan triangulasi metode. Antar kategori kemudian disintesis dan dikaitkan. Keterkaitan tersebut dibuat deskripsi sebagai hasil analisis dan diinterpretasikan sesuai fokus penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembelajaran dimulai dengan observasi yang dilakukan oleh guru. Mulai dari keaktifan siswa ketika proses pembelajaran daring hingga hasil belajarnya. Media yang mudah digunakan oleh siswa pun diobservasi oleh peneliti, salah satunya penggunaan *Live Worksheet* yang akan digunakan sebagai media *drag and drop* pada penelitian ini. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, siswa dapat menggunakan *Live worksheet* dengan mudah dan langsung dapat mengirim jawaban ke email guru. Siswa juga merasa senang karena tampilannya menarik dan cara pengerjaannya dapat mengeser gambar atau pilihan jawaban ke tempat yang tepat.

Awal pembelajaran, siswa mempelajari materi klasifikasi dikotom melalui video dan *power point* yang dikirimkan guru melalui *google classroom*. Siswa antusias ketika menerima materi, dibuktikan dengan 69,17% siswa membuka dan merespon materi di 30 menit pertama setelah materi diunggah. Guru kemudian menugaskan siswa untuk mengamati tumbuhan atau hewan yang ada di sekitar rumahnya. Siswa mendata semua ciri-ciri makhluk hidup yang diamati dan didiskusikan melalui *google classroom* bersama guru dan teman yang lain. Siswa dan guru membuat kesepakatan hewan atau tumbuhan yang akan dibuat klasifikasi dikotom. Guru memfasilitasi Lembar Aktifitas Interaktif dari aplikasi *Live Worksheet* berupa *drag and drop* dari ciri-ciri yang sudah didiskusikan.

Berdasarkan hasil observasi melalui *google classroom*, siswa aktif memberikan jawaban ketika guru atau temannya menuliskan pertanyaan tentang materi yang belum dipahami. Ketika ada perbedaan pendapat, siswa juga tidak segan bertanya dengan guru. Beberapa siswa mengikuti pembelajaran sampai waktu pelajaran IPA selesai. Siswa mengerjakan klasifikasi dikotom tepat waktu sebelum waktu pelajaran berakhir. Tujuh siswa kelas VII A, 5 siswa kelas VII B, 9 siswa kelas VII C, dan 5 siswa kelas VII D menyampaikan simpulan di akhir pembelajaran.

Melalui angket dan wawancara, siswa menyampaikan bahwa kegiatan pembelajaran seperti ini menyenangkan dan materi lebih mudah dipahami. Siswa merasa semakin bersemangat dan penuh rasa penasaran dengan materi klasifikasi dikotom. Siswa juga mengikuti kegiatan pembelajaran sampai akhir meskipun tidak menyampaikan simpulan di akhir pembelajaran.

Ada beberapa siswa yang tidak aktif sama sekali di kegiatan pembelajaran, hal ini terjadi karena siswa tersebut tidak memiliki paket data untuk membuka *google classroom* dan ada juga yang tidak memiliki *handphone* sendiri. Siswa yang tidak aktif dalam kegiatan pembelajaran tetap melakukan pembelajaran secara mandiri setelah memiliki paket data untuk membuka materi dan tugas. Guru juga memberi jalan keluar untuk mengirimkan tugas melalui *whatsApp* atau datang menemui guru dengan protokol kesehatan ketat.

Berdasarkan hasil analisis data diketahui bahwa kualitas proses belajar siswa cukup baik. Hal ini terlihat dari keaktifan siswa mulai dari frekuensi bertanya, menyampaikan pendapat, menjawab pertanyaan, menyampaikan simpulan, dan mengerjakan membuat klasifikasi dikotom menggunakan *drag and drop* dengan tepat waktu. Seperti yang tertulis pada Tabel 1. Kualitas Proses Belajar Klasifikasi Dikotom dengan *Drag and*

Drop. Meskipun sempat kebingungan di awal mengerjakan, siswa tetap merasa senang. Siswa semangat melakukan diskusi secara daring ketika bingung dan ragu dengan langkah yang akan dilakukan.

Tabel 1. Kualitas Proses Belajar Klasifikasi Dikotom Siswa dengan *Drag and Drop*.

Aspek yang dinilai	Kelas			
	VII A (30 siswa)	VII B (30 siswa)	VII C (30 siswa)	VII D (30 siswa)
Frekuensi bertanya	15	13	20	19
Menyampaikan pendapat	20	17	16	13
Menjawab pertanyaan	17	20	12	17
Menyampaikan simpulan	7	5	9	5
Mengerjakan tepat waktu	23	28	27	27

Setelah proses pembelajaran, siswa diberi soal penilaian. Hasilnya, sebagian besar siswa mendapatkan nilai tuntas KKM. Banyaknya siswa yang tuntas KKM disajikan pada Tabel 2. Hasil Belajar Klasifikasi Dikotom Siswa Menggunakan *Drag and Drop*.

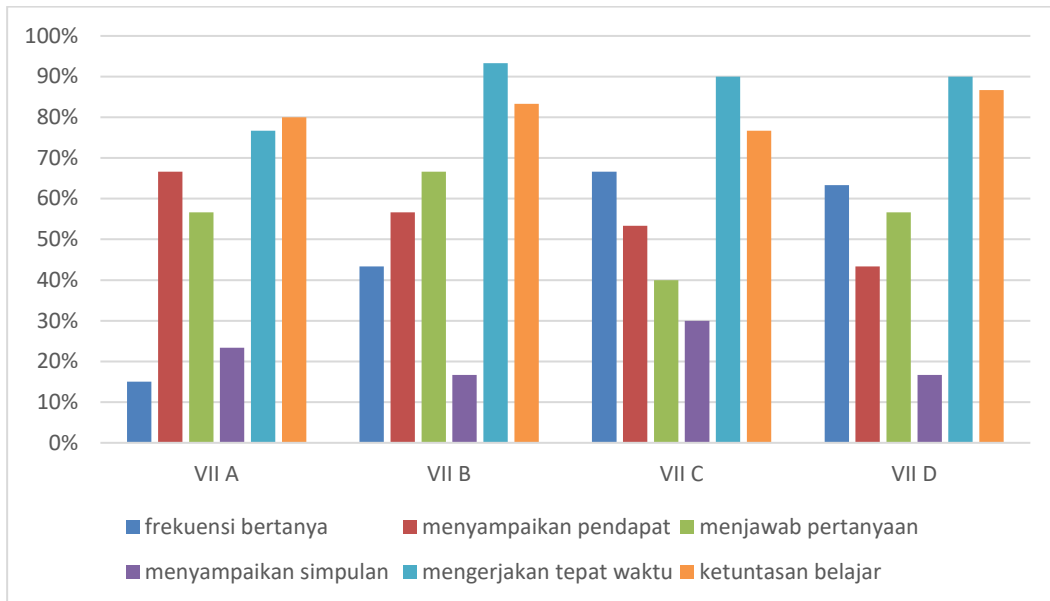
Tabel 2. Hasil Belajar Klasifikasi Dikotom Siswa Menggunakan *Drag and Drop*.

Siswa	Kelas			
	VII A	VII B	VII C	VII D
Jumlah total siswa	30 siswa	30 siswa	30 siswa	30 siswa
Jumlah siswa yang tuntas KKM	24 siswa	25 siswa	23 siswa	26 siswa

Berdasarkan hasil tes, kualitas hasil belajar klasifikasi dikotom siswa dengan *drag and drop* dapat dikatakan baik. Terlihat jumlah siswa yang tuntas KKM dari setiap kelas lebih dari 50%. Kelas VII A 24 siswa, kelas VII B 25 siswa, kelas VII C 23 siswa, dan kelas VII D 26 siswa tuntas KKM. Hasil keseluruhannya ada 98 siswa atau 81,67% siswa tuntas KKM.

Hasil angket juga menunjukkan bahwa *drag and drop* membantu memudahkan siswa dalam memahami dan membuat klasifikasi dikotom. Melalui wawancara, siswa juga menyukai penggunaan *drag and drop* karena dapat memudahkan dalam membuat klasifikasi dikotom makhluk hidup yang mereka amati.

Gambar 1. Rekapitulasi Kualitas Proses dan Hasil Belajar Klasifikasi Dikotom Menggunakan *Drag and Drop*.



Berdasarkan hasil analisis data, kualitas proses belajar klasifikasi dikotom siswa menggunakan *drag and drop* cukup baik. Dilihat dari keaktifan siswa dalam bertanya, menjawab pertanyaan, menyampaikan pendapat, dan menyelesaikan klasifikasi dikotom dengan tepat waktu. Sedangkan hasil belajar siswa juga terlihat cukup baik, dibuktikan dengan capaian ketuntasan hasil tes siswa sebanyak 81,67%.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, disimpulkan bahwa kualitas proses dan hasil belajar penggunaan *drag and drop* pada materi klasifikasi dikotom siswa SMP cukup baik. Siswa secara aktif mengikuti pembelajaran daring menggunakan *drag and drop* dan merasa senang serta terbantu. Hasil belajar siswa juga terlihat cukup baik dengan capaian 81,67% siswa tuntas dalam mengerjakan tes. Akan tetapi, masih ada beberapa anak yang memiliki kendala dalam mengakses laman karena tidak memiliki kuota atau tidak memiliki *handphone* sendiri.

Berdasarkan simpulan, disarankan guru memilih media yang dapat dijangkau oleh seluruh siswa secara online maupun offline. Hal ini digunakan untuk mengantisipasi masih adanya siswa yang tidak memiliki *handphone* sendiri ataupun tidak memiliki kuota.

DAFTAR RUJUKAN

- Aldiyah, Evy. 2021. Perubahan Gaya Belajar di Masa Pandemi Covid-19. *CENDEKIA Jurnal Ilmu Pengetahuan*. P-ISSN: 2774-8030. DOI: <https://doi.org/10.51878/cendekia.v1i1.24>
- Dikti. 2004. *Peningkatan Kualitas Pembelajaran*. Jakarta: Depdiknas.
- Pratama, E.R. & S. Mulyati. Pembelajaran Daring dan Luring pada Masa Pandemi Covid. *E-Jurnal Gagasan Pendidikan Ondonesia Volume 1 nomor 2*. ISSN: 2721-9240
- Robandi, Dedi & Mudjiran. 2020. Dampak Pembelajaran dari Masa Pandemi Covid-19 terhadap Motivasi Belajar Siswa SMP di Kota Bukittinggi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. Volume 4 Nomor 3 Tahun 2020. <https://doi.org/10.31004/jptam.v4i3.878>
- Setyorini, In. 2020. Pandemi Covid-19 dan Online Learning: Apakah Berpengaruh terhadap Proses Pembelajaran pada Kurikulum 2013?. *Jiemar*. Volume 2 Nomor 6. E-ISSN: 2722-8878
- Wulandari, MP & S. Rahayu. 2017. Peningkatan Kualitas Proses dan Hasil Belajar IPA melalui NHT Kelas IV SD Negeri 3 Linggasari. *Jurnal PANCAR volume 1 nomor 1*. e-ISSN: 2550-0619



REKONSTRUKSI e-MODUL BERBASIS STEM DENGAN *DIAGNOSTIC TEST* PADA MATERI USAHA DAN ENERGI BAGI SISWA KELAS X SMA

Muhammad Rif'an¹, Ino Angga Putra², Suci Prihatiningtyas³

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Indonesia¹
Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Indonesia²
Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Indonesia³

*Email : rifan.muhammad301@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa media e-modul berbasis STEM, dan mengetahui kelayakan media e-modul berbasis STEM pada usaha dan energi kelas X SMA. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan yang menggunakan metode *research and development*/R&D, model pengembangannya berupa model ADDIE {Analysis (Analisis), Design (Perancangan), Development (Pengembangan), Implementation, dan Evaluation (Evaluasi)}. Pengumpulan data menggunakan instrument validasi dan instrument respon siswa. Uji validasi materi dan media dilakukan oleh tiga dosen Pendidikan Fisika Universitas KH. A. Wahab Hasbullah Tambak Beras Jombang. Hasil analisis data pada validasi materi memperoleh persentase 80,1% dengan kriteria valid, validasi media memperoleh persentase 80,2% dengan kriteria valid, dan uji respon siswa memperoleh persentase 90,5% dengan kriteria sangat valid. Secara umum, media pengembangan valid atau layak untuk digunakan dalam pembelajaran materi usaha dan energi kelas X SMA. Harapan untuk media ini agar sumber belajar lebih bervariasi dan memberikan alternatif pemecahan masalah dalam pembelajaran fisika.

Kata kunci: e-modul, STEM, usaha dan energi.

PENDAHULUAN

Kegiatan belajar merupakan bentuk aktivitas seseorang atau siswa untuk memperoleh suatu pengetahuan dengan disertai perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan berdasarkan hasil pengalamannya setelah melakukan interaksi dengan lingkungan sekitar (Slameto, 2010) [1]. Pada era ini, tantangan dunia pendidikan cukuplah banyak, diantaranya adalah seorang pendidik harus mampu memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif dalam mengintegrasikan pengetahuan dengan keterampilan agar menjadi hal mudah dipahami oleh setiap siswa.

Proses pemecahan masalah menuntut siswa untuk mengembangkan cara berpikir dan menganalisis situasi dan materi lain yang mungkin mereka hadapi dalam kehidupan. Pemecahan masalah ini adalah suatu proses kompleks yang menuntut siswa untuk mengkoordinasikan pengalaman, pengetahuan, pemahaman, dan intuisi dalam rangka memenuhi tuntutan dari suatu situasi yang non rutin bagi siswa. Pembelajaran saat ini, diharapkan pembelajaran yang berbasis *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) agar pembelajaran lebih bermakna.

Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) adalah suatu pendekatan dibentuk berdasarkan perpaduan beberapa disiplin ilmu yaitu Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika. Kolaborasi dalam proses pembelajaran, STEM akan membantu siswa untuk mengumpulkan dan menganalisis serta memecahkan permasalahan yang terjadi serta mampu untuk memahami hubungan antara suatu permasalahan dan masalah lainnya (Handayani, 2014) [2].

Pendidikan berbasis STEM merupakan aspek yang sangat penting saat ini dikarenakan beberapa alasan, yaitu tidak tersedianya tenaga kerja yang berkualitas untuk memenuhi kebutuhan di bidang industri (Cooney & Bottoms, 2003) [3]. Selain itu, pembelajaran sains dan matematika masih dalam bentuk hafalan (NRC, 2014) [4]. Dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan suatu usaha untuk mempersiapkan siswa dengan proporsi signifikan pada bidang-bidang sains teknologi yang sekarang ini banyak diperlukan (Jones, 2015) [5].

Untuk menjembatani pembelajaran berbasis STEM, maka diperlukan media pembelajaran yang sesuai dengan perkembangan teknologi. Salah satu media pembelajaran yaitu bahan ajar. Bahan ajar tidak hanya berupa buku tetapi juga dapat diambil dari internet ataupun dari sumber lain berupa jurnal, artikel, buku elektronik (*e-book*), dan modul elektronik (*e-modul*), sehingga memudahkan siswa untuk mengakses berbagai materi yang akan dipelajari (Ardiansyah, 2016) [6]. Media pembelajaran *e-modul* memiliki keunggulan antara lain: 1) Memudahkan siswa untuk belajar, 2) Memudahkan siswa untuk mengaksesnya dimana pun dan kapan pun, 3) Adanya evaluasi dari guru dan siswa mengetahui dibagian mana yang belum tuntas atau sudah tuntas, 4) Bahan

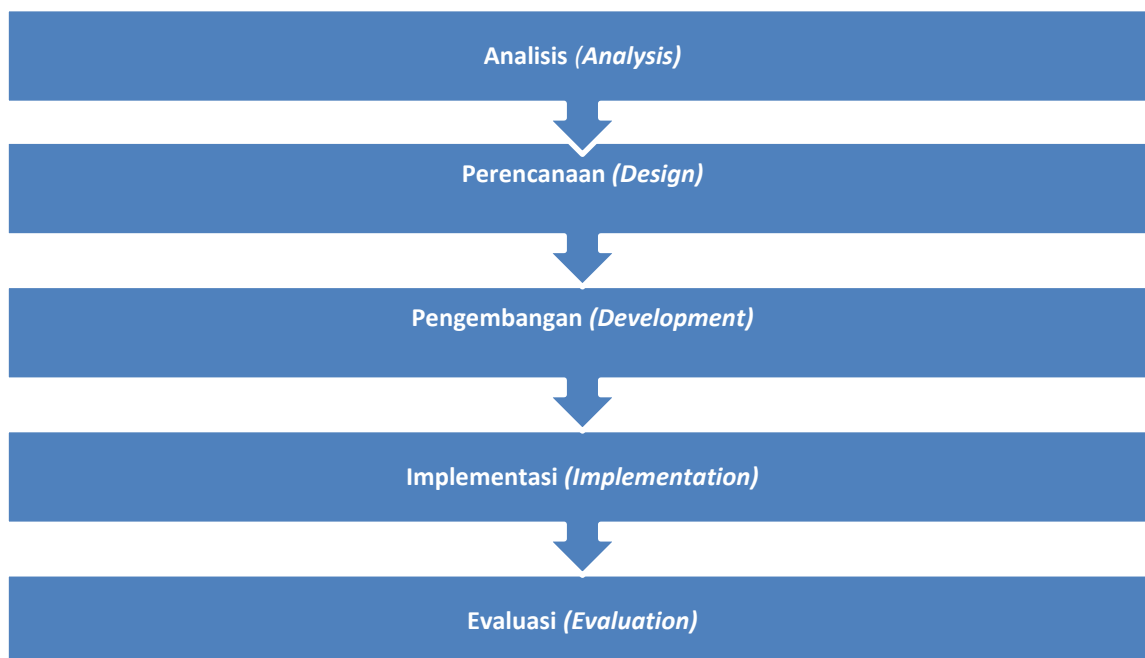
belajar disusun sesuai dengan tingkatan akademik, dan 5) Menggunakan video, audio, dan animasi untuk mengurangi unsur verbal (Laili, 2019) [7].

Bahan ajar berupa *e-modul* sudah banyak diterapkan dalam pembelajaran, tetapi seperangkat test yang digunakan pada *e-modul* untuk mengetahui tingkat pencapaian siswa belum maksimal. Maka disini digunakan *diagnostic test* yang dapat memberikan suatu penilaian dan informasi mengenai kesulitan-kesulitan, tingkat pencapaian, dan kemampuan dasar siswa. *Diagnostic test* adalah salah satu tes yang digunakan untuk mengetahui kelemahan-kelemahan siswa sehingga dari kelemahan-kelemahan tersebut dapat diberikan perlakuan yang tepat (Arikunto, 2006) [8]. *Diagnostic test* dapat digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang menyebabkan siswa belum mencapai hasil belajar yang ditentukan.

Berdasarkan latar belakang di atas penulis melakukan penelitian berjudul “Rekonstruksi *e-modul* berbasis STEM dengan *diagnostic test* pada materi usaha dan energi bagi siswa kelas X SMA”.

METODE

Model penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau biasa disebut Research and Development (R&D). Research and Development (R&D) merupakan metode penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan suatu produk tertentu, dan juga menguji keefektifan produk tersebut. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE {Analysis (Analisis), Design (Perancangan), Development (Pengembangan), Implementation, dan Evaluation (Evaluasi)} (Sugiono, 2016) [9]. Prosedur penelitian dan pengembangan yang dilakukan hanya tiga tahap, yaitu analisis, desain, dan development. Batasan penelitian ini hanya untuk melihat kelayakan produk sehingga tidak sampai melihat implementasi produk. Adapun kelima tahapan tersebut ditampilkan pada gambar 1 berikut ini. Adapun langkah-langkah penggunaan metode penelitian R&D sebagai berikut (Gambar 1.):



Gambar 1. Prosedur yang digunakan

Penelitian dilakukan di MA Hasyim Asyari kelas X dengan siswa berjumlah 25 siswa di Kabupaten Jombang Jawa Timur pada tanggal 3 Juni 2021. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari, lembar validasi media, lembar validasi materi dan angket respon siswa. Teknik analisis data pada penelitian ini diperoleh dari data kuantitatif dan kualitatif yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan kelayakan produk hasil pengembangan. Data kualitatif pada penelitian ini diperoleh dari angket kebutuhan siswa, masukan validator pada tahap validasi. Sedangkan kuantitatif adalah data yang memaparkan hasil pengembangan produk yang berupa *e-modul* berbasis STEM. Data yang diperoleh melalui instrument penilaian pada saat uji coba dianalisis dengan menggunakan statistik.

a. Analisis kelayakan media

Angket tanggapan bersifat kuantitatif data dapat diolah secara penyajian persentase dengan menggunakan skala likert sebagai skala pengukuran. Skala pengukuran penelitian pengembangan yang telah dimodifikasi dari Riduwan. Untuk keperluan analisis kuantitatif, maka jawaban itu dapat diberi skor seperti tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1

Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban

No	Analisis Kuantitatif	Skor
1	Sangat setuju	4
2	Setuju	3
3	Tidak setuju	2
4	Sangat tidak setuju	1

Data penilaian validasi ahli materi, ahli media, dan respon siswa yang terkumpul dianalisis dengan cara dijumlahkan, dibandingkan dengan jumlah yang diharapkan sehingga diperoleh persentase (Riduwan, 2013), atau dapat ditulis dengan rumus berikut:

$$\text{Presentase kelayakan (\%)} = \frac{X(\text{skor ahli validator})}{Xi(\text{skor maksimal})} \times 100\% \dots (1)$$

b. Respon siswa

Nilai respon yang diberikan adalah pilihan “ya” dan “tidak” yang menggambarkan posisi yang sangat negatif ke posisi yang sangat positif. Tingkat pengukuran skala dalam penelitian ini menggunakan interval. Data interval tersebut dapat dianalisis dengan menghitung rata-rata jawaban berdasarkan skoring setiap jawaban dari responden.

$$\text{Presentase respon (\%)} = \frac{\sum X(\text{jumlah keseluruhan skor dari siswa})}{\sum Xi(\text{jumlah skor maksimal})} \times 100\% \dots (2)$$

Data yang terkumpul dianalisis dengan teknik analisis deskriptif kuantitatif yang digunakan dalam distribusi skor dan persentase terhadap kategori skala penilaian yang telah ditentukan. Setelah penyajian dalam bentuk persentase, langkah selanjutnya mendeskriptifkan dan mengambil kesimpulan tentang masing-masing indikator. Kesesuaian aspek dalam pengembangan media e-modul berbasis STEM dapat menggunakan tabel berikut:

Tabel Kriteria Skala Persentase

Persentase pencapaian (%)	Kriteria penilaian validasi media dan materi	Kriteria penilaian respon siswa
81-100	Sangat layak	Sangat menarik
61-80	Layak	Menarik
41-60	Cukup layak	Cukup menarik
21-40	Kurang layak	Kurang menarik
0-21	Sangat kurang layak	Sangat kurang menarik

Sumber: (Riduwan, 2013) [10]

HASIL dan PEMBAHASAN

Hasil penyajian data uji coba media e-modul berbasis STEM materi usaha dan energi didapat berdasarkan model penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau Research and Development (R&D) sebanyak 5 langkah tahapan, sebagai berikut :

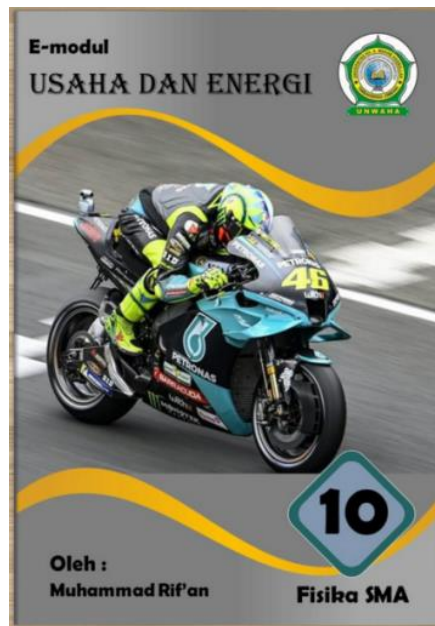
1. *Analysis* (Analisis)

Tahap ini bertujuan untuk menganalisis syarat-syarat pengembangan produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap ini dapat terbagi menjadi beberapa tahap, meliputi tahap analisis materi dan tahap merumuskan tujuan. Pada tahap analisis materi yaitu dilakukan pengumpulan data terkait dengan materi yang diperoleh dari buku “Fisika untuk SMA/MA kelas X”, buku “Fisika edisi ketujuh jilid 1” dan internet terkait dengan Usaha dan Energi. Tahap merumuskan tujuan dilakukan penyusunan perumusan tujuan mengacu pada kompetensi inti dan kompetensi dasar materi Usaha dan Energi kelas X SMA kurikulum 2013 revisi 2018.

2. *Design* (desain)

Pada tahap desain dalam pembuatan *e*-modul berbasis STEM ini memiliki beberapa tahap, yaitu: membuat *storyline*, proses desain, produksi dan tahap akhir. Tahap pertama sebelum proses desain media yaitu membuat *storyline* secara tertulis terlebih dahulu, hal ini akan mempermudah dalam proses pembuatan media. *Storyline* adalah naskah cerita dalam bentuk teks untuk membuat media *e*-modul berbasis STEM. Kemudian tahap kedua proses desain, tahap desain yang telah ditentukan dengan tema pada *e*-modul, menentukan *layout* untuk ukuran *e*-modul. Mencari materi dan bahan yang berkaitan dengan materi, bahan yang dibutuhkan bersumber dari buku LKS, buku paket, internet, dan youtube. Adapula materi pendukung pada media seperti gambar dan video. Setelah semua terkumpul, tahap mendesain menggunakan *Microsoft power point* (PPT).

Desain *e*-modul materi usaha dan energi dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian depan meliputi halaman sampul, daftar isi, pendahuluan, kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, peta konsep seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2a, Gambar 2b, Gambar 2c, Gambar 2d, dan Gambar 2e.



(a)



(b)

KOMPETENSI INTI

KI - 1 (Sikap Religius)
Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI - 2 (Sikap Sosial)
Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, santun, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), bertanggungjawab, responsif, dan pro-aktif dalam berinteraksi secara efektif sesuai dengan perkembangan anak di lingkungan, keluarga, sekolah, masyarakat dan lingkungan alam sekitar, bangsa, negara, kawasan regional, dan kawasan internasional.

KI - 3 (Pengetahuan)
Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

KI - 4 (Keterampilan)
Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR

3.9 Menganalisis konsep energi, usaha (kerja), hubungan usaha (kerja) dan perubahan energi, hukum kekekalan energi, serta penerapannya dalam peristiwa sehari-hari.

4.9 menerapkan metode ilmiah untuk mengajukan gagasan penyelesaian masalah gerak dalam kehidupan sehari-hari, yang berkaitan dengan konsep energi, usaha (kerja), dan hukum kekekalan energi.

(c)

INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

3.9.1 Mengamati peragaan atau simulasi tentang kerja atau energi.

3.9.2 Mendiskusikan tentang energi kinetik, energi potensial gravitasi, hubungan kerja dengan perubahan energi kinetik dan energi potensial, serta penerapan hukum kekekalan energi mekanik.

3.9.3 Mendeskripsikan hubungan antara usaha, gaya, dan perpindahan.

3.9.4 Menghitung besar energi potensial gravitasi dan energi kinetik.

3.9.5 Menganalisis hubungan antara usaha dan energi kinetik.

3.9.6 Menganalisis hubungan antara usaha dengan energi potensial.

3.9.7 Menganalisis bentuk hukum kekekalan energi mekanik pada berbagai gerak.

3.9.8 Merumuskan bentuk hukum kekekalan energi mekanik.

4.9.1 Menghitung kerja yang dilakukan oleh gaya yang besarnya berubah-ubah.

4.9.2 Menghitung usaha yang dilakukan oleh suatu benda akibat gaya konservatif dan gaya non-konservatif.

4.9.3 Mempresentasikan hasil diskusi tentang konsep energi, kerja, hubungan kerja dan perubahan energi, hukum kekekalan energi.

TUJUAN PEMBELAJARAN

3.9.1.1 Peserta didik dapat mengamati peragaan atau simulasi tentang usaha atau energi.

3.9.2.2 Peserta didik dapat mendiskusikan tentang energi kinetik, energi potensial gravitasi, hubungan kerja dengan perubahan energi kinetik dan energi potensial, serta penerapan hukum kekekalan energi mekanik.

3.9.3.3 Peserta didik dapat mendeskripsikan hubungan antara usaha, gaya, dan perpindahan.

3.9.4.4 Peserta didik dapat menghitung besar energi potensial gravitasi dan energi kinetik.

3.9.5.5 Peserta didik dapat menganalisis hubungan antara usaha dan energi kinetik.

3.9.6.6 Peserta didik dapat menganalisis hubungan antara usaha dengan energi potensial.

3.9.7.7 Peserta didik dapat menganalisis bentuk hukum kekekalan energi mekanik pada berbagai gerak.

3.9.8.8 Peserta didik dapat merumuskan bentuk hukum kekekalan energi mekanik.

4.9.1.1 Peserta didik dapat menghitung kerja yang dilakukan oleh gaya yang besarnya berubah-ubah.

4.9.2.2 Peserta didik dapat menghitung usaha yang dilakukan oleh suatu benda akibat gaya konservatif dan gaya non-konservatif.

4.9.3.3 Peserta didik dapat mempresentasikan hasil diskusi tentang konsep energi, kerja, hubungan kerja dan perubahan energi, hukum kekekalan energi.

(d)

PETA KONSEP

Simak Video Berikut!

<https://youtube.com/watch?v=j2PLSRGyWIk>

Kehidupan manusia tidak pernah lepas dari usaha dan energi. Manusia membutuhkan energi agar dapat melakukan usaha. Tahukah Anda definisi usaha dalam Fisika? Benarkah suatu hari nanti energi yang digunakan untuk melakukan usaha tersebut akan habis?

Dalam Fisika, dikenal adanya Hukum Kekekalan Energi. Menurut hukum tersebut, energi yang digunakan oleh seorang atlet papan seluncur (skateboard) ketika melakukan peluncuran dari titik tertinggi hingga titik lain pada bidang luncur, jumlah energinya selalu sama atau konstan. Hanya saja, energi tersebut berubah dari energi potensial menjadi energi kinetik atau sebaliknya. Bagaimanakah cara menentukan besar energi potensial dan energi kinetik tersebut? Bagaimanakah hubungannya dengan usaha yang dilakukan oleh atlet skateboard untuk meluncur? Bagaimana juga hubungan usaha dan energi tersebut dengan kecepatan atlet skateboard untuk meluncur? Agar Anda dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, pelajilah pembahasan materi ini yang akan menjelaskan tentang usaha, energi dan daya dalam Fisika.

(e)

Gambar 2. bagian depan *e*-modul meliputi a) halaman sampul, b) pendahuluan dan daftar isi, c) kompetensi inti dan kompetensi dasar, d) indicator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran, e) peta konsep.

Bagian kedua merupakan isi dari *e*-modul meliputi materi usaha dan energi, contoh soal, seputar informasi sains, seputar informasi technology, seputar informasi engineering, seputar informasi mathematics seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3a, Gambar 3b, Gambar 3c, dan Gambar 3d.

A. USHA

Pengertian usaha dalam kehidupan sehari-hari adalah berbagai aktivitas yang dilakukan manusia. Contohnya, Valentino Rossi berusaha meningkatkan kelajuan motornya untuk menjadi juara dunia Moto GP yang ke delapan kalinya, Ronaldinho berusaha menegoh penjaga gawang agar dapat mencetak gol, dan Firdaus berusaha mempelajari fisika untuk persiapan ulangan harian. Anda pun dikatakan melakukan usaha saat mendorong sebuah kotak yang terletak di atas lantai. Besar usaha yang anda lakukan bergantung pada besar gaya yang anda berikan untuk mendorong kotak dan besar perpindahan kotak.

MENEMUKAN

Temukan beberapa contoh kegiatan dalam keseharian saat orang atau hewan dikatakan telah melakukan usaha, tetapi menurut fisika, gaya yang dikerjakan oleh otot orang atau hewan tersebut tidak melakukan usaha.

Dalam fisika, usaha memiliki definisi yang lebih khusus. Secara spesifik, usaha (*work*) yang dilakukan oleh pada sebuah benda oleh suatu gaya konstan (tetap dalam hal magnitudonya maupun arahnya) didefinisikan sebagai hasil kali magnitudo perpindahan dan komponen gaya yang sejajar dengan arah perpindahan itu. Jika anda memberikan gaya konstan (*F*) pada suatu benda sehingga menyebabkan benda berpindah sejauh *s*, usaha (*W*) (Gambar 1) yang dilakukan gaya tersebut dinyatakan dengan:

Gambar 1

$$W = F \cdot s$$

$$W = F \cos \alpha \cdot s = F s \cos \alpha$$

Dimana:
W = usaha yang dilakukan (joule = J)
F = gaya yang bekerja (newton = N)
s = perpindahan (meter = m)
 α = sudut antara gaya dan perpindahan benda (derajat)

(a)

Contoh Soal

Sebuah truk mainan ditarik oleh gaya 5 N membentuk sudut sebesar 30° terhadap horizontal. Massa truk 1,5 kg. Berapa kerja yang dilakukan bila
 (a) lantai licin,
 (b) Koefisien gesek kinetiknya 0,2.

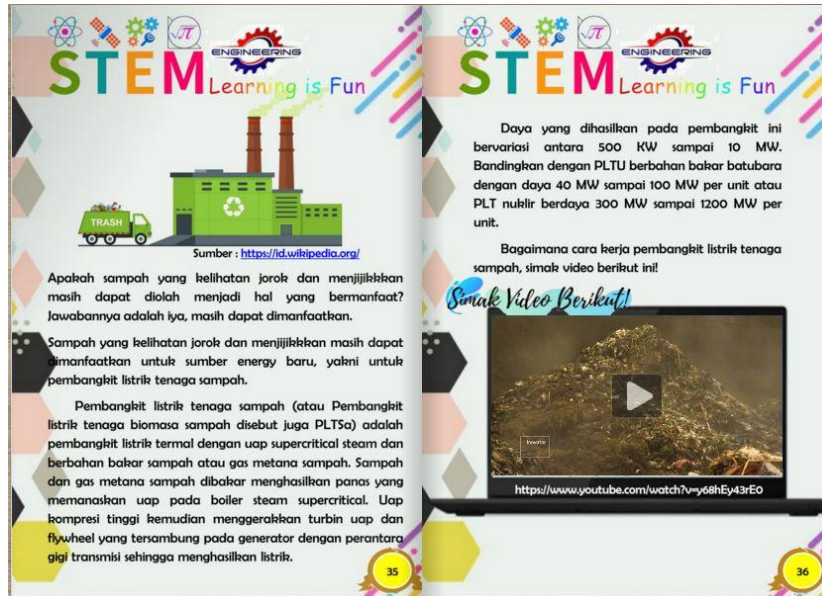
Penyelesaian :
 Diketahui :
 $F = 5 \text{ N}$, $T = 30^\circ$, $m = 1,5 \text{ kg}$, $s = 6 \text{ m}$.

Jawab :

a. besar gaya ke arah horizontal adalah
 $F \cos T = (5\text{N})(\cos 30) = 4,3 \text{ N}$
 Usaha yang dilakukan $W = (F \cos T) (s) = (4,3)(6) = 25,8 \text{ J}$.

b. bila koefisien gesek kinetik 0,2.
 Persamaan pada arah vertikal adalah
 $F \sin T + F_n = mg$
 Benda tidak bergerak ke arah vertikal maka percepatan truk = 0. Gaya ke atas sama dengan gaya gravitasi yang ke arah bawah
 $F_n = mg - F \sin T = (1,5)(9,8) - (5)(0,5) = 13,2 \text{ N}$
 Gaya gesek kinetik = $(0,2)(13,2\text{N}) = 2,62 \text{ N}$
 Gaya total yang bekerja pada truk:
 $F = F \cos T - s = 4,3 \text{ N} - 2,62 \text{ N} = 1,68 \text{ N}$
 Usaha yang dilakukan pada truk
 $W = F s = (1,68)(6) = 10,08 \text{ J}$

(b)



(c)



(d)

Gambar 3. Bagian isi dari *e*-modul meliputi a) materi usaha dan energi, b) contoh soal, c) seputar informasi STEM, dan d) percobaan.

Bagian ketiga merupakan penutup *e*-modul yang berisi ringkasan, evaluasi, daftar pustaka dan tentang penulis yang dapat dilihat pada Gambar 4a, Gambar 4b, dan Gambar 4c.

Ringkasan

- Dalam fisika, usaha memiliki definisi yang lebih khusus. Secara spesifik, usaha (work) yang dilakukan oleh pada sebuah benda oleh suatu gaya konstan (tetap dalam hal magnitudonya maupun arahnya) didefinisikan sebagai hasil kali magnitudo perpindahan dan komponen gaya yang sejajar dengan arah perpindahan itu.
- Usaha yang dilakukan oleh gaya adalah perubahan yaitu luas di bawah kurva $F(x)$ terhadap x .

$$W = \sum F_x \Delta x_i$$
- usaha termasuk besaran skalar.
- Usaha total oleh berbagai gaya yang bekerja pada suatu benda diperoleh dengan cara menjumlahkan secara aljabar biasa.
- Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau usaha.
- Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan.
- Satuan untuk mengukur energi adalah joule (J).
- Sumber energi dibagi menjadi dua, yaitu energi tak terbarukan, seperti energi fosil dan energi nuklir fisi serta energi terbarukan, seperti energi Matahari, energi angin, energi air, dan energi gelombang.

Ringkasan

- Energi juga dapat hadir dalam berbagai bentuk. Lima bentuk utama energi adalah energi mekanik, energi kalor, energi kimia, energi elektromagnetik (listrik, magnet, dan cahaya), dan energi nuklir.
- Untuk jenis energi, ada dua jenis energi, energi kerja (energi kinetik) dan energi yang tersimpan (energi potensial).
- Energi kinetik adalah energi yang disebabkan oleh gerak suatu benda yang memiliki massa/berat.
- Besarnya usaha selalu sama dengan perubahan energi kinetik benda.
- Energi potensial (Energi potensial gravitasi) adalah energi yang tersimpan pada benda karena kedudukan atau posisi benda terhadap titik acuannya (biasanya ketinggian benda diukur dari permukaan tanah).
- Energi potensial yang dimiliki pegas disebut energi potensial pegas atau energi potensial elastik.
- Energi mekanik dapat didefinisikan sebagai jumlah energi potensial dan energi kinetik yang dimiliki oleh suatu benda, atau disebut juga energi total.

(a)

Evaluasi

Pilihlah jawaban yang tepat. Berikan alasan mengapa anda memilih jawaban tersebut!

- Jika gaya interaksi satelit dengan bumi pada orbit lingkar adalah 10.000 N , besar usaha yang dilakukan bumi terhadap satelit...
A. 10.000 J D. 1.250 J
B. 5000 J E. 0 J
C. 2.500 J
- Apakah anda yakin?
A. Ya B. Tidak
- Odi mengendarai mobil bermassa 4.000 kg di jalan lurus dengan kecepatan 25 m/s , lantaran melihat kemacetan dari jauh, dia mengemrem mobil sehingga kecepatan mobilnya berkurang secara teratur menjadi 15 m/s . Usaha oleh gaya pengereman adalah...
A. 200 kJ D. 700 kJ
B. 300 kJ E. 800 kJ
C. 400 kJ
- Apakah anda yakin?
A. Ya B. Tidak
- Sebuah benda $m = 1 \text{ kg}$ mula-mula bergerak mendatar dengan kecepatan 10 m/s . kemudian diberi gaya konstan 2 N selama 10 s searah dengan kecepatan 10 m/s . Besarnya perubahan energi benda selama $t = 10 \text{ s}$ adalah...
A. 50 J D. 450 J
B. 200 J E. 500 J
C. 400 J
- Apakah anda yakin?
A. Ya B. Tidak

Evaluasi

- Sebuah bola bermassa $0,1 \text{ kg}$ dilempar mendatar dengan kecepatan 6 m/s dari atap gedung setinggi 5 m . Jika percepatan gravitasi di tempat tersebut 10 m/s^2 , energy kinetik bola pada ketinggian 2 m adalah...
A. $6,8 \text{ J}$ C. $3,8 \text{ J}$
B. $4,8 \text{ J}$ D. 3 J E. 2 J
- Apakah anda yakin?
A. Ya B. Tidak
- Seorang anak melempar sebuah bola vertikal ke atas. Waktu total bola di udara adalah T , ketinggian maksimum adalah H . Jika hambatan udara diabaikan, ketinggian bola setelah berada di udara selama waktu $\frac{T}{4}$ adalah...
A. $\frac{1}{4} H$ C. $\frac{1}{2} H$
B. $\frac{3}{4} H$ D. $\frac{2}{3} H$ E. $\frac{3}{4} H$
- Apakah anda yakin?
A. Ya B. Tidak
- Suatu benda bermassa m dilemparkan ke atas dari permukaan tanah dengan kelajuan awal v_0 . Selain mendapatkan gaya gravitasi, mg , benda tersebut mendapatkan gesekan udara sebesar $\frac{1}{4} mg$ arahnya berlawanan dengan arah gerak. Kelajuan benda ketika mencapai permukaan tanah lagi adalah...
A. v_0 C. $\frac{3}{5} v_0$
B. $\frac{3}{4} v_0$ D. $\frac{3}{4} v_0$ E. $\frac{3}{5} v_0$
- Apakah anda yakin?
A. Ya B. Tidak

(b)

Daftar Pustaka

Kanginan, Marthen. 2016. Fisika SMA kelas X. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Ciancoli, Douglas C. 2014. Fisika Jilid 1 (edisi ketujuh). Jakarta: Penerbit Erlangga.

<https://www.quipper.com/id/blog/mapel/fisika/usaha-dan-energi-fisika-kelas-ti/>

<https://www.wardayacollege.com/fisika/energi/hukum-bebaban-energi-usaha-oleh-gaya-konservatif-non-konservatif/>

<https://www.smatbanda.sch.id/artikel/04/fisika-peminatanx-ipausaha-dan-energi-daya>

Biografi Penulis

Muhammed Rif'an

Lahir di Jombang, 30 Januari 1996. Alamat : dusun Bangunreja, desa Gondok, Kecamatan Mojowarno, Kabupaten Jombang. Saat ini merupakan mahasiswa fakultas ilmu pendidikan fisika 2018/2019 Universitas KH A Wahab Hasbullah



e-modul berbasis **Sains, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)** ini disusun sebagai bahan ajar penelitian (tugas akhir). Semoga e-modul ini bermanfaat serta menambah ilmu pengetahuan tentang materi usaha dan energi bagi pembaca khususnya siswa kelas X SMA/MA.

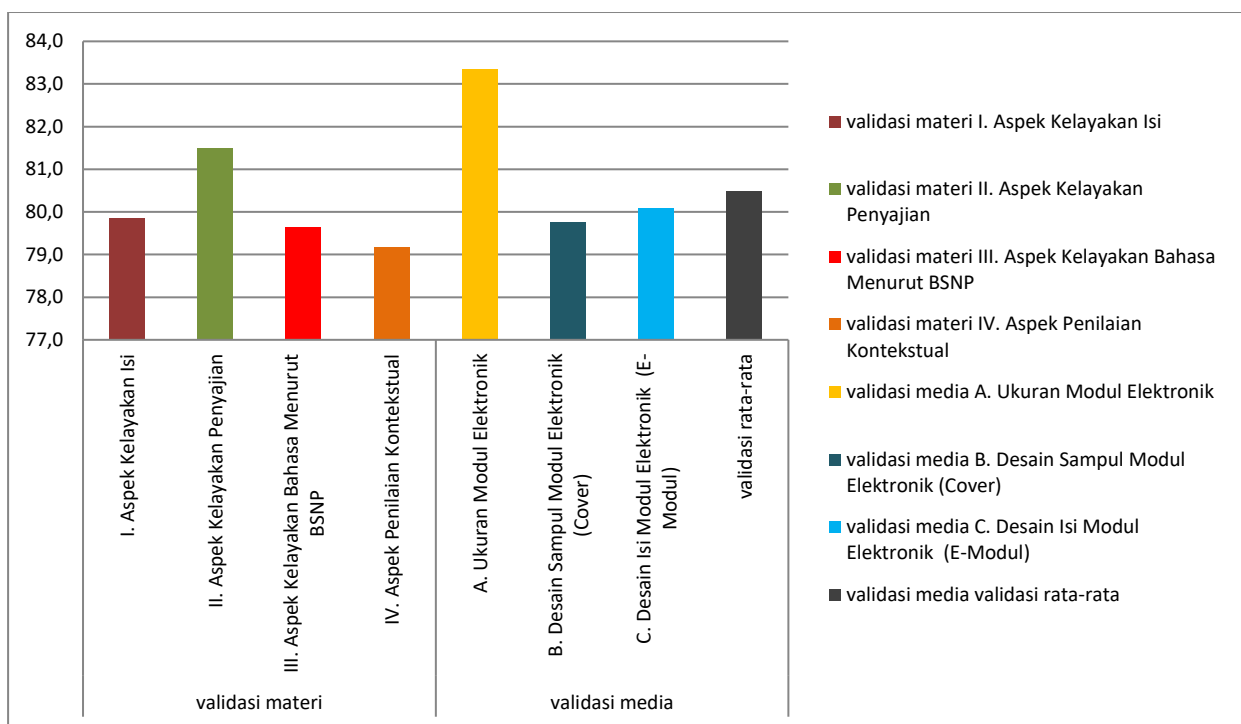
(c)

Gambar 4. Bagian penutup *e*-modul yang berisi a) ringkasan, b) evaluasi , c) daftar pustaka dan biografi penulis.

Langkah terakhir adalah tahap produksi dan tahap akhir, Tahap produksi merupakan dilakukan setelah tahap mendesain, tahap ini dilakukan dari pengaplikasian data dari *Microsoft power point*, disimpan dalam bentuk .pdf lalu dimasukkan kedalam aplikasi *flip book pdf professional*. Kemudian ditambahkan animasi dan video kedalam *e*-modul berbasis STEM tersebut. Setelah mengaplikasikan media dilanjutkan dengan tahap penyimpanan yang dapat dilakukan secara *online* dan *offline*. setelah itu media sudah dapat digunakan baik secara *online* dan *offline*. Tahap akhir yaitu pengemasan *e*-modul berbasis STEM agar terlihat lebih menarik dalam bentuk *link* yang dapat diakses melalui laptop, komputer dan *smartphone*. Adapun link *e*-modulnya <https://online.flipbuilder.com/lhrtq/hafw/> .

3. Development (Pengembangan)

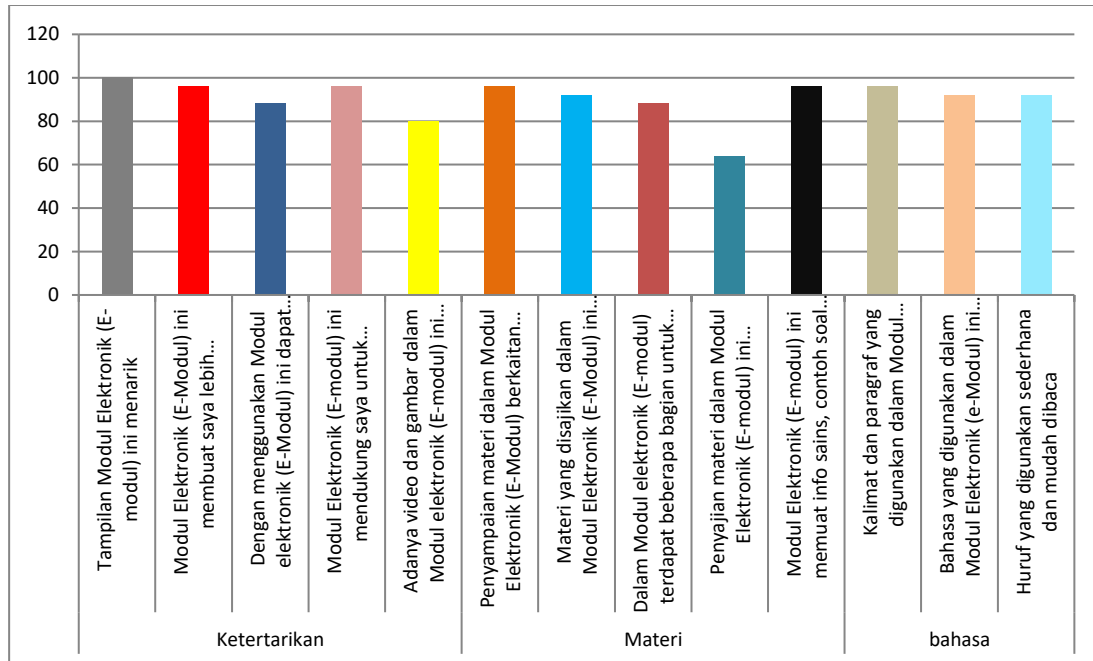
Pengembangan media *e*-modul berbasis STEM dilakukan dengan cara mengetahui kualitas *e*-modul berbasis STEM dengan cara memvalidasi produk tersebut kepada ahli materi dan ahli media. Tahap validasi awal dilakukan kepada ahli materi dan media. Tujuannya untuk mengetahui kesalahan dan kekurangan dari rancangan awal sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya. Peneliti akan mengetahui media pembelajaran yang dikembangkan layak atau tidaknya dengan cara melihat penilaian dan saran serta masukan yang diberikan oleh ahli (validator). Hasil validasi dari validator disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Presentase Hasil Validasi Media dan Materi

Berdasarkan Gambar 5 hasil analisis validasi ahli materi bahwa indikator penilaian ada empat, yaitu aspek kelayakan isi, aspek kelayakan penyajian, aspek kelayakan bahasa menurut BSNP dan aspek penilaian kontekstual dengan persentase rata-rata keseluruhan indicator penilaian sebesar 80,1% dengan kualifikasi layak. Dan hasil analisis ahli media bahwa indikator penilaian media ada tiga, yaitu ukuran *e*-modul, desain sampul *e*-modul dan desain isi *e*-modul dengan persentase rata-rata keseluruhan indikator penilaian sebesar 80,2% dengan kualifikasi layak. Dan dapat dikatakan bahwa secara keseluruhan *e*-modul berbasis stem dengan diagnostic test layak untuk digunakan dalam pembelajaran materi materi usaha dan energi pada kelas X SMA/MA dengan persentase nilai validasi ahli materi dan ahli media sebesar 80,1%. Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian yang berjudul Pengembangan E-Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Usaha dan Energi Untuk Siswa SMA Kelas X yang menghasilkan produk dengan kriteria sangat baik (Waki'ah et al., 2019) [11].

Hasil dari penilaian validator digunakan untuk melihat respon peserta didik pada siswa kelas X MA Hasyim Asy'ari yang berjumlah 25 siswa. Uji respon siswa dilakukan dengan mengisi angket respon siswa setelah menyaksikan media pembelajaran. Berdasarkan hasil rekapitulasi data respon siswa pada Gambar 6 dapat dinyatakan bahwa media pembelajaran e-modul berbasis STEM tersebut layak digunakan.



Gambar 6. Persentase Respon Pengguna e-modul materi usaha dan energi.

Berdasarkan Gambar 6 di atas untuk aspek ketertarikan dengan persentase rata-rata 92% kategori sangat menarik, aspek materi dengan persentase rata-rata 87,2% kategori sangat menarik, aspek bahasa dengan persentase rata-rata 93,3% kategori sangat menarik. Hal ini berarti e-modul yang dikembangkan sangat menarik bagi pengguna dan dapat memotivasi pengguna untuk membaca dan memahami konsep materi usaha dan energi yang diajarkan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Prihatiningtyas, 2020) [12] yang mengatakan bahwa pembaca berada pada tingkat independen atau bebas yang artinya pembaca memahami isi bacaan E-Modul yang dikembangkan. Selain itu, e modul berbasis Flip Book maker ini efektif dalam meningkatkan hasil belajar (Asmi et al., 2018) [13] dan dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik (Putra et al., 2017) [14].

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. e-modul berbasis stem pada materi usaha dan energi dengan *diagnostic test* yang dikembangkan layak digunakan dengan revisi dengan presentase rata-rata yang diberikan oleh validator sebesar 80,5%. Ditinjau dari aspek materi, media ini termasuk dalam kriteria layak, dengan persentase tingkat pencapaian 80,1% dan ditinjau dari aspek media, media ini termasuk dalam kriteria layak, dengan persentase 80,2%
2. Keseluruhan peserta didik memberikan respon sangat menarik dengan presentase rata-rata sebesar 90,5% terhadap e-modul berbasis stem pada materi usaha dan energi dengan *diagnostic test* yang dikembangkan.
3. Media pengembangan valid atau layak untuk digunakan dalam pembelajaran materi usaha dan energi kelas X SMA.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Slameto, *Belajar dan Faktor-faktor Yang Mempengaruhinya*. Jakarta: PT Rineka Cipta, 2010.



- [2] F. Handayani, “Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Science , Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Materi Hidrolisis Garam,” Skripsi, Universitas Syiah Kuala, Aceh, 2014.
- [3] S. Cooney and S. Bottoms, *Middle Grades to high school: Mending a weak link. (Report No. EA-032-691)*. New York: Southern Regional Education Board, 2003.
- [4] NRC, *STEM Integration in K-12 education: Status, Prospects, and An Agenda for Research*. Washington, DC: The National Academies of Science, 2014.
- [5] L. R. Jones, W. Gerald, and A. S. Victoria, *TIMSS 2015 Science Framework*. US: Lynch School of Education Boston College, 2015.
- [6] R. Ardiansyah, A. D. Corebima, and F. Rohman, “Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Perubahan Materi Genetik Pada Mata Kuliah Genetik Di Universitas Negeri Malang,” in *Prosiding SNPBS (Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Sainstek)*, Surakarta, 2016, vol. 1, pp. 749–752.
- [7] I. Laili, Ganefri, and Usmeldi, “EFEKTIVITAS PENGEMBANGAN E-MODUL PROJECT BASED LEARNING PADA MATA PELAJARAN INSTALASI MOTOR LISTRIK,” *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 3, no. 3, pp. 306–315, 2019.
- [8] S. Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2006.
- [9] Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (27th ed.)*. Bandung: Alfabeta, 2018.
- [10] Riduwan, *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Bandung: ALFABETA, 2019.
- [11] W. N. Waki’ah, Y. Ruhiat, and I. S. Utami, “Pengembangan E-Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) Pada Materi Usaha dan Energi Untuk Siswa SMA Kelas X yang menghasilkan produk dengan kriteria sangat baik,” in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika*, Banten, 2019, vol. 2, pp. 131–139.
- [12] S. Prihatiningtyas and F. N. Sholihah, “Project Based Learning E-Module to Teach Straight-Motion Material for Prospective Physics Teachers,” *Jurnal Pendidikan Fisika*, vol. 8, no. 3, pp. 223–234, 2020.
- [13] A. R. Asmi, A. N. D. Surbakti, and Hudaidah, “Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Book Maker Materi Pendidikan Karakter untuk Pembelajaran Mata Kuliah Pancasila MPK Universitas Sriwijaya,” *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, vol. 27, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [14] I. A. Putra and E. Sujarwanto, “Rekonstruksi Bahan Ajar Multimedia Interaktif pada Mata Kuliah Alat Ukur dan Pengukuran dengan Pendekatan Behavioristik terhadap Penguasaan Konsep Peserta Didik,” in *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*, Malang, 2017, vol. 1.



ANALISIS APLIKASI *CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING* (CTL) DALAM PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER SISWA MELALUI PEMBELAJARAN IPA DI SEKOLAH DASAR

Yanti Kusuma1*, Avivatul Novi Aziza2

PGMI UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia
SD Muhammadiyah Jetis Magelang, Indonesia

*Email : yantikusuma1997@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis aplikasi *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dalam penguatan pendidikan karakter siswa pada pembelajaran IPA di sekolah dasar. Penelitian ini merupakan pendekatan kualitatif dengan menggunakan metode studi kasus. Pengumpulan data menggunakan instrumen pedoman wawancara, pedoman observasi, dan pedoman analisis dokumen. Teknik analisis data menggunakan teknik analisis data model interaktif Miles dan Huberman yang terdiri dari reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil analisis data menunjukkan bahwa aplikasi *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dapat menguatkan pendidikan karakter siswa melalui pembelajaran IPA di sekolah dasar. Nilai-nilai karakter yang ditemukan diantaranya nilai rasa ingin tahu, jujur, kerja sama, peduli lingkungan, tanggung jawab, mandiri, dan daya cipta. Harapan dalam penelitian ini agar tercipta generasi sumber daya manusia yang berkualitas dan berkarakter melalui pembelajaran IPA di sekolah dasar.

Kata kunci: *Contextual Teaching and Learning* (CTL), Karakter, Pembelajaran IPA, Sekolah Dasar.

PENDAHULUAN

Memasuki era *society* 5.0 dibutuhkan proses pembelajaran yang inovatif, kreatif, dan mampu menumbuhkan kemampuan siswa untuk berpikir secara kritis dan berkarakter serta mampu mengikuti perkembangan zaman. Seiring berjalannya waktu, guru harus memiliki keterampilan dalam memilih berbagai metode pembelajaran yang akan digunakan. Pembelajaran yang bersifat konvensional sudah tidak lagi efektif jika digunakan pada era sekarang, hal ini dikarenakan metode tersebut hanya fokus pada keaktifan guru dalam menyampaikan materi pembelajaran saja (*transfer of knowledge*). Sedangkan memasuki era perkembangan zaman, dibutuhkan proses pembelajaran bermakna yang bersifat dua arah dan mampu melibatkan siswa untuk lebih aktif dalam mengikuti proses pembelajaran serta memberikan *output* pendidikan yang berkarakter, mampu memecahkan masalah, berpikir kritis, dan bersaing secara global.

Indonesia dihadapkan dengan banyak problematika pendidikan, salah satunya adalah masih tingginya angka penyimpangan karakter bagi pelajar seperti kasus siswa SMP swasta di kabupaten Gresik yang menantang guru ketika diingatkan untuk tidak merokok, penganiayaan siswa yang lain hingga menewaskan seorang guru, tawuran antar pelajar dan lain-lain[1]. Selain itu, hasil survei tindakan *bullying* di sekolah juga menunjukkan angka 41% siswa di Indonesia mengaku pernah menjadi korban *bullying*[2]. Berdasarkan berbagai permasalahan yang telah disebutkan, tentu dibutuhkan pendidikan berkualitas yang mampu menerapkan nilai-nilai karakter dalam kehidupan sehari-hari. Pendidikan karakter tidak hanya terfokus pada pengetahuan yang dimiliki oleh raga saja, akan tetapi lebih kepada pengelolaan hati, pikiran, rasa dan karsa. Apa yang ada dalam pikiran akan terbawa oleh perasaan, sehingga penting bagi pendidik untuk menanamkan pemahaman akan pentingnya penguatan nilai-nilai karakter sejak dini.

Pendidikan karakter yang dilaksanakan di sekolah dasar merupakan suatu upaya yang dilakukan oleh pihak sekolah dalam membentuk sifat atau moral siswa agar menjadi manusia yang berkarakter unggul dan bermanfaat bagi nusa, bangsa, dan agama. Seiring dengan berubahnya sistem kurikulum pendidikan yang awalnya menggunakan KTSP menjadi kurikulum 2013, justru mendukung penuh pendidikan karakter untuk diterapkan di sekolah. Sebagaimana tertuang dalam kompetensi inti pembelajaran kurikulum 2013 adalah: (1) K-1 sikap spiritual; (2) KI-2 sikap sosial; (3) KI-3 pengetahuan; dan (4) KI-4 keterampilan. Penerapan sistem K13 ini, tidak semata-mata ilmu pengetahuan saja yang digali namun penanaman sikap spiritual dan sosial juga menjadi tugas dan tanggungjawab bagi sekolah untuk mengembangkan karakter peserta didik. Nilai-nilai karakter tersebut diantaranya adalah nilai religius, jujur, toleransi, disiplin, kerja keras, kreatif, mandiri, demokratis, rasa ingin tahu, semangat kebangsaan, cinta tanah air, menghargai prestasi, bersahabat/komunikatif, cinta damai, gemar membaca, peduli lingkungan, peduli sosial dan tanggung jawab.[3]



Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mencetak generasi unggul yang berkarakter dengan menerapkan model pembelajaran yang mengaitkan langsung dengan kehidupan nyata siswa sehari-hari yaitu *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Model CTL merupakan konsep pembelajaran yang menuntut siswa lebih aktif dan menemukan pembelajaran yang bermakna dengan mengaitkan proses pembelajaran pada kenyataan dalam kehidupan agar siswa dapat membangun diri dan terbiasa dalam memecahkan berbagai permasalahan yang ada[4]. Pendidikan karakter dalam proses pembelajaran bagi siswa bertujuan untuk mengembangkan potensi siswa agar menjadi manusia yang berbudi pekerti, maka salah satu inovasi yang bisa dilakukan adalah dengan menerapkan proses pembelajaran yang terintegrasi dengan nilai-nilai pendidikan karakter, salah satunya yaitu pada pembelajaran IPA di sekolah dasar. Hal ini dikarenakan sains memiliki 3 aspek penting yang tidak bisa dipisahkan yaitu sebagai produk, proses, dan sikap ilmiah[5]. Siswa yang terlatih dengan sikap yang baik juga diharapkan dapat membentuk karakter yang baik pula, sehingga dapat menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas bagi bangsa Indonesia dimasa yang akan datang. Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan, maka penulis tertarik untuk mengkaji tentang analisis aplikasi *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dalam penguatan pendidikan karakter siswa melalui pembelajaran IPA di sekolah dasar.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus.[6] Penelitian ini dilaksanakan di SD Muhammadiyah Jetis Magelang, Jawa Tengah dengan subjek penelitian Ibu A.V.A sebagai wali kelas dan siswa kelas VI di SD Muhammadiyah Jetis. Objek penelitian fokus terhadap analisis aplikasi *Contextual Teaching and Learning* (CTL) dalam penguatan pendidikan karakter siswa pada pembelajaran IPA di sekolah dasar. Teknik pengumpulan data menggunakan sumber data primer dan lebih banyak pada observasi, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Pelaksanaan penelitian melalui beberapa kegiatan, yaitu (1) menyusun panduan wawancara dan daftar pengamatan atau pedoman observasi; (2) melakukan wawancara kepada wali kelas serta melakukan pengamatan langsung di sekolah; (3) melakukan analisis data. Model analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah model temuan interaktif Miles dan Huberman yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Contextual Teaching And Learning (CTL)

Model pembelajaran CTL merupakan konsep pembelajaran bermakna dengan mengaitkan pengetahuan yang dimiliki siswa dengan segala sesuatu yang terjadi di lingkungannya.[7] Guru mengarahkan siswa untuk mengaitkan pengetahuan yang dimiliki oleh siswa dengan kegiatan yang dilakukan dalam kehidupan sehari-hari. Komalasari (2010) menyebutkan bahwa pendekatan kontekstual merupakan pembelajaran yang menghubungkan antara materi yang dipelajari dengan kehidupan nyata siswa dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam lingkungan keluarga, sekolah, masyarakat maupun warga negara, dengan tujuan untuk menemukan makna materi tersebut bagi kehidupannya. Pembelajaran yang membentuk siswa agar memiliki kemampuan untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah yang ada dengan memperhatikan konteks lingkungan pribadi, sosial dan budaya.[8]

Pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL) memiliki kelebihan dalam memberikan proses pembelajaran yang lebih bermakna, hal ini dikarenakan inti dari pembelajaran kontekstual adalah siswa melakukan proses pembelajaran secara mandiri dengan mengaitkan ilmu pengetahuan yang dimiliki. Sehingga proses pembelajaran dapat menumbuhkan rasa ingin tahu terhadap materi yang sedang dipelajari, menumbuhkan keberanian siswa dalam menyampaikan pendapat, menumbuhkan kemampuan siswa dalam melakukan kerjasama baik dengan teman sebaya maupun lingkungan sekitar, dan pada akhirnya siswa dapat menarik kesimpulan secara mandiri atas kegiatan yang telah dilakukan. Sedangkan, kekurangan dari pembelajaran CTL adalah jika terdapat siswa yang memiliki kelemahan dalam berinteraksi sosial maka siswa tersebut akan merasa tidak senang dalam mengikuti proses pembelajaran, muncul perasaan cemas, khawatir, dan tidak percaya diri dengan siswa yang lain, serta bagi siswa yang tidak hadir maka tidak akan mendapatkan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang sama dengan siswa yang lainnya.[8]

Pembelajaran kontekstual mengutamakan pengetahuan dan pengalaman atau dunia nyata, berpikir tinggi, berpusat pada siswa, siswa aktif, kritis, kreatif, pemecahan masalah, siswa belajar dengan cara yang menyenangkan dan menggunakan berbagai sumber belajar. Penerapan pembelajaran kontekstual di kelas meliputi

tujuh komponen utama yaitu konstruktivisme, inkuiri, bertanya, masyarakat belajar, permodelan, refleksi, dan penilaian autentik. Berikut penjabarannya:

Tabel 1. Komponen Utama Pembelajaran CTL[9]

No	7 Komponen Utama CTL	Penjelasan	Kegiatan
1.	Konstruktivisme (<i>Constructivism</i>)	Pada komponen konstruktivisme diyakini bahwa pengetahuan yang dimiliki oleh manusia tidak didapatkan secara langsung namun melalui proses yang panjang.	<ul style="list-style-type: none"> - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. - Guru melibatkan siswa untuk berpikir dengan mengkonstruksi pengetahuan yang dimiliki siswa melalui berbagai permasalahan yang ada di kehidupan sehari-hari. - Guru memberi kesempatan siswa untuk menemukan ide dan menyadarkan siswa dalam menerapkan strategi pembelajaran yang tepat.
2.	Inkuiri (<i>Inquiry</i>)	Proses pembelajaran inkuiri merupakan inti dari pembelajaran kontekstual yang berdasarkan oleh pencarian dan penemuan melalui proses berpikir masing-masing siswa.	<ul style="list-style-type: none"> - Guru mengajak siswa terlibat dalam proses pembelajaran dengan memberikan permasalahan yang harus dipecahkan secara mandiri atau kelompok. - Siswa diberi tugas untuk mendeskripsikan langkah-langkah pemecahan masalah secara urut mulai dari awal sampai kesimpulan.
3.	Bertanya (<i>Questioning</i>)	Melalui proses berpikir, maka akan timbul berbagai pertanyaan dalam diri siswa untuk menggali informasi yang dibutuhkan. Pada komponen ini, guru bertugas sebagai motivator dan validator kemampuan berpikir siswa.	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberi pertanyaan untuk melihat sejauh mana pengetahuan yang telah didapatkan oleh siswa.
4.	Masyarakat Belajar (<i>Learning Community</i>)	Selain membangun kemampuan berpikir, pembelajaran CTL juga mengutamakan aspek kerjasama antar siswa.	<ul style="list-style-type: none"> - Guru membagi dalam beberapa kelompok agar tercipta kerjasama dalam proses masyarakat belajar. - Guru membimbing siswa dalam melakukan presentasi hasil diskusi.
5.	Pemodelan (<i>Modeling</i>)	Proses pembelajaran dengan memperagakan sesuatu yang dapat ditiru oleh siswa.	<ul style="list-style-type: none"> - Guru memberikan contoh atau alat peraga sebagai referensi bagi siswa.
6.	Refleksi (<i>Reflection</i>)	Setelah proses pembelajaran terlewati, maka terdapat komponen penting untuk merefleksi kegiatan apa saja yang telah dilakukan sebagai bahan perbaikan pada pembelajaran yang akan datang.	<ul style="list-style-type: none"> - Guru melakukan refleksi dengan memberikan tanya-jawab seputar pembelajaran yang telah didapatkan.
7.	Penilaian Autentik (<i>Authentic Assesment</i>)	Penilaian yang diberikan berdasarkan hasil kegiatan nyata siswa selama proses pembelajaran.	<ul style="list-style-type: none"> - Guru melakukan penilaian dengan memperhatikan proses selama mengikuti pembelajaran.

Sumber: (Muslich, 2012)



Pelaksanaan pembelajaran IPA harus berdasarkan hakikat IPA dimana proses pembelajaran dilaksanakan tidak hanya sekedar memperoleh ilmu pengetahuan saja, namun lebih kepada prinsip dan nilai-nilai yang bersifat ilmiah dengan menumbuhkan sikap terbuka, objektif, sesuai data dan fakta, bertanggungjawab, kerja keras, jujur dan teliti.[10] Pembelajaran harus melibatkan siswa untuk aktif dalam kegiatan pengamatan, pengukuran, perhitungan, perumusan hipotesis, pengumpulan data, dan penarikan kesimpulan. Proses pembelajarannya menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pendidikan IPA diarahkan untuk inkuiri dan berbuat sehingga dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar. Beberapa pendekatan dan model yang dapat digunakan dalam membelajarkan IPA antara lain: inkuiri, Salingtemas, *Contextual Teaching and Learning* (CTL), dan Ketrampilan Proses Sains (KPS).

Lingkungan sekolah merupakan sumber belajar yang sangat kaya untuk mengembangkan kompetensi anak (mengamati, terampil, berfikir kritis dan aktif). Guru menggunakan model pembelajaran *Contextual Teaching and Learning* (CTL) sebagai model untuk pengenalan tumbuhan vegetatif alami dan buatan siswa dapat mengamati perbedaan dari tumbuhan vegetatif dan generatif. Contoh tumbuhan generatif terdapat materi mengenai mencangkok, maka materi ini dijadikan sebagai pembelajaran IPA sekaligus sebagai penguatan pendidikan karakter. Pada awal pembelajaran guru akan meminta siswa untuk berdoa terlebih dahulu. Setelah selesai berdoa guru meminta siswa mengulas pelajaran yang telah dipelajari di rumah sebelumnya, karena kegiatan ini melatih daya ingat dan budaya membaca siswa. Setelah anak-anak mengulas kembali materi “mencangkok” guru akan membagi siswa kedalam beberapa kelompok. Setelah siswa terbagi dalam beberapa kelompok, guru akan menyiapkan bahan-bahan untuk melakukan “Praktik Mencangkok”. Melalui praktik mencangkok siswa akan diberi kesempatan untuk mengamati terlebih dahulu contoh pohon yang sudah dicangkok sebelum mereka mempraktikkan secara langsung, saat siswa mengamati guru akan menjelaskan langkah-langkah yang harus siswa lakukan. Sekiranya sudah cukup, siswa memulai praktik dengan berdiskusi terlebih dahulu sebelum memulai untuk memotong bagian tumbuhan yang akan dicangkok. Melalui kegiatan ini guru dapat mengamati pendidikan karakter di setiap kelompoknya.

Penguatan Pendidikan Karakter melalui Pembelajaran IPA di SD Muhammadiyah Jetis

Hariyanto (2013) menyebutkan bahwa karakter diartikan sebagai nilai dasar untuk membangun kepribadian seseorang yang diwujudkan dengan sikap dan perilaku dalam kehidupan sehari-hari.[11] Sedangkan, pendidikan karakter dimaknai sebagai proses untuk membangun budi pekerti masing-masing individu. Karakter anak muncul sejak masa kanak-kanak, karena anak melihat dan memproses apa yang mereka lihat di kepalanya, sehingga pembentukan karakter membutuhkan peran aktif berbagai pihak terutama keluarga. Selanjutnya, karakter yang baik tidak dapat terbentuk secara otomatis, tetapi berkembang dalam jangka waktu yang lama dan melalui proses pembelajaran dan latihan yang terus menerus.[12] Proses pengembangan nilai budaya dan karakter bangsa merupakan proses yang panjang, sehingga diharapkan pembentukan karakter dimulai dengan siswa menyelesaikan satu satuan pendidikan.

Dasar dari penguatan pendidikan karakter diajarkan dan dipraktikkan diseluruh sistem sekolah agar diketahui, dipahami, dan diterapkan dalam segala aspek kehidupan siswa. Sekolah sebagai lembaga pendidikan memiliki tanggung jawab untuk menanamkan dan mengembangkan nilai-nilai tersebut untuk menghasilkan peserta didik yang ber karakter.[13] Penguatan pendidikan karakter merupakan gerakan pendidikan di bawah tanggung jawab satuan pendidikan untuk memperkuat karakter peserta didik melalui perpaduan hati, rasa, partisipasi pemikiran dan olah raga serta kerjasama antara satuan Pendidikan, Keluarga dan Masyarakat. Terdapat 18 butir nilai-nilai pendidikan karakter yang telah dirumuskan oleh Depdiknas yaitu: Religius, Jujur, Toleransi, Disiplin, Kerja Keras, Kreatif, Mandiri, Demokratis, Rasa Ingin Tahu, Semangat Kebangsaan, Cinta Tanah Air, Menghargai Prestasi, Bersahabat/Komunikatif, Cinta Damai, Gemar Membaca, Peduli Lingkungan, Peduli Sosial, dan Tanggung Jawab. Pendidikan karakter dalam perspektif Islam berdasarkan Al-Qur'an dan Al-Hadits, yaitu sebagai berikut:

Q.S. Lukman: 18

وَلَا تُصَوِّرْ خَدَّكَ لِلنَّاسِ وَلَا تَمْشِ فِي الْأَرْضِ مَرَحًا إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ كُلَّ مُخْتَالٍ فَخُورٍ

Artinya:

“Dan janganlah kamu memalingkan mukamu dari manusia (karena sombong) dan janganlah kamu berjalan di muka bumi dengan angkuh. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang sombong lagi membanggakan diri (Q.S. 31: 18).”



Muliakanlah anak-anakmu dan didiklah mereka dengan adab (budi pekerti) yang baik (HR. Ibnu Majah).

Perbuatan manusia secara keseluruhan telah diatur dalam AlQur'an dan Al-Hadits dan hal ini selaras dengan nilai-nilai pendidikan karakter yang mencerminkan sikap dan perilaku manusia yang berakhlak mulia. Sebagaimana contoh pada potongan ayat dan hadits di atas, bahwa Allah telah memerintahkan hambanya untuk bersikap baik kepada siapapun (beradab) seperti: toleransi, peduli lingkungan, demokratis, peduli sosial, cinta damai dan bersahabat.

Penguatan pendidikan karakter yang dilakukan di SD Muhammadiyah Jetis Magelang adalah sebagai berikut.

Karakter Rasa Ingin Tahu:

Rasa ingin tahu muncul didasari oleh rasa penasaran seseorang terhadap sesuatu yang ditangkap oleh indera, baik indera penglihatan, pendengaran, dan lain-lain. Rasa ingin tahu melibatkan cara berpikir seseorang, sikap dan perilaku untuk dipelajari lebih dalam. Pada saat proses pembelajaran IPA di SD Muhammadiyah Jetis, siswa diberikan materi pengantar terlebih dahulu tentang kegiatan mencangkok tanaman. Pada pelajaran sebelum memulai kegiatan praktik rasa ingin tahu siswa masih rendah, beberapa siswa terlihat kurang bersemangat. Namun, melalui materi tumbuhan generatif buatan mengenai "mencangkok" rasa ingin tahu siswa meningkat ditandai dengan siswa aktif bertanya dan tidak sabar untuk melakukan kegiatan mencangkok, siswa sangat antusias dalam mengikuti proses pembelajaran.

Karakter Jujur

Pelaksanaan pembelajaran IPA sangat berkaitan erat dengan nilai-nilai kejujuran, seperti pada materi pembelajaran mencangkok guru dapat mengamati setiap proses pembelajaran bersama para siswa. Ketika guru memberikan tugas mandiri maupun tugas kelompok, kemudian siswa diminta untuk menyerahkan hasil tugasnya maka guru dapat menilai karakter kejujuran dari siswa. Guru juga meminta masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasil kerjanya kemudian guru melakukan sesi tanya jawab.

Karakter Kerjasama (Komunikatif/Gotong Royong)

Nilai karakter yang mencerminkan tindakan menghargai semangat gotong royong dalam memecahkan masalah bersama, membina komunikasi dan persahabatan, serta memberikan bantuan kepada yang membutuhkan. Inti dari gotong royong meliputi rasa hormat, kerjasama, inklusi, komitmen pengambilan keputusan bersama, refleksi konsensus, gotong royong, solidaritas, empati, anti diskriminasi, anti kekerasan, dan kesukarelaan. Pendidikan karakter kerjasama pada kegiatan pembelajaran mencangkok dapat dilihat dari bagaimana siswa membagi tugas antar anggota kelompok, apabila dalam satu kelompok mengalami kesulitan maka anggota yang lain akan membantu.

Karakter Peduli Lingkungan

Sikap dan perilaku yang mencerminkan rasa ingin menjaga dan melestarikan lingkungan disebut sebagai karakter peduli lingkungan. Nilai karakter peduli lingkungan tumbuh dan diperkuat dengan integrasi dalam proses pembelajaran IPA kelas VI di SD Muhammadiyah Jetis pada materi tumbuhan generatif buatan mengenai "mencangkok" dengan kegiatan pembelajaran ini siswa memiliki rasa peduli terhadap lingkungan sehingga mereka mampu menjaga lingkungan sekitarnya.

Karakter Tanggung Jawab

Karakter tanggung jawab diartikan sebagai sikap dan perilaku seseorang dalam melaksanakan tugas dan kewajibannya baik yang berkaitan dengan diri sendiri, masyarakat, bangsa, negara maupun agama. Guru sudah memberikan tugas kepada masing-masing kelompok untuk mempersiapkan bahan-bahan yang diperlukan, masing-masing kelompok mempunyai tanggung jawab tersebut dan mereka melaksanakannya dengan baik.

Karakter Mandiri

Nilai karakter mandiri diartikan sebagai sikap dan perilaku seseorang secara pribadi tanpa melibatkan dan ketergantungan dengan orang lain dengan memperhatikan nilai-nilai kerja keras, tangguh, berani, dan kreatif.[13] Hasil pengamatan ditemukan nilai karakter mandiri dalam proses pembelajaran IPA dengan materi mencangkok di kelas VI, setelah guru menjelaskan langkah-langkah dalam mencangkok para siswa mengikuti penjelasan yang



telah diberikan oleh guru. Siswa diberi kesempatan untuk mencoba melaksanakan kegiatan mencangkok meskipun masih menemukan beberapa kesulitan, kegiatan ini sangat cocok untuk mengasah keterampilan dan kreativitas siswa dalam melakukan proses mencangkok tanaman yang ada di lingkungan sekolah secara berkelompok dan mempraktikkan kegiatan yang sama di rumah sebagai tugas individu agar lebih terlatih dalam penguatan karakter mandiri.

Karakter Daya Cipta (Kreatif)

Karakter kreatif merupakan hasil dari berpikir dan melakukan sesuatu untuk menghasilkan cara atau temuan baru dari sesuatu yang telah dimiliki.[14] Melalui proses pembelajaran mencangkok siswa dapat melatih kemampuan mereka dalam menciptakan pohon vegetatif buatan melalui metode mencangkok dan menerapkan dalam kegiatan pembelajaran ini dengan baik dan benar. Semua siswa sangat antusias dalam menciptakan ragam inovasi selama proses pembelajaran.

PENUTUP

Memasuki era *Society 5.0* implementasi pembelajaran yang bersifat konvensional sudah tidak lagi efektif, hal ini dikarenakan metode tersebut hanya fokus pada keaktifan guru dalam menyampaikan materi pembelajaran saja (*transfer of knowledge*). Guru harus memiliki inovasi dalam melaksanakan proses pembelajaran agar tercipta kondisi pembelajaran yang bersifat dua arah dan bermakna, selain itu guru juga harus mampu mencetak generasi yang mampu berpikir secara kritis, berwawasan global, dan berkarakter. Penguatan karakter siswa dapat dilakukan dengan mengintegrasikan pendidikan karakter ke dalam proses pembelajaran, salah satunya melalui pembelajaran IPA di sekolah dasar dengan menerapkan model pembelajaran aktif dan bermakna yaitu *Contextual Teaching and Learning* (CTL). Melalui pengintegrasian pendidikan karakter ke dalam pembelajaran IPA diharapkan dapat membentuk perilaku dan kebiasaan siswa yang mencerminkan nilai-nilai pendidikan karakter yang sesuai dengan kaidah dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] B. R. UPI, "Fakta dibalik anak Indonesia: Indonesia gawat darurat pendidikan karakter." BEM REMA UPI 2020, 2020, [Online]. Available: <http://bem.rema.upi.edu/fakta-dibalik-anak-indonesia-indonesia-gawat-darurat-pendidikan-karakter/>.
- [2] R. H. Permana, "PISA 2018 : 41% siswa Indonesia korban bullying, 17% dilanda kesepian," *detikNews*. pp. 1–10, 2019, [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita/d-4809711/pisa-2018-41-siswa-indonesia-korban-bullying-17-dilanda-kesepian/1>.
- [3] Kemendiknas, "Pengembangan Pendidikan Budaya dan Karakter Bangsa," *Badan Penelitian dan Pengembangan Pusat Kurikulum*. pp. 8–10, 2010.
- [4] S. Apriani¹, A. Sudin, and R. L. Panjaitan, "Penerapan Contextual Teaching and Learning (Ctl) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Pada Materi Perubahan Sifat Benda," *J. Pena Ilm.*, vol. 2, no. 1, pp. 401–410, 2017, doi: 10.17509/jpi.v2i1.10675.
- [5] N. ;Mosi. Musyarofah; Hindarto, "Pendidikan Karakter Terintegrasi Dalam Pembelajaran Ipa Guna Menumbuhkan Kebiasaan Bersikap Ilmiah," *UPEJ Unnes Phys. Educ. J.*, vol. 2, no. 2, 2013, doi: 10.15294/upej.v2i2.2665.
- [6] J. W. Creswell, "Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches," *Health Promotion Practice*, vol. 16, no. 4. pp. 473–475, 2013, doi: 10.1177/1524839915580941.
- [7] M. P. W. Perdana, "Model Pembelajaran Contextual Teaching and Learning (CTL), Pembelajaran Sejarah," vol. II, no. 01, pp. 1–12, 2020, doi: 10.35542/osf.io/8qy5f.
- [8] D. Putrianasari, "Pengaruh penerapan pendekatan," *Scholaria*, vol. 5, no. 20, 2003.
- [9] M. Muslich, "Pembelajaran Berbasis Kompetensi dan Konstektual." 2012.
- [10] A. Desstyia, "Penguatan karakter siswa sekolah dasar melalui pembelajaran IPA [Strengthening the character of elementary school students through learning science]," *J. Aktual. Bimbing. dan Konseling pada Pendidik. Dasar Menuju Peserta Didik yang Berkarakter*, pp. 69–75, 2015, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11617/6018>.
- [11] N. A. Ani, "Pendidikan Karakter untuk Siswa SD dalam Perspektif Islam," *Mimb. Sekol. Dasar*, vol. 1,



no. 1, pp. 50–58, 2014.

- [12] A. Pala, “The Need for Character Education.” *International Journal of Social Sciences and Humanity Studies*, 2011.
- [13] H. Widodo, “Penguatan Pendidikan Karakter di SD Muhammadiyah Macanan Sleman Yogyakarta,” *Lentera Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 40–51, 2019, doi: 10.17977/jptpp.v4i8.12684.
- [14] E. S. Cahyaningrum, S. Sudaryanti, and N. A. Purwanto, “Pengembangan Nilai-Nilai Karakter Anak Usia Dini Melalui Pembiasaan Dan Keteladanan,” *J. Pendidik. Anak*, vol. 6, no. 2, pp. 203–213, 2017, doi: 10.21831/jpa.v6i2.17707.



MEDIA PEMBELAJARAN *e*-MODUL BERBASIS *FLIP PDF PROFESSIONAL* PADA MATERI MOMENTUM DAN IMPULS

Olifiya Diajeng Ayu Mawarni^{1*}, Kartika Wulandari², Suci Prihatiningtyas³

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah
Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah
Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

*Email : olifiadiajeng@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran *e*-modul berbasis *flipbook* pada materi momentum dan impuls yang layak berdasarkan hasil validasi ahli dan respon pengguna. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)* dengan model *Borg & Gall* yang telah dimodifikasi oleh Sugiyono meliputi 7 tahap yaitu: *Potensi dan Masalah, Mengumpulkan Data, Desain Produk, Validasi Desain, Revisi Desain, Uji Coba Produk, Revisi produk*. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data dari uji ahli materi, uji ahli media, dan dari uji coba pendidik. Instrumen penelitian yang digunakan berupa lembar kelayakan dan angket respon pendidik. Hasil lembar kelayakan dan angket respon pendidik dinilai berdasarkan skala *Likert*. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian terhadap produk media dilaksanakan berdasarkan dua aspek, yaitu: (1) ditinjau dari aspek validasi ahli materi dan media, media ini termasuk dalam kategori layak dengan persentase tingkat pencapaian 90,5%; (2) ditinjau dari aspek uji coba peserta didik, media ini termasuk dalam kategori layak, dengan persentase 90,3%; (3) ditinjau dari aspek uji respon pendidik termasuk kategori sangat baik dengan persentase 81,99%. Dengan demikian secara keseluruhan *e*-modul berbasis *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls layak digunakan dalam pembelajaran fisika kelas X berdasarkan hasil validasi ahli dan respon pendidik.

Kata Kunci: media pembelajaran fisika, *flip pdf professional*, momentum dan impuls, *Borg & Gall*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu pengetahuan dasar yang digunakan sebagai landasan untuk menjelaskan fenomena fenomena fisis yang terjadi di alam. Di dalam pembelajaran fisika dibutuhkan pemahaman konsep serta persamaan persamaan untuk memecahkan masalah. Tujuan dari pembelajaran fisika adalah menguasai konsep konsep fisika dan mampu menggunakan metode ilmiah yang dilandasi sikap ilmiah untuk memecahkan masalah masalah yang dihadapi. Oleh karena itu, sebagai pengajar yang baik harus bisa mengemas dengan baik pembelajaran fisika agar lebih menarik.

Mata pelajaran fisika dikenal sebagai mata pelajaran yang sulit dan membosankan. Salah satu penyebab utama yaitu pembelajaran yang dilaksanakan dengan metode ceramah. Metode ini kurang efektif, karena dengan metode ceramah akan terjadi komunikasi satu arah dan peserta didik cenderung pasif. Pendidik diharapkan dapat mengarahkan peserta didik agar untuk menguasai konsep dari mata pelajaran fisika. Pendidik harus memiliki berbagai macam variasi mengajar agar peserta didik lebih tertarik dan aktif dalam pembelajaran fisika. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menarik minat belajar siswa yaitu menggunakan media pembelajaran. Menurut Hamalik (dalam Arsyad, 2011) media pembelajaran dalam proses belajar mengajar dapat membangkitkan keinginan dan minat baru serta rangsangan kegiatan belajar, bahkan dapat pengaruh psikologi terhadap peserta didik.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan pada guru yang mengajar fisika di sekolah Madrasah Aliyah, penggunaan media dalam pelajaran hanya media papan tulis dan buku ajar. Penggunaan media pembelajaran yang selama ini digunakan belum dapat meningkatkan minat membaca siswa, sehingga perlu adanya media yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Media pembelajaran yang dianggap sesuai dengan perkembangan teknologi adalah media yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun (Husniah et al., 2020). Media pembelajaran tersebut dapat berupa bahan ajar yaitu modul. Modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, didalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar yang spesifik.

Sesuai dengan perkembangan jaman, pengemasan modul juga mengalami perubahan tidak hanya berupa modul cetak saja tetapi dapat berupa media elektronik. Modul yang sesuai dengan perkembangan teknologi adalah modul elektronik. Modul elektronik (*e*-modul) adalah seperangkat media pengajaran digital atau non cetak yang disusun secara sistematis yang digunakan untuk keperluan belajar mandiri, sehingga menuntut peserta didik untuk belajar memecahkan masalah dengan caranya sendiri (Prihatiningtyas et al., 2020). Berdasarkan

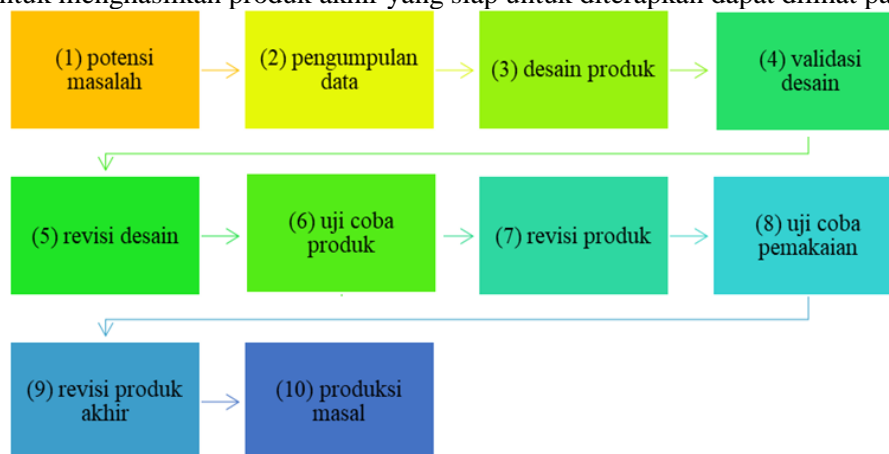
penelitian yang dilakukan oleh Suryadie (2014) dalam (Herawati & Muhtadi, 2018) media elektronik adalah media inovatif yang dapat meningkatkan minat siswa dalam belajar. Menurut Mulyasa (2019) pembelajaran dengan menggunakan modul mempunyai kelebihan yaitu fokus pada individual siswa, adanya kontrol terhadap hasil belajar dengan penggunaan standar kompetensi disetiap modul yang harus dicapai masing-masing siswa, relevansi kurikulum yang ditunjukkan dengan adanya tujuan dan cara pencapaiannya sehingga siswa dapat mengetahui keterkaitan antara pembelajaran dan hasil yang akan diperolehnya.

Pembuatan *e*-modul tidak lepas dari aplikasi pendukung. Salah satu media pembelajaran efektif dan sesuai dengan perkembangan teknologi adalah modul elektronik. Penggunaan modul elektronik agar terlihat menarik dapat menggunakan *flipbook*. *Flipbook* adalah satu jenis animasi klasik yang terbuat dari setumpuk kertas menyerupai buku tebal, pada setiap halamannya digambarkan proses tentang sesuatu yang nantinya proses tersebut terlihat bergerak atau animasi. *Flipbook* dapat dibuat menggunakan *software flip pdf professional*. *flip pdf professional* adalah media interaktif yang dapat dengan mudah menambahkan berbagai jenis tipe media animatif ke dalam *flipbook* hanya dengan menyisipkan video *youtube*, *hyperlink*, teks animasi, gambar, audio dan *flash*. Kelebihan *flip pdf professional* dapat *publish* dalam bentuk link sehingga dapat dibuka menggunakan *smartphone* maupun komputer/laptop.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti ingin mengembangkan media pembelajaran *e*-modul berbasis *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls untuk kelas X SMA/MA. Harapannya media tersebut layak digunakan dalam pembelajaran di kelas.

METODE

Model penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) atau penelitian pengembangan. Model pengembangan yang digunakan adalah Borg & Gall. Model Borg & Gall yaitu metode yang menggambarkan tahapan yang dilakukan untuk menghasilkan produk ataupun mengembangkan produk yang sudah ada sehingga semakin meningkatkan efektifitas dan efisien (Himmah, 2019). Dalam penelitian dan pengembangan Model Borg & Gall yang telah dimodifikasi oleh Sugiyono dibutuhkan sepuluh tahap pengembangan untuk menghasilkan produk akhir yang siap untuk diterapkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Model Pengembangan Borg & Gall yang telah Dimodifikasi oleh Sugiyono

Dari sepuluh tahapan pengembangan tersebut, peneliti hanya akan melakukan sampai pada tahap ketujuh, dikarenakan tujuh tahapan tersebut sudah mampu menjawab dari rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini.

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah ahli materi, ahli media dan pendidik. Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini adalah lembar validasi materi, lembar validasi media, angket respon pendidik. Analisis data pada penelitian ini adalah menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Deskriptif kualitatif adalah data yang diperoleh berupa masukan dari validator pada tahap validasi, juga masukan dari pendidik. Sedangkan deskriptif kuantitatif adalah data yang memaparkan hasil pengembangan media *e*-modul momentum dan impuls. Teknik analisis data:

1. Analisis kelayakan *e*-modul

Angket yang digunakan dalam analisis data kuantitatif ini menggunakan skala Likert. Adapun kriteria skor dengan skala Likert dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Pedoman Penilaian Kategori Skala Likert

Penilaian	Nilai
Sangat Valid/layak	4
Valid/layak	3
Kurang Valid/layak	2
Tidak Valid/layak	1

Sumber: (Riduwan (2013) dalam (Prihatiningtyas et al., 2020))

Data yang terkumpul dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan (\%)} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Setelah data terkumpul dan dianalisis maka selanjutnya dikualifikasi tingkat kelayakannya dengan menggunakan konversi tingkat kelayakan seperti Tabel 2.

Tabel 2. Konversi Tingkat Kelayakan

Tingkat Ketercapaian	Kualifikasi	Keterangan
90% - 100%	Sangat Layak	Tidak perlu revisi
75% - 89%	Layak	Direvisi
65% - 74%	Cukup Layak	Direvisi
55% - 64%	Kurang Layak	Direvisi
0% - 54%	Tidak Layak	Direvisi

Sumber: (Riduwan (2013) dalam (Prihatiningtyas et al., 2020))

2. Analisis Respon Pendidik

Data hasil respon yang diberikan kepada pendidik dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif dengan persentase yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Persentase respon pengguna (\%)} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Setelah persentase respon diperoleh kemudian dicocokkan kedalam kriteria pedoman penilaian pada Tabel 3

Tabel 3. Kriteria Pedoman Penilaian

Persentase	Nilai huruf	Bobot	Predikat
86% - 100%	A	4	Sangat Baik
76% - 85%	B	3	Baik
60% - 75%	C	2	Cukup Baik
55% - 59%	D	1	Kurang Baik
0% - 54%	E	0	Tidak Baik

(Adaptasi dari Purwanto, 2000)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan *e-modul berbasis flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls untuk kelas X SMA/MA yang berdasarkan penilaian validator dan juga respon pendidik. Penelitian pengembangan ini dilakukan menggunakan tahapan metode Borg and Gall sampai tahap ke tujuh yang dipaparkan sebagai berikut:

1. Potensi Masalah. Potensi dalam penelitian ini yaitu mengembangkan *e-modul* guna meminimalisir masalah yang ada. Masalah yang dihadapi selama pembelajaran daring di masa pandemi Covid-19 yaitu kurangnya media pembelajaran yang digunakan guru. Guru hanya menyampaikan materi melalui *whatapp group* dan

google classroom. Guru menyampaikan materi dengan mengirimkan *file* materi yang berbentuk *Ms. Word*, *Ms. Powerpoint*, pdf. Penyampaian materi sesekali diselingi dengan video pembelajaran. Hal ini mengakibatkan peserta didik bosan dan kurang termotivasi dalam belajar. Hal ini berdampak pada kemampuan peserta didik dalam memahami konsep yang diajarkan.

2. Pengumpulan Data. Pengumpulan data dilakukan untuk mengumpulkan serta mengetahui informasi kebutuhan peserta didik terhadap produk yang dikembangkan. Data awal tersebut digunakan sebagai bahan pada tahap selanjutnya yaitu tahap perencanaan. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini meliputi kegiatan wawancara kepada pendidik. Hasil wawancara oleh pendidik diperoleh data bahwa pendidik membutuhkan media yang dapat digunakan kapan saja dan dimana saja, baik *online* maupun *offline*. Media pembelajaran yang dimaksud dapat memudahkan peserta didik dalam mengamati fenomena fisika dengan mengamati gambar, animasi, simulasi dan video pembelajaran. Salah satu media yang memenuhi kriteria tersebut sebagai media pembelajaran adalah modul elektronik.
3. Desain Produk. Setelah mengetahui permasalahan yang dihadapi dan mengumpulkan data maka tahap selanjutnya adalah mendesain media berupa *e-modul berbasis flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi konsep materi dari e-modul yang disesuaikan dengan kompetensi dasar, pembuatan *storyline*, mendesain media menggunakan aplikasi pendukung yaitu *Ms. Powerpoint* dan *canva*, mengubah dalam bentuk pdf dan langkah terakhir mengubah pdf kedalam *software flip pdf professional* yang kemudian diconvert kedalam bentuk link.
4. Validasi Desain.

Tahap validasi *e-modul* yang dikembangkan dapat diketahui kelayakannya berdasarkan penilaian.: 1) ahli materi yang berkompeten di bidang pendidikan fisika; 2) ahli media yang berkompeten dalam bidang media pembelajaran. Adapun hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	Indikator	Persentase rata-rata (%)
Kelayakan isi	a Kesesuaian materi dengan KI,KD, Indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran	91,7
	b Keakuratan materi	85,0
	c Kemutakhiran materi	87,5
	d Mendorong keingintahuan	87,5
Kelayakan penyajian	a Teknik penyajian	87,5
	b Pendukung penyajian	87,5
	c Penyajian pembelajaran	87,5
	d Koherensi dan keruntutan alur pikir	87,5
Kelayakan bahasa menurut BSNP	a Lugas	87,5
	b Komunikatif	100,0
	c Dialogis dan interaktif	100,0
	d Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	87,5
	e Kesesuaian dengan kaidah bahasa	100
Penilaian kontekstual	A. Hakikat kontekstual	87,5
	B. Komponen kontekstual	84,4
Persentase rata-rata penilaian validator ahli materi untuk semua aspek		90,5

Validasi juga dilakukan kepada ahli media yang bertujuan untuk mengetahui apakah media yang dikembangkan sesuai dan menarik perhatian pembaca. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi Ahli Media

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Persentase nilai
A. Ukuran Modul Elektronik	1 Kesesuaian ukuran modul elektronik dengan standar ISO	87,5
	2 Kesesuaian ukuran dengan materi isi modul elektronik	87,5

B. Desain Sampul Modul Elektronik (Cover)	3 Penampilan unsur tata letak pada sampul muka, belakang dan punggung secara harmonis memiliki irama dan kesatuan sertakonsisten.	87,5
	4 Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	87,5
	5 Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca	93,75
	6 Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi huruf	100
	7 Ilustrasi sampul modul elektronik	93,75
	8 Konsistensi tata letak	87,5
C. Desain Isi Modul Elektronik	9 Unsur tata letak harmonis	87,5
	10 Unsur tata letak lengkap	87,5
	11 Tata letak mempercepat halaman	87,5
	12 Tipografi isi modul elektronik	87,5
	13 Topografi isimodul elektronik memudahkan pemahaman	93,75
	14 Ilustrasi isi	91,67
Persentase rata-rata penilaian validator ahli media untuk semua aspek		90,03

Setelah data terkumpul dan dianalisis sesuai hasil pada Tabel 4 dan Tabel 5 terlihat bahwa persentase rata-rata penilaian validator ahli media dan ahli materi rata-rata bernilai 90,4% maka selanjutnya dikualifikasi tingkat kelayakannya sesuai Tabel 2. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa media yang dikembangkan termasuk kategori sangat layak dan tidak diperlukan revisi lagi. Media dikatakan baik dan dapat diterapkan dalam pembelajaran apabila validator memberikan penilaian layak atau sangat layak. Hal ini didukung penelitian Prihatiningtyas, S., & Alimah, S. (2021) yang mengatakan bahwa e-Modul berbasis inkuiri terbimbing menggunakan model ADDIE yang dikembangkan layak digunakan dengan revisi dengan persentase rata-rata yang diberikan oleh validator sebesar 92,02%. Penelitian (Wulandari et al., 2020) yang mengatakan bahwa E-modul Fisika Berbasis Karakter Dengan Pendekatan Saintifik valid dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran materi gerak lurus kelas X SMA/MA karena hasil angket ahli materi mendapatkan persentase 77,5% yang berarti kriteria kelayakannya adalah layak/valid. Sedangkan hasil analisis data dari angket ahli media mendapatkan persentase 90,9% yang berarti kriteria kelayakannya adalah sangat layak/valid.

5. Revisi Desain

Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli materi dan ahli media terhadap e-modul yang dikembangkan menggunakan *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls diperoleh saran perbaikan yang terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Saran perbaikan dan perbaikan

Validator	Saran perbaikan	Perbaikan
Ahli materi 1	<ul style="list-style-type: none"> Sumber gambar asli dicantumkan Sumber video asli dicantumkan Setiap sub materi diberi contoh soal dan cara pengerjaannya 	Perbaikan e-modul sudah disesuaikan dengan saran perbaikan dari validator meliputi pencantuman sumber gambar
Ahli materi 2	<ul style="list-style-type: none"> Kegiatan praktikum dicantumkan dalam media Ringkasan/kesimpulan materi ditambahkan 	Penambahan kegiatan praktikum,

	<ul style="list-style-type: none"> • Latihan soal (pilihan ganda dan esai) ditambah 	Ringkasan/kesimpulan dan latihan soal
Ahli media 1	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan daftar isi • Peta konsep dibesarkan ukuran hurufnya dan sesuaikan • Ditambahkan biografi penulis 	Penambahan daftar isi, biografi penulis dan perbaikan peta konsep
Ahli media 2	<ul style="list-style-type: none"> • <i>background</i> dibuat berbeda lebih menarik • Cover dibuat semenarik mungkin (cover terkesan kaku) • Jenis dan ukuran huruf disesuaikan 	Perbaikan <i>e-modul</i> sudah disesuaikan dengan saran perbaikan dari validator meliputi <i>background</i> , cover jenis dan ukuran sudah disesuaikan

6. Ujicoba Produk

Setelah produk divalidasi dan direvisi serta telah dinyatakan sangat layak oleh validator, maka produk berupa *e-modul* berbasis *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls ini diuji cobakan kepada pendidik fisika di tiga Madrasah Aliyah di kabupaten Jombang. Ujicoba dilakukan untuk mengetahui respon pendidik terhadap *e-modul* berbasis *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls yang dikembangkan. Adapun hasil respon pendidik dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Respon Pendidik terhadap *e-modul* berbasis *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls

Aspek penilaian	Persentase (%)
Kejelasan materi pendahuluan	89,29
Mteri sesuai dengan KD, KI dan Indikator	92,86
Keruntutan penyajian materi	92,86
Contoh soal dan video sesuai dengan materi	89,29
Mudah dipahami	75,00
Memberi pengalaman belajar baru	75,00
Kemudahan penggunaan	85,71
Mmberikan pengalaman belajar baru	82,14
Menumbuhkan kemampuan literasi	75,00
Dapat digunakan kapan saja	75,00
Dapat digunakan dimana saja	78,57
Dapat digunakan untuk belajar mandiri	89,29
Dapat digunakan secara klasikal	85,71
Kesesuaian isi <i>e-modul</i> dengan materi	85,71
Durasi video dalam <i>e-modul</i> cukup	71,43
Ketepatan penggunaan bahasa	75,00
Kesesuaian jendela sains dengan <i>e-modul</i>	82,14
Tipografi	78,57
Kualitas gambar	89,28
Keterbacaan teks	75,00
Kesesuaian warna huruf	89,29
Tata letak (layout)	78,57
Kejelasan suara dalam video	78,57
Ketepatan penggunaan sound effect	78,57
Persentase rata-rata respon pendidik	81,99

Setelah persentase respon diperoleh kemudian dicocokkan kedalam kriteria pedoman penilaian pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 7 diperoleh persentase rata-rata respon pendidik adalah 81,99% termasuk predikat sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa *e-modul* berbasis *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls yang dikembangkan memberikan respon positif terhadap pendidik sehingga apabila diterapkan dalam pembelajaran di sekolah diharapkan memberikan pemahaman konsep kepada peserta didik. Hal ini didukung penelitian (Yolanda, 2021) yang berjudul Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Flip PDF Pro Mata Pelajaran Sejarah Indonesia Untuk Madrasah Aliyah berdasarkan uji praktikalitas oleh guru sejarah dan siswa X IPA 2 di dapatkan hasil 3.88 dan 3,55 dengan kategori sangat praktis digunakan oleh guru dan siswa.

7. Revisi Produk

Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli materi dan ahli media terhadap *e-modul* yang dikembangkan menggunakan *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls diperoleh kritik dan saran sebagai berikut:

1. Sudah bagus, tetapi terlalu banyak materi sehingga ada sedikit kebosanan saat membaca. Bisa sedikit dipersingkat, agar yg membaca tidak terlalu bosan. Ada tulisan *flip Pdf*nya ditengah2 *e-modul* jadi ada materi yg tertutupi dan sedikit bunar.
2. saya suka dengan warna-warna dan penulisanya dan menemukan yang saya belum tahu menjadi tahu
3. Sudah bagus untuk media pengembangannya mulai dari bahasa materi dan pemakaian ilustrasinya
4. Sudah sangat bagus untuk mengembangkan pembelajaran literasi. Tetapi alangkah baiknya jika setelah contoh soal per subbab ditambahkan latihan soal agar siswa lebih memahami per subbabnya dan agar siswa lebih terlatih mengerjakan soal soal fisika

Adapun produk akhir *e-modul* berbasis *flip pdf professional* pada materi momentum dan impuls dapat dapat dibagi menjadi tiga subtema meliputi pembuka, isi materi dan penutup, masing-masing dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

- d. Pembukaan *e-modul* meliputi cover, kata pengantar, daftar isi, kompetensi dasar, kompetensi inti, indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran. Masing-masing subpembahasan diberikan *background* yang berbeda yang dapat dilihat pada Gambar 2.



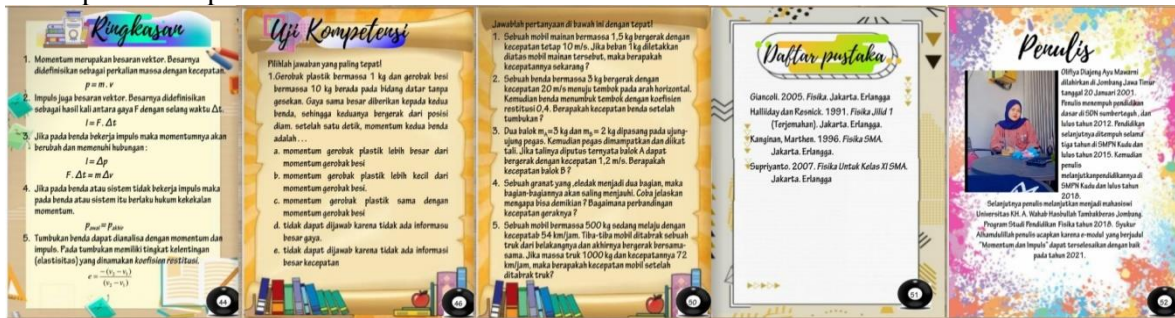
Gambar 2. Desain pembuka *e-modul*

- e. Isi materi *e-modul* meliputi peta konsep, materi momentum, impuls, hukum kekekalan momentum, tumbukan, prinsip kerja roket, dimana masing-masing materi terdapat gambar, persamaan, video yang menjelaskan secara lengkap tentang materi yang dibahas serta dilengkapi contoh soal. Selain peta konsep dan materi, juga dilengkapi eksperimen yang dapat dilakukan peserta didik untuk memantapkan/mengaplikasikan konsep yang sudah diterima. Masing-masing subpembahasan diberikan *background* yang berbeda yang dapat dilihat pada Gambar 3.



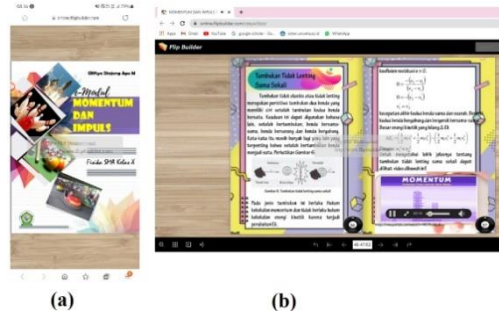
Gambar 3. Desain isi materi *e-modul*

- f. Penutup e-modul meliputi ringkasan materi, uji kompetensi berupa soal pilihan ganda dan esai, daftar pustaka serta biografi penulis. Masing-masing subpembahasan diberikan *background* yang berbeda yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain penutup e-modul

Desain e-modul yang sudah jadi dalam bentuk *file .neat* lalu di *publish* dalam bentuk link sehingga dapat diakses menggunakan *smartphone*, komputer maupun laptop. Adapun link dari e-modul ini adalah <https://online.flipbuilder.com/uteyx/ibzx/>, maka akan muncul tampilan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan e-modul menggunakan (a) *smartphone*, (b) komputer maupun laptop

PENUTUP

Hasil penelitian terhadap produk media dilaksanakan berdasarkan dua aspek, yaitu: (1) ditinjau dari aspek validasi ahli materi dan media, media ini termasuk dalam kategori layak dengan persentase tingkat pencapaian 90,5%; (2) ditinjau dari aspek uji coba peserta didik, media ini termasuk dalam kategori layak, dengan persentase 90,3%; (3) ditinjau dari aspek uji respon pendidik termasuk kategori sangat baik dengan persentase 81,99%. Dengan demikian secara keseluruhan e-modul berbasis flip pdf professional pada materi momentum dan impuls layak digunakan dalam pembelajaran fisika kelas X berdasarkan hasil validasi ahli dan respon pendidik.

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut ini.

1. Bagi guru direkomendasikan e-modul ini dapat menjadi salah satu alternatif bahan ajar pada materi asam basa dalam proses pembelajaran.
2. Bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan uji efektivitas e-modul yang telah dikembangkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Arsyad, Azhar. (2011). Media Pembelajaran. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 180–191. <https://doi.org/10.21831/jitp.v5i2.15424>
- Himmah, E. F. (2019). Pengembangan E-modul menggunakan Flip PDF Professional pada Materi Suhu dan Kalor. *Universitas Islam Negeri (Uin) Raden Intan Lampung*, 24–30.
- Husniah, L., Prihatiningtyas, S., & Putra, I. A. (2020). Pengembangan media pembelajaran video stop motion materi fluida statis. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 7(1), 15. <https://doi.org/10.12928/jrpkpf.v7i1.14625>



- Prihatiningtyas, S., Fatikhatus,), Sholihah, N., Universitas,), Wahab Hasbullah, K. A., Garuda, J., 09, N., & Jombang, T. (2020). Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar Project Based Learning E-Module to Teach Straight-Motion Material for Prospective Physics Teachers. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(3), 223–234. <https://doi.org/10.26618/jpf.v8i3.3442>
- Wulandari, K., Muntoiyah, S., & Prihatiningtyas, S. (2020). Pengembangan E-modul Fisika Berbasis Karakter. *Exact Papers in Compilation*, 2(3), 299–306.
- Yolanda, R. (2021). Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Flip PDF Pro Mata Pelajaran Sejarah Indonesia untuk Madrasah Aliyah. *Kronologi.Ppj.Unp.Ac.Id*, 3(2). <http://kronologi.ppj.unp.ac.id/index.php/jk/article/view/155>



REKONSTRUKSI e-MODUL BERBASIS STEM DENGAN *DIAGNOSTIC TEST* PADA MATERI GERAK LURUS BAGI SISWA KELAS X SMA/MA

Nunuk Hartutik¹, Ino Angga Putra², Novia Ayu Sekar Pertiwi³

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Indonesia¹

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Indonesia²

Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, Indonesia³

*Email : nunukhartutik313@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran berupa e-modul dalam pembelajaran fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* pada materi gerak lurus kelas X SMA/MA yang layak dengan desain menarik dan mengetahui respon peserta didik terhadap e-modul pembelajaran fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test*. Jenis penelitian ini menggunakan Penelitian Pengembangan (Research & Development) menggunakan model ADDIE yang terdiri dari 5 tahap yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluations. Instrumen penelitian ini berupa lembar validasi ahli materi, ahli media dan angket respon pendidik. E-modul fisika divalidasi oleh 4 orang validator sebagai ahli media dan ahli materi. Pada uji respon peserta didik e-modul fisika di uji cobakan pada 35 peserta didik kelas X SMA PGRI 2 Jombang. Hasil angket validasi dan angket respon peserta didik dinilai berdasarkan skala Likert. Teknis analisis data menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan analisis deskriptif kuantitatif. Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dapat diganti diperoleh: (1) Hasil validasi oleh ahli materi terhadap produk pengembangan e-modul berbasis STEM dengan *diagnostic test* adalah sangat layak dengan persentase sebesar 93,1%. (2) Hasil validasi oleh ahli media terhadap e-modul fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* adalah sangat layak dengan persentase sebesar 97,2%. (3) Hasil uji coba respon peserta didik terhadap e-modul fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* adalah 90,9% dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil analisa data menunjukkan bahwa produk e-modul berbasis STEM dengan *diagnostic test* telah memenuhi kriteria kelayakan. Respon peserta didik terhadap e-modul pembelajaran fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* sangat baik yang berarti dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

Kata kunci: e-modul, STEM, *diagnostic test*, gerak lurus.

PENDAHULUAN

Pada abad 21, Ilmu pengetahuan serta teknologi mengalami perkembangan pesat, hal ini berdampak di berbagai bidang kehidupan terutama pada bidang pendidikan. Melalui pendidikan diharapkan dapat memahami sains serta teknologi supaya mampu membentuk sumber daya manusia (SDM) yang bermutu. Purwati (2019) berpendapat bahwa dimana manusia dituntut supaya bernalar, berpikir kritis, logis serta sistematis dan mampu menguasai berbagai keahlian serta mampu memecahkan suatu permasalahan sehingga mampu menghadapi tantangan global serta dapat meningkatkan perekonomian Negara[1]. Sistem pendidikan sains diharapkan mampu menjadi wadah bagi peserta didik guna mempelajari diri sendiri, alam sekitar serta menerapkan prospek pengembangan lebih lanjut dalam kehidupan sehari-hari.

Teknologi merupakan bentuk dari penerapan sains dalam kehidupan. Rekayasa teknologi adalah sebagai wujud dari penerapan sains yang sangat ditentukan oleh kemampuan rancang bangun dan matematik, oleh sebab itu beberapa peneliti mengembangkan pembelajaran sains berbasis STEM. Pembelajaran berbasis STEM pada saat ini mampu menjadi alternatif pembelajaran sains yang dapat membangun generasi supaya dapat menghadapi tantangan abad 21 untuk kemajuan di masa mendatang. Yulianti (2017) menyatakan bahwa STEM merupakan istilah yang digunakan untuk merujuk secara kolektif pengajaran dan pendekatan lintas disiplin ilmu, yaitu *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* Integrasi aspek-aspek STEM tersebut dapat mendukung peningkatan hasil belajar siswa[2].

Nisa, dkk. (2020) berpendapat bahwa pencapaian kegiatan dalam suatu pembelajaran dapat mengembangkan kemampuan kognitif, afektif serta psikomotorik guna mencapai hasil yang optimal dalam pembelajaran[3]. Anomeisa dan Ernarningsih (2020) menambahkan dimana dalam hal ini membutuhkan media dalam pembelajaran. media pembelajaran dalam bentuk hardfile seperti lks, buku pembelajaran, handout dan modul [4]. Simartama, dkk. (2017) menegaskan bahwa adapula bentuk *softfile* seperti *e-book, slide* dan *e-modul*[5]. *E-modul* dapat dijadikan sebuah media pembelajaran karena memiliki kelebihan yang dapat diakses di berbagai tempat serta konten yang terintegrasi gambar, audio dan video yang dapat membantu memahami pelajaran. Sugihartini dan Jayanta (2017) berpendapat dimana adapula kelebihan *e-modul* diantaranya, anggaran

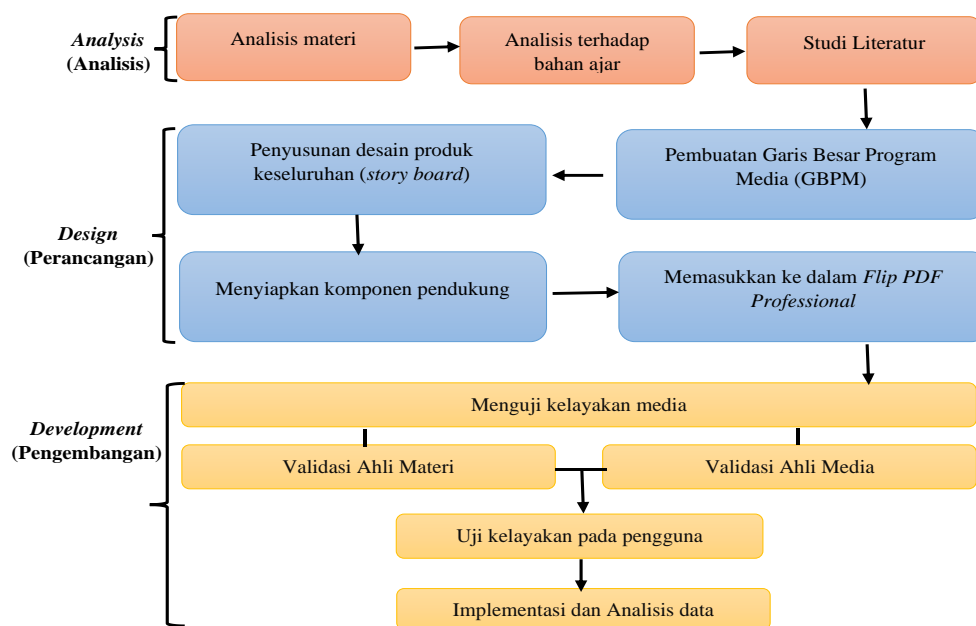
pembuatan ekonomis, efisiensi untuk dibawa, kuat dan tidak akan usang, serta dapat dilengkapi berbagai gambar, video, animasi dan audio [6].

Bahan ajar berupa *e-modul* telah banyak diterapkan dalam pembelajaran, akan tetapi tidak semua siswa dapat mencapai kemajuan secara maksimal dalam proses pembelajaran. Terkadang siswa mengalami kesulitan belajar dan membutuhkan bantuan guna mengatasi permasalahan tersebut. Kesulitan belajar dapat diindikasikan dari kemampuan pemahaman konsep serta kemampuan memecahkan suatu masalah/soal. Agar dapat mengidentifikasi kesulitan siswa dalam belajar secara tepat diperlukan suatu bentuk tes diagnosis. Tes diagnostic adalah suatu tes yang digunakan guna mengetahui kelemahan dan kekuatan siswa ketika mempelajari persoalan/masalah, sehingga hasilnya bisa digunakan sebagai dasar untuk memberikan tindak lanjut. Tes diagnostic dirancang guna mengetahui kesulitan siswa dalam belajar, termasuk miskonsepsi yang dialami oleh siswa. Hasil tes diagnostik bisa digunakan sebagai acuan terselenggaranya pembelajaran sesuai dengan kemampuan peserta didik.

Berdasarkan latar belakang di atas, diharapkan produk ini dapat memiliki manfaat yang lebih kepada peserta didik yaitu mampu meningkatkan penguasaan konsep STEM (*Sains, Technology, Engineering dan Mathematics*) terhadap materi pelajaran khususnya Fisika. Produk pengembangan ini diharapkan mampu memotivasi belajar terhadap peserta didik sehingga dapat meningkatkan prestasi belajar serta mampu melatih peserta didik untuk berpikir kritis, mandiri, kreatif serta percaya diri dalam belajar. Bahan ajar berbentuk *Elektronik modul (e-modul)* ini diharapkan mampu dijadikan pedoman untuk masa yang akan datang. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan dengan judul, “Rekonstruksi *e-Modul* Berbasis STEM dengan *Diagnostic Test* pada Materi Gerak Lurus bagi Siswa Kelas X SMA/MA”.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang dipergunakan guna menghasilkan suatu produk tertentu, serta menguji keefektifan produk tersebut. Sedangkan model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah model pengembangan ADDIE {*Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation*, dan *Evaluation* (Evaluasi)}. Dalam penelitian pengembangan ini mengalami pembatasan hingga tiga tahap saja yaitu, *Analysis*, *Design*, dan *Development*. Tahap implementasi dan evaluasi tidak dilaksanakan karena hanya ingin mengetahui kelayakan produk *e-modul* berbasis STEM. Rancangan penelitian digambarkan dalam prosedur pengembangan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas X MIPA SMA PGRI 2 Jombang dengan siswa berjumlah 35 siswa pada tanggal 9 Agustus 2021. Instrumen penelitian ini berupa lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media dan angket respon pendidik. Teknik analisis data menggunakan data kuantitatif dan kualitatif, sehingga hasil analisis data tersebut digunakan sebagai acuan dalam menentukan kelayakan media hasil pengembangan. Data kualitatif pada penelitian ini diperoleh dari angket kebutuhan peserta didik, masukan dan saran validator pada tahap validasi. Sedangkan data kuantitatif adalah data yang memaparkan hasil pengembangan produk yang berupa *e-modul* berbasis STEM. Data yang diperoleh melalui instrument penilaian pada saat uji coba dianalisis dengan menggunakan statistik.

a. Uji kelayakan media

Hasil analisis yang diperoleh dari data kuantitatif dan kualitatif digunakan sebagai acuan dalam menentukan kelayakan media hasil pengembangan. Angket yang digunakan dalam analisis data kuantitatif ini menggunakan skala Likert. Adapun kriteria skor dengan skala Likert dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Pedoman Penilaian Kategori Skala Likert

Penilaian	Nilai
Sangat Layak	4
Layak	3
Cukup Layak	2
Tidak Layak	1

Sumber dari Riduwan (2007) [7]

Data yang terkumpul dianalisis dengan cara dijumlahkan, dibandingkan dengan jumlah yang diharapkan sehingga diperoleh persentase (Riduwan: 2007), atau dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan (\%)} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Jenjang kualifikasi kriteria kelayakan untuk menyimpulkan hasil validasi pengembangan media pembelajaran dapat menggunakan seperti Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Konversi Tingkat Pencapaian

Tingkat ketercapaian	Kualifikasi	Keterangan
90%-100%	Sangat Layak	Tidak perlu revisi
75%-89%	Layak	Direvisi
65%-74%	Kurang Layak	Direvisi
55%-64%	Cukup Layak	Direvisi
0%-54%	Tidak Layak	Direvisi

Sumber dari Risyanto (2016) [8]

b. Respon Pengguna Media Pembelajaran

Pengguna media *e-modul* fisika berbasis STEM adalah pendidik dan peserta didik. Untuk menganalisis data tentang respon pengguna dalam penelitian ini dengan menggunakan persentase. Data yang terkumpul dianalisis dengan cara dijumlahkan, dibandingkan dengan jumlah yang diharapkan sehingga diperoleh persentase (Riduwan, 2007), atau dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase respon pengguna (\%)} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Setelah persentase didapat kemudian mencocokkan kedalam kriteria pedoman penilaian yang telah dibuat sesuai dengan Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Respon Pengguna

Presentase	Nilai Huruf	Bobot	Predikat
86% - 100%	A	4	Sangat Baik
76% - 85%	B	3	Baik
60% - 75%	C	2	Cukup Baik
55%-59%	D	1	Kurang Baik
0%-54%	E	0	Tidak Baik

Sumber dari Riduwan (2007) [7]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penyajian data uji coba media *e*-modul berbasis STEM materi gerak lurus didapat berdasarkan model penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) sebanyak 5 langkah tahapan, sebagai berikut:

1. *Analysis* (Analisis)

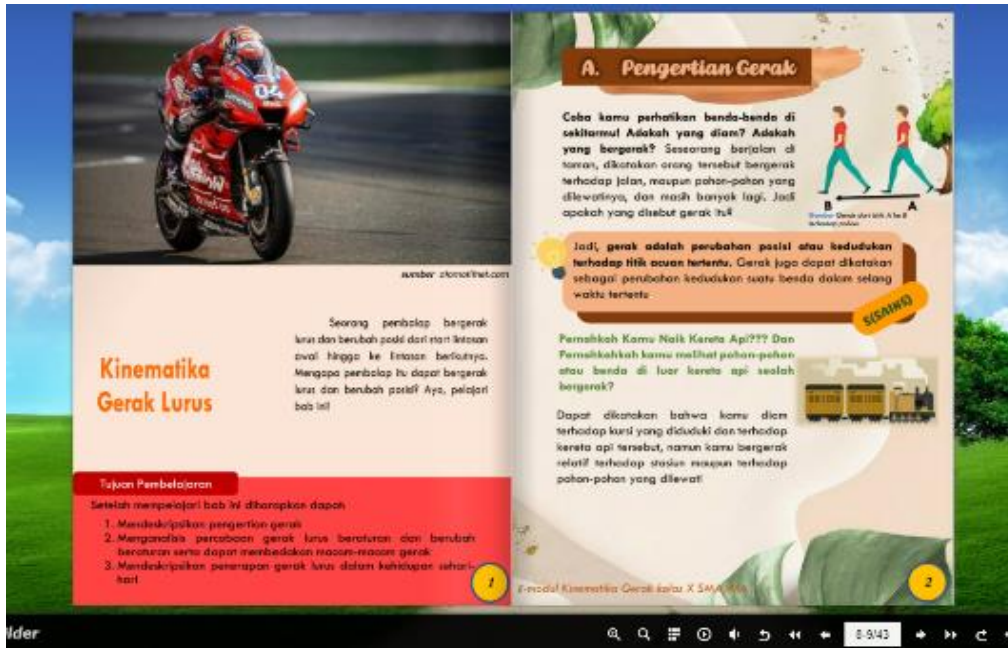
Tahap ini bertujuan untuk menganalisis syarat-syarat pengembangan produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap ini dapat terbagi menjadi beberapa tahap, meliputi tahap analisis materi, analisis bahan ajar dan tahap *study literatur*. Analisis materi dilakukan dengan cara mengumpulkan materi-materi yang relevan berasal dari *modul pembelajaran fisika gerak lurus*, buku Sri Handayani (2009) *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*, buku Giancoli (2001) *Fisika Jilid I (terjemahan)*, dan *handout Gerak Lurus* disertai dengan penyusunan rencana pembelajaran agar dapat disesuaikan dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar pada mata pelajaran Fisika. Pada kegiatan analisis bahan ajar, Peneliti menyajikan materi kinematika gerak lurus dengan cara penyajian yang berbeda yaitu ke dalam sebuah *e-modul* dengan disertai berbasis STEM (*Science, Technology, Engineer, Mathematic*) yang dapat dijadikan sebagai sumber belajar pendukung bagi peserta didik untuk memahami materi pembelajaran. Selain itu, disertai pula tes diagnostik didalamnya untuk melihat umpan balik dari proses pembelajaran. Kegiatan terakhir adalah studi literatur, dimana dilakukan kajian hasil penelitian-penelitian terdahulu dan relevan dengan penelitian yang akan dilakukan salah satunya penelitian Husni (2018) berjudul “Pengembangan Modul Berorientasi *Science Technology Engineering and Mathematics* (STEM) Dengan Strategi Inkuiri Terbimbing Pada Materi Gerak Lurus Kelas X SMA/MA”

2. *Design* (desain)

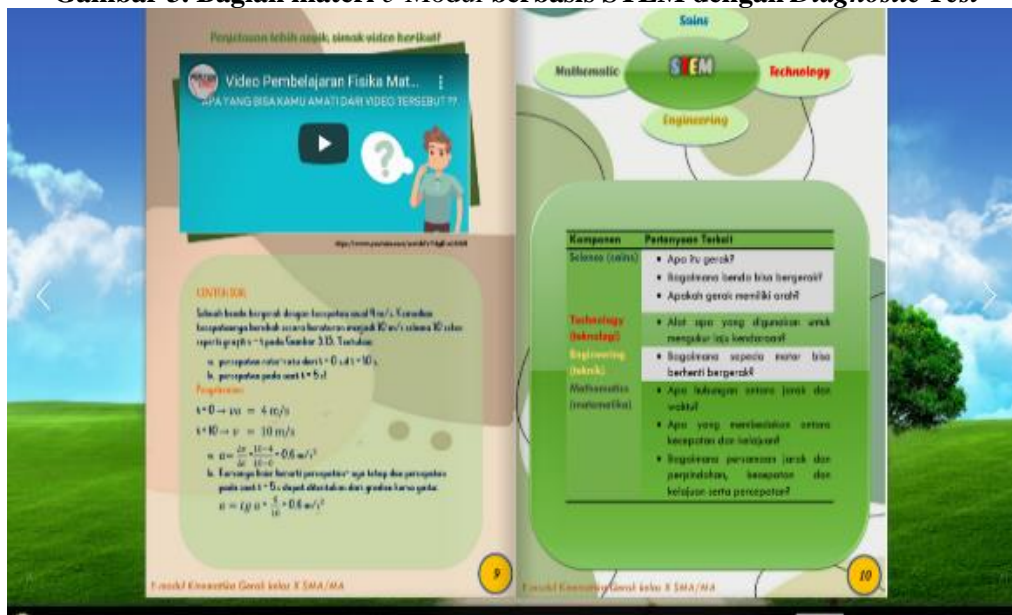
Pada tahap desain dalam pembuatan *e-modul* berbasis STEM ini memiliki beberapa tahap, yaitu pembuatan garis besar program media (GBPM), penyusunan *storyline*, menyiapkan komponen pendukung, dan tahap akhir. Tahap pertama sebelum proses desain media yaitu membuat garis besar program media (GBPM) dan menyusun *storyline* secara tertulis terlebih dahulu dan menyiapkan komponen pendukung seperti background, layout, gambar, video hal ini akan mempermudah dalam proses pembuatan media. *Storyline* adalah naskah cerita dalam bentuk teks yang diperlukan sebelum membuat media *e-modul* berbasis STEM (disajikan pada Gambar 2, Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5). Kemudian tahap kedua adalah desain menggunakan *Microsoft Word* dan *Corel Draw*



Gambar 2. Cover *e*-Modul Berbasis STEM dengan *Diagnostic Test*



Gambar 3. Bagian materi e-Modul berbasis STEM dengan *Diagnostic Test*



Gambar 4. Bagian STEM pada e-modul Berbasis STEM dengan *diagnostic test*

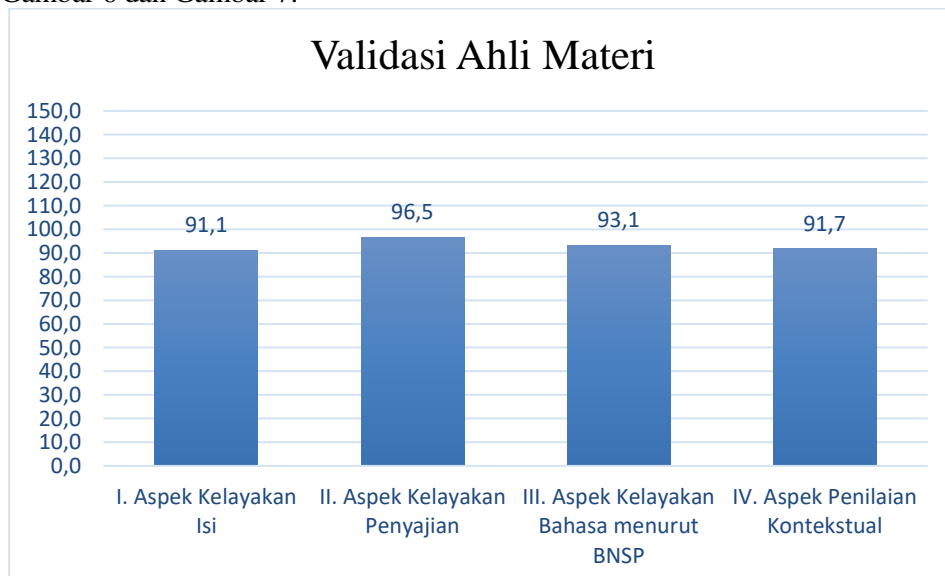


Gambar 5. Bagian Penutup e-Modul Berbasis STEM dengan *diagnostic test*

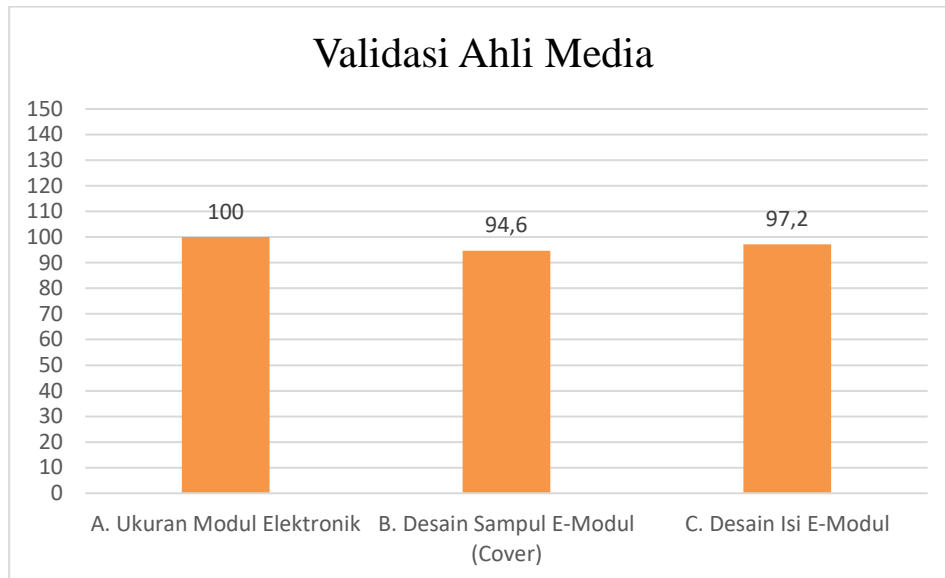
Langkah terakhir adalah *finishing* yaitu *packgeing*, pada kegiatan ini dilakukan review *e-modul* fisika berbasis STEM, sesuai yang diharapkan. Jika sudah selesai disimpan dalam bentuk *pdf*. Akhir dari kegiatan, yaitu *e-modul* fisika berbasis STEM di masukkan ke dalam aplikasi *Flipbook PDF professional*, pada tahap ini akan ditambah dengan musik, gambar dan video agar terlihat lebih menarik. *E-modul* berbasis STEM diubah dalam bentuk *link* yang dapat diakses melalui laptop, komputer dan *smartphone*. Adapun link *e-modulnya* <https://online.flipbuilder.com/yaokn/tpwj>

3. Development (Pengembangan)

Pada tahap *Development*, *e-modul* fisika berbasis STEM yang sudah dikembangkan akan divalidasi oleh para ahli untuk mengetahui kelayakan berdasarkan penilaian: 1) ahli materi yang berkompeten di bidang pendidikan fisika; 2) ahli media yang berkompeten dalam bidang media pembelajaran; 3) pendidik mata pelajaran Fisika. Tujuannya untuk mengetahui kesalahan dan kekurangan dari rancangan awal sebelum dilanjutkan ke tahap berikutnya. Peneliti akan mengetahui media pembelajaran yang dikembangkan layak atau tidaknya dengan cara melihat penilaian dan saran serta masukan yang diberikan oleh ahli (validator). Hasil validasi dari validator disajikan pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Grafik Validasi Ahli Materi



Gambar 7. Grafik Validasi Ahli Media

Berdasarkan Gambar 6 hasil analisis validasi ahli materi bahwa indikator penilaian ada empat, yaitu aspek kelayakan isi, aspek kelayakan penyajian, aspek kelayakan bahasa menurut BSNP dan aspek penilaian kontekstual. Dari keseluruhan hasil validasi ahli materi memiliki jumlah presentase rata rata 93,1% dengan tingkat kelayakan sangat layak.

Dan hasil analisis ahli media (Gambar 7) bahwa indikator penilaian media ada tiga, yaitu ukuran e-modul, desain sampul e-modul dan desain isi e-modul. Dari keseluruhan hasil validasi ahli media memiliki jumlah rata rata 97,3% dengan tingkat kelayakan sangat layak. Dan dapat dikatakan bahwa secara keseluruhan *e-modul* berbasis STEM dengan diagnostic test sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran materi materi gerak lurus pada kelas X SMA/MA dengan persentase nilai validasi ahli materi dan ahli media sebesar 95,2%. Hasil penelitian ini relevan dengan penelitian yang berjudul Pengembangan modul elektronik fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dengan strategi inkuiri terbimbing pada materi usaha dan energi kelas X SMA/MA yang menghasilkan produk dengan kriteria sangat baik.

Hasil analisis dari penilaian validator digunakan untuk melihat respon peserta didik pada siswa kelas X MIPA SMA PGRI 2 Jombang yang berjumlah 35 siswa. Uji respon siswa dilakukan dengan mengisi angket respon siswa melalui *google form* setelah menyaksikan media pembelajaran. Berdasarkan hasil rekapitulasi data respon siswa pada Tabel 4 dapat dinyatakan bahwa media pembelajaran *e-modul* berbasis STEM tersebut sangat layak digunakan.

Tabel 4. Hasil Respon Peserta Didik Terhadap Media

Aspek yang diamati	Jumlah responden	Jumlah Nilai	Persentase
Aspek Media [Kejelasan Materi Pendahuluan]	35	129	92.14
Aspek Media [Materi Sesuai dengan KD, KI, dan Indikator]	35	131	93.57
Aspek Media [Keruntutan Penyajian Materi]	35	131	93.57
Aspek Manfaat [Mudah dipahami]	35	129	92.14
Aspek Manfaat [Memberi pengalaman belajar baru]	35	118	84.29
Aspek Manfaat [Kemudahan penggunaan]	35	131	93.57
Aspek Penggunaan [Dapat digunakan kapan saja]	35	130	92.86
Aspek Penggunaan [Dapat digunakan dimana saja]	35	130	92.86
Aspek Penggunaan [Dapat digunakan untuk belajar mandiri]	35	130	92.86
Aspek Penggunaan [Dapat digunakan secara klasikal]	35	124	88.57
Aspek Kesesuaian Media [Kesesuaian isi media dengan materi]	35	130	92.86

Aspek Kesesuaian Media [Durasi dalam media cukup]	35	120	85.71
Aspek Kesesuaian Media [Ketepatan penggunaan bahasa]	35	125	89.29
Aspek Kesesuaian Media [Kesesuaian jendela sains dengan media]	35	124	88.57
Aspek Visual [Tipografi]	35	122	87.14
Aspek Visual [Kualitas Gambar]	35	126	90.00
Aspek Visual [Keterbacaan teks]	35	129	92.14
Aspek Visual [Kesesuaian warna huruf]	35	128	91.43
Aspek Visual [Tata letak (layout)]	35	125	89.29
Aspek Audio [Kejelasan suara dalam video]	35	128	91.43
Aspek Audio [Ketepatan penggunaan Sound effect]	35	128	91.43
Rata-rata	35	2.668	91

Berdasarkan data yang diperoleh dari respon siswa pada tabel diketahui tingkat kelayakan kategori sangat baik karena aspek media didapatkan presentase sebesar 93,1% dengan kategori sangat baik, aspek manfaat didapatkan presentase sebesar 90% dengan kategori sangat baik, aspek penggunaan didapatkan presentase sebesar 91,8% dengan kategori sangat baik, aspek kesesuaian media didapatkan presentase sebesar 89,1% dengan kategori sangat baik, aspek visual didapatkan presentase sebesar 90% dengan kategori sangat baik, aspek audio didapatkan presentase sebesar 91,4% dengan kategori sangat baik. Secara keseluruhan dari hasil respon siswa dapat diperoleh hasil rata rata presentase 90,9% dengan respon siswa kategori sangat baik. Hal ini sejalan dengan penelitian Prihatiningtyas, dkk. (2020) [9] dan Syahirah, dkk. (2020)[10] yang mengatakan bahwa pembaca berada pada tingkat independen atau bebas yang artinya pembaca memahami isi bacaan E-Modul yang dikembangkan. Sakdiah dan Novita (2020)[11] menambahkan bahwa menggunakan e-modul dalam pembelajaran dapat menarik perhatian dan focus belajar peserta didik.

E-modul memiliki dampak yang signifikan untuk proses pembelajaran. E-modul berbasis Flip Book maker ini efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik sesuai penelitian Putra dan Sujarwanto (2017) [12] dan membantu peserta didik menumbuhkan keterampilan proses sains sesuai penelitian Adlim dan Ariestia (2015)[13] dan Putra dan Sujarwanto (2017) [14]. Marsitin dan Sesanti (2021)[15] berpendapat bahwa e-modul dapat membantu pembelajaran secara daring. Selain itu, Menurut Suryani, dkk. (2020) [16] bahwa penggunaan e-modul sangat praktis digunakan didalam pembelajaran.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil validasi oleh ahli materi terhadap *e-modul* berbasis fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* yang telah dikembangkan menunjukkan hasil yang sangat layak dengan persentase 93,1% dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa menurut BNSP, kelayakan kontekstual
2. Hasil validasi oleh ahli media terhadap *e-modul* berbasis fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* yang telah dikembangkan menunjukkan hasil yang sangat layak dengan persentase 97,2% dari aspek ukuran *e-modul*, desain sampul *e-modul*, desain isi *e-modul*.
3. Hasil angket respon peserta didik terhadap *e-modul* berbasis fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* yang telah dikembangkan menunjukkan hasil yang baik dengan presentase 90,9%
4. Hasil tersebut menyatakan bahwa media *e-modul* berbasis STEM dengan *diagnostic test* adalah Layak. Namun perlu ada beberapa perbaikan pada media tersebut salah satunya adalah durasi video yang terlalu lama serta kurang beragamnya latihan soal yang diberikan. Harapan dari peneliti agar kedepannya media ini dapat diterapkan di dalam kelas untuk melihat keefektivan media tersebut.

Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. *e-Modul* berbasis fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* yang peneliti rancang ini sampai tahap *validasi* dan sampai *development* (pengembangan), bagi peneliti selanjutnya bisa melanjutkan pada tahap *implementation* (Implementasi)
2. *e-Modul* berbasis fisika berbasis STEM dengan *diagnostic test* dapat dijadikan pedoman bagi para pendidik dalam mengembangkan *e-modul* ini pada materi yang lainnya.



DAFTAR RUJUKAN

- [1] S. Purwati, Pengembangan Bahan Ajar Fisika Dasar Berbasis Science Technology Engineering and Mathematics (STEM) Materi Kelistrikan. 2019.
- [2] D. Yulianti, "Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA," UPEJ Unnes Physics Education Journal, vol. 6, no. 3, pp. 53–58, 2017, doi: 10.15294/upej.v6i3.19270.
- [3] H. A. Nisa, R. Wahyu, and Y. Putra, "Efektivitas E-Modul dengan Flip Pdf Professional Berbasis Gamifikasi Terhadap Siswa SMP," vol. 05, no. 02, pp. 13–25, 2020.
- [4] A. B. Anomeisa and D. Ernaningsih, "Media Pembelajaran Interaktif menggunakan PowerPoint VBA pada Penyajian Data Berkelompok," Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia, vol. 05, no. 01, pp. 17–31, 2020.
- [5] . E. A. S., . G. S. S. S. T. , M. C., and . Dr. D. G. H. D. S. Kom. , M., "PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING PADA MATA PELAJARAN PEMROGRAMAN DESKTOP KELAS XI REKAYASA PERANGKAT LUNAK DI SMK NEGERI 2 TABANAN," Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI), vol. 6, no. 1, 2017, doi: 10.23887/karmapati.v6i1.9386.
- [6] N. Sugihartini and N. L. Jayanta, "E-MODUL STRATEGI PEMBELAJARAN BERBASIS CAI DENGAN," pp. 831–838, 2017.
- [7] Riduwan, Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian. 2007.
- [8] A. Risyanto, "Hubungan Motivasi Belajar Siswa Dengan Hasil Belajar Pendidikan Jasmani," Jurnal Pendidikan Olahraga, vol. 5, no. 2, 2016.
- [9] S. Prihatiningtyas et al., "Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar Project Based Learning E-Module to Teach Straight-Motion Material for Prospective Physics Teachers," Jurnal Pendidikan Fisika, vol. 8, no. 3, 2020.
- [10] M. Syahirah, L. Anwar, and B. Holiwarni, "Pengembangan Modul Berbasis Stem (Science, Technology, Engineering And Mathematics) Pada Pokok Bahasan Elektrokimia," J. Pijar MIPA, vol. 15, no. 4, p. 317, Sep. 2020, doi: 10.29303/jpm.v15i4.1602.
- [11] H. Sakdiah and N. Novita, "PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEM TERINTEGRASI PEMBELAJARAN INKUIRI PADA MATA KULIAH KAJIAN FISIKA KEJURUAN," Jurnal Pendidikan Fisika, vol. 9, no. 2, p. 6, 2020.
- [12] I. A. Putra and E. Sujarwanto, "Rekonstruksi Bahan Ajar Multimedia Interaktif pada Mata Kuliah Alat Ukur dan Pengukuran dengan Pendekatan Behavioristik terhadap Penguasaan Konsep Peserta Didik," Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA, vol. 2, 2017.
- [13] M. Adlim and S. Ariestia, "PENGEMBANGAN MODUL STEM TERINTEGRASI KEWIRAUSAHAAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DI SMA NEGERI 4 BANDA ACEH," Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, vol. 3, no. 2, p. 10, 2015.
- [14] I. A. Putra and E. Sujarwanto, "Analisis Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Melalui Bahan Ajar Multimedia Interaktif Alat Ukur dan Pengukuran dengan Pendekatan Behavioristik," Momentum: Physics Education Journal, vol. 1, no. 2, p. 91, Oct. 2017, doi: 10.21067/mpej.v1i2.2013.
- [15] R. Marsitin and N. R. Sesanti, "PENGEMBANGAN E-MODUL STATISTIKA MATEMATIKA BERBASIS STEM," JPM: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika, vol. 6, no. 2, p. 12, 2021.
- [16] K. Suryani, I. S. Utami, and A. F. Rahmadani, "Pengembangan Modul Digital berbasis STEM menggunakan Aplikasi 3D FlipBook pada Mata Kuliah Sistem Operasi," Jurnal Mimbar Ilmu, vol. 25, no. 3, p. 10, 2020.



MODEL PEMBELAJARAN ARTIKULASI UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP PADA MATERI PELAJARAN IPA SMP

Isnani Juni Fitriyah

Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang,
Jl. Semarang 5, Lowokwaru, Kota Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia

Email : isnani.juni.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Perkembangan IPTEK sekarang ini semakin bertambah maju dan modern. Sebagai seorang guru, kita dapat memanfaatkan perkembangan tersebut dalam pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep materi. Namun, pemahaman konsep yang dimiliki oleh siswa SMP dalam mata pelajaran IPA masih kurang. Oleh sebab itu artikulasi bisa menjadi alternatif model pembelajaran untuk diterapkan pada siswa SMP karena model tersebut menuntut siswa berperan sebagai penerima pesan sekaligus sebagai penyampai pesan. Penelitian ini bertujuan menjabarkan bagaimana artikulasi dapat menjadi model pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman konsep IPA pada siswa SMP. Metode penelitian ini menggunakan metode studi literasi. Analisis dilakukan berdasarkan hasil studi literasi dari berbagai artikel jurnal berupa pemahaman konsep siswa SMP dan model pembelajaran artikulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran artikulasi mampu meningkatkan pemahaman konsep berdasarkan kegiatan belajar siswa dalam kelas berupa keaktifan dalam berkomunikasi dan diskusi. Keterlibatan teman sebaya juga menjadi factor pemberi suasana belajar yang lebih tenang bagi siswa. Oleh karena itu, model pembelajaran artikulasi bisa menjadi alternative model pembelajaran untuk diterapkan dalam pembelajaran IPA.

Kata kunci: Model Pembelajaran, Artikulasi, Ilmu Pengetahuan Alam, Pemahaman Konsep

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan kegiatan yang universal dalam kehidupan manusia. Melalui pendidikan, manusia akan berusaha mengembangkan potensi dalam dirinya serta mengubah tingkah laku ke arah yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa pendidikan merupakan suatu hal yang penting dan tidak dapat dipisahkan dari kehidupan seseorang (Handak & Kuswanto, 2021).

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) menjadi mata pelajaran wajib yang dipelajari oleh siswa sejak di bangku Sekolah dasar (SD) hingga Sekolah Menengah Pertama (SMP). IPA merupakan proses pengalaman dan menghasilkan penguasaan pengetahuan berupa pemahaman konsep-konsep (Murzanita, 2019). Pada dasarnya, dengan pembelajaran IPA di sekolah diharapkan siswa dapat memahami fenomena alam di sekitar secara lebih ilmiah, memahami konsepnya dengan baik, serta dapat menerapkannya ke dalam kehidupan sehari-hari dengan fleksibel. Pembelajaran IPA juga tidak hanya mementingkan aspek pengetahuan saja, namun juga keterampilan siswa dan sikap. Sayangnya, mata pelajaran IPA kerap kali menjadi pelajaran yang tidak disukai siswa dan dianggap rumit serta susah dimengerti. Hal ini juga dibuktikan dari penelitian yang dilakukan di tahun 2014 dan 2021 bahwa pemahaman konsep pada siswa SMP terhadap mata pelajaran IPA masih tergolong rendah (Lasimaniati, 2021; Magdalena dkk., 2014).

Beberapa factor dari masih rendahnya pemahaman konsep siswa adalah proses pembelajaran yang kurang sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik siswa (Wardaningsih & Supriyatman, 2021). Pada tujuan pembelajaran berisi pencapaian siswa dalam hal pengetahuan dan keterampilan berdasarkan konsep pada kompetensi dasar (Sugara dkk., 2021). Dalam mencapai tujuan pembelajaran tersebut, perlu adanya proses pembelajaran yang telah direncanakan sedemikian rupa oleh guru. Rancangan tersebut berupa metode pembelajaran, model pembelajaran, kegiatan pembelajaran, media pembelajaran, bahan ajar sampai proses penilaian. Tentunya, perencanaan tersebut perlu disesuaikan dengan karakteristik siswa (Putrianingsih dkk., 2021). Berbicara mengenai model pembelajaran, model pembelajaran menjadi hal yang penting dipikirkan guru dalam pembelajaran. Hal ini dikarenakan, jika model pembelajaran telah ditentukan dengan baik, maka kegiatan pembelajaran juga akan telah terencana dengan baik dan matang (Fitriyah dkk., 2021). Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru adalah model pembelajaran artikulasi.

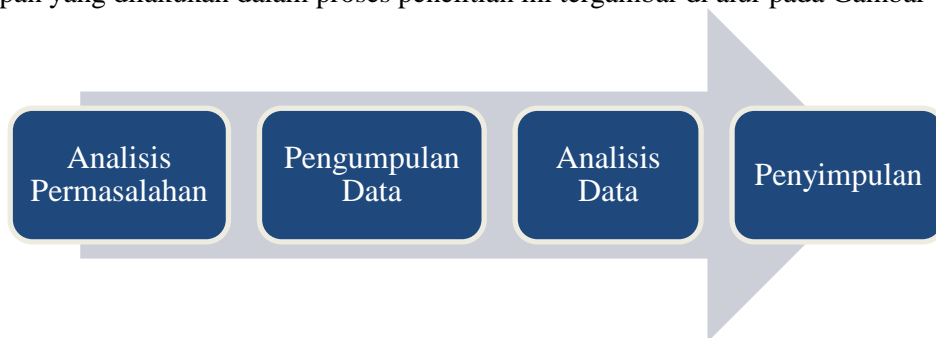
Model pembelajaran artikulasi adalah model pembelajaran yang menekankan pada kemampuan siswa berbicara, seperti dalam menyebutkan kata dengan jelas kemudian mengulanginya kembali. Artikulasi merujuk kepada sesuatu yang berkaitan dengan berbicara atau melakukan sesuatu akibat dari hasil proses kerja otak (Fiventina, 2021). Model pembelajaran artikulasi melibatkan kemampuan berbicara dan gerak ekspresi

berdasarkan kegiatan siswa dalam berpikir. dapat membantu siswa untuk memahami materi dengan baik dan melatih siswa untuk mengungkapkan ide-ide kreatif dan ilmiah mereka. Pada kegiatan pembelajaran artikulasi siswa dikelompokkan secara berpasangan untuk melatih aspek komunikasi dengan teman sebayanya yang juga berperan sebagai sumber belajar. Kegiatan ini diwujudkan dengan salah satu siswa menyampaikan materi yang baru diterima kepada pasangannya kemudian bergantian, presentasi di depan kelas perihal hasil diskusinya dan guru membimbing siswa untuk memberikan kesimpulan (Zulhen & Andriani, 2021).

Model pembelajaran artikulasi dikatakan memiliki keunggulan utama yakni dapat membantu siswa menumbuhkan kemampuan kerja sama, berfikir kritis dan kemampuan sosialisasi dengan sifat simpati kepada teman sebayanya. Dengan interaksi ini akan lebih mudah dan cepat dalam meningkatkan partisipasi anak selama kegiatan pembelajaran di kelas (Wepe dkk., 2016). Namun, dengan tujuan utama dari pembelajaran adalah memberikan pemahaman konsep bagi siswa, lantas bagaimanakah peran model pembelajaran bisa diterapkan untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa SMP? Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menjabarkan model pembelajaran artikulasi dalam meningkatkan pemahaman konsep bagi siswa SMP dalam mata pelajaran IPA.

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Data yang dikumpulkan hanya berupa data kualitatif didapatkan dari proses pengumpulan data berupa studi literasi. Studi literasi dilakukan dari berbagai sumber artikel jurnal nasional. Data yang diambil di sini adalah pemahaman konsep siswa SMP dan model pembelajaran artikulasi. Analisis dilakukan dengan mengintegrasikan kedua data dengan pertimbangan teori dan hasil penelitian terdahulu. Tahapan yang dilakukan dalam proses penelitian ini tergambar di alur pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian.

Berdasarkan Gambar 1, tahapan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Analisis Permasalahan
Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan dalam lapangan. Kegiatan ini dilakukan dengan melakukan analisis dari penelitian terdahulu mengenai pemahaman konsep IPA SMP. Penelitian terdahulu ini diperoleh dari artikel jurnal yang telah terpublish secara online di tahun 2017-2021. Kemudian, diputuskanlah tujuan dari penelitian.
2. Pengumpulan Data
Kegiatan ini bertujuan untuk mengumpulkan data pendukung berdasarkan tujuan penelitian. Di sini dilakukan perselancaran artikel publikasi di Google Scholar di 5 tahun terakhir.
3. Analisis Data
Kegiatan ini bertujuan untuk mengolah data yang telah dikumpulkan. Dua data utama yakni pemahaman konsep dan model pembelajaran artikulasi dihubungkan dan ditarik garis tengah yang menghubungkan keduanya hingga menemukan fakta-fakta yang menjelaskan bahwa model pembelajaran artikulasi mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa.
4. Penyimpulan
Kegiatan ini bertujuan untuk menyimpulkan hasil analisis data berupa peningkatan pemahaman konsep siswa SMP dalam mata pelajaran IPA menggunakan model pembelajaran artikulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan menjabarkan peningkatan pemahaman konsep siswa SMP pada mata pelajaran IPA dengan penerapan model pembelajaran artikulasi. Data yang dikumpulkan berdasarkan studi literasi adalah sebagai berikut.

A. Pemahaman Konsep Siswa SMP dalam Mata Pelajaran IPA

Penelusuran yang dilakukan di artikel penelitian terdahulu yang telah dipublikasikan dalam jurnal menghasilkan fakta bahwa:

1. 17 dari 30 siswa SMP memiliki nilai tes yang rendah pada materi suhu dan kalor (Sugara dkk., 2021).
2. 65.6% siswa SMP memiliki nilai tes pemahaman konsep yang belum tuntas pada materi struktur dan fungsi jaringan tumbuhan (Lasimaniati, 2021).
3. Pemahaman konsep siswa SMP pada materi sifat dan perubahan materi masih tergolong rendah (Magdalena dkk., 2014).
4. 47.72% siswa SMP memiliki pemahaman konsep yang belum tuntas pada materi perubahan benda di sekitar (Sadiqin dkk., 2017).

Berdasarkan hasil di atas, maka dapat ditarik garis besar bahwasanya masih banyak siswa SMP yang belum tuntas dalam pemahaman konsep materi IPA. Sesuai dengan tujuan pembelajaran IPA yang tidak hanya mengerti namun juga dapat menerapkan konsep dalam kehidupan sehari-hari, maka pemahaman konsep sangat penting untuk dikuasai oleh siswa. Dengan memahami konsep tanpa menghafal, maka siswa bisa mengintegrasikannya ke dalam kehidupan atau fenomena sehari-hari (Sugara dkk., 2021). Oleh karena itu, penguasaan dalam memahami konsep perlu ditingkatkan lagi.

B. Model Pembelajaran Artikulasi

Salah satu faktor pendukung utama dalam upaya mencapai tujuan pembelajaran di kelas yakni penggunaan model pembelajaran. Tidak semua model pembelajaran tepat digunakan untuk mencapai seluruh tujuan pembelajaran. Artikulasi adalah pendefinisian dari pemikiran dalam bentuk kemampuan bicara. Dalam artikulasi dapat juga dengan membaca atau pemrosesan kata lain disertai dengan gerak tambahan. Hal ini berarti bahwa artikulasi merujuk pada hal yang berkaitan dengan berbicara berdasarkan dari hasil kerja otak (Jingga, 2020).

Dalam pembelajaran, model artikulasi melibatkan kegiatan siswa dalam berbicara dan gerak ekspresi akibat proses berpikir. Siswa yang belajar dengan model pembelajaran artikulasi dibentuk secara kelompok berpasangan. Di sini, salah satu siswa bertugas menyampaikan kembali materi yang baru diterima kepada pasangannya dan bergantian. Dilakukan juga presentasi di depan kelas tentang hasil diskusinya serta guru membimbing siswa untuk memberikan kesimpulan. Lebih sederhananya adalah model pembelajaran artikulasi memiliki proses seperti pesan berantai. Materi yang disampaikan guru ke siswa satu akan diteruskan ke siswa dua dan seterusnya sampai proses diskusi. Ini yang menyebabkan model pembelajaran artikulasi terbilang unik.

Tahapan pembelajaran model artikulasi adalah sebagai berikut (Yastiari, 2019):

1. Guru menyampaikan kompetensi yang ingin dicapai.
2. Guru menyajikan materi sebagaimana biasa.
3. Untuk mengetahui daya serap siswa, bentuklah kelompok berpasangan dua orang.
4. Menugaskan salah satu siswa dari pasangan itu menceritakan materi yang baru diterima dari guru dan pasangannya mendengar sambil membuat catatan-catatan kecil, kemudian berganti peran. Begitu juga kelompok lainnya.
5. Menugaskan siswa secara bergiliran/diacak menyampaikan hasil wawancaranya dengan teman pasangannya sampai sebagian siswa sudah menyampaikan hasil wawancaranya.
6. Guru mengulangi/menjelaskan kembali materi yang sekiranya belum dipahami siswa.
7. Kesimpulan/penutup.

C. Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA dengan Model Pembelajaran Artikulasi

Kegiatan siswa dalam model pembelajaran artikulasi adalah berbicara. Kadangkala, siswa merasa takut atau malu dalam menyampaikan sesuatu dari pikirannya selama pembelajaran di kelas. Namun, dengan pembelajaran artikulasi yang menuntut semua siswa berbicara, hal ini dapat memaksa siswa untuk berani



mengungkapkan apa yang mereka pahami dan tidak pahami. Terlebih, penyampaian siswa ini dilakukan siswa terhadap siswa lainnya yang di sini maksudnya adalah teman satu kelas. Dapat diketahui juga bahwa, teman dapat menjadi sumber belajar bagi siswa yang baik. Dalam proses penyampaian siswa selama artikulasi, di sini dapat terjadi siswa salah dalam menyampaikan materi. Kesalahan dalam materi ini bisa dikomunikasikan dengan teman sehingga timbul adanya diskusi kelompok. Dalam skala yang lebih luas, setelah terjadi penyampaian materi guru bisa membuka forum diskusi satu kelas yang dapat mengevaluasi dari hasil artikulasi siswa dalam kelompok. Oleh karena itu, di sini pemahaman siswa bisa meningkat (Jingga, 2020).

Salah satu hal yang membuat pemahaman konsep siswa bisa lebih meningkat dengan model pembelajaran artikulasi dibandingkan dengan model pembelajaran lain adalah dalam pembelajaran artikulasi siswa lebih bersifat aktif dalam berkomunikasi. Dalam menangkap penyampaian materi oleh siswa lain, siswa akan dipaksa dan berusaha memahami materi tersebut untuk kemudian disampaikan kembali kepada teman lain (Jingga, 2020).

Hal lain yang menyebabkan pemahaman konsep siswa bisa meningkat adalah peran teman yang bisa menjadi sumber belajar. Hal ini juga sejalan dengan teori tutor sebaya yang membuktikan bahwa dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Dengan adanya kelompok belajar yang di dalamnya terlaksana kegiatan teman saling menyimak dan berbicara, dapat lebih membuat rileks siswa dalam memahami dan mencerna materi sehingga lebih mudah dan maksimal dalam memahami konsep (Wakit, 2016).

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan di atas, di sini dapat ditarik garis besar bahwa model pembelajaran artikulasi yang melibatkan antar siswa aktif dalam berbicara dan menyimak dapat menciptakan suasana belajar yang rileks bagi siswa. Suasana belajar rileks membuat siswa tidak tertekan dalam belajar. Dengan tidak adanya tekanan, disertai dengan kesadaran dalam bersikap aktif dalam pembelajaran akan dapat meningkatkan pemahaman konsep dalam belajar khususnya materi IPA

PENUTUP

Model pembelajaran artikulasi dapat meningkatkan pemahaman konsep IPA. Hal-hal yang menyebabkannya adalah adanya suasana belajar yang rileks tanpa tekanan dengan teman, tuntutan siswa bersikap aktif berkomunikasi dalam belajar, diskusi dalam kelas serta pengklarifikasian oleh guru dalam diskusi. Model pembelajaran artikulasi disarankan diterapkan dalam pembelajaran IPA khususnya dalam bentuk berkelompok. Disarankan juga untuk dilakukan pengkajian lebih lanjut dalam penelitian penerapan model pembelajaran artikulasi untuk materi pelajaran IPA di kelas dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Fitriyah, I. J., Affriyenni, Y., & Hamimi, E. (2021). Efektifitas Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Kemampuan Bepikir Kritis Mahasiswa. *Biormatika: Jurnal Ilmiah Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pengetahuan*, 7(2), 122–129. <http://ejournal.unsub.ac.id/index.php/FKIP>
- Fiventina, L. (2021). Peningkatan Hasil Belajar Daring Mapel IPS Melalui Model Pembelajaran Artikulasi Pada Peserta Didik SMP 20 Kota Semarang. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Di Sekolah*, 2(1), 40–51. <https://doi.org/doi.org/10.51874/jips.v1i01.8>
- Handak, I. S. K., & Kuswanto. (2021). Menelaah Urgensi Pendidikan bagi Perempuan sesuai dengan Pemikiran R.A. Kartini. *Jurnal PTK Dan Pendidikan*, 7(1), 49–57. <http://jurnal.uin-antasari.ac.id/index.php/ptkpend/article/view/4701>
- Jingga, I. K. (2020). Model Pembelajaran Artikulasi dengan Metode Bimbingan Individu dan Kelompok Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar IPA Siswa. *Mimbar Pendidikan Indonesia (MPI)*, 1(2), 71–76.
- Lasimaniati. (2021). Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Dan Motivasi Siswa Melalui Pembelajaran Problem Based Instruction Combined Guide Teaching Pada Materi Struktur Dan Fungsi Jaringan Tumbuhan Kelas VIIIe SMP Negeri 30 Semarang Semester Ganjil Tahun 2019/2020. *Jurnal Pendidikan Dan Profesi Pendidik*, 7(1), 98–109.
- Magdalena, M., Rahmawati, E., & Budiningsih, C. A. (2014). Pengaruh Mind Mapping dan Gaya Belajar terhadap Pemahaman Konsep Siswa pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 1(2), 123–138.
- Murzanita, M. (2019). Tingkat Kemandirian Belajar Siswa Terhadap Mata Pelajaran Ipa. *MAGISTRA: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 6(2), 65–73. <https://doi.org/10.35724/magistra.v6i2.1421>
- Putrianingsih, S., Muchasan, A., & Syarif, M. (2021). Peran Perencanaan Pembelajaran Terhadap Kualitas Pengajaran. *Inovatif*, 7(1), 206–231. <http://jurnal.iaih.ac.id/index.php/inovatif/article/view/211>
- Sadiqin, I. K., Santoso, U. T., & Sholahuddin, A. (2017). Pemahaman Konsep IPA Siswa SMP Melalui Pembelajaran Problem Solving pada Topik Perubahan Benda-Benda di Sekitar Kita. *Jurnal Inovasi*



- Pendidikan IPA*, 3(1), 52–62. <http://journal.uny.ac.id/index.php/jipi>
- Sugara, B., Kurniawan, Y., & Mulyani, R. (2021). Analisis Pemahaman Konsep Siswa Dengan Strategi Reading Infusion. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(2), 1. <https://doi.org/10.31851/luminous.v2i2.5557>
- Wakit, A. (2016). Efektivitas Metode Sorogan Berbantuan Tutor Sebaya Terhadap Pemahaman Konsep Matematika. *JES-MAT*, 2(1), 1–12. <https://journal.uniku.ac.id/index.php/JESMath/article/view/278>
- Wardaningsih, R. S., & Supriyatman. (2021). Analisis Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Fluida Statis Menggunakan Ranking Task Exercise. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 9(1), 89–98. <http://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jpft/article/view/965>
- Wepe, S., Suratno, & Wahono, B. (2016). The Effect of Cooperative Learning Model of Articulation Type using Concept Map to the Result Motivation and Student-Science Achievement (On Ecosystem Topic Class VII SMPN 11 Jember School Year 2015/2016). *Jurnal Edukasi UNEJ*, III(2), 13–18.
- Yastiari, I. D. M. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Artikulasi dengan Media Gambar Guna Meningkatkan Prestasi Belajar IPA. *International Journal of Elementary Education*, 3(4), 431–438. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JP2/article/view/19343>
- Zulhen, A., & Andriani, L. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Artikulasi dan Bertukar Pasangan Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPS Terpadu di Kelas VII SMP Negeri 6 Kota Jambi. *Scientific Journals of Economic Education*, 5(April), 1–14.



PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN FLIP PDF PROFESSIONAL PADA MATERI GERAK HARMONIS SEDERHANA UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP SISWA

Khoirotun Nisa¹, Kartika Wulandari², Novia Ayu Sekar Pertiwi³

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah
Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah
Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas KH. A. Wahab Hasbullah

Email : khoirotunnisa34858@gmail.com¹, kartika@unwaha.ac.id², novia.as.pertiwi@unwaha.ac.id³

Abstrak

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk mengembangkan media yang layak digunakan dalam pembelajaran fisika di kelas serta mengetahui respon peserta didik terhadap media yang dikembangkan. Media yang dikembangkan berupa e-modul dengan materi Gerak Harmonis Sederhana yang dikembangkan dengan menggunakan software Flip PDF Professional. Berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media dan respon peserta didik, model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE yang terdiri: Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluations. Subyek penelitian adalah peserta didik kelas MIA MAN 4 Jombang. Instrumen berupa angket validasi ahli media, angket validasi ahli materi dan angket respon peserta didik. Analisis data menggunakan analisis deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian ini adalah : (1) hasil validasi ahli media nilainya 89,4 % termasuk kategori layak (2) ahli materi nilainya 88,9 % termasuk kategori layak (3) hasil respon siswa sebesar 92,3 % dengan kategori sangat baik. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa media yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran fisika di kelas serta respon peserta didik sangat menyenangkan terhadap media yang dikembangkan.

Kata kunci: e-modul, Gerak Harmonis Sederhana, Flip PDF Professional

PENDAHULUAN

Dalam Kurikulum 2013, proses pembelajaran merupakan salah satu elemen dari standar proses yang mengalami perubahan guna pencapaian keberhasilan pembelajaran dan pembentukan kompetensi siswa. Adapun isi dari standar proses menurut Permendikbud No. 65 Tahun 2013 menjelaskan bahwa dalam mengimplementasikan proses pembelajaran di kurikulum 2013 pada satuan pendidikan harus diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi siswa untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis siswa. Fisika merupakan ilmu yang sangat berkaitan erat dengan kehidupan (Saripudin, 2014). Fisika juga merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang identik dengan peristiwa maupun fenomena alam sehingga penting untuk dipelajari. Menurut Salsabila (2013) sebagian besar siswa menganggap mata pelajaran fisika sebagai pelajaran paling sulit sehingga berdampak pada hasil belajar siswa. Kesulitan yang terjadi dalam pembelajaran fisika antara lain banyak memuat hal-hal yang abstrak dan sulit dipahami. (Technique, 2019)

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan mengembangkan bahan ajar yang memanfaatkan kemajuan teknologi di era globalisasi ini. Pembelajaran fisika tidak lagi menjadi pelajaran yang ditakuti siswa karena penyampaian pembelajaran fisika dapat berupa alat peraga, demonstrasi, praktek di laboratorium, dan pemanfaatan IT untuk menjadi media pembelajaran fisika yang menarik, efektif dan efisien. Media pembelajaran dapat menjadi sumber acuan selain materi yang disampaikan dari guru. Selain itu, media pembelajaran merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari proses belajar mengajar demi tercapainya tujuan pendidikan pada umumnya dan tujuan pembelajaran di sekolah pada khususnya (Arsyad, 2011).

Salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan untuk memahami materi adalah modul elektronik. Modul elektronik (e-modul) didefinisikan sebagai sebuah bentuk penyajian bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran terkecil untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu, yang disajikan dalam format elektronik, dimana disetiap kegiatan pembelajaran didalamnya dihubungkan dengan link-link sebagai navigasi yang membuat peserta didik menjadi lebih mudah dalam mengakses program, dilengkapi dengan penyajian video tutorial, animasi dan audio untuk memperkaya pengalaman belajar (Satriawati, 2015). Pengertian modul elektronik menurut Prasetyowati (2015) adalah bahan ajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam pembelajaran terkecil untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu yang disajikan dalam bentuk elektronik



yang bersifat Self Instruction, Self Contained, Stand Alone, Adaptif, dan User Friendly yang memuat satu materi pembelajaran. Siswa diharapkan dapat memanfaatkan modul elektronik dengan baik.

Pembuatan media pembelajaran yang berupa e-modul dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak/software yang bersifat open source. Perangkat lunak tersebut adalah *Flip PDF Professional* yang merupakan perangkat lunak/software yang digunakan untuk membuat tampilan buku atau bahan ajar lainnya menjadi sebuah buku elektronik digital berbentuk *flipbook*. Perangkat lunak tersebut dapat diunduh secara bebas atau gratis melalui akses internet.

Flip PDF Professional adalah perangkat lunak yang handal yang dirancang untuk mengkonversi file PDF ke halaman-balik publikasi digital. Software ini dapat mengubah tampilan file PDF menjadi lebih menarik seperti layaknya sebuah buku. Tidak hanya itu, *Flip PDF Professional* juga dapat membuat file PDF menjadi seperti sebuah majalah, Majalah Digital, Flipbook, Katalog Perusahaan, Katalog digital dan lain-lain. Dengan menggunakan perangkat lunak tersebut, tampilan media akan lebih variatif, tidak hanya teks, gambar, video, dan audio juga bisa disisipkan dalam media ini sehingga proses pembelajaran akan lebih menarik (Ramdania, 2013).

Pada *Flip PDF Professional* kita dapat menambahkan file-file gambar, pdf, swf, dan file video berformat FLV dan MP4. Sedangkan keluaran atau output dari software ini dapat berupa HTML, EXE, ZIP, dan APP. Output TI Flash membalik buku sebagai format HTML yang memungkinkan kalian untuk mengupload ke website untuk dilihat secara online. Output yang berupa EXE untuk pengiriman CD. Paket itu berupa format ZIP untuk email cepat. Dan output berupa APP dapat digunakan di I-Phone, Tablet, I-Pad, dan lain-lain.

Berdasarkan penjelasan di atas diharapkan dapat menghasilkan produk berupa media dan mengetahui kelayakan media pembelajaran menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi gerak harmonis sederhana. Selain itu, media pembelajaran menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi gerak harmonis sederhana dapat digunakan sebagai media pendukung peserta didik untuk bisa belajar mandiri. Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan *Flip PDF Professional* Pada Materi Gerak Harmonis Sederhana Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa"

METODE

Dalam penelitian pengembangan dikenal salah satu model pengembangan yaitu model ADDIE. Model pengembangan ADDIE merupakan model desain pembelajaran yang berlandaskan pada pendekatan sistem yang efektif dan efisien serta prosesnya yang bersifat interaktif yakni hasil evaluasi setiap fase dapat membawa pengembangan pembelajaran ke fase selanjutnya. Hasil akhir dari suatu fase merupakan produk awal bagi fase berikutnya. Model ini terdiri atas 5 fase atau tahap utama yaitu

- 1) Analyze (Analisis),
- 2) Design (Desain),
- 3) Develop (Pengembangan),
- 4) Implement (Implementasi),
- 5) Evaluate (Evaluasi)

Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas X tahun akademik 2020/2021 MAN 4 Jombang. Jenis data dari penelitian ini berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data mengenai pendapat atau tanggapan ahli media dan materi dianalisis dengan statistik deskriptif kualitatif. Instrumen Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket yang digunakan melalui *google forms* yang diberikan kepada subjek uji coba.

Teknik Analisis Data :

a. Uji kelayakan media

Hasil analisis yang diperoleh dari data kuantitatif dan kualitatif digunakan sebagai acuan dalam menentukan kelayakan media hasil pengembangan. Data kuantitatif yang terkumpul dianalisis dengan cara dijumlahkan, dibandingkan dengan jumlah yang diharapkan sehingga diperoleh persentase, atau dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase kelayakan (\%)} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

Data yang terkumpul dianalisis dengan teknik analisis deskriptif kuantitatif yang diungkapkan dalam distribusi skor dan persentase terhadap kategori skala penilaian yang telah ditentukan. Setelah penyajian dalam bentuk persentase, langkah selanjutnya mendeskriptifkan dan mengambil kesimpulan tentang masing-masing indikator. Jenjang kualifikasi kriteria kelayakan untuk menyimpulkan hasil validasi pengembangan media pembelajaran dapat menggunakan seperti Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Konversi Tingkat Pencapaian (Prihatiningtyas et al., 2020)

Tingkat Ketercapaian	Kualifikasi	Keterangan
90% - 100%	Sangat Layak	Tidak perlu revisi
75% - 89%	Layak	Direvisi
65% - 74%	Cukup Layak	Direvisi
55% - 64%	Kurang Layak	Direvisi
0% - 54%	Tidak Layak	Direvisi

b. Respon Pengguna modul elektronik (*e-Modul*)

Pengguna media modul elektronik (*e-Modul*) adalah peserta didik. Untuk menganalisis data tentang respon pengguna dalam penelitian ini dengan menggunakan persentase. Data yang terkumpul dianalisis dengan cara dijumlahkan, dibandingkan dengan jumlah yang diharapkan sehingga diperoleh persentase (Prihatiningtyas et al., 2020), atau dapat ditulis dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{persentase respon (\%)} = \frac{\text{skor yang diobservasi}}{\text{skor yang diharapkan}} \times 100\% \quad \dots(2)$$

Setelah persentase didapat kemudian mencocokkan ke dalam kriteria pedoman penilaian yang telah dibuat sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Respon Pengguna

Persentase	Nilai huruf	Bobot	Predikat
86% - 100%	A	4	Sangat Baik
76% - 85%	B	3	Baik
60% - 75%	C	2	Cukup Baik
55% - 59%	D	1	Kurang Baik
0% - 54%	E	0	Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Coba Produk

1. Penyajian Data Uji Coba

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D). Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE, yaitu: Analysis (Analisis), Design (Desain), Develop (Pengembangan), Implement (Implementasi), dan Evaluate (Evaluasi). Adapun penjelasan lebih lengkap sebagai berikut:

a. Analysis (Analisis)

Pada tahap ini bertujuan untuk menganalisis syarat-syarat pengembangan produk yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahap ini dapat terbagi menjadi:

1) Analisis materi

Analisis materi dilakukan dengan cara mengumpulkan materi-materi yang relevan.

2) Analisis karakteristik peserta didik

Analisis karakteristik peserta didik bertujuan untuk menelaah karakteristik peserta didik yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan media pembelajaran. Karakteristik meliputi perkembangan kognitif peserta didik baik kelompok atau individu dan latar belakang pengetahuan.

- Berdasarkan tingkat perkembangan Piaget, peserta didik kelas X berada pada Periode operasional formal (usia 11 tahun sampai dewasa), periode terakhir perkembangan kognitif dalam teori Piaget. Karakteristik tahap ini adalah diperolehnya kemampuan untuk berpikir secara abstrak, menalar secara logis, dan menarik kesimpulan dari informasi yang tersedia.
- Berdasarkan pengamatan awal dan diskusi dengan guru fisika kelas X di MAN 4 Jombang dalam mengikuti pelajaran fisika peserta didik cenderung pasif, ketika mereka belum mengerti tentang materi yang disampaikan oleh guru. Kemampuan literasi sains belum diajarkan di sekolah tersebut. Media pembelajaran yang digunakan hanya menggunakan buku pegangan peserta didik dan lembar kerja peserta didik saja.

3) Merumuskan Tujuan Pembelajaran

Sebelum pembuatan flipbook gerak harmonis sederhana, tujuan pembelajaran dan kompetensi yang hendak diajarkan perlu dirumuskan terlebih dahulu. Hal ini dilakukan agar peneliti dapat membatasi penelitian agar tidak menyimpang dari tujuan semula.

b. *Design* (Perancangan)

Pada tahap *design*, peneliti membuat produk awal atau rancangan produk yang akan dikembangkan yang terdiri dari tahapan :

1) Membuat *e-modul* melalui aplikasi *Microsoft powerpoint 2007*

Pada tahap pembuatan *e-modul* meliputi merencanakan, menulis dan merevisi. Aspek-aspek yang tertulis pada *e-modul* yaitu kumpulan materi tentang gerak harmonis sederhana disertai dengan gambar dan video yang disusun secara sistematis sehingga materi bisa dipahami dengan mudah.

2) Menyiapkan komponen pendukung

Pembuatan media pembelajaran Gerak harmonis sederhana tidak terlepas dari program-program aplikasi yang mampu mendukung pembuatan media. Program aplikasi yang digunakan dalam pembuatan *e-modul flipbook* gerak harmonis sederhana adalah aplikasi *Microsoft powerpoint 2007, Pinterest, Canva dan Flipbook PDF professional*

3) Membuat Media Pembelajaran flipbook Gerak Harmonis Sederhana

Desain dari *e-modul* gerak harmonis sederhana dapat dilihat pada pada Tabel 3.

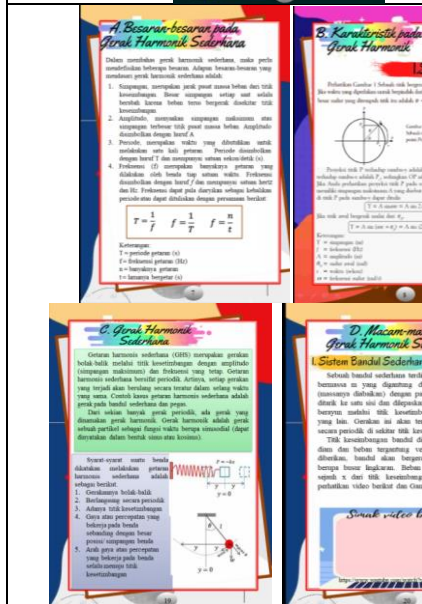
Gambar	Keterangan
	<p>Cover / Sampul Cover dibuat menarik dengan warna bervariasi disertai dengan gambar yang berhubungan dengan materi Gerak Harmonis Sederhana</p>
	<p>Daftar Isi Daftar isi merupakan halaman yang menjadi petunjuk isi pokok materi Gerak Harmonis Sederhana.</p>



Kata Pengantar
Kata pengantar berisi ucapan serta do'a atas telah diselesaikannya E-modul Gerak Harmonis Sederhana oleh penulis.



Kompetensi Inti
Semua materi yang dibahas dalam E-modul Gerak Harmonis Sederhana harus disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku sekarang (kurikulum 2013 revisi) yang mencakup kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator. Tujuannya agar materi yang disampaikan sesuai dengan pembelajaran peserta didik disekolah saat ini.



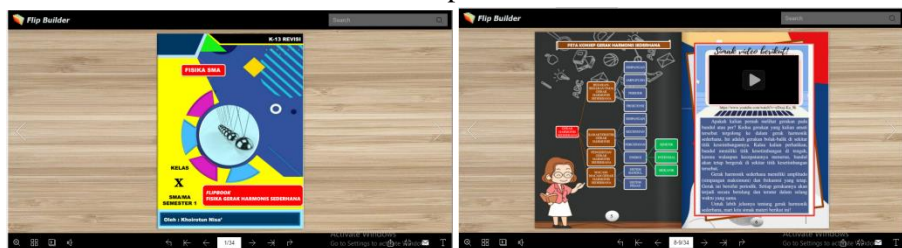
Materi Gerak Harmonis Sederhana terdiri atas :
A. Besaran - besaran pada Gerak Harmonis Sederhana
B. Karakteristik pada Gerak Harmonis
1. Simpangan
2. Kecepatan
3. Percepatan
4. Energi
a. Energi Kinetik
b. Energi Potensia
c. Energi Mekanik
C. Gerak Harmonis Sederhana
D. Macam-macam Gerak Harmonis Sederhana

	<p>Galeri Uji Coba berisi video praktikum terkait system bandul</p>
	<p>Galeri Uji Coba berisi video praktikum terkait system pegas</p>
	<p>Rangkuman Rangkuman berisi ringkasan materi ataupun kesimpulan materi secara keseluruhan</p>
	<p>Uji Kompetensi Berisi beberapa soal untuk menguji penguasaan konsep siswa</p>

1) Memasukkan ke dalam Flipbook PDF

4) Memasukkan ke dalam Flipbook PDF professional

Setelah melalui tahap pengeditan, file e-modul Gerak Harmonis Sederhana yang sudah tersimpan dalam bentuk pdf. akan di masukkan ke dalam aplikasi Flipbook PDF professional, pada tahap ini akan di tambah dengan audio dan video agar e-modul Gerak Harmonis Sederhana terlihat lebih menarik. Berikut tampilan e-modul Gerak Harmonis Sederhana dalam bentuk flipbook.



c. Development (pengembangan)

Pada tahap Development, e-modul Gerak Harmonis Sederhana yang sudah dikembangkan akan divalidasi oleh para ahli untuk mengetahui kelayakan berdasarkan penilaian: 1) ahli materi yang berkompeten di bidang pendidikan fisika; 2) ahli media yang berkompeten dalam bidang media pembelajaran interaktif. Para ahli akan menilai serta memberikan komentar maupun saran yang berguna untuk membuat e-modul Gerak Harmonis Sederhana menjadi lebih baik lagi. Hasil validasi dari validator disajikan pada Tabel 3, Tabel 4.

Tabel 3 Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek	1	2	3	Σ Tiap aspek	Skor maksimal	Presentase	Kriteria	
Kelayakan isi	43	36	48	127	144	88.2	layak	
Kelayakan penyajian	34	27	36	97	108	89.8	layak	
Kelayakan bahasa	32	27	36	95	108	88.0	layak	
Penilaian kontekstual	23	18	24	65	72	90.3	Sangat layak	
Jumlah total						384		
Skor maksimal						432		
Presentase						88.9		
Kriteria						Layak		

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek penilaian	1	2	3	Σ Tiap aspek	Skor maksimal	Presentase	Kriteria
A. Ukuran Modul Elektronik	48	36	48	132	144	91.7	Sangat layak

B. Desain Sampul Modul Elektronik (Cover)	25	21	28	74	84	88.1	Sangat layak
C. Desain isi E-modul	65	54	72	191	216	88.4	Sangat layak
Jumlah total	397						
Skor maksimal	444						
Presentase	89.4						
Kriteria	Layak						

d. Implementation (implementasi)

Tahap implementasi dilakukan uji coba terbatas dengan memberikan angket respon peserta didik setelah menggunakan e-modul Gerak Harmonis Sederhana. Uji coba terbatas ini dilakukan pada peserta didik kelas X MIA MAN 4 Jombang dengan jumlah peserta didik sebanyak 22. Adapun kegiatan mengisi angket respon menggunakan e-modul Gerak Harmonis Sederhana dilakukan dirumah masing-masing secara daring. Pada tahap uji coba ini peneliti hanya ingin mengetahui efektifitas e-modul yang akan digunakan dalam pembelajaran selanjutnya. Sehingga untuk implementasi lebih lanjut akan dilakukan di penelitian selanjutnya.

e. Evaluation (Evaluasi)

Evaluasi dilakukan untuk melihat apakah media pembelajaran e-modul Gerak Harmonis Sederhana sesuai harapan awal atau tidak. Evaluasi diperoleh dari hasil respon peserta didik setelah menggunakan media pembelajaran e-modul Gerak Harmonis Sederhana.

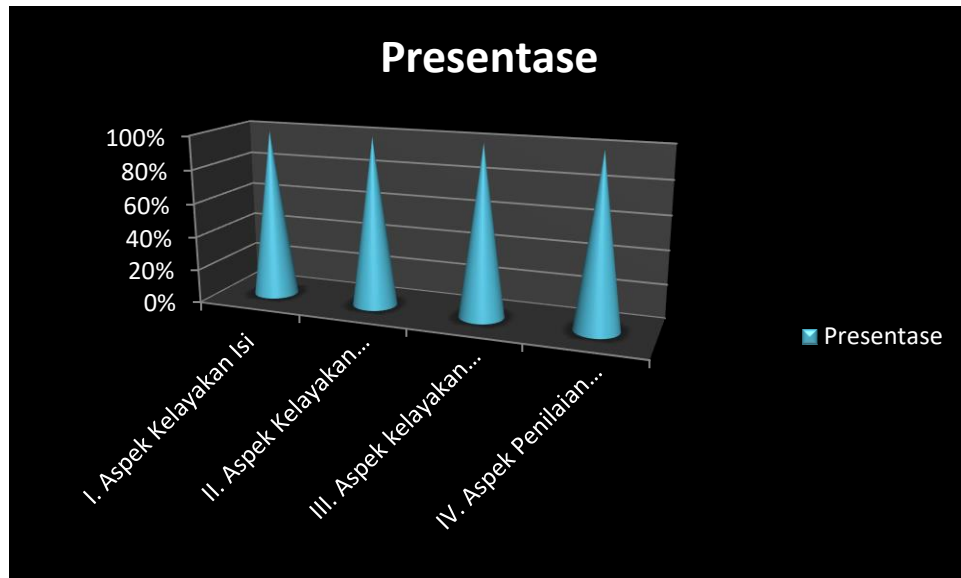
B. Analisis Data

1. Validasi

Validasi dilakukan dengan tujuan untuk mengkonsultasikan tentang media pembelajaran yang dikembangkan kepada para ahli (dosen, pendidik terutama pada bidang matematika). Validasi adalah mengisi lembar instrumen yang terkait dengan ahlinya, pertama validator ahli materi yang terdiri dari 2 dosen pendidikan matematika dan satu pendidik pelajaran matematika dengan aspek yang dinilai adalah aspek kualitas isi, aspek kebahasaan, dan aspek kesesuaian problem solving. Kedua validator ahli media yang terdiri dari dua dosen dan satu pendidik yang ahli dalam bidang komputerisasi, dengan aspek penilaian sebagai berikut: aspek kualitas isi, aspek kebahasaan, aspek tampilan media, dan aspek penggunaan.

a. Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi adalah untuk melihat cakupan materi, sistematika materi, dan penyajiannya. Hasil yang diperoleh dari validasi tahap pertama dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perolehan rata-rata presentase validasi ahli materi sebanyak 88,9 % dengan kriteria layak. Aspek kelayakan isi dengan presentase rata-rata sebesar 88,2 % dengan kriteria layak, pada aspek kelayakan penyajian diperoleh presentase sebesar 89,8 % dengan kriteria layak, pada aspek kelayakan bahasa didapat presentase sebesar 88.0 % dengan kriteria layak, serta aspek Penilaian kontekstual diperoleh presentase sebesar 90.3 % dengan kriteria sangat layak. Untuk melihat hasil penilaian ahli materi juga disajikan dalam bentuk grafik dengan penilaian peraspeknya.



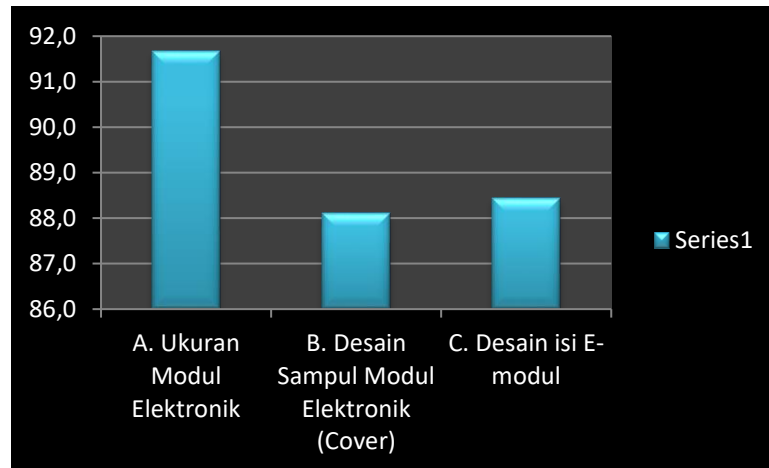
Gambar 1. Hasil Validasi Ahli Materi Dengan Kesimpulan Bahwa *e*-Modul Memperoleh Kriteria Layak.

Berdasarkan Tabel 4.1 bahwa aspek penilaian pada ahli materi ada 4 yaitu Aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan bahasa, penilaian kontekstual, persentase rata-rata yang diberikan oleh ketiga validator yaitu 88,9 %. Ilustrasi dalam flipbook dapat merangsang kemampuan literasi sains. Ilustrasi yang dimaksud berupa video, gambar dan wacana yang terdapat dalam flipbook gerak harmonis sederhana diharapkan dapat merangsang tumbuhnya literasi sains pada peserta didik. Secara keseluruhan aspek presentasi mendapat respon positif dari validator. Pada aspek cakupan materi, tidak ada aspek indikator yang menyimpang. Pada flipbook gerak harmonis sederhana permasalahan yang dikaji merupakan permasalahan berhubungan dengan gerak harmonis sederhana yang dihadapi oleh peserta didik dalam kehidupan sehari-hari. Kemudian, kegiatan memecahkan permasalahan dapat mengembangkan kompetensi literasi sains peserta didik berupa kemampuan untuk menarik kesimpulan berdasarkan bukti - bukti yang ilmiah. Hal ini sejalan dengan pendapat Asyhari, (2015), menyatakan bahwa peserta didik yang memiliki kemampuan dalam menggunakan bukti ilmiah dan menjelaskan tentang fenomena alam dapat semakin berkembang melalui kegiatan diskusi kelas yang difasilitasi oleh guru sehingga peserta didik dapat menyampaikan pendapat secara lisan dan tulisan berdasarkan temuan peserta didik tersebut.

Berdasarkan kriteria tingkat kelayakan, maka materi yang ada pada flipbook gerak harmonis sederhana dalam kualifikasi layak digunakan dengan revisi karena persentase yang diperoleh berada pada rentang skor antara 75 % - 89 %. Didalam flipbook ini terdapat konten hiburan didalamnya yang dapat meningkatkan ketertarikan peserta didik dalam mempelajari fisika khususnya materi gerak harmonis sederhana.

b. Hasil Validasi Ahli Media

Validasi ahli media bertujuan untuk menguji penyajian e-modul dengan aplikasi Flip PDF Professional. Adapun hasil data validasi ahli media dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan hasil validasi ahli media (Tabel 4) diperoleh presentase rata-rata sebesar 89,4 % dengan kriteria layak. Pada aspek ukuran diperoleh presentase rata-rata sebesar 91.7 % dengan kriteria sangat layak, pada aspek desain sampul diperoleh presentase rata-rata sebesar 88.1 % dengan kriteria layak, aspek desain isi modul didapat presentase rata-rata sebesar 88,4%.



Gambar 2. Hasil Validasi Ahli Media

Terlihat dari Gambar 2 grafik hasil validasi ahli media, nilai pada aspek-aspek memperoleh nilai cukup tinggi yaitu memperoleh presentase rata-rata sebesar 89,4 % maka media sudah layak untuk dipergunakan sebagai penunjang bahan ajar.

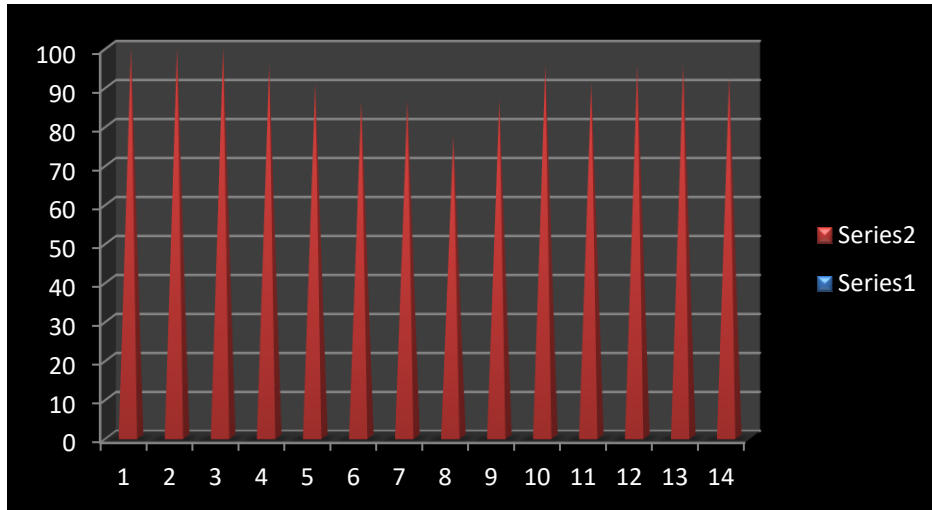
2. Respon Pengguna E-modul Gerak Harmonis Sederhana (Tahap Evaluasi)

Respon pengguna dalam penelitian ini adalah peserta didik setelah membaca e-modul Gerak Harmonis Sederhana. Adapun respon pengguna dibahas secara lengkap berikut ini:

Respon peserta pendidik diperoleh dari hasil pengisian angket respon setelah membaca e-modul Gerak Harmonis Sederhana. Respon peserta didik dilakukan oleh peserta didik MAN 4 Jombang dengan hasil seperti pada Tabel 5 dan Gambar 3.

Tabel 5. Hasil Respon Peserta Didik

Aspek	Nilai
Tampilan menarik	100
E- Modul ini membuat bersemangat belajar	100
E- Modul tidak membosankan	100
E- Modul mendukung penguasaan materi	95.5
E- Modul mempengaruhi sikap belajar	90.9
E- Modul berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	86.4
Materi e-Modul mudah dipahami	86.4
E- Modul dapat menemukan konsep sendiri	77.3
E- Modul dapat mendorong untuk berdiskusi	86.4
E- Modul memahami siswa	95.5
Kalimat e-Modul jelas dan mudah dipahami	90.9
Bahasa e-Modul sederhana dan mudah dimengerti	95.5
Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca	95.5
Hasil Rata-rata	92.3



Respon peserta didik secara garis besar dapat dibuat grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

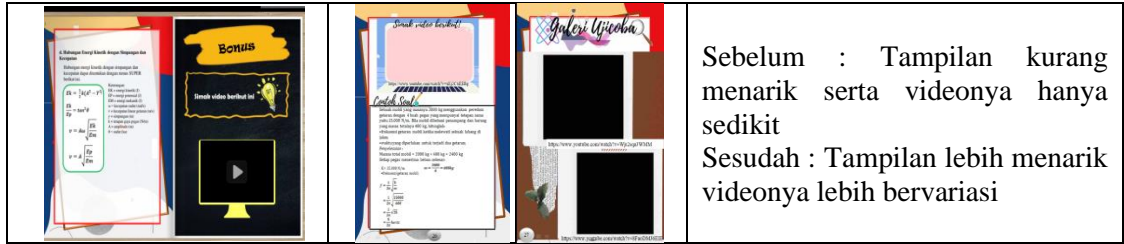
Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 4 secara keseluruhan peserta didik memberikan respon sangat baik terhadap e-modul Gerak Harmonis Sederhana yang dikembangkan. Hal ini terlihat pada aspek tampilan, persentase rata-ratanya 92,3 %.

C. Revisi Produk

Revisi produk dilakukan berdasarkan ahli materi dan ahli media yang akan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Revisi dari Ahli Materi dan Ahli Media

Bagian yang perlu direvisi	Bagian yang telah direvisi	Keterangan
		<p>Sebelum: Tampilan tidak menggambarkan isi materi Sesudah: Cover relevan dengan isi materi</p>
		<p>Sebelum : Tampilan kurang menarik Sesudah : Tampilan lebih menarik</p>
		<p>Sebelum : Tampilan kurang menarik Sesudah : Tampilan lebih menarik</p>



PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Produk e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi gerak harmonis sederhana telah dikembangkan. Pengembangan dilakukan dengan tahap pertama yaitu analisis kebutuhan, kemudian dilakukan desain produk dengan membuat cover menggunakan powerpoint, membuat konsep materi gerak harmonis sederhana menggunakan microsoft powerpoint 2007 yang kemudian diubah menjadi format pdf. Selanjutnya menyimpan file powerpoint yang berisi cover, materi, gambar, audio dan video kedalam format PDF. Setelah itu memasukkan file tersebut kedalam aplikasi flip pdf professional sehingga menjadi modul elektronik (e-modul). E-modul ini dapat dibuat dan dikembangkan secara offline. Fitur-fitur yang ada pada e-modul ini berupa materi dalam bentuk teks, gambar, audio, video dan juga evaluasi yang ditampilkan secara menarik dan interaktif menjadi satu kesatuan media pembelajaran. E-modul menggunakan flip pdf professional pada materi gerak harmonis sederhana sudah dapat diterapkan dalam proses pembelajaran.
2. Penilaian e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi gerak harmonis sederhana secara keseluruhan menurut validator ahli materi, ahli media sangat baik dengan persentase penilaian masing-masing setelah revisi adalah 88,9 % menurut ahli materi, 89,4 % menurut ahli media. Penilaian yang diperoleh tersebut telah melalui tahap uji validasi awal yang terdapat beberapa saran dari validator yang semua masukan tersebut sangat membantu dalam perbaikan produk sehingga memperoleh hasil yang sangat baik untuk digunakan pada jenjang SMA/MA kelas X. Pendapat peserta didik dalam uji coba produk kelompok kecil yang dilakukan di kelas X MAN 4 Jombang adalah sangat baik. Hasil ini mengidentifikasi bahwa e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi gerak harmonis sederhana ini adalah sangat baik.

B. Saran

Saran yang perlu ditinjau dari produk berupa e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi gerak harmonis sederhana yaitu sebagai berikut:

1. Saran Bagi Peserta Didik dan Guru
 - a. E-modul dapat digunakan tidak hanya untuk peserta didik kelas X, namun bisa juga digunakan untuk kelas XI dan XII sebagai bahan referensi untuk menambah pengetahuan dalam memahami materi fisika.
 - b. E-modul menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi gerak harmonis sederhana ini harus mendapat kontrol dari guru ketika peserta didik dalam pelaksanaan pembelajaran fisika karena e-modul ini terdapat latihan soal/evaluasi terkait materi yang sudah dijelaskan oleh guru. Peserta didik harus lebih cermat dalam menjawab setiap latihan soal/evaluasi.
 - c. E-modul menggunakan *Flip PDF Professional* ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu contoh variasi media pembelajaran dalam pembelajaran fisika.
 - d. Guru hendaknya menggunakan media pembelajaran yang dapat meningkatkan minat peserta didik dan dapat memotivasi peserta didik dalam mempelajari materi fisika, dan juga bisa mengembangkan e-modul yang lebih lengkap lagi serta memiliki desain yang lebih menarik dan interaktif.
 - e. Diharapkan dapat melahirkan inovasi dalam pembelajaran, salah satunya dalam media pembelajaran yang menarik sehingga peserta didik dapat aktif dan antusias dalam mempelajari fisika.
2. Saran Bagi Peneliti
 - a. Selanjutnya Media pembelajaran fisika berupa e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* masih perlu dimaksimalkan lagi yang mungkin bisa menjadi perbaikan bagi peneliti selanjutnya



mengembangkan e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* dengan materi lain, diantaranya: memperhatikan pilihan kata, desain background, format tulisan, serta dapat menambahkan simulasi dan kuis interaktif yang lebih baik dan lengkap.

- b. Selain dikembangkan e-modul menggunakan *Flip PDF Professional* pada materi gerak harmonis sederhana, perlu diadakan pengembangan e-modul pada materi lainnya serta dapat mempublikasikannya secara luas dan secara online sehingga referensi materi pembelajaran fisika bisa dicakup lebih efektif dan efisien juga bisa digunakan oleh banyak pendidik maupun peserta didik.
- c. Melanjutkan pengembangan sampai pada tahap produksi massal.

DAFTAR RUJUKAN

- Arsyad, Azhar. (2011). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Prasetyowati, Y. (2015). Pengembangan modul elektronik pada mata pelajaran animasi 3 dimensi materi pokok pemodelan objek 3D Kelas XI multimedia untuk meningkatkan hasil belajar di SMK Negeri 1 Magetan. *Jurnal Mahasiswa Teknologi Pendidikan*, 6(2).
- Prihatiningtyas, S., Fatikhatun,), Sholihah, N., Universitas,), Wahab Hasbullah, K. A., Garuda, J., 09, N., & Jombang, T. (2020). Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Makassar Project Based Learning E-Module to Teach Straight-Motion Material for Prospective Physics Teachers. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(3), 223–234. <https://doi.org/10.26618/jpf.v8i3.3442>
- Ramdania, Diena Randa. 2013. “Penggunaan Media Flash Flip Book Dalam Pembelajaran Teknologi Informasi Dan Komunikasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa”. Artikel Ilmiah Tugas Akhir. Bandung. UPI
- Saripudin, Aip. 2012. *Advanced Learning Physics 2A*. Jakarta: Facil
- Salsabila, R.P. 2013. Pengembangan Modul Elektronik Fisika sebagai Media Intruksional Pokok Bahasan Hukum Newton pada Pembelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(1): 12-19.
- Satriawati, Helna. 2015. Pengembangan E-Modul Interaktif sebagai Sumber Belajar Elektronika Dasar Kelas X SMKN 3 Yogyakarta. Skripsi, Universitas Yogyakarta
- Scale, T. M. (2013). *LIKERT (The Measurement Scale and The Number of Responses in Likert Scale)*. 2(2), 127–133.
- Technique, M. E. (2019). 王永杰¹, 周国清², 周叔一³, 张 (1. 4.



ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI SISTEM GERAK PADA TUBUH MANUSIA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN SISWA KELAS VIII SMP/SEDERAJAT

A'yunin Nadhifah¹, Herunata², Muhammad Fajar Marsuki³

ayunin.nadhifah1212@gmail.com

*herunata.fmipa@um.ac.id

Muhammad.fajar.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tujuan Penelitian yaitu mengembangkan media pembelajaran pada materi sistem gerak pada tubuh manusia. Ditinjau dari berbagai penelitian, masih terdapat kekurangan media pembelajaran untuk materi sistem gerak tubuh manusia sebagai media pembelajaran siswa. Pada proses pembelajaran daring, guru dan siswa memiliki keterbatasan media untuk menyalurkan informasi pembelajaran secara langsung. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kajian literatur dan wawancara oleh guru dan siswa. Instrumen yang digunakan yakni tes wawancara analisis kebutuhan guru dan siswa kelas VIII dalam pembelajaran IPA materi sistem gerak pada tubuh manusia di SMPN 6 Malang. Berdasarkan kajian literatur dan penelitian yang dilakukan maka diperoleh solusi yang inovatif untuk memecahkan masalah tersebut yakni pengembangan media pembelajaran torso berbasis aplikasi android untuk materi sistem gerak pada tubuh manusia

Kata kunci: Media Interaktif, Torso, Sistem gerak tubuh manusia

PENDAHULUAN

Kompetensi inti dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) kurikulum 2013 salah satunya ialah memahami dan menerapkan pengetahuan baik secara faktual, konseptual, dan prosedural sehingga pembelajaran yang paling tepat yaitu dengan metode eksperimen (Rasmianti dkk, 2018). Pelaksanaan proses sains dapat meliputi kegiatan observasi, eksperimen dan analisis rasional yang menghasilkan sebuah konsep berdasarkan fakta. Proses sains ini biasanya dilakukan dalam kegiatan praktikum yang membutuhkan alat dan bahan sebagai media. Dalam sebuah wawancara dalam penelitian menunjukkan bahwa beberapa sekolah SMP belum menggunakan media torso yang nyata, seperti yang disampaikan oleh guru bidang studi biologi di SMP Islam yang menyatakan, masih banyak guru menerapkan pembelajaran konvensional dengan metode ceramah sehingga mendapatkan hasil kurang menarik perhatian siswa, alhasil siswa cenderung pasif, ribut, kurang berani bertanya dan cepat merasa bosan (Astuti dkk, 2015). Untuk memudahkan pemahaman siswa pada materi sistem gerak tubuh manusia yaitu melalui cara belajar dengan pendekatan konstruktivisme. Teori belajar konstruktivisme akan membangun pemahaman belajar siswa secara mandiri sehingga siswa mampu memaknai materi / konsep pengetahuan yang dilakukan, tetapi hal ini juga diperlukan media yang sesuai untuk membantu siswa dalam belajar (Hidayatulloh, 2019).

Pada hasil wawancara analisis kebutuhan guru IPA di SMPN 6 Malang, menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran materi sistem gerak pada tubuh manusia guru sering menggunakan media alat peraga tubuh manusia atau sering disebut torso. Media torso konvensional yang dimiliki di laboratorium IPA sekolah tersebut sejumlah 5 buah, tetapi dalam pembelajaran daring seperti saat ini tidak dapat digunakan secara maksimal, sehingga guru menggantikan media torso konvensional dengan *Power Point* atau video pembelajaran. Dengan menggunakan media tersebut, siswa merasa terbatas dalam memahami materi sistem gerak tubuh manusia.

Media merupakan alat yang digunakan untuk menyalurkan segala informasi dari pengirim ke penerima, sehingga merangsang pikiran, minat serta perhatian siswa. Menurut penelitian Mahfud & Wulansari (2018), menyampaikan bahwa masih banyak guru yang memberikan materi secara utuh dengan metode ceramah, sehingga siswa harus menghafal dan kesulitan untuk membuktikan kebenarannya. Hal ini karena keterbatasan alat peraga, waktu, dan guru kurang aktif dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran saat ini dibutuhkan oleh guru untuk mempermudah menyampaikan materi pembelajaran di kelas (Maharani, 2015).

Dalam proses pembelajaran, media diharapkan mampu membantu menciptakan pembelajaran kooperatif, yaitu proses pembelajaran yang disusun untuk meningkatkan partisipasi siswa, sehingga siswa mampu berinteraksi untuk bekerja sama dan berpikir kritis (Andri, 2011). Adapun hal yang diperhatikan dalam memilih



media pembelajaran yaitu sebagai berikut: (1) Merumuskan tujuan pembelajaran dengan memanfaatkan media, (2) Ketepatan memilih media dengan manfaat dan tujuan, (3) Persiapan kelas dengan penggunaan media, (4) Langkah menyajikan pembelajaran, (5) Pemanfaatan media terhadap siswa dalam melaksanakan praktik di dalam ataupun diluar kelas, (6) Evaluasi pembelajaran (Sakrani dkk, 2013).

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dilakukan kajian mengenai pengembangan media pembelajaran yang layak sebagai solusi dari masalah keterbatasan media di SMPN 6 Malang pada pokok bahasan materi sistem gerak pada tubuh manusia.

METODE

Pendekatan dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian kajian literatur atau kajian kepustakaan. Kajian literatur bisa dilakukan dengan mengumpulkan referensi yang terdiri dari beberapa penelitian terdahulu atau permasalahan yang relevan dengan kasus yang ditemukan. Jenis data yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari studi literatur. Menurut Habsy (2017), menyatakan bahwa studi literatur merupakan cara yang digunakan untuk mengumpulkan data–data atau sumber–sumber yang berhubungan dengan topik yang dibahas dalam suatu penelitian. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan metode analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seiring perkembangan teknologi, kini sangat banyak dikembangkan media–media pembelajaran dalam pendidikan. Dalam pembelajaran daring, *gadget* dapat disebut sebagai sarana dan prasarana proses pembelajaran. Menurut Hidayati (2020), menyatakan bahwa ketersediaan sarana dan prasarana menjadi kunci sukses dari pembelajaran daring. Pemilihan media belajar pada materi sistem gerak pada tubuh manusia sudah umum menggunakan alat peraga torso konvensional.

Beberapa penelitian dan pengembangan media untuk materi sistem gerak pada tubuh manusia pada tingkat SMP yang berbasis aplikasi android dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Penelitian dan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Android pada Materi Sistem Gerak pada Tubuh Manusia SMP

Nama Peneliti dan Tahun Terbit	Artikel	
	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Agustan Latif, Stanly H. D. Loppies (2019)	Penerapan Teknologi <i>Augmented Reality</i> Pada Aplikasi Pembelajaran Anatomi Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama Berbasis Android	Hasil uji dan implementasi produk memanfaatkan smartphone android dengan penerapan teknologi <i>Augmented Reality</i> dan dilihat secara nyata 3D. Aplikasi mampu membantu guru menyampaikan materi anatomi tubuh manusia pada siswa (Latif & Loppies, 2019)



Imam Suryadi (2018)	Pengembangan Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android Pada Materi Sistem Gerak Manusia Di SMPN 1 Batipuh	Hasil validitas 78,08% dan hasil uji praktikalitas 78,75%, dengan kategori valid dan dapat digunakan dalam pembelajaran (Suryadi, 2018)
Lina Fitriyani, Raden Nadia Eka Syahputri, Reska Julia Lovani (2017)	MY BODY: Aplikasi Pembelajaran Organ Vitas Dan Tulang Pada Rangka Tubuh Manusia Menggunakan <i>Augmented Reality</i>	Hasil uji dari aplikasi <i>My Body</i> menunjukkan kemudahan proses pembelajaran organ vital dan rangka tubuh manusia. Namun, ada beberapa fitur seperti urutan marker yang tidak sesuai dan tampilan yang harus dibenahi (Fitriyani et al., 2017)
Satrio Wisnugroho, Alan Dwi Prasetyo, Rahadian Kurniawan (2015)	Aplikasi Android Pengenalan Rangka Manusia Berbasis <i>Augmented Reality</i>	Hasil pengujian aplikasi menunjukkan teknologi AR membantu mahasiswa kedokteran mempelajari struktur anatomi yang kompleks dibandingkan metode konvensional (Wisnugroho et al., 2015)
Satya Arisena Hendrawan, Rizal Isnanto, Ike Pertiwi Windasari (2015)	Aplikasi Visualisasi 3D Pada Struktur Sistem Rangka Manusia Berbasis Android	Hasil olahan data kuisioner dari 25 orang menunjukkan 76-84%, koresponden cukup tertarik menggunakan aplikasi sebagai media pembelajaran (Hendrawan et al., 2015)

Lima jurnal tentang pengembangan media pembelajaran materi sistem gerak pada tubuh manusia berbasis aplikasi android digunakan sebagai ulasan. Dari lima penelitian tersebut menghasilkan produk berupa media pembelajaran IPA yang berupa aplikasi android. Pada penelitian Agustan, mengembangkan media aplikasi yang berbasis *Augmented Reality* (AR), yaitu penggabungan benda nyata dan maya pada lingkungan sebenarnya yang diintegrasikan dalam bentuk 3D. Kelebihan dari aplikasi ini adalah mampu mengintegrasikan bentuk 3D bentuk rangka manusia dalam media visual AR. Aplikasi membutuhkan media penghubung berupa marker dan *smartphone* android. Namun, tidak semua jenis android mampu mengoperasikan dan mengintegrasikan aplikasi tersebut (Latif & Loppies, 2019).

Pengembangan media berbasis *Augmented Reality* lain juga pernah dikembangkan oleh Fitriyana. Materi yang dimuat tentang organ vital dan rangka tubuh manusia dalam satu aplikasi bernama *My Body*. Dari hasil uji dan implementasi, menurut peneliti aplikasi tersebut perlu pengembangan baru dengan menambahkan fitur pembahasan materi agar siswa lebih mudah memahami, serta perlu pembenahan pada penggabungan marker rangka tubuh yang tidak urut dan tidak sesuai (Fitriyani dkk, 2017). Pengembangan media AR sebelumnya pernah dikembangkan oleh Satrio dkk, aplikasi khusus dikembangkan untuk materi pengenalan rangka manusia yang berbasis *Augmented Reality*. Aplikasi tersebut ditargetkan hanya untuk tingkat mahasiswa kedokteran. Berdasarkan kesimpulan, media berbasis aplikasi tersebut lebih efektif dan menarik perhatian mahasiswa untuk



menangkap materi rangka manusia daripada media konvensional, seperti alat peraga atau buku cetak biasa (Wisnugroho, 2015).

Kelebihan penelitian oleh Suryadi, siswa berpendapat bahwa aplikasi yang dikembangkan termasuk dalam kategori praktis. Kekurangannya adalah aplikasi masih diujikan dalam skala kecil dengan alat yang digunakan terbatas sehingga siswa tidak menggunakan secara pribadi, biaya yang dibutuhkan besar yang disesuaikan dengan kualitas hasil media aplikasinya dan juga materi sudah dipelajari oleh siswa sebelumnya (Suryadi, 2018). Hendrawan dkk, membuat media berbasis aplikasi android dengan fitur tiga dimensi untuk memvisualisasikan kerangka tubuh manusia. Kelebihan dari media tersebut menurut siswa yaitu sebagai sarana pembelajaran dengan sistem android untuk mengenal bagian dan struktur rangka tubuh manusia yang menarik. Adapun kekurangannya yaitu aplikasi yang belum menyajikan materi secara lengkap dan masih terdapat kerusakan dalam penyajian visualisasi 3D serta aplikasi ini belum sepenuhnya dapat dioperasikan pada sistem android (Hendrawan dkk, 2015).

Pada hasil wawancara analisis kebutuhan guru IPA dan siswa kelas VIII di SMPN 6 Malang, menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran materi sistem gerak pada tubuh manusia guru sering menggunakan media alat peraga tubuh manusia atau sering disebut torso. Menurut Fitria (2013), torso merupakan tiruan dari bagian – bagian tubuh manusia yang terbuat dari plastik dan diberi nomor label yang disertai dengan keterangan. Torso termasuk sebagai media pembelajaran yang terdapat dalam media tiga dimensi (Julaila, 2019). Media torso konvensional yang dimiliki di laboratorium IPA sekolah tersebut sejumlah 5 buah, tetapi dalam pembelajaran daring seperti saat ini tidak dapat digunakan secara maksimal sehingga guru menggantikan media torso konvensional dengan *Power Point* atau video pembelajaran. Dengan menggunakan media tersebut, siswa merasa pemahaman yang sangat terbatas. Hal ini dibuktikan oleh data analisis kebutuhan siswa yang menunjukkan rata-rata persentase 91% siswa memilih terbatas dalam penggunaan torso konvensional. Beberapa sumber menyatakan hal tersebut membutuhkan alat bantu seperti multimedia yang dapat menampilkan teks, gambar, audio dan video serta mungkin juga berupa animasi. Multimedia interaktif juga sangat cocok untuk mengatasi kesulitan belajar siswa, khususnya pada pemahaman materi sistem gerak pada manusia (Qosyim, 2017). Mengingat fungsi dan manfaat dari media pembelajaran adalah (1) sebagai solusi keterbatasan pendidik dalam memahami materi belajar mengajar kepada peserta didik, (2) sebagai pengarah perhatian, pemahaman, dan kesetaraan informasi bagi pengguna, (3) untuk meminimalisir biaya pengadaan media pembelajaran dari sebelumnya (Wahyu H, 2016).

Menurut Malichah (2020), guru harus memilih aplikasi belajar daring yang tepat untuk meningkatkan kompetensi siswa dalam pembelajaran. Dibuktikan dengan rata-rata persentase 91,7% siswa memilih media yang digunakan sangat mempengaruhi semangat dan ketertarikan dalam proses pembelajaran. Disampaikan oleh Suharso (2013), bahwa media belajar kerangka manusia mampu mempermudah guru dalam menjelaskan materi dan membuat siswa tertarik dalam proses belajar serta meningkatkan pemahaman siswa dalam belajar. Dalam wawancara, menunjukkan bahwa 100% siswa beranggapan bahwa jika adanya media pembelajaran berbasis android akan sangat membantu dalam proses pembelajaran materi sistem gerak pada tubuh manusia. Android merupakan sistem operasi pada perangkat lunak *mobile* berbasis *linux* yang meliputi sistem operasi, *middleware* dan aplikasi (Hendrawan dkk, 2015).

Merujuk pada penjelasan wawancara analisis kebutuhan guru dan siswa serta beberapa hasil penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa pengembangan media untuk materi sistem gerak pada manusia berbasis aplikasi android dikatakan layak untuk memenuhi kebutuhan media yang inovatif dan efektif dalam proses pembelajaran. Dengan rata-rata presentase 61% - 100%, media dapat dikualifikasikan menjadi baik hingga sangat baik (Riduwan, 2013). Menurut Wahyu H (2016), semakin besar nilai hasil rata-rata dari presentase kenyamanan dan ketertarikan dalam uji implementasi terhadap media menunjukkan indikator bahwa media berfungsi untuk menyampaikan segala bentuk pesan atau informasi secara maksimal. Sekarang *gadget* dan aplikasi android seperti alat dan media informasi yang dibutuhkan dan dapat dimanfaatkan salah satunya pada bidang pendidikan. Menurut Mahfud dan Wulansari (2018), menyampaikan bahwa *gadget* dianggap sebagai teman bagi siswa di lingkungan sekolah, maka diharapkan dapat memotivasi siswa dalam memperoleh bahan ajar dan proses pembelajaran yang menyenangkan. Hal ini didukung oleh pernyataan Musaddad (2016), yaitu penggunaan aplikasi android sebagai media pembelajaran yang harus memberikan motivasi kepada siswa dan mampu merangsang siswa untuk selalu mengingat apa yang sudah dipelajari.

Pengembangan media pembelajaran harus mengutamakan kenyamanan penggunaan, sebab media digunakan untuk menunjang proses pembelajaran. Media harus memenuhi beberapa aspek diantaranya kesesuaian visual dengan materi, kejelasan visual, dan ketajaman gambar (Bastian dkk., 2016). Sebagai bahan ajar untuk menyampaikan informasi kepada pengguna yaitu siswa, media harus sesuai dengan tujuan dan indikator capaian



materi pembelajaran. Dalam kajian materi, media memiliki beberapa aspek yang harus terpenuhi yaitu aspek pembelajaran dan substansi materi (Kemendikbud, 2017). Untuk memenuhi kebutuhan media pembelajaran pada materi sistem gerak pada tubuh manusia, aplikasi torso 3D dapat dijadikan sebagai pilihan yang tepat. Aplikasi torso yang memuat materi sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator kompetensi dasar materi sistem gerak pada tubuh manusia yang relevan dengan kurikulum 2013, sesuai dengan buku pembelajaran IPA menjelaskan materi sistem gerak manusia mencakup rangka, sendi, otot dan gangguan atau kelainan pada sistem gerak dan upaya pencegahan (Zubaidah dkk, 2017).

Dari pemaparan diatas menunjukkan bahwa media pembelajaran torso berbasis aplikasi android dapat meningkatkan minat dan perhatian belajar pada materi sistem gerak pada tubuh manusia oleh siswa kelas VIII SMP.

PENUTUP

Berdasarkan kompilasi dan analisis tentang pengembangan media Torso berbasis aplikasi android yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka disimpulkan bahwa hasil penerapan pembelajaran dengan media aplikasi android torso mampu meningkatkan minat dan pemahaman siswa kelas VIII SMP sebagai media pembelajaran pengganti torso konvensional pada materi sistem gerak tubuh manusia dengan memenuhi aspek kelayakan media serta hasil uji lapangan.

Berdasarkan data hasil penelitian, maka saran yang dapat digunakan sebagai berikut: (1) Pemanfaatan aplikasi android Torso harus terus dikembangkan lebih banyak dan lengkap. Media yang mampu mencakup semua materi pembelajaran yang dapat digunakan dengan media torso elektronik, (2) Pengembangan lebih lanjut tentang pengembangan media aplikasi torso sangat diperlukan, mengingat masih banyak potensi pemanfaatan yang ada pada aplikasi torso. Salah satunya adalah pengembangan media torso elektronik berbasis aplikasi yang yang mampu dioperasikan pada semua jenis perangkat android untuk meningkatkan pemahaman siswa pada materi sistem gerak tubuh manusia.

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad Qosyim, F. V. P. (2017). *Penerapan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Flash*. 2(2), 38–44.
- Aries Suharso, M. M. (2013). *Media Belajar Kerangka Manusia 3D Berbasis Magicbook Augmented Reality (Ar) (Studi Kasus Smpn 1 Kota Baru)*. Vol 5, No(1), 1–352.
- Astuti, S., Afifah, N., & Afniyanti, E. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Talking Stick Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Pada Materi Sistem Gerak Pada Manusia Kelas VIII SMP Islam Kepenuhan Tahun Pembelajaran 2014/2015. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FKIP Prodi Biologi*, 1(1).
- Bastian, H. B., Lumenta, A. S. M., Sugiarto, B. A., & Elektro-ft, J. T. (2016). Perancangan Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Komputer Berbasis Android. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 5(3), 71–79. <https://doi.org/10.35793/jtek.5.3.2016.12829>
- Fitria. (2013). Peningkatan Hasil Belajar Siswa Materi Sistem Gerak Manusia Melalui Pembelajaran Kooperatif TGT dengan Media Torso pada Siswa Kelas VIII.1 Semester 1 SMPN 6 Mandau TahunPelajaran 2018/2019. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Fitriyani, L., Syahputri, R. E. N., Lovani, R. J., Maulid, H., & Fauzi, A. H. (2017). MY BODY: Aplikasi Pembelajaran Organ Vital dan Tulang pada Rangka Tubuh Manusia menggunakan Augmented Reality. *E-Proceeding of Applied Science*, 3(2), 1094-1102. ISSN: 2442-5826.
- Habsy, B. A. (2017). Seni Memahami Penelitian Kuliitatif Dalam Bimbingan Dan Konseling : Studi Literatur. *JURKAM: Jurnal Konseling Andi Matappa*, 1(2), 90. <https://doi.org/10.31100/jurkam.v1i2.56>
- Hendrawan, S. A., Isnanto, R. R., & Windasari, I. P. (2015). Aplikasi Visualisasi 3D Pada Struktur Sistem Rangka Manusia Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 3(4), 426. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.3.4.2015.426-435>
- Hidayati, S. (2020). Kendala Yang Dihadapi Mahasiswa Pendidikan Ekonomi Universitas Pamulang Dalam Mengikuti Perkuliahan Daring Pada Mata Kuliah Seminar Proposal Penelitian Selama Masa Pandemi Covid-19. *JPEK (Jurnal Pendidikan Ekonomi Dan Kewirausahaan)*, 4(1), 40–51. <https://doi.org/10.29408/jpek.v4i1.2151>



- Hidayatulloh, M. (2019). *Remidiasi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Listrik Dinamis Menggunakan Ebook Interaktif*. 5(1).
- Julaila. (2019). *Upaya Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV SDN 01 Mukomuko Efforts to Improve 4 th Grade Students Science Learning Outcomes of State Elementary School 01 Mukomuko Using Media Torso*. 1(1).
- Kemendikbud. (2017). *Panduan Penilaian oleh Pendidik dan Satuan Pendidikan Atas*. 43–45.
- Latif, A., & Loppies, S. H. D. (2019). Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Aplikasi Pembelajaran Anatomi Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama Berbasis Android. *Mustek Anim Ha*, 8(2), 141–147. <https://doi.org/10.35724/mustek.v8i2.2534>
- Mahfud, M. N., & Wulansari, A. (2018). Penggunaan Gadget untuk Menciptakan Pembelajaran yang Efektif. *Seminar Nasional Pendidikan*, 58–63.
- Malichah, N. D. (2020). Upaya Guru Dalam Mengoptimalkan Pembelajaran Ipa Saat Pandemi Covid-19 (Studi Kasus Di Smp Negeri 9 Salatiga). *Skripsi*, 19.
- Musaddad, Z. H. (2016). Pengaruh media belajar berbasis aplikasi android terhadap minat belajar mandiri mahasiswa pendidikan agama islam universitas islam indonesia. *Islamic Education*, 1–66.
- Rasmianti, R., Azizah, L. F., & Herowati, H. (2018). Pengembangan Petunjuk Praktikum Ipa Berbasis Kultur Masyarakat Pesisir Untuk Siswa Kelas Vii Smpn 5 Sumenep. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 8(1), 38–53. <https://doi.org/10.24929/lensa.v8i1.31>
- Riduwan. (2013). Dasar - Dasar Statistika. *Pemikiran Islam Di Malaysia: Sejarah Dan Aliran*, 20(5), 40–43.
- Suryadi, I. (2018). PENGEMBANGAN APLIKASI PEMBELAJARAN BERBASIS ANDROID PADA MATERI SISTEM GERAK MANUSIA DI SMPN 1 BATIPUH SKRIPSI. *Biomass Chem Eng*, 3(2).
- Wahyu H, R. S. (2016). *STUDI LITERATUR : PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN DENGAN SOFTWARE AUTOCAD Rizal Septa Wahyu Hartanto Hasan Dani Abstrak*.
- Wisnugroho, S., Prasetyo, A. D., & Kurniawan, R. (2015). Aplikasi Android Pengenalan Rangka Manusia Berbasis Augmented Reality. *Seminar Informatika Medis 2015*, 77–86.
- Zubaidah, S., Mahanal, S., Yuliati, L., Dasna, I. W., A, A., Pangestuti, R, D., Mahfudhillah, H. T., Robitah, A., L, Z., & Kurniawati. (2017). *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII SMP/ MTS Semester 1 Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan*.



PENGEMBANGAN MEDIA E-TORSO BERBASIS APLIKASI ANDROID MATERI SISTEM GERAK PADA TUBUH MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP/SEDERAJAT

A'yunin Nadhifah¹, Herunata Herunata^{2*}, Muhammad Fajar Marsuki³

ayunin.nadhifah1212@gmail.com

*herunata.fmipa@um.ac.id

muhammad.fajar.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan dalam meningkatkan pemahaman siswa pada sistem gerak tubuh manusia melalui media pembelajaran Torso Elektronik yang dikembangkan melalui media interaktif tiga dimensi berbasis aplikasi android. Media E-Torso dapat dimanfaatkan sebagai strategi yang tepat untuk membantu guru dalam menyampaikan materi dengan memanfaatkan teknologi serta siswa mendapatkan kemudahan dengan memiliki aplikasi E-Torso secara mandiri. Metode penelitian yang digunakan adalah model ADDIE yang dimodifikasi dalam pengembangan multimedia. Berdasarkan penelitian yang dilakukan menghasilkan rata-rata persentase 93% dari nilai validasi dan perolehan rata-rata persentase 88% dari hasil data angket kepada siswa. Berdasarkan nilai persentase dapat digolongkan media E-Torso sebagai media yang sangat valid

Kata kunci: Media Pembelajaran, Media Interaktif, Torso Elektronik, Aplikasi Android

PENDAHULUAN

Pelaksanaan proses sains dapat meliputi kegiatan observasi, eksperimen dan analisis rasional yang menghasilkan sebuah konsep berdasarkan fakta. Proses sains sering dilakukan dalam kegiatan praktikum yang membutuhkan alat dan bahan sebagai media. Menurut Made dkk (2019)^[13], media dalam proses pembelajaran dapat membantu meningkatkan proses belajar pada anak, sehingga diharapkan media mampu meningkatkan pula hasil belajar yang dicapai anak. Proses pembelajaran terjadi ketika adanya sebuah interaksi dan komunikasi antara siswa dan guru yang digunakan sebagai mediator dan fasilitator melalui media pembelajaran, sehingga dapat dinyatakan bahwa media dalam pembelajaran merupakan media yang dapat dijadikan sebagai bahan (*software*) ataupun alat (*hardware*) untuk dioperasikan siswa agar mampu memperoleh dan menguatkan pengetahuan, keterampilan, serta menentukan sikap.

Penggunaan media pembelajaran dalam pembelajaran praktikum sains sangat penting. Dengan kemajuan teknologi yang inovatif dalam pembelajaran, telah diciptakan adanya media belajar yang mampu digunakan untuk mendukung kegiatan praktikum yaitu teknologi *Virtual Laboratory*. Menurut Adi & Iqbal (1999)^[1], menyatakan *Virtual Laboratory* sebagai media interaktif yang mampu mensimulasikan kegiatan di laboratorium seperti sebenarnya, serta sebagai salah satu media yang dapat digunakan untuk pembelajaran biologi. Untuk mendapatkan pengalaman belajar melalui media visual nyata, siswa harus memiliki pengalaman secara langsung. Contohnya dengan media torso sesuai dengan yang disampaikan (Ahmad Qosyim, 2017)^[19], pengalaman langsung merupakan sebuah proses belajar sains yang paling efektif. Dengan mengalami proses belajar secara langsung, tidak menutup kemungkinan jika terjadi kesalahan persepsi akan segera diketahui dalam hasil belajar.

Astuti dkk (2015)^[4], dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa beberapa sekolah SMP belum menggunakan Amedia torso yang nyata. Banyak guru menerapkan pembelajaran konvensional dengan metode ceramah, sehingga mendapatkan hasil kurang menarik perhatian siswa. Alhasil siswa cenderung pasif, ribut, kurang berani bertanya dan cepat merasa bosan. Sekolah menggunakan media berupa gambar 2D dalam buku, sehingga membuat siswa kurang tertarik melakukan proses belajar karena kesulitan dalam berimajinasi tanpa model 3D (Suharso, 2013)^[3]. Dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia nomor 37 tahun 2018 kurikulum 2013 yang memuat kompetensi dasar tingkat SMP kelas VIII yaitu 3.1, bahwa siswa mampu menganalisis gerak pada makhluk hidup dan sistem gerak pada manusia, maka sekolah harus mampu menyediakan media pembelajaran khususnya torso agar siswa dapat mengamati dan menganalisis secara langsung sistem gerak pada tubuh manusia, sehingga tujuan pembelajaran mampu dicapai (Kemendikbud, 2017)^[11].

Torso adalah bentuk atau model yang memiliki ukuran lebih besar dari ukuran asli atau juga berukuran lebih kecil dari ukuran sebenarnya. Torso termasuk sebagai media pembelajaran yang terdapat dalam media tiga dimensi (Fitriyani, 2017)^[7]. Dalam sebuah wawancara guru IPA pada salah satu sekolah menengah pertama di Malang menyampaikan bahwa, hingga saat ini guru masih banyak menggunakan alat peraga konvensional atau video dan *Power Point* sebagai media pengganti lainnya. Namun, karena keterbatasan penggunaan dana BOS



(Biaya Operasional Sekolah), ketersediaan alat juga terbatas sehingga menghambat proses pembelajaran. Dalam pembelajaran *online*, guru harus memaksimalkan pembelajaran dengan media seadanya. Menurut Hendrawan (2015)^[9], telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya tentang media torso berbasis teknologi yang ditargetkan untuk media pembelajaran siswa. Seiring berkembangnya dunia teknologi yang serba canggih, maka adapun ide atau gagasan untuk menciptakan media Torso Elektronik atau *E-Torso* sebagai media inovatif yang berbasis aplikasi *android*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *E-Torso* berbasis aplikasi *android* pada materi sistem gerak pada tubuh manusia sebagai media pembelajaran inovatif yang layak dan valid untuk digunakan. Dengan adanya media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* pada materi sistem gerak pada tubuh manusia mampu membantu dalam memfasilitasi media pembelajaran materi sistem gerak pada tubuh manusia yang lebih inovatif dalam bentuk media aplikasi *android*. Torso Elektronik ini akan dikemas sebagai media interaktif berbasis aplikasi *Android* untuk pembelajaran khususnya materi sistem gerak pada tubuh manusia dengan fitur animasi tiga dimensi.

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk berbasis aplikasi *android* berbantuan *flutter framework* untuk menunjang pemahaman materi sistem gerak pada tubuh manusia oleh siswa kelas VIII di SMP Negeri 6 Malang. Penelitian ini digolongkan dalam penelitian dengan jenis *Research and Development (R & D)*. Metode pengembangan yang digunakan adalah ADDIE (Sugiyono, 2012)^[23]. Model pengembangan menerapkan model multimedia yang dimodifikasi oleh William W. Lee dan Diana L. Owens (Owens, 2004)^[13]. Dalam model ini ada beberapa tahapan pengembangan, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi (Mulyani dkk, 2017)^[16].

Prosedur dalam pengembangan multimedia interaktif dengan pendekatan saintifik melalui 4 fase sesuai kebutuhan peneliti, yaitu: (1) analisis, melakukan wawancara kepada guru dan siswa kelas VIII SMPN 6 Malang, (2) setelah data terkumpul peneliti melakukan perencanaan serta mendesain apa yang dibutuhkan oleh siswa kelas VIII SMPN 6 Malang, yaitu pengembangan media *E-Torso* berbasis aplikasi *Android* materi sistem gerak pada tubuh manusia, (3) pengembangan dan implementasi produk, yaitu melakukan validasi oleh dua ahli materi dan ahli media untuk melakukan revisi dan penyempurnaan media *E-Torso* berbasis aplikasi *Android* dengan instrumen yang digunakan dalam melakukan validasi yaitu berupa angket. Produk direvisi berdasarkan saran ahli materi dan ahli media, kemudian diuji cobakan pada sejumlah 22 siswa kelas VIII SMP 6 Malang menggunakan instrumen angket, (4) pengolahan hasil uji coba kepada siswa (audiens). Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kevalidan multimedia yang dikembangkan serta tanggapan dan penilaian dari siswa.

TEKNIK PENGAMBILAN DATA

Jenis data yang diperlukan adalah data kualitatif dan data kuantitatif dari skor angket. Angket yang dibuat berjenis angket tertutup yang berjumlah 15 pertanyaan.

Tabel 1. Skala Penilaian Likert

Simbol	Keterangan	Skor
SS	Sangat Setuju	4
S	Setuju	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

(Sullivan & Artino, 2013)^[24]

Perhitungan persentase kevalidan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{X_1}{X_2} \times 100\% \dots \dots \dots 1$$

Keterangan:

P : Persentase skor

X₁ : Total skor empirik validator

X₂ : Total skor maksimal

Setelah didapatkan persentase kevalidan kemudian diklasifikasikan dengan tabel kategori interpretasi skor berikut ini :

Tabel 2. Kriteria Kevalidan

No	Kriteria Pencapaian Nilai	Kategori Validitas	Keterangan
1	81% - 100%	Valid	Dapat digunakan tanpa perbaikan
2	61% - 80%	Cukup Valid	Dapat digunakan namun perlu perbaikan kecil
3	41% - 61%	Kurang Valid	Dapat digunakan namun perlu perbaikan besar
4	$\leq 40\%$	Tidak Valid	Tidak bisa digunakan

(Mulyani dkk, 2017)^[16]

HASIL DAN PEMBAHASAN

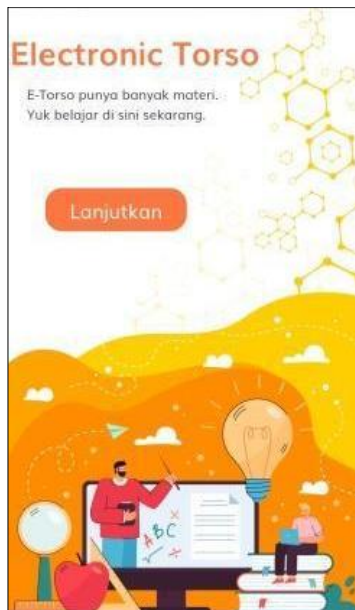
Data hasil analisis kebutuhan siswa kelas VIII SMPN 6 Malang dapat diketahui dari keseluruhan siswa yang melakukan wawancara mencapai 100% memilih alat peraga kerangka tubuh manusia atau torso sebagai media yang digunakan dalam pembelajaran materi sistem gerak tubuh manusia. Hal tersebut membuktikan bahwa sekolah telah mendukung untuk mempermudah penyampaian informasi kepada siswa tentang pembelajaran materi sistem gerak pada manusia (Sakrani dkk, 2013)^[8]. Fasilitas media alat peraga torso yang dimiliki sekolah sejumlah 5 buah, sehingga sejumlah 50% siswa merasa terbatas dan 41,7% merasa sangat terbatas, sedangkan 8,3% sisanya tidak terbatas. Menurut Permendiknas nomor 24 tahun 2007 yang mengatur standar sarana dan prasarana ruang laboratorium IPA tingkat SMP menunjukkan bahwa rasio minimal model kerangka manusia adalah 1 buah dengan tinggi minimal 150 cm untuk 1 rombongan belajar berisi kurang dari 20 siswa (Permendiknas, 2007)^[19]. Meskipun sudah memenuhi standar, banyak siswa yang merasa terbatas oleh jumlah media torso. Ada beberapa media inovasi torso sebagai alat pengganti torso dalam pembelajaran, akan tetapi siswa tidak pernah menggunakan media alat peraga lainnya, dibuktikan dari 66,7% memilih tidak pernah menggunakan, 25% jarang menggunakan dan hanya 8,3% siswa yang sering menggunakan media lain. Dalam hasil penelitian Sakrani dkk (2013)^[8], penggunaan torso mampu meningkatkan hasil belajar pada siswa. Pada masa pembelajaran *online*, sejumlah 91,7% siswa memilih bahwa media sangat berpengaruh dalam proses pembelajaran 8,3% sisanya memilih berpengaruh. Terbukti pada kesimpulan penelitian yang menyatakan bahwa proses dan hasil belajar siswa antara pembelajaran yang menggunakan media dengan tanpa media menunjukkan perbedaan yang signifikan, karena penggunaan media pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pembelajaran (Rahmatan & Redjeki, 2012)^[21]. Mengingat kondisi dan keluhan siswa akan keterbatasan media, dalam data dibuktikan 100% siswa memilih apabila ada media pembelajaran untuk sistem gerak manusia yang dikemas dalam aplikasi berbasis *android* ini sangat membantu proses pembelajaran. Diketahui pada 91,7% siswa juga mengetahui akan manfaat dari media interaktif yang memiliki fitur gambar, audio, video, atau juga animasi sebagai fitur penunjang. Dari keseluruhan siswa, 16,7% siswa yang pernah menggunakan media dengan fitur tiga dimensi sedangkan 83,3% sisanya tidak pernah. Media yang memiliki fitur tersebut dinamakan multimedia interaktif, multimedia pembelajaran interaktif bisa sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan dalam proses pembelajaran (Maharani, 2015)^[14]. Maka dengan adanya media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* ini sejumlah 16,7% siswa yakin bahwa media ini akan meningkatkan motivasi belajar dan 83,3% sisanya yakin akan sangat meningkatkan motivasi belajar mereka pada materi sistem gerak pada tubuh manusia.

Hasil analisis kebutuhan melalui wawancara kepada salah satu guru IPA di SMP Negeri 6 Malang menunjukkan bahwa media yang sering digunakan untuk menunjang pembelajaran materi sistem gerak tubuh manusia dengan menggunakan video pembelajaran, ringkasan materi yang disajikan dalam *Power Point* dan juga alat peraga kerangka tubuh atau yang biasa dinamakan torso. Torso yang dimiliki di laboratorium IPA SMPN 6 Malang berjumlah 5 buah, jumlah tersebut terbatas oleh anggaran dalam penggunaan dana biaya operasional sekolah (BOS). Penggunaan dana BOS di sekolah harus berdasarkan kesepakatan sekolah dengan penggunaan yang berdasarkan skala prioritas kebutuhan sekolah, khususnya dalam standar pelayanan minimal sekolah (Latief & Jamil, 2015)^[12]. Penggunaan alat peraga atau torso memiliki kendala, diantaranya kesulitan dalam mobilitas dan bagian rangka yang mudah lepas sehingga tidak tersusun dengan baik dan benar. Oleh sebab itu, media torso perlu dirancang dengan baik secara sistematis sesuai tujuan dan materi pembelajaran karena media pembelajaran bagian integral dari proses belajar mengajar pada tujuan, materi, pendekatan serta metode dan evaluasi dalam pembelajaran (Febrianto, 2013)^[6]. Dalam proses pembelajaran daring, guru menginginkan media berbasis aplikasi

yang lengkap untuk meningkatkan efektivitas dalam proses pembelajaran, apabila siswa menggunakan media yang menarik maka siswa akan lebih tertarik untuk mengikuti proses pembelajaran. Secara umum, efektivitas pengelolaan laboratorium dipengaruhi oleh ketersediaan sarana dan prasarana laboratorium yang sesuai dengan standar Permendiknas nomor 24 tahun 2007 (Rahman, 2017)^[20]. Adapun media inovasi yang diharapkan sebagai penunjang pembelajaran siswa saat ini seperti media berbasis animasi. Untuk itu perlu dikembangkan sebuah aplikasi media Torso Elektronik berbasis android pada sistem gerak tubuh manusia.

Torso Elektronik sebagai alat atau media penunjang pada pembelajaran yang paling banyak digunakan dalam proses pembelajaran materi sistem gerak tubuh manusia. Seperti yang dikemukakan oleh (Siregar dkk, 2018)^[22], bahwa torso memberikan tampilan tiga dimensi yang bisa digunakan secara lengkap ataupun sebagian dari objek. Manfaat dari torso dapat digunakan sebagai media pembelajaran berpengaruh dalam menunjang kemampuan berpikir siswa untuk mengintegrasikan konsep sistem gerak pada tubuh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini berkaitan dengan fungsi media sebagai alat bantu untuk menyampaikan pesan dari sumber kepada penerima (Wahyuni, 2018)^[28]. Media aplikasi torso pernah dikembangkan dalam penelitian Hendrawan dkk (2015)^[9] berjudul *Aplikasi Visualiasi 3D pada Struktur Sistem Rangka Manusia berbasis Android* yang memiliki karakteristik yang sama, yaitu sebagai aplikasi berbasis android yang memuat materi sistem rangka pada tubuh manusia. Dalam penelitiannya, aplikasi tersebut menyajikan gambar 3D dari rangka tubuh manusia secara utuh yang dapat digeser dari arah kanan kiri dan atas bawah. Mengingat dalam indikator kompetensi dasar pembelajaran materi sistem gerak pada tubuh manusia, perlu adanya pengembangan yang lebih lengkap. Menurut (R. Wahyuni, 2018)^[28], sistem gerak adalah perpaduan dari organ-organ dari tulang, sendi, dan otot dari manusia. Siswa juga perlu menganalisis tentang kelainan pada organ sistem gerak tubuh manusia, sehingga aplikasi *E-Torso* berbasis *android* menjadi sebuah inovasi baru yang lengkap dan menarik bagi siswa. Hal ini sesuai dengan (Sari & Putra, 2018)^[21] bahwa pembelajaran menarik akan menumbuhkan motivasi belajar siswa.

Tahapan perancangan (*design*) yang dilakukan adalah perancangan *prototype* aplikasi *E-Torso* berbasis *android*, penyusunan konten aplikasi *E-Torso* berbasis *android* sebagai berikut (Edusainstek et al., 2018):



(a)



(b)



(c)

Gambar (a). Desain Tampilan Awal, (b) Tampilan Menu Utama, (c) Menu *Home*

Pada Gambar (a) Tampilan awal pada aplikasi (*home*) *E-Torso* memuat dua halaman dengan keterangan "*Electronic Torso*". Icon "lanjutkan" sebagai pilihan untuk beralih pada halaman utama. Tampilan menu utama pada Gambar (b) memuat aplikasi berisi menu-menu yang terdapat pada bagian tengah dan bawah layar tampilan aplikasi, antara lain: (1) *Toolbar* sebagai menu pilihan untuk kembali pada tampilan awal aplikasi. (2) *Home* adalah menu yang berisi gambar 3D torso yang berwarna. (3) *Petunjuk* yaitu menu dengan sub-menu tambahan. Dalam menu "petunjuk" menampilkan kolom untuk menjelaskan tentang gambaran umum aplikasi, menu "form komentar" sebagai wadah pengguna dalam menyampaikan kritik dan saran terhadap aplikasi, dan sub-menu "profil peneliti" untuk menyajikan alamat *email* dan sosial media peneliti. (4) *Materi* termasuk dalam menu primer yang memuat materi organ-organ sistem gerak pada tubuh manusia, seperti jenis-jenis tulang, jenis sendi, dan

jenis otot yang masing-masing dilengkapi dengan gambar bergerak dan teks deskripsi pada setiap organ. (5) Materi video merupakan menu yang memuat video pembelajaran tentang kelainan-kelainan pada sistem gerak tubuh manusia yang bertautan dengan You-tube secara *online*. Gambar (c) menunjukkan menu *home* yang menampilkan sebuah visualisasi tiga dimensi tubuh manusia yang dapat dioperasikan hingga 360° pada arah horizontal. Dari penggambaran tiga dimensi pada bentuk tubuh manusia secara utuh, pengguna bisa mengoperasikan gambar tersebut baik dari arah kanan ke kiri maupun kiri ke kanan. Bentuk tubuh disajikan secara berwarna yang disesuaikan dengan bagian-bagian tubuh.

Tabel 3. Data Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Skor Ahli Materi 1	Skor Ahli Materi 2	TSEV	S-Max	P(%)	Kriteria
1	Aspek Pembelajaran	43	46	89	96	92,7	Sangat Valid
2	Aspek Substansi Materi	11	11	22	24	91,8	Sangat Valid
Total				111	120	92,5	Sangat Valid

Keterangan:

*TSEV : Total Skor Empirik Validator

*S-Max: Skor Maksimal

Data validasi ahli materi diperoleh rata-rata 92,5% berdasarkan kriteria yang ditentukan dengan ini maka dapat dikatakan bahwa media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* materi sistem gerak pada tubuh manusia untuk kelas VIII SMP tergolong sangat valid. Dari rata-rata tersebut menunjukkan bahwa informasi yang disampaikan dalam media pembelajaran tidak menyimpang dari pokok pembahasan materi sistem gerak pada tubuh manusia. Hal ini karena media pembelajaran harus memuat informasi yang akurat agar tidak terjadi kesalahpahaman dalam menerjemahkan informasi kepada siswa (Mawaddah dkk, 2019)^[5]. Namun rata-rata tersebut belum mencapai nilai sempurna, melihat dari kedua aspek masing – masing yaitu aspek pembelajaran dengan nilai persentase 92,7% dan aspek substansi materi dengan persentase 91,8%. Pada aspek pembelajaran terdapat 7,3% indikator yang tidak maksimal. Diantaranya pada indikator kesesuaian materi dengan tujuan dan kompetensi dasar pembelajaran, standar kompetensi lulusan adalah kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan dan keterampilan. Indikator kedua tentang relevansi tujuan pembelajaran dengan kurikulum yang seharusnya mencakup seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi dan bahan pelajaran (Permendiknas, 2005)^[18]. Indikator ketiga tentang ketepatan penggunaan media dalam strategi pembelajaran dan sistematika media dengan materi yang runtut, sebab penggunaan media sebagai cara untuk menyampaikan informasi berupa informasi pembelajaran (Musaddad, 2016)^[17].

Dalam aspek substansi materi terdapat indikator yang kurang maksimal yaitu pada indikator kesesuaian kedalaman materi pada bidang IPA untuk siswa kelas VIII tingkat SMP. Adapun indikator pencapaian kompetensi dasar pada materi sistem gerak pada tubuh manusia meliputi: (1) menganalisis struktur dan fungsi dari rangka, sendi, dan otot manusia, (2) menganalisis gangguan sistem gerak tubuh manusia (Kemendikbud, 2015)^[5]. Hal tersebut dijelaskan dalam standar nasional pendidikan dalam Permendiknas nomor 19 tahun 2005 akan pengaturan standar minimal pembelajaran yang berhubungan dengan penulisan teks media pembelajaran yaitu, (1) standar isi, (2) standar proses, (3) standar kompetensi, (4) standar sarana dan prasarana (Permendiknas, 2005)^[18]

Berdasarkan hasil evaluasi dari ahli materi berdasarkan aspek pembelajaran dan materi menyatakan sebagai berikut: media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* sesuai dengan tujuan pembelajaran dan indikator kompetensi dasar materi sistem gerak pada tubuh manusia yang relevan dengan kurikulum 2013. Sesuai dengan buku pembelajaran IPA menjelaskan materi sistem gerak manusia mencakup rangka, sendi, otot dan gangguan atau kelainan pada sistem gerak dan upaya pencegahan (Zubaidah dkk, 2017)^[29]. Sebagaimana dari materi dirujuk dari buku Tortora & Nielsen (2013)^[25], sebagai materi penguat yang menitikberatkan pada bagian-bagian dan struktur dari struktur rangka, sendi dan otot manusia, disesuaikan dengan pemahaman siswa kelas VIII tingkat SMP. Dalam hal pemilihan gambar maupun animasi, media aplikasi *E-Torso* sangat mudah dipahami oleh siswa dan sesuai dengan lingkungan sehari-hari. Menurut Made dkk (2019)^[13] media dengan fitur grafis bertujuan menyalurkan pesan melalui indra penglihatan dalam bentuk simbol-simbol komunikasi visual. Pada penyajian materi sistem gerak pada tubuh manusia, media *E-Torso* dipilih sangat sesuai dengan konsep sistem gerak secara teori dan penggunaan istilah ilmiah pada gambar yang sangat sesuai dengan bidang keilmuan.

Hasil evaluasi dari ahli materi berupa komentar dan saran terhadap pengembangan media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* materi sistem gerak pada tubuh manusia kelas VIII SMP sebagai berikut: uji ahli menunjukkan bahwa materi sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran dan sesuai indikator pencapaian kompetensi dasar sehingga media bisa lebih disempurnakan dan dikembangkan kembali dengan menggunakan istilah bahasa yang lebih mudah dijangkau oleh siswa untuk tingkat SMP.

Tabel 4. Data Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek	Skor Ahli Media 1	Skor Ahli Media 2	TSEV	S-Max	P(%)	Kriteria
1	Aspek Umum	14	16	30	32	93,7	Sangat Valid
2	Aspek Rekayasa Perangkat Lunak	28	28	56	64	87,5	Sangat Valid
3	Aspek Komunikasi Visual	42	48	90	96	93,7	Sangat Valid
Total				176	192	91,6	Sangat Valid

Keterangan:

*TSEV : Total Skor Empirik Validator

*S-Max: Skor Maksimal

Data hasil validasi ahli media diperoleh hasil rata-rata validitas 91,6% berdasarkan kriteria yang ditentukan, maka dengan ini dapat dikatakan bahwa media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* materi sistem gerak pada tubuh manusia kelas VIII SMP tergolong sangat valid. Pada aspek umum memperoleh rata-rata validitas 93,7% dengan kriteria sangat valid, sehingga dapat dikatakan bahwa media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* sebagai media kreatif dan inovatif yang berbasis *virtual laboratory*. *Virtual laboratory* adalah media yang mensimulasikan kegiatan laboratorium yang mampu menarik perhatian siswa (Adi & Iqbal, 2016)^[1]. Namun, kurangnya dua indikator pada aspek umum menunjukkan media *E-Torso* belum maksimal sebagai media yang komunikatif dan interaktif, sebab media belum memenuhi tujuannya sebagai alat komunikasi. Salah satu ciri media sebagai alat komunikasi yaitu dengan adanya pertanyaan-pertanyaan yang disajikan pada siswa untuk memberikan gagasan dan menarik perhatian siswa (Mawaddah dkk, 2019)^[15].

Aspek kedua dalam penilaian adalah rekayasa perangkat lunak yang diperoleh dengan rata-rata validitas 87,5% dalam kategori sangat valid. Terdapat Kekurangan rata-rata persentase 12,5% pada indikator untuk memaksimalkan media sebagai media yang efektif dan efisien, yaitu dalam penggunaan media yang *maintainable*, usabilitas, kompatibilitas dan reusabilitas. Beberapa kriteria aplikasi pembelajaran dalam aspek rekayasa perangkat lunak diuraikan sebagai berikut: (1) *maintainable* yaitu dapat dikelola dengan mudah; (2) usabilitas merupakan karakteristik media yang mudah dioperasikan; (3) kompatibilitas adalah media yang dapat dijalankan pada berbagai *hardware* dan *software*; (4) reusabilitas adalah karakteristik media yang dapat dimanfaatkan kembali untuk pengembangan lain (W. Romi S., 2006)^[26].

Aspek yang ketiga yaitu komunikasi dan visual dengan rata-rata validitas 93,7% dalam kriteria validitas dapat diklasifikasikan dalam kategori sangat valid. Adapun kekurangan dalam aspek komunikasi dan visual, yaitu rata-rata presentase 6,3% dari indikator untuk membuat media *E-Torso* maksimal dalam hal pemilihan warna, tata letak, unsur visual animasi gerak dan juga kecepatan dalam mengoperasikan aplikasi. Menurut Wahyuni (2014)^[27], menyatakan bahwa penggunaan berbagai jenis komponen dari multimedia interaktif bertujuan untuk memberikan kemudahan dalam penerimaan materi. Hasil evaluasi dari ahli media berupa komentar dan saran terhadap produk pengembangan media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* pada materi sistem gerak tubuh manusia untuk siswa kelas VIII SMP sebagai berikut: uji ahli mengatakan bahwa media perlu dikembangkan dan disosialisasikan kepada guru agar bisa memanfaatkannya, tidak semua siswa (terutama di daerah) dapat terpenuhi sarana dan prasarannya. Saran yang ditunjukkan yaitu agar media ini mampu diakses pada sistem *IOS* atau *iPhone* agar tidak terbatas oleh sistem *android* saja.

Tabel 5. Data Hasil Uji Coba Lapangan

No.	Aspek	TSEV	S-Max	P(%)	Kriteria
1	Penggunaan Media	620	704	88,1	Sangat Valid
2	Penyajian materi dan tampilan	542	616	87,9	Sangat Valid

Total	1162	1320	88%	Sangat Valid
--------------	-------------	-------------	------------	---------------------

Keterangan:

*TSEV : Total Skor Empirik Validator

*S-Max: Skor Maksimal

Data uji coba lapangan, diperoleh hasil aspek penggunaan media mencapai rata-rata 88,1%, berdasarkan kriteria validasi media tergolong sebagai media sangat valid. Pada persentase rata-rata 12% dari indikator belum mencapai maksimal, menunjukkan bahwa media *E-Torso* berbasis aplikasi android ini belum maksimal dalam aspek penggunaan media. Berdasarkan data angket siswa, dari delapan indikator, salah satunya memiliki total skor terendah yang menunjukkan bahwa media *E-Torso* kurang optimal dalam kecepatan pengoperasian. Ukuran *file* media yaitu 90 MB, mengingat fitur yang termuat animasi cukup banyak sehingga membutuhkan sedikit waktu untuk membuka sub-sub menu pada aplikasi. Aspek kedua yaitu penyajian materi dan tampilan yang mencapai rata-rata persentase 87,9%. Menurut siswa, media ini sederhana karena memiliki gaya huruf, gambar, animasi, dan kontras warna latar yang baik. Menurut (Azaria dkk., 2017)^[5], keunggulan dari sebuah media animasi dengan kelengkapan fitur pendukung secara sistematis akan membantu memaparkan proses prosedur pada penggunaan media. Penggunaan torso elektronik untuk kegiatan pembelajaran mampu memberikan peningkatan pemahaman siswa yang ditunjukkan dengan skor tertinggi pada indikator media yang membantu proses belajar sesuai *virtual laboratory*, karena siswa mampu mengamati dalam bentuk yang sesungguhnya seperti di laboratorium. Perbedaan warna dan bentuk antar objek dalam rangkaian torso memberikan dampak ingatan yang lebih baik bagi siswa (Julaila, 2019). Menurut Isnaini dkk (2015)^[10] motivasi dan minat siswa yang tinggi akan mempengaruhi peningkatan hasil belajar siswa secara maksimal.

Hasil uji lapangan pada 22 siswa kelas VIII SMP diketahui bahwa seluruh siswa memerlukan pengembangan media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* untuk menunjang proses pembelajaran materi sistem gerak pada tubuh manusia. Menurut Andri (2011)^[2], media pembelajaran mampu membangkitkan keinginan, motivasi dan minat dari rangsangan pengaruh secara psikologis pada siswa, media juga membantu guru menjelaskan bahan atau materi pelajaran yang kurang atau tidak mampu dijelaskan dengan verbal. Adapun kendala dalam proses penelitian adalah beberapa siswa memiliki jenis perangkat seluler bukan android, sehingga tidak semua perangkat seluler siswa dapat mengakses aplikasi *E-Torso* berbasis *Android*. Kendala ini diselesaikan dengan pemakaian perangkat secara bergantian.

Dari keseluruhan data yang diperoleh dalam pembahasan yang disesuaikan dengan sumber rujukan, maka media *E-Torso* berbasis aplikasi *android* ini mampu dan dapat dikualifikasi dalam media yang sangat valid. Sebagai media pembelajaran inovatif, aplikasi *E-Torso* memiliki keunggulan diantaranya: (1) aplikasi sebagai sarana pembelajaran mata pelajaran IPA untuk mengenal bagian dan jenis alat gerak tubuh manusia, (2) aplikasi dapat dijalankan pada sistem Android, (3) aplikasi memuat gambar 3D dan juga animasi pada setiap bagian materi alat gerak, (4) aplikasi dilengkapi dengan video pembelajaran yang sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi pembelajaran, (5) aplikasi mudah digunakan sehingga menarik perhatian siswa, dibuktikan dengan hasil rata-rata pada semua aspek mendapatkan persentase 88%.

Adapun perangkat pembangun yang dibutuhkan untuk membuat dan mengakses aplikasi *android E-Torso* ini adalah :

Perangkat keras yang digunakan untuk membuat aplikasi ini, yaitu :

1. RAM : 8GB
2. *Processor* : Intel Core i5 8th generation atau AMD Ryzen 5 3500u
3. *Hard Disk space* : 100GB
4. *Smartphone Android 5.0 (Lollipop)*

Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat aplikasi ini, yaitu :

1. JDK (*Java Development Kit*) version 8
2. *Android Studio Version 4.2.1*
3. *Flutter SDK version 1.22.3*
4. *Dart version 2.10.3*
5. *Google Firebase Cloud Firestore version ^0.14.1+2*

Spesifikasi software dan hardware pada android yaitu :

1. OS Android 5.0 Lollipop
2. 2GB RAM
3. *Internal Memory* 16GB



PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas, pengembangan media *E-Torso* materi sistem gerak pada tubuh manusia berbasis aplikasi *Android* mampu menarik minat siswa dalam memfasilitasi proses pembelajaran dengan kesediaan siswa mengoperasikan konten dalam aplikasi secara keseluruhan. Aplikasi *E-Torso* memudahkan siswa belajar secara mandiri, baik dalam proses pembelajaran *online* maupun *offline*. Dalam proses pembelajaran perlu diperhatikan pemilihan alat dan media yang sesuai dengan kebutuhan, seperti jenis perangkat selular. Bagi pembaca yang akan mengembangkan aplikasi *E-Torso* diharapkan untuk memperbaharui spesifikasi aplikasi agar mampu dioperasikan pada perangkat *IOS* dan *Windows*, agar pengguna tidak keterbatasan dalam sistem perangkat.

DAFTAR RUJUKAN

- Adi, WC, Suratno, S., & Iqbal, M. (2016). Development of a Virtual Laboratory Excretion System in Improving Learning Motivation of High School Students. *Journal of Science Education*, 4(4), 130-136.
- Andri, Y., & Yeni, LF (2011). The Effectiveness of Cooperative Learning Assisted by Flip Book Media on Student Learning Outcomes of Human Movement System in Junior High School. *Journal of Equatorial Education and Learning*, 2(6).
- Suharso, A., & Muhaimin, M. (2016). 3D Human Skeleton Learning Media Based on Magic Book Augmented Reality (AR) (Case Study of SMPN 1 Kota Baru). *Syntax: Journal of Informatics*, 5(1), 1-15.
- Astuti, S., Afifah, N., & Afniyanti, E. (2015). *The Influence of the Talking Stick Type Cooperative Learning Model on Students' Biology Learning Outcomes on Human Movement System Material for Class VIII Islamic Junior High School KeFullan 2014/2015 Academic Year* (Doctoral Dissertation, Pasir Pengaraian University).
- Azaria, C., Panjaitan, R., & Titin, T. (2017). Feasibility of Adobe Flash-Based Interactive Multimedia on Reproductive Health Disorders Sub Material. *Journal of Education and Learning Untan*, 6(4), 215344.
- Febrianto, R. (2013). *Application Of Torso Media To Improve Students' Learning Outcomes On Human Body Organs (Classroom Action Research in Class V MI At-Taubah Kec. Langensari Banjar City)* (Doctoral dissertation, IAIN Syekh Nurjati Cirebon).
- Fitriyani, L., Syahputri, RNE, & Lovani, RJ (2017). MY BODY: Application for Learning Vital Organs and Bones in the Human Skeleton using Augmented Reality. *Proceedings of Applied Science*, 3(2).
- Halidjah, S., & Margiati, KY (2013). PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISWA TUNADAKSA MENGGUNAKAN MEDIA TORSO. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 2(7)
- Hendrawan, SA, Isnanto, RR, & Windasari, IP (2015). Aplikasi Visualisasi 3D Pada Struktur Sistem Rangka Manusia Berbasis Android. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 3(4), 426-435.
- Isnaini, M., Wigati, I., & Oktari, R. (2016). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Torso Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Sistem Pencernaan pada Manusia di SMP Negeri 19 Palembang. *Jurnal Biota*, 2(1), 82-91.
- Kebudayaan, KPD, & INDONESIA, R. (2017). Ilmu Pengetahuan Alam.
- Kurniawan, A., Astuti, AP, & Hidayah, FF (2018). DESAIN PROGRAM APLIKASI “CHEMISTRY LABORATORY” BERBASIS PEMROGRAMAN MACROMEDIA FLASH SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH MANAJEMEN LABORATORIUM. PROSIDING SEMINAR NASIONAL & INTERNASIONAL (Vol. 1, No. 1).
- Latief, AM, & Jamil. (2015). Evaluasi Pelaksanaan Program Bantuan Operasional Sekolah (BOS) Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Utilitas*, 1(1), 35-42.
- Lee, WW, & Owens, DL (2004). *Multimedia-based instructional design: computer-based training, web-based training, distance broadcast training, performance-based solutions*. John Wiley & Sons.



- Made, O., Mustawan, D., Santika, S., & Malang, D. (2019). *Made Dwiana Mustawan MEDIA PEMBELAJARAN SEBAGAI PENGUATAN SIKAP KETERAMPILAN ANAK USIA DINI BHAKTI PERSADA PADA YAYASAN TRI MURTI DUSUN JAMURAN, SUKODADI, MALANG*. 4(2).
- Maharani, YS (2015). Efektivitas Multimedia Pembelajaran Interaktif Berbasis Kurikulum 2013. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 3(1), 31–40.
- Mawaddah, W., Ahied, M., Hadi, WP, Yuniasti, A., Wulandari, R., & Ipa, PP (2019). Uji Kelayakan Multimedia Interaktif Berbasis Powerpoint Disertai Permainan Jeopardy Terhadap Motivasi Belajar Siswa. *Natural Science Education Research*, 2(2), 174-185.
- Mulyani, YF, Praherdhiono, H., & Soepriyanto, Y. (2017). Pengembangan Multimedia Pembelajaran dengan Pendekatan Saintifik. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 2(2), 155–160.
- Musaddad, ZH (2016). *Pengaruh Media Belajar Berbasis Aplikasi Android Terhadap Minat Belajar Mandiri Mahasiswa Pendidikan Agama Islam Universitas Islam Indonesia* (Doctoral dissertation, UII).
- Permendiknas. (2005). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan*. March, 25–27.
- Permendiknas. (2007). *Permendiknas Nomor 24 Tahun 2007 tentang Standar Sarana dan Prasarana untuk SD/MI, SMP/MTs, SMA/MA*. 3(September).
- Qosyim, A., & Priyonggo, FV (2017). Penerapan Media Pembelajaran Interaktif Menggunakan Flash Untuk Materi Sistem Gerak Pada Manusia Kelas VIII. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2(2), 38-44..
- Rahman, MS (2017). Kajian Standarisasi Sarana Prasarana Laboratorium IPA Berdasarkan Permendiknas No. 24 Tahun 2007 di SMPN 4 Sumenep. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 7(1).
- Rahmatan, H., & Redjeki, S. (2012). Pengembangan Model Pembelajaran Biokimia Berbasis Komputer Untuk Membekali Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa Calon Guru Biologi. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(2).
- Sari, NY (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbantuan Software Swishmax pada Pokok Bahasan Bangun Ruang Sisi Datar Kelas VIII di SMP PGRI 6 Bandar Lampung* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Siregar E (2018). *PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERUPA TORSO PADA MATERI SISTEM PERNAPASAN UNTUK SISWA KELAS VIII SMP*. *Biodik*.
- Sugiyono, PD (2012). Metode penelitian pendidikan. *Pendekatan kuantitatif*.
- Sullivan, GM, & Artino, AR (2013). *Analyzing and Interpreting Data From Likert-Type Scales*. *Journal of Graduate Medical Education*, 5(4), 541–542.
- Tortora, GJ, & Nielsen, M. (2013). Principle of Human Anatomy 14th Edition. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Wahono, R. Satria. (2006). Aspek dan Kriteria Penilaian Media Pembelajaran. *Disajikan Di Http://Romisatriawahono.Net/2006/06/21/Aspek-Dan-Kriteria-Penilaian-Media-Pembelajaran/*, 6, 6–21.
- Wahyuni, E., Qosyim, A., & Admoko, S. (2014). KELAYAKAN MEDIA PEMBELAJARAN ANIMASI INTERAKTIF PADA MATERI SISTEM Abstrak. *Kelayakan Media Pembelajaran Animasi Interaktif*, 1–6.
- Wahyuni, R. (2018). *APLIKASI MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM GERAK MANUSIA PADA PELAJARAN IPA TERPADU DI SMP PONDOK PESANTREN BABUSSALAM: APLIKASI MEDIA PEMBELAJARAN SISTEM GERAK MANUSIA PADA PELAJARAN IPA TERPADU DI SMP PONDOK PESANTREN BABUSSALAM*. *Jurnal Ilmu Komputer*, 7(2), 79-91.
- Zubaidah, S., Mahanal, S., Yuliati, L., Dasna, IW, A, A., Pangestuti, R, D., Mahfudhillah, HT, Robitah, A., L, Z.,



& Kurniawati. (2017). *Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII SMP/ MTS Semester 1 Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.*



PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS POE (PREDICT, OBSERVE, DAN EXPLAIN) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS

Cindy Audia Sahara *, Syaiful Arif

IAIN Ponorogo 1
IAIN Ponorogo 2

*Email : 08cindyaudia@gmail.com

Abstrak

Lembar kerja merupakan panduan siswa untuk meningkatkan kemampuan berkomunikasi peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan, kepraktisan serta keefektifan dari produk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan berkomunikasi peserta didik. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode *Research and Development* dengan menerapkan beberapa tahapan model Borg and Gall. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar validitas ahli, tes kemampuan berkomunikasi serta angket respon peserta didik. Kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji validitas ahli, uji validitas dan reliabilitas, uji *N-Gain* dan uji *t* meliputi uji *independent t-test two tailed* dan uji *t-test one tailed*. Hasil penelitian ini yaitu produk lembar kerja peserta didik berbasis POE (*Predict, Observe, Dan Explain*) dengan pendekatan literasi sains layak untuk diterapkan dalam pembelajaran IPA, praktis dan efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan berkomunikasi peserta didik dengan perolehan nilai *N-Gain* sebesar 66,67 pada taraf signifikansi ($\alpha = 0.05$).

Kata kunci: LKPD, POE, Literasi sains, Kemampuan berkomunikasi

PENDAHULUAN

Teknologi yang semakin maju pada abad 21, mengharuskan peserta didik mampu mengikuti arus kemajuan zaman namun harus tetap membekali dirinya dengan berbagai kemampuan yang ada. Dilansir dari *National Education Association* bahwa generasi saat ini bukan hanya harus mampu menguasai kemampuan di bidang kognitif saja, namun juga harus mampu untuk berkomunikasi dengan baik dan mahir (Wicaksono et al., 2019). Sedangkan menurut data hasil penyelidikan yang dilakukan oleh PISA memperlihatkan bahwa pada tahun 2015 Indonesia mencatat skor rata-rata literasi sains dibawah standard ketetapan OECD. Hal ini menunjukkan rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik salah satunya terdapat pada indikator kemampuan proses sains, khususnya dalam berkomunikasi (Rohmawati et al., 2018). OECD menjelaskan bahwa kemampuan berkomunikasi peserta didik dalam literasi ilmiah bukan hanya tentang cara berbicara, bertukar wawasan maupun opini saja, namun juga mencakup kemampuan dalam menjelaskan kebenaran ilmiah dari riset yang telah dilakukan baik dalam bentuk tulisan maupun lisan (Nugraheni et al., 2017). Dengan demikian dapat dipahami bahwa kemampuan berkomunikasi sangat penting untuk dimiliki oleh peserta didik.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan oleh peneliti di salah satu SMP Negeri di Ponorogo menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berkomunikasi peserta didik tingkat usia SMP/MTs masih kurang baik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil analisis nilai LKPD kemampuan berkomunikasi peserta didik yang diperoleh peneliti saat melakukan observasi, yang menunjukkan bahwa hanya 11 dari 24 peserta didik yang mampu mendapatkan nilai diatas kriteria ketentuan maksimal yang telah ditentukan (KKM: 70). Pernyataan tersebut juga dikuatkan dengan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan salah satu guru IPA yang menjelaskan bahwa tingkat kemampuan berkomunikasi yang dimiliki peserta didik masih perlu ditingkatkan. Hal ini dapat dilihat dari masih diperlukannya pembimbingan dari guru agar peserta didik lebih berani dan mampu mengutarakan ide maupun gagasan yang dimilikinya. Narasumber juga menjelaskan bahwa dalam kegiatan pembelajaran, guru sudah berupaya untuk menerapkan kegiatan pembelajaran yang bersifat membangun seperti melakukan diskusi. Namun, untuk LKPD yang diterapkan dalam kegiatan pembelajaran selama ini memang masih berfokus pada kemampuan kognitif saja sehingga hanya untuk melihat tingkat pemahaman peserta didik pada materi yang dipelajari, belum mengarah pada LKPD yang mampu berfokus untuk meningkatkan kemampuan sains peserta didik khususnya kemampuan dalam berkomunikasi sains.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang telah dilakukan, peneliti bermaksud untuk mengembangkan produk pembelajaran guna meningkatkan kemampuan berkomunikasi yaitu pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*Predict, Observe, dan Explain*) dengan pendekatan literasi sains. LKPD dipilih untuk dikembangkan dalam penelitian ini, karena LKPD merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang mampu menunjang jalannya kegiatan belajar mengajar terutama pada pembelajaran K-13



(kurikulum 2013) yang berorientasi pada peserta didik. Sebagaimana pendapat dari Kosasih yang menyatakan bahwa K-13 sangat menitikberatkan pada serangkaian proses yang harus dilalui oleh peserta didik guna mampu meningkatkan wawasan dan keterampilan melalui pengalaman belajar sehingga mampu menumbuhkan sikap ilmuwan IPA dalam diri peserta didik (Sinaga et al., 2019). Widjajanti mengungkapkan bahwa salah satu sumber pembelajaran yang mampu dikembangkan oleh pendidik dengan menyesuaikan kondisi dan situasi serta permasalahan yang ada yaitu LKPD. Selain itu, Prastowo juga menyatakan bahwa LKPD yang disusun sendiri oleh pendidik lebih mampu mempunyai daya tarik tersendiri serta lebih sesuai dengan lingkungan sosial budaya peserta didik (Suhendar, 2018).

Ciri khas dari LKPD berbasis POE ini yaitu adanya kesatuan poses *predict*, *observe* dan *explain* yang harus ditempuh oleh peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan yang telah disajikan. Sebagaimana penelitian yang telah dilakukan oleh Budiono et al., pada tahun 2018 menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam berargumentasi menjadi lebih baik dengan diterapkannya LKPD berbasis POE (*predict*, *observe* dan *explain*) (Budiono et al., 2018). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Tina pada tahun 2017 juga menunjukkan bahwa penerapan metode POE (*predict*, *observe* dan *explain*) dalam kegiatan pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik dengan adanya tahapan *predict*, *observe* dan *explain* (Sumartini, 2017).

Pendekatan literasi sains juga dipilih untuk menunjang kemampuan berkomunikasi peserta didik melalui penyusunan LKPD berbasis POE, karena terdapat hal-hal positif yang mampu diperoleh saat peserta didik mampu menguasai literasi sains. Kek, et al., menyatakan bahwa dengan menguasai literasi sains dapat menambah wawasan, keahlian dalam menggali informasi serta meningkatkan sikap penuh tanggung jawab dalam kehidupan sehari-hari (Wicaksono et al., 2019). Selain itu, Kemendikbud juga menyatakan bahwa cara berfikir, sikap serta karakter peduli terhadap lingkungan sekitar dapat ditumbuhkan melalui literasi sains. Peserta didik yang mampu menguasai keterampilan literasi sains akan lebih siap dan mampu untuk menghadapi permasalahan-permasalahan yang ada di masyarakat yang sangat bertumpu pada teknologi di masa modern seperti ini. Selain itu, seseorang yang mampu menguasai literasi sains akan lebih mampu menciptakan produk yang sangat bermanfaat guna menyelesaikan problem yang ada disekitarnya (Armas et al., 2019).

Terdapat beberapa indikator yang berfungsi sebagai acuan dasar dalam pengukuran kemampuan berkomunikasi peserta didik. Indikator yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu kemampuan menggali informasi, kemampuan mengolah data riset, serta kemampuan menyampaikan ide dan pendapat. Kemampuan peserta didik dalam menggali informasi dapat dilihat dari kemampuan dalam menarasikan kembali materi-materi yang telah dipelajari sebelumnya secara tertulis serta mampu mengaitkan problem tersebut dengan materi yang sudah dipelajari sebelumnya (Zulfa & Rosyidah, 2020). Kemudian kemampuan peserta didik dalam mengolah data dapat dilihat dari kemampuan dalam menarasikan data riset berupa gambar, tabel, grafik maupun sebagainya menjadi narasi ilmiah, serta sebaliknya yaitu mendeskripsikan riset penelitian yang berupa teks atau catatan kecil menjadi gambar, tabel, grafik, dan lain sebagainya sesuai dengan kebutuhan pelaporan penelitian (Sari et al., 2016) Sedangkan kemampuan menyampaikan ide dan pendapat dapat dilihat dari kemampuan peserta didik dalam mengungkapkan pendapatnya terhadap problem yang ada di sekitarnya dengan menggunakan bahasa yang baik, serta menyebutkan penyebab suatu kejadian berdasarkan fenomena yang telah dijabarkan (Zulfa & Rosyidah, 2020).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Research and Development* dengan menerapkan beberapa tahapan model Borg and Gall dikarenakan adanya kendala waktu tenaga dan biaya. Adapun fokus penelitian yang diteliti yaitu kemampuan berkomunikasi peserta didik. Penelitian ini bertempat di MTs 1 Muhammadiyah yang terletak pada Jalan Stadion Timur, No. 20 B Kertosari, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Sampel pada penelitian ini diambil menggunakan teknik *sampling jenuh* yaitu seluruh peserta didik kelas VII MTs Muhammadiyah 1 Ponorogo yang nantinya terbagi menjadi kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada kelas eksperimen peneliti memberikan perlakuan berupa penerapan LKPD berbasis POE (*predict*, *observe* dan *explain*) dengan pendekatan literasi sains, sedangkan untuk kelas kontrol tidak diberlakukan LKPD berbasis POE (*predict*, *observe* dan *explain*) dengan pendekatan literasi sains.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lembar validitas ahli yang terdiri atas validitas materi/konten, validitas konstruk (kekhasan) dan validitas keterbacaan, tes kemampuan berkomunikasi yang terdiri atas *pretest* dan *posttest*, serta angket respon peserta didik. Teknik analisis data yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Teknik analisis deskriptif kualitatif diterapkan untuk menganalisis

kritik dan saran yang diberikan validator pada lembar validitas konstruk (kekhasan). Sedangkan teknik analisis deskriptif kuantitatif diterapkan untuk menganalisis hasil berupa angka.

Untuk melihat keefektifan dari LKPD yang diterapkan dapat ditinjau dari perolehan nilai peserta didik pada *pretest* dan *posttest* yang dianalisis menggunakan uji *N-Gain* dan uji *t* dengan bantuan program *SPSS versi 25.0*. Jika hasil uji *N-Gain* berada pada rentang $0.30 \leq g \leq 0.70$, maka produk yang dikembangkan mampu dikatakan cukup efektif untuk meningkatkan kemampuan berkomunikasi peserta didik (Lestari & Mujib, 2018). Jika hasil uji *t* menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sedangkan jika hasil uji *t* lebih dari 0,05 maka tidak terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol (Zulfa, 2020).

Untuk melihat kelayakan dari produk LKPD yang dikembangkan dapat ditinjau dari analisis lembar validitas ahli, yang telah diisi oleh dua validator yaitu Bapak Khoirul Anwar, M.Pd, dan Ibu Aldila Candra Kusumaningrun, M.Pd. selaku dosen Tadris IPA di IAIN Ponorogo. Data yang diperoleh dari lembar validitas ahli tersebut kemudian dianalisis menggunakan rumus presentase PPV.

$$PPV = \frac{\sum \text{jawaban validator}}{\sum \text{jawaban tertinggi validator}} \times 100\%$$

Kriteria kelayakan dari produk LKPD yang dikembangkan yaitu:

Tabel 1. Kategori Kelayakan Produk Pengembangan

Skor	Kriteria Kelayakan
81%-100%	Sangat layak
61%-80%	Layak
41%-60%	Cukup layak
21%-40%	Kurang layak
0%-20%	Sangat tidak layak

(Fatmawati, 2016)

Sedangkan untuk melihat kepraktisan LKPD, peneliti menggunakan instrumen angket respon peserta didik berupa skala *likert* yang dianalisis menggunakan rumus presentase respon.

$$\text{Persentase respon} = \frac{\sum \text{respon peserta didik}}{\sum \text{maximum respon peserta didik}} \times 100\%$$

LKPD yang dikembangkan mampu dikatakan praktis jika persentase respon peserta didik $\geq 61\%$. Sehingga jika persentase respon peserta didik $\leq 41\%$, maka LKPD yang dikembangkan masih termasuk kategori tidak praktis dan memerlukan perbaikan kembali (Susiawan, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelayakan LKPD Berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan pendekatan literasi sains

Kelayakan LKPD yang dikembangkan dapat ditinjau tiga aspek yaitu aspek materi/konten, aspek kekhasan dan aspek keterbacaan. Adapun ciri khas pada LKPD yang dikembangkan yaitu adanya penetapan model pembelajaran POE (*predict, observe dan explain*) serta pendekatan literasi sains pada LKPD yang tercermin pada fitur-fitur yang terdapat dalam LKPD. Terdapat empat fitur dalam LKPD yaitu fitur literasi sains, fitur *predict*, fitur *observe* dan fitur *explain*. Sebagaimana penelitian yang telah dilakukan oleh Budiono et al., pada tahun 2018 menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam berargumentasi menjadi lebih baik dengan diterapkannya LKPD berbasis POE (*predict, observe dan explain*) (Budiono et al., 2018). Kek, et al., menyatakan bahwa dengan menguasai literasi sains dapat menambah wawasan, keahlian dalam menggali informasi serta meningkatkan sikap penuh tanggung jawab dalam kehidupan sehari-hari (Wicaksono et al., 2019).

a. Validitas Materi/Konten

Penilaian pada aspek materi/konten berfungsi untuk mengukur kesesuaian isi serta materi yang dicantumkan dalam LKPD dengan KD yang harus dicapai peserta didik. (Tabel 2.) menunjukkan hasil rekapitulasi validator terhadap LKPD yang telah dikembangkan pada aspek validitas materi/konten.

Tabel 2. Rekapitulasi Validitas Materi/Konten

Aspek Penilaian Validitas	Tingkat Validitas	Persentase (%)
---------------------------	-------------------	----------------

Kelayakan Materi/Konten menurut BSNP	Sangat layak	87,5%
Kelayakan Penyajian menurut BSNP	Sangat layak	87,5%
Kelayakan Bahasa menurut BSNP	Layak	80%
Penilaian Kemampuan Komunikasi Sains	Sangat layak	97,5%
Jumlah rata-rata		88%

b. Validitas Konstruk (kekhasan).

Penilaian pada aspek kekhasan berfungsi untuk mengukur tingkat kelayakan penetapan ciri khas POE dan pendekatan literasi sains pada LKPD yang telah dikembangkan. (Tabel 3.) menunjukkan hasil rekapitulasi validator terhadap LKPD yang telah dikembangkan pada aspek validitas konstruk (kekhasan).

Tabel 3. Rekapitulasi Validitas Konstruk

Konstruk	Komentar
Fitur literasi sains bertujuan untuk memupuk rasa peduli peserta didik terhadap isu sains yang ada di lingkungan sekitar.	Sudah baik
Fitur <i>predict</i> (memprediksi) bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menggali informasi.	Sudah baik, karena sudah mampu menstimulasi peserta didik untuk mampu menggali informasi. Namun sebaiknya, pendeskripsian harus lebih dispesifikkan lagi.
Fitur <i>observe</i> (mengamati) bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengolah data hasil penelitian.	Sudah baik, hanya terdapat sedikit revisi pada tujuan percobaan dan variabel terikat.
Fitur <i>explain</i> (menjelaskan) bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menyampaikan ide dan pendapat serta mengolah data riset.	Sudah baik. Namun, untuk pendeskripsian stimulus yang diberikan sebaiknya dibuat lebih mendetail agar penjelasan peserta didik nantinya lebih terfokus dan detail.

c. Validitas keterbacaan

Penilaian pada aspek keterbacaan berfungsi untuk mengukur pemilihan jenis huruf, ukuran huruf, tata letak dalam lembar kerja peserta didik, serta warna yang diterapkan dalam LKPD. (Tabel 4.) menunjukkan hasil rekapitulasi validator terhadap LKPD yang telah dikembangkan pada aspek validitas keterbacaan.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Validitas Keterbacaan

Aspek Penilaian Kelayakan	Tingkat Kelayakan	Persentase (%)
Desain LKPD	Sangat layak	89 %
Typografi LKPD	Sangat layak	97 %
Ilustrasi isi LKPD	Layak	83 %
Jumlah rata-rata		90%

Kepraktisan LKPD Berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan Pendekatan Literasi Sains

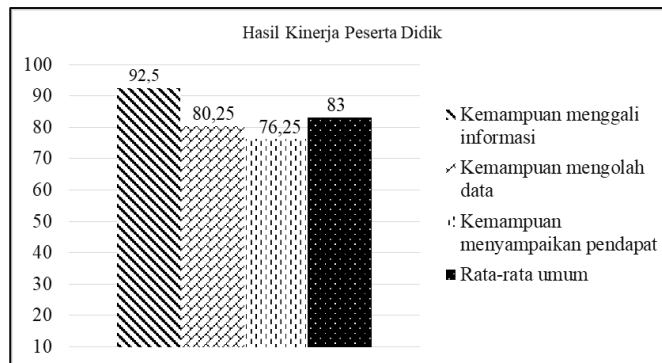
Tingkat kepraktisan LKPD mampu ditinjau dari respon positif yang diperoleh pada angket respon peserta didik. Terdapat 3 aspek penilaian yang harus dinilai peserta didik dalam LKPD berbasis POE ini yaitu aspek ketertarikan, aspek materi/konten dan aspek bahasa. Respon positif diperoleh dari hasil respon sangat setuju dan setuju. Sedangkan respon negatif diperoleh dari hasil respon kurang setuju dan tidak setuju. Rata-rata hasil respon peserta didik terhadap lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan pendekatan literasi sains yaitu sebesar 83% memberikan respon positif, sedangkan 17% nya memberikan respon negatif. (Tabel 5.) menunjukkan hasil rekapitulasi angket respon peserta didik.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Angket Respon Peserta Didik

Aspek Penilaian	Penilaian			
	Sangat Setuju	Setuju	Kurang Setuju	Tidak Setuju

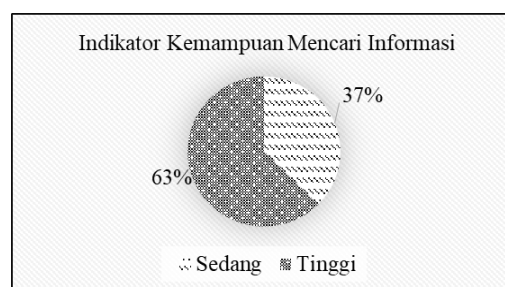
Aspek Ketertarikan	42%	42%	12%	4%
Aspek Materi/Konten	36%	52%	8%	4%
Aspek Bahasa	21%	56%	19%	4%
Rata-rata	33%	50%	13%	4%

Selain ditinjau dari angket respon peserta didik, tingkat kepraktisan juga dilihat dari kinerja peserta didik dalam menyelesaikan soal dan percobaan yang terdapat dalam LKPD yang telah dikembangkan. Diagram hasil kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan pendekatan literasi sains dapat dilihat pada (Gambar 1.)



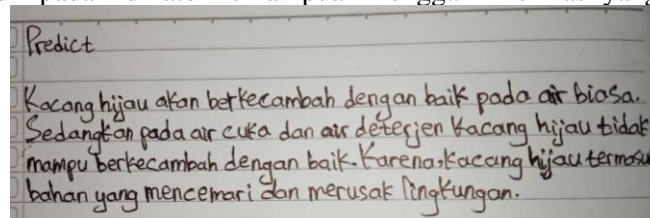
Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan (Gambar 1.) menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berkomunikasi peserta didik sebesar 83. Rata-rata tersebut dapat diketahui dari hasil analisis terhadap kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan LKPD berbasis POE dengan pendekatan literasi sains yang di dalamnya terdapat 3 indikator pencapaian kemampuan berkomunikasi, yaitu indikator kemampuan menggali informasi, indikator kemampuan mengolah data dan indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat.

Pertama, indikator kemampuan menggali informasi merupakan indikator yang mengukur kemampuan peserta didik dalam menarasikan kembali materi-materi yang telah dipelajari sebelumnya, baik dari buku-buku pelajaran, video pembelajaran, dan sumber belajar lainnya. Selain itu, kemampuan menggali informasi ini juga mampu dilihat dari kemampuan peserta didik dalam mampu mengaitkan problem yang dipaparkan dengan materi yang sudah dipelajari sebelumnya (Zulfa & Rosyidah, 2020). Berdasarkan rekapitulasi dari hasil kinerja peserta didik pada (Gambar 1.) dapat dilihat bahwa nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik pada indikator kemampuan menggali informasi pada tahap *predict* menunjukkan rata-rata sebesar 92,5. Nilai rata-rata ini termasuk pada kategori tinggi jika dibandingkan dengan indikator kemampuan berkomunikasi yang lainnya. Rata-rata 92,5 tersebut terdiri atas dua kategori, yaitu kategori sedang dan kategori tinggi (Gambar 2.).



Gambar 2. Diagram Hasil Kinerja Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Menggali informasi

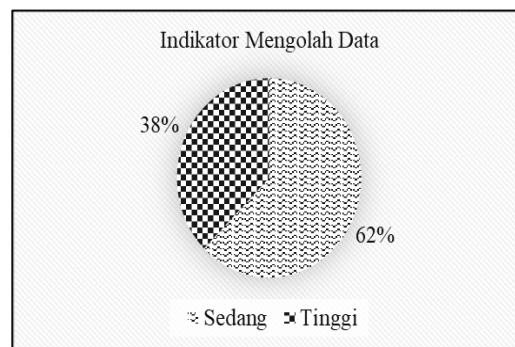
Berdasarkan Gambar 2. tersebut dapat diketahui bahwa 63% peserta didik termasuk ke dalam kategori tinggi dan 37% sisanya termasuk ke dalam kategori sedang. (Gambar 3.) merupakan gambaran dari salah satu contoh jawaban peserta didik pada indikator kemampuan menggali informasi yang terdapat pada tahap *predict*.



Gambar 3. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Menggali informasi

Sebagaimana uraian sebelumnya, melalui indikator kemampuan menggali informasi peserta didik diharapkan mampu menarasikan materi sebelumnya, serta mengaitkan fenomena yang dipaparkan dengan materi yang dipelajari. Dari (Gambar 3.) dapat diketahui bahwa peserta didik mampu mengaitkan fenomena yang terdapat pada LKPD yaitu tentang pengaruh jenis air yang berbeda-beda (air biasa, air sabun dan air cuka) terhadap kualitas perkecambah kacang hijau dengan berita pencemaran air yang tertera pada fitur literasi sains. Kemampuan tersebut dapat dilihat dari jawaban yang diberikan peserta didik tersebut jelas dan lengkap. Membaca berita pencemaran pada fitur literasi sains memberikan pengaruh terhadap jawaban yang akan diberikan oleh peserta didik pada tahap *predict*. Aslamiyah mengatakan dengan membaca merupakan salah satu aktivitas yang mengarahkan peserta didik untuk mampu menggali informasi dari bacaan yang ada sehingga mampu menambah wawasan yang dimilikinya (Kamsari, 2013).

Kedua, indikator kemampuan mengolah data merupakan kemampuan peserta didik dalam menarasikan data riset berupa gambar, tabel, grafik maupun sebagainya menjadi sebuah narasi ilmiah yang dapat dipahami oleh orang banyak, serta sebaliknya yaitu mendeskripsikan riset penelitian yang berupa teks atau catatan kecil menjadi gambar, tabel, grafik, dan lain sebagainya sesuai dengan kebutuhan pelaporan penelitian (Sari et al., 2016) Berdasarkan rekapitulasi dari hasil kinerja peserta didik, nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik pada indikator kemampuan mengolah data pada tahap *observe* dan *explain* menunjukkan rata-rata sebesar 80,25. Rata-rata 80,25 tersebut jika dikategorikan terdiri atas dua kategori, yaitu kategori sedang dan kategori tinggi (Gambar 4.).



Gambar 4. Diagram Hasil Kinerja Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Mengolah Data

Berdasarkan Gambar 4. tersebut dapat diketahui bahwa 38% peserta didik termasuk ke dalam kategori tinggi dan 62% sisanya termasuk ke dalam kategori sedang. (Gambar 5.) merupakan gambaran dari salah satu contoh jawaban peserta didik pada indikator kemampuan mengolah data.

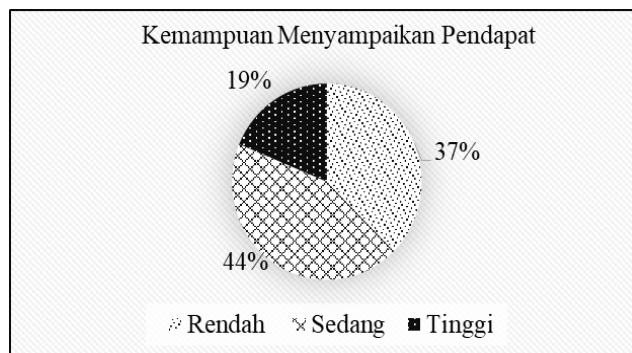
Melakukan percobaan.				Bercambah kacang hijau					
Hasil pengamatan :				Tumbuh dan ukuran tinggi					
Hari ke	Tanggal	Jenis air	Tumbuh dan baik/tidak	ukuran tinggi (cm)	Hari ke	Tanggal	Jenis air	Tumbuh dan baik/tidak	ukuran tinggi (cm)
1	28 Februari 2020	Gelas A Air detergen	Tidak	belum terlihat	2	23 Feb 2021	Gelas A Air Detergen	Tidak	bertumbuh sedikit
		Gelas B Air cuka	Tidak	masih terlihat awar			Gelas B Air cuka	Tidak	bertumbuh sekitar 2-3 cm tetapi tidak subur
		Gelas C Air biasa	baik	± 2 cm			Gelas C Air biasa	baik	± 5 cm

Gambar 5. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Mengolah Data

Sebagaimana uraian sebelumnya, melalui indikator kemampuan mengolah data ini peserta didik diharapkan mampu menarasikan data hasil penelitian ke dalam sebuah tabel, grafik, diagram dan sebaliknya yaitu menyajikan data hasil penelitian berupa tabel, grafik, diagram ke dalam narasi ilmiah yang mampu dipahami oleh banyak orang (Sari et al., 2016). Dari (Gambar 5.) dapat diketahui bahwa peserta didik mampu menyajikan data hasil kegiatan *eksperimen* sederhana yang telah dilakukan tentang pengaruh jenis air (biasa dan tercemar) terhadap perkecambah kacang hijau. Hal ini dapat dilihat dari kelengkapan tabel hasil pengamatan yang disajikan oleh peserta didik. Selain itu, peserta didik juga mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada secara lengkap dan jelas sesuai dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan. Tujuan dari adanya pertanyaan-pertanyaan

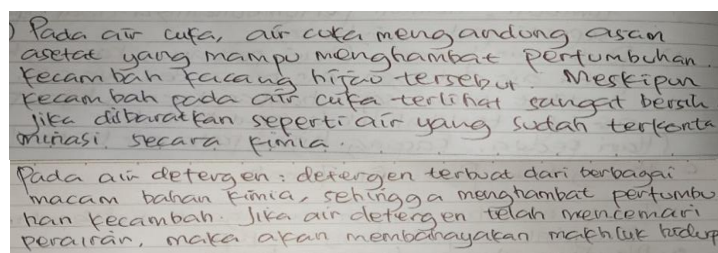
tersebut adalah agar peserta didik mampu menjelaskan tabel hasil pengamatan pengaruh jenis air (biasa, tercemar) terhadap perkecambahan kacang hijau dengan baik melalui jawaban dari pertanyaan yang ada. Sehingga, orang lain mampu memahami maksud dari data hasil penelitian tersebut. Kemampuan peserta didik menyajikan data hasil pengamatan serta kelengkapan jawaban dari pertanyaan yang diberikan menunjukkan bahwa peserta didik mempunyai kemampuan berkomunikasi sains dengan baik khususnya pada indikator kemampuan mengolah data.

Ketiga, indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat merupakan kemampuan peserta didik dalam mengungkapkan buah pikirannya dengan penggunaan bahasa yang baik, mengungkapkan pendapatnya terhadap problem yang ada disekitarnya dengan menggunakan bahasa yang baik, serta mampu menganalisis penyebab dari fenomena yang telah dipaparkan (Zulfa & Rosyidah, 2020). Berdasarkan rekapitulasi dari hasil kinerja peserta didik, nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik pada indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat pada tahap *explain* menunjukkan rata-rata sebesar 76,25. Berbeda dengan nilai yang dicapai peserta didik pada dua indikator sebelumnya, rata-rata nilai pada indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat sebesar 76,25 tersebut jika dikategorikan terdiri atas tiga kategori, yaitu kategori rendah, sedang dan tinggi (Gambar 6.).



Gambar 6. Diagram Hasil Kinerja Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Menyampaikan Ide dan Pendapat

Berdasarkan Gambar 6. tersebut dapat diketahui bahwa 19% peserta didik termasuk ke dalam kategori tinggi, 44% termasuk ke dalam kategori sedang dan 37% sisanya termasuk ke dalam kategori rendah. (gambar 7.) merupakan gambaran dari salah satu contoh jawaban peserta didik pada indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat.



Gambar 7. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Menyampaikan Ide dan Pendapat

Sebagaimana penjelasan sebelumnya, melalui indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat ini peserta didik diharapkan mampu mengungkapkan pendapatnya serta menganalisis penyebab dari fenomena yang ada disekitarnya dengan menggunakan bahasa yang baik (Zulfa & Rosyidah, 2020). Dari (Gambar 7.) dapat diketahui bahwa peserta didik mampu menganalisis faktor yang menyebabkan kacang hijau tidak mampu berkecambah dengan baik pada air cuka dan air detergen. Selain itu, peserta didik juga mampu memberikan ide serta pendapatnya sebagai salah satu bentuk strategi yang bisa diterapkan untuk menanggulangi pencemaran lingkungan yang terjadi di sekitarnya. Kemampuan peserta didik dalam menganalisis penyebab dari problem yang dipaparkan menunjukkan bahwa peserta didik mempunyai kemampuan menyampaikan ide dan pendapat dengan baik.

Keefektifan LKPD Berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan Pendekatan Literasi Sains

Uji keefektifan LKPD berbasis POE ini dilihat dari perolehan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik yang kemudian di analisis menggunakan uji *N-Gain* dan uji *t*. Analisis menggunakan uji *N-Gain* berfungsi untuk

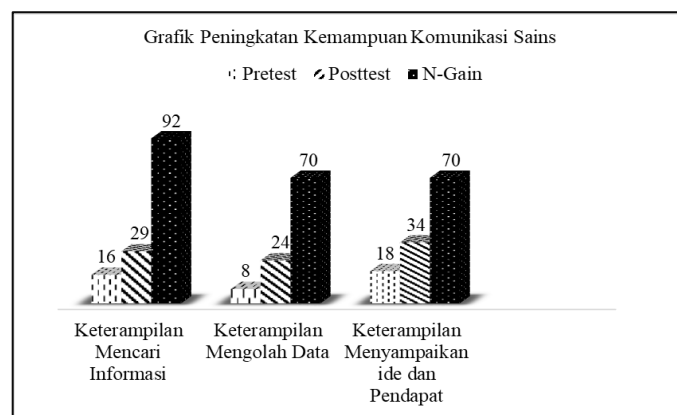
mengetahui mengetahui peningkatan nilai yang diperoleh peserta didik dari hasil awal yaitu *pretest* ke hasil yang kedua yaitu *posttest*. Tabel 6. merupakan nilai *pretest* dan *posttest* secara keseluruhan setelah di analisis dengan uji N-Gain.

Tabel 6. Hasil Uji N-Gain secara Umum

	N-Gain Score	
	Kontrol	Eksperimen
Minimal	47,3389	70,2083
Maksimal	80,00	100,00
Rata-rata	0,00	66,67

Berdasarkan Tabel 6. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan rata-rata kemampuan komunikasi sains peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Rata-rata peningkatan kemampuan berkomunikasi peserta didik pada kelas kontrol mencapai 47,3389. Sedangkan pada kelas eksperimen peningkatannya mencapai 70,2083. Dengan demikian dapat diketahui bahwa lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe* dan *explain*) dengan pendekatan literasi sains yang diterapkan dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berkomunikasi.

Peningkatan tersebut dapat dilihat dari 3 indikator yaitu indikator kemampuan menggali informasi, indikator kemampuan mengolah data serta indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat. Kriteria penilaian yang diberikan untuk soal *pretest* dan *posttest* yaitu skor 10 untuk jawaban yang benar dan skor 0 untuk jawaban yang salah. Adapun rata-rata *pretest*, *posttest* dan uji N-Gain pada setiap indikator di kelas eksperimen dapat dilihat pada (Gambar 8.).



Gambar 8. Grafik Peningkatan Kemampuan Komunikasi Sains

Pada Gambar 8. berisi rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* serta rata-rata presentase N-Gain yang diperoleh peserta didik pada setiap indikator kemampuan berkomunikasi. Terdapat 3 indikator yang diterapkan untuk menunjang kemampuan berkomunikasi peserta didik. Peningkatan kemampuan berkomunikasi peserta didik paling tinggi diperoleh pada indikator kemampuan menggali informasi dengan rata-rata *pretest* yang diperoleh peserta didik sebesar 16, *posttest* sebesar 29, dan rata-rata persentase N-Gain sebesar 92%.

8. Air disekitar rumah Sinta tercemar oleh limbah rumah tangga dan sampah. Sedangkan air yang digunakan setiap hari adalah air dari sumur di sekitar rumahnya. Beberapa hari kemudian, Sinta mengalami sakit perut yang berlebihan sehingga menyebabkan Sinta buang air besar berulang kali. Setelah Sinta memeriksakan diri ke dokter ternyata penyakit Sinta ini disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* atau sering dikenal dengan bakteri *E. coli*. Bakteri *E. coli* ini paling sering dialami oleh orang yang mengonsumsi air yang tercemar. Berdasarkan uraian diatas, jenis penyakit yang diderita Sinta jika dikaitkan dengan materi pencemaran lingkungan adalah..... *

a. Diare

b. Hepatitis A

c. Disentri amoeba

d. Paratifus

Gambar 9. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Menggali informasi

Berdasarkan Gambar 9. dapat diketahui bahwa peserta didik sudah mampu mengembangkan salah satu indikator kemampuan berkomunikasi yaitu indikator kemampuan menggali informasi dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari pemilihan jawaban yang tepat yang menunjukkan bahwa peserta didik mampu membaca dan memahami makna yang terkandung dari pertanyaan tersebut dengan baik dan teliti. Abidin mengatakan bahwa salah satu tujuan membaca yaitu untuk menggali informasi atau makna yang terkandung pada suatu bacaan (Nazilah et al., 2017). Adanya kemampuan memahami makna serta informasi yang terdapat pada bacaan dengan baik, mampu mengarahkan peserta didik untuk memperoleh informasi yang lebih luas (Patiung, 2016). Sehingga kemampuan berkomunikasi peserta didik dapat lebih berkembang secara optimal.

Peningkatan kemampuan berkomunikasi pada indikator kemampuan mengolah data serta indikator menyampaikan ide dan pendapat mempunyai rata-rata persentase N-Gain yang sama yaitu 70%. pada indikator kemampuan mengolah data, nilai rata-rata *pretest* yang diperoleh peserta didik sebesar 8, *posttest* 24

5. Perhatikan hasil penelitian di bawah ini!

Pengaruh detergen terhadap perkecambahan kacang hijau

No.	Konsentrasi detergen	Rata-rata panjang akar
1.	Kontrol	4
2.	3,1 %	3
3.	6,25%	2
4.	12,5%	1
5.	25%	0
6.	50%	0
7.	100%	0

Kesimpulan dari tabel diatas adalah, **kecuali**...

- a. Detergen mempunyai dampak negatif terhadap organisme yaitu ditandai dengan terhambatnya pertumbuhan
- b. Detergen dengan konsentrasi yang tinggi mampu mengakibatkan organisme tidak mampu bertahan hidup
- c. Detergen dalam kadar tertentu mampu mengganggu kehidupan organisme
- d. Detergen mampu meningkatkan pertumbuhan akar perkecambahan

Berdasarkan (Gambar 10.) tersebut dapat diketahui bahwa peserta didik sudah mampu mengembangkan salah satu indikator kemampuan berkomunikasi yaitu indikator kemampuan mengolah data dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari pemilihan jawaban yang tepat yang menunjukkan bahwa peserta didik mampu membaca dan memahami data hasil penelitian yang terdapat pada tabel yang kemudian dideskripsikan ke dalam kalimat yang mampu dipahami. Sebagaimana teori dari OECD menjelaskan bahwa dalam literasi ilmiah kemampuan berkomunikasi peserta didik bukan hanya tentang cara berbicara, bertukar wawasan, kebenaran-kebenaran ilmiah, maupun opini saja, namun juga mencakup kemampuan peserta didik dalam memarafasakan sebuah kebenaran-kebenaran ilmiah yang ada dari riset yang telah dilakukan dalam bentuk narasi maupun manuskrip (Nugraheni et al., 2017).

Selanjutnya, pada indikator kemampuan menyampaikan ide, pendapat nilai rata-rata *pretest* yang diperoleh peserta didik sebesar 18 dan *posttest* 34. (Gambar 11.) merupakan gambaran dari salah satu jawaban peserta didik pada indikator menyampaikan ide dan pendapat.

4. Eda tinggal di Desa Kintamani yang airnya berasal dari mata air pegunungan. Pada suatu hari, ia liburan bersama keluarganya ke rumah neneknya yang ada di Singaraja. Selama dua minggu di sana ia terjangkit gatal-gatal, hingga wajahnya pun ikut berjerawat. Padahal air yang ia gunakan untuk mandi dan membersihkan wajah itu secara fisik terlihat sama dengan yang ada di Kintamani, bahkan sabun yang ia gunakan juga sama saja. Kata dokter, kulit Eda termasuk jenis kulit yang sensitif terhadap suhu lingkungan, sabun dan air yang digunakan. Berdasarkan cerita Eda tersebut, menurut anda faktor yang menyebabkan kulit Eda menjadi gatal jika dikaitkan dengan materi pencemaran adalah.... *

- a. Air yang digunakan di Singaraja tercemar secara kimiawi, yaitu terkontaminasi oleh zat-zat berbahaya
- b. Sabun yang digunakan Eda tidak mengandung alkali tinggi sehingga dapat menyebabkan iritasi pada kulit saat digunakan pada lingkungan yang panas
- c. Suhu yang ada di Kintamani dan Singaraja berbeda, sehingga kulit masih beradaptasi dengan lingkungan yang baru
- d. Kulit Eda sudah tidak cocok lagi menggunakan sabun yang biasa digunakan

Gambar 11. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Menyampaikan Ide dan Pendapat

Berdasarkan (Gambar 11.) dapat diketahui bahwa peserta didik sudah mampu mengembangkan indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari pemilihan jawaban yang tepat sebagai penyebab dari permasalahan yang disampaikan. Alternatif pilihan jawaban yang disediakan menjadi kesulitan tersendiri bagi peserta didik. Hal ini dikarenakan ke empat alternatif jawaban tersebut bisa saja menjadi faktor dari permasalahan yang disampaikan jika peserta didik tidak membaca serta memahami soal dengan baik

dan teliti. Pilihan jawaban yang tepat menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kemampuan menyampaikan ide dan pendapat dengan baik. Kegiatan pembelajaran yang memberikan pengalaman secara langsung kepada peserta didik merupakan salah satu upaya untuk melatih peserta didik dalam mengembangkan kemampuan komunikasinya (Pujiati et al., 2013).

Uji *independent t-test two tailed* diterapkan untuk melihat perbedaan perolehan nilai peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada uji *independent t-test two tailed*, hipotesis yang diajukan yaitu:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kelas eksperimen dan kontrol
 H_1 : Terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kelas eksperimen dan kontrol.

Tabel 7. Hasil Uji *Independent T-Test Two Tailed*

T Test	Nilai Hitung	Taraf Signifikansi	Keputusan Uji
Eksperimen-Kontrol	0.024	0.05	H_0 ditolak

Hasil uji *independent t-test two tailed* seperti yang tertera pada (Tabel 7.) menunjukkan bahwa nilai signifikansi (*t-tailed*) yang diperoleh mencapai $0.024 < 0.05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan perolehan nilai peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Sehingga, diperlukan uji lanjut untuk mengetahui peningkatan nilai yang lebih baik diantara kelas kontrol dan kelas eksperimen, dengan menggunakan uji *t-test one tailed*. Pada uji *t-test one tailed*, hipotesis yang diajukan yaitu:

- H_0 : Peningkatan nilai pada kelas eksperimen tidak lebih baik dari pada kelas kontrol
 H_1 : Peningkatan nilai pada kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol

Tabel 8. Hasil Uji *T-Test One Tailed*

T Test	Nilai Hitung	t tabel ($\alpha.v$)	Keputusan Uji
Eksperimen-Kontrol	3.105	2.131	H_0 ditolak

Dari hasil uji *t-test one tailed* pada (Tabel 8.) dapat diketahui bahwa hasil t hitung $<$ t tabel yaitu $3.105 < 2.131$, dengan taraf signifikansi 0,05. Sehingga diperoleh keputusan uji H_0 ditolak, yang berarti peningkatan nilai pada kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol. Dengan demikian dapat dipahami bahwa penerapan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan pendekatan literasi sains efektif diterapkan dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berkomunikasi sains.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan oleh peneliti pada penelitian dan pengembangan ini, dapat disimpulkan bahwa, (1) Lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) pendekatan literasi sains yang dikembangkan oleh peneliti dinyatakan layak, baik dari aspek materi/konten maupun keterbacaan dengan persentase sebesar 89%, sehingga LKPD berbasis POE dengan pendekatan literasi sains dinyatakan layak digunakan dengan adanya perbaikan. (2) Secara kepraktisan, lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) pendekatan literasi sains mendapatkan respon positif peserta didik dengan persentase sebesar 83%. (3) Tingkat efektivitas lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) pendekatan literasi sains, ditinjau dari 3 aspek, yaitu (a) Lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) pendekatan literasi sains disimpulkan mampu membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan komunikasinya dengan rata-rata N-Gain score termasuk pada kategori sedang yaitu sebesar 66,67 pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) (b) Hasil uji *independent t-test two tailed* menghasilkan nilai signifikansi (*t-tailed*) sebesar $0.024 < 0.05$, yang berarti bahwa terdapat perbedaan perolehan nilai peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. (c) Hasil uji *t-test one tailed* memperoleh hasil t hitung $<$ t tabel yaitu $3.105 < 2.131$ pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$), yang berarti bahwa peningkatan nilai pada kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

Armas, A. R. K., Ramlawati, & Syahrir, M. (2019). Hubungan antara Literasi Sains dengan Prestasi Belajar



Peserta Didik pada Pembelajaran Kimia Kelas XI MIPA SMA Negeri Se-Kota Makassar. *Chemistry Education Review (CER)*, 2 (2), 67–75.

- Budiono, Sutiarto, S., & Dahlan, S. (2018). Pengembangan LKPD Berbasis POE Pada Konsep Kesebangunan untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Matematika Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Universitas Lampung*, 6(2), -.
- Fatmawati, A. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Konsep Pencemaran Lingkungan menggunakan Model Pembelajaran berdasarkan Masalah untuk SMA Kelas X. *Edusains*, 4(2), 94–103.
- Kamsari. (2013). Peningkatan Keterampilan Membaca untuk Menemukan Informasi secara Cepat dan Tedeng Teknik Memindai Pola Vertikal dan Horizontal pada Siswa Kelas VIII A Semester Ganjil MTs NU Serangan Tahun Pelajaran 2012/2013.
- Lestari, Y., & Mujib. (2018). Kemampuan Berpikir Kritis Matematis melalui Model Education Coins of Mathematics Competition (E-COC). *Jurnal Matematika*, 1(3), 265–274.
- Nazilah, F., Iswara, P. D., & Sudin, A. (2017). MENINGKATKAN KEMAMPUAN SISWA DALAM MENGGALI INFORMASI DARI TEKS WAWANCARA DALAM BAHASA INDONESIA TULIS DENGAN ROLE PLAYING (Penelitian Tindakan Kelas di Kelas IV B MI Ketib Kecamatan Sumedang Utara Kabupaten Sumedang). *Jurnal Pena Ilmiah*, 2(1), 131–140.
- Nugraheni, D., Suyanto, S., & Harjana, T. (2017). Pengaruh Siklus Belajar 5E Terhadap Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Sistem Saraf Manusia. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi*, 6(4), 178–188.
- Patiung, D. (2016). Membaca Sebagai Sumber Pengembangan Intelektual. *Jurnal Al-Daulah*, 5(2), 352–376.
- Pujiati, Nyeneng, I. D. P., & Sesunan, F. (2013). Pengaruh Keterampilan Berkomunikasi Sains Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(4), 47–57.
- Rohmawati, E., Widodo, W., & Agustini, R. (2018). Membangun Kemampuan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran Berkonteks Socio-Scientific Issues Berbantuan Media Weblog. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(1), 8–14.
- Sari, I. J., Murni, D., & Sjaifuddin. (2016). Peningkatan Kecakapan Komunikasi Siswa menggunakan Pembelajaran Bilingual Preview Review dengan Setting. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 2(2), 121–130.
- Sinaga, D. D., Nyeneng, I. D. P., & Herlina, K. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Predict-Observe-Explain pada Materi Tekanan dalam Zat Cair untuk Meningkatkan Keterampilan Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 103–108.
- Suhendar, A. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Tema 2 Subtema 3 Pada Muatan IPA di Kelas V Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (Jambi: Universitas Jambi).
- Sumartini, T. S. (2017). Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa melalui Model Pembelajaran Predict Observe Explanation. *Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 3(2), 167–176.
- Susiawan, E. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mengoperasikan Sistem Operasi Komputer berdasarkan Masalah di Kelas X TEI SMK Negeri 2 Lamongan. *Jurnal Pendidikan Elektro*, 2(2), 545–554
- Wicaksono, R. S., Susilo, H., & Sueb. (2019). Implementation of Problem Based Learning Combined with Think Pair Share in Enhancing Students' Scientific Literacy and Communication Skill through Teaching Biology in English Course Peerteaching. *Journal of Physics: Conference Series*, 1227, 1–8.



- Zulfa, A. R. (2020). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Think Talk Write pada Tema Sistem Organ Manusia untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Sains di SMP N 2 Ponorogo.*
- Zulfa, A. R., & Rosyidah, Z. (2020). Integrative Science Education and Teaching Activity Journal Analysis Of Communication Skills Of Junior High School Students On Classification Of Living Things Topic. *Integrative Science Education and Teaching Activity Journal (INSECTA)*, 1(1), 78–92.



ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS IX

Dwi Tina Arianti¹, Parno^{2*}, Muhammad Fajar Marsuki³

¹Progam Studi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang, Indonesia

²Progam Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Malang, Indonesia

³Progam Studi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang, Indonesia

*Email : parno.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengkaji berbagai macam literatur tentang bahan ajar untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bioteknologi kelas IX. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditunjukkan bahwa hasil belajar siswa pada materi bioteknologi rendah karena siswa hanya menghafal pengetahuan yang diperoleh, sehingga siswa belum mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi atau kemampuan berpikir kritis. Bahan ajar sesuai yang perlu dipilih sebagai upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis yaitu e-modul berbasis SETS dengan asesmen formatif. Metode untuk penelitian yang digunakan adalah kajian literatur tentang bahan ajar untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bioteknologi. Berdasarkan kajian literatur yang dilakukan maka diperoleh solusi yang ideal untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis yaitu memperbaiki proses pembelajaran dengan mengembangkan bahan ajar berupa e-modul berbasis SETS dengan asesmen formatif pada materi bioteknologi.

Kata kunci: Berpikir kritis, Bahan ajar, Bioteknologi

PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA mempunyai peran penting dalam memberikan wawasan terhadap IPTEK. Proses pembelajaran IPA dapat mengembangkan keterampilan berpikir, menumbuhkan rasa keingintahuan dan minat siswa dalam ilmu pengetahuan dan teknologi dan dapat mendorong peserta didik agar memahami tentang alam yang berupa prinsip, teori, fakta, konsep, dan prosedur dan keterkaitannya dengan kehidupan sehari-hari [1]. Salah satu materi dalam pembelajaran IPA, yaitu materi bioteknologi. Bioteknologi memuat pengetahuan mengenai aplikasi biosains dan teknologi yang berhubungan dengan penerapan praktis organisme hidup pada pengelolaan lingkungan, industri jasa dan manufaktur [2]. Bioteknologi penting untuk dipelajari karena perkembangan IPTEK mendorong untuk menciptakan suatu inovasi sesuai target yang diinginkan serta memberikan keuntungan bagi umat manusia. Penerapan bioteknologi banyak memberikan manfaat bagi perbaikan dan kesejahteraan hidup manusia, baik dalam mengatasi krisis pangan, meminimalisir pencemaran lingkungan, mengatasi kelangkaan sumber daya energi, dan sebagainya [2]. Selain itu, keadaan populasi penduduk populasi penduduk di Indonesia yang diproyeksikan pada tahun 2035 menjadi sekitar 300 juta penduduk memungkinkan berdampak pada meningkatnya kebutuhan sumber daya alam (tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme) dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia. Sumber daya alam tentu memiliki keterbatasan dalam memenuhi kebutuhan manusia, misalnya memerlukan waktu yang lama dalam menghasilkan produk dan beberapa jenis sumber daya alam (tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme) dapat menghasilkan racun sebagai produk sampingan. Keterbatasan dan kelemahan dari sumber daya alam dapat diatasi dengan bioteknologi. Hal tersebut karena dengan bioteknologi manusia dapat meningkatkan atau mengubah sifat alami yang dimiliki beberapa sumber daya alam (tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme) agar mempunyai sifat yang dikehendaki untuk meningkatkan produksi bahan alam tersebut [3].

Bioteknologi merupakan materi pembelajaran yang menarik karena berkaitan langsung dengan kehidupan nyata yang siswa temui dalam kehidupan sehari-hari [4]. Namun materi bioteknologi dianggap sulit. Menurut Purwianingsih (dalam Efdillah (2013)), bioteknologi dipandang sebagai materi yang sulit karena di dalamnya memuat ilmu-ilmu dasar yang kebanyakan masih bersifat abstrak sehingga untuk memperoleh pemahaman yang baik, maka perlu memahami ilmu dasar tersebut [5]. Kesulitan pada materi bioteknologi berpengaruh pada rendahnya hasil belajar siswa. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada data hasil ulangan harian pada materi bioteknologi di SMPN 8 Banjarbaru pada tahun pelajaran 2012/2013, dimana lebih dari 50% hasil belajar siswa berada di bawah nilai KKM yang telah ditentukan, yaitu 70. Selain itu, siswa tidak mampu menjawab soal ulangan harian yang memerlukan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Rendahnya hasil belajar siswa disebabkan karena siswa hanya menghafal pengetahuan yang diperoleh, sehingga siswa belum mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada pembelajaran materi bioteknologi [6]. Data tersebut juga menunjukkan bahwa masih



rendahnya hasil belajar siswa pada materi bioteknologi disebabkan karena siswa belum mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi atau kemampuan berpikir kritis.

Kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia termasuk rendah. Hal tersebut ditunjukkan berdasarkan data OECD pada tahun 2016 yang menunjukkan bahwa peringkat negara Indonesia adalah 63 dari 72 negara yang ikut dalam OECD dengan pencapaian skor terendah [7]. Oleh karena itu, dibutuhkan langkah untuk siswa agar dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis penting dilatih dalam proses pembelajaran. Dengan berpikir kritis, siswa dapat menyelesaikan berbagai permasalahan dalam kehidupan nyata [8]. Selain itu, kemampuan berpikir kritis memberikan kemudahan seseorang dalam mengolah informasi untuk menyelesaikan permasalahan [9].

Kemampuan berpikir tingkat tinggi atau kemampuan berpikir kritis tidak hanya dikembangkan melalui model pengajaran yang tepat, namun juga didukung perangkat yang digunakan, salah satunya melalui bahan ajar [10]. Menurut Prastowo dalam Iskandar dan Andriyani (2019), bahan ajar merupakan segala komponen berupa alat, informasi, maupun teks dalam proses pembelajaran yang ditata secara sistematis dan memuat capaian kompetensi yang akan dikuasai siswa serta berperan dalam merencanakan dan menelaah implementasi pembelajaran [11]. Bahan ajar dapat dimodifikasi sesuai tujuan pembelajaran dan kebutuhan belajar [10]. Bahan ajar penting dikembangkan sesuai kebutuhan siswa sesuai tuntutan pendidikan di abad 21, salah satunya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Namun, bahan ajar masih banyak yang belum mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Berdasarkan hasil pengamatan oleh Millah pada tahun 2012 (dalam Nawawi, 2017), bahan ajar yang banyak beredar masih memiliki kekurangan, yaitu belum membuat siswa mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam menyelesaikan masalah autentik yang berkaitan dengan kehidupan nyata dan kaitannya dengan lingkungan dan masyarakat [12].

Berdasarkan permasalahan di atas maka dilakukan studi literatur mengenai analisis kebutuhan bahan ajar dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bioteknologi kelas IX.

METODE

Metode untuk penelitian yang digunakan adalah kajian literatur tentang bahan ajar dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bioteknologi. Studi literatur dilakukan dengan menganalisis hasil penelitian-penelitian sebelumnya mengenai pengembangan bahan ajar sebagai upaya meningkatkan kemampuan berpikir kritis, khususnya pada materi bioteknologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lebih dari 50% hasil belajar siswa di SMPN 8 Banjarbaru pada tahun pelajaran 2012/2013 pada materi bioteknologi tergolong masih rendah. Rendahnya hasil belajar siswa dikarenakan siswa hanya menghafal pengetahuan dan belum mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi [6]. Kemampuan berpikir tingkat tinggi atau kemampuan berpikir kritis tidak hanya dikembangkan melalui model pengajaran yang tepat, namun juga didukung perangkat yang digunakan, salah satunya bahan ajar [10]. Bahan ajar dapat dimodifikasi sesuai tujuan pembelajaran dan kebutuhan belajar [10]. Berpikir kritis penting dimiliki siswa. Berdasarkan kurikulum revisi 2013, pembelajaran HOTS (kemampuan berpikir tingkat tinggi) penting untuk ditanamkan ke siswa untuk melatih siswa untuk berfikir kritis dan lebih aktif [13].

Pembelajaran IPA merupakan pembelajaran yang membuat siswa belajar dan lebih mengenal alam sekitarnya beserta gejala dan permasalahan di alam [14]. Proses pembelajaran IPA diciptakan untuk membantu siswa belajar pengetahuan, konsep dan hukum IPA dengan keterampilan proses sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan dapat diaplikasikan di kehidupan sehari-hari. Pembelajaran IPA berdasarkan kurikulum 2013 diamanatkan agar pembelajarannya bersifat kontekstual melalui penggunaan pendekatan dan model pembelajaran sesuai dengan karakteristik bidang studi IPA [15]. Bioteknologi merupakan materi pembelajaran IPA yang sangat terkait dengan kehidupan sehari-hari [5]. Oleh karena itu, dibutuhkan langkah yang cocok dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada materi bioteknologi dan membuat siswa dapat mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari, salah satunya dengan mengembangkan bahan ajar sesuai kebutuhan dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.

Beberapa penelitian terdahulu untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP pernah dilakukan. Berdasarkan penelitian Penerapan Model *Problem Based Learning* Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP yang dilakukan oleh Sukiswo, dkk. (2011) menunjukkan bahwa model PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran GLBB. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil penelitian dimana 75% siswa memiliki kemampuan berpikir kritis, 7,5% siswa memiliki kemampuan sangat kritis



[16]. Berdasarkan penelitian Implementasi Model Pembelajaran *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa yang dilakukan oleh Ningsih, dkk. (2012) menunjukkan bahwa *POGIL* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dengan nilai gain 0,69 [17]. Berdasarkan penelitian Susilo & Atun (2017), pengembangan LKS IPA dengan pendekatan *guided inquiry* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis yang ditunjukkan rata-rata nilai pretest dan posttest kelas eksperimen lebih tinggi daripada nilai rata-rata kelas kontrol. Rata-rata nilai posttest kelas kontrol yang tidak menggunakan LKS tersebut yaitu sebesar 66,08 yang awalnya rata-rata pretest-nya sebesar 47,82, sedangkan rata-rata nilai posttest kelas eksperimen yang menggunakan LKS dengan pendekatan *guided inquiry* yaitu sebesar 70 yang awalnya rata-rata pretest-nya sebesar 44,13. Sehingga LKS dengan pendekatan *guided inquiry* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis [18].

Solusi yang dapat digunakan dalam mengatasi masalah rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bioteknologi dari beberapa strategi, model, dan pendekatan yang pernah ditawarkan adalah dengan mengembangkan bahan ajar yang tepat sesuai karakteristik materi pembelajaran bioteknologi, yaitu mengembangkan e-modul berbasis SETS dengan asesmen formatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Asesmen formatif digunakan agar memberikan hasil yang efektif dan meningkatkan hasil belajar [19]. Karakteristik materi bioteknologi yang bersifat abstrak dibantu menggunakan e-modul karena penyajian materi e-modul bersifat lebih interaktif, lebih dinamis dan materi pembelajaran ditampilkan secara visual menggunakan video tutorial [20]. E-modul merupakan jenis bahan ajar mandiri dalam pembelajaran yang penyajiannya dalam bentuk elektronik dan disusun secara sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran [21]. Bahan ajar dapat dimodifikasi sesuai tujuan pembelajaran dan kebutuhan belajar [10]. Dengan demikian, e-modul dapat dikembangkan sesuai kebutuhan belajar siswa, misalnya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan mampu mengaitkan materi pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari. Untuk mengembangkan e-modul dalam meningkatkan berpikir kritis, maka perlu untuk mengetahui indikator berpikir kritis agar bahan ajar yang dikembangkan tepat dan efektif untuk peningkatan kemampuan berpikir kritis. Menurut Facione (2020), indikator berpikir kritis antara lain, yaitu *Interpretation, analysis, evaluation, inference, explanation*, serta *self-regulation*. *Interpretation* (interpretasi) adalah kemampuan dalam memahami permasalahan dan mengartikan pendapat atau sesuatu dari pengalaman, situasi, peristiwa, data, langkah atau kriteria yang ada. *Analysis* (analisis) adalah kemampuan seseorang dalam melakukan identifikasi dari kesimpulan dan kondisi nyata dari suatu pertanyaan, konsep, deskripsi, hubungan dari berbagai pernyataan dan bentuk lainnya. *Evaluation* (evaluasi) adalah kemampuan dalam menilai kebenaran suatu penjelasan dan menyimpulkan pertanyaan, deskripsi, konsep, dan hubungan dari berbagai pernyataan secara logika. *Inference* adalah kemampuan dalam mengidentifikasi dan mendapatkan berbagai unsur yang diperlukan dalam membuat kesimpulan, membuat hipotesis, dan mempertimbangkan informasi yang sesuai. *Explanation* (eksplanasi) adalah kemampuan dalam menyatakan dan memberikan argumen secara logis berdasarkan bukti dan konsep. Sedangkan, indikator *self-regulation* adalah kemampuan untuk memantau aktifitas kognitif seseorang beserta unsur-unsurnya, dan kemampuan dalam menilai dan menganalisis terhadap kesimpulan seseorang [22].

Pembelajaran dengan pendekatan SETS memiliki kelebihan, yaitu pembelajaran ini selalu dikaitkan dengan kejadian yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari (bersifat kontekstual) dan komprehensif (terhubung antara keempat unsur SETS). Dalam pembelajaran SETS, siswa terlibat secara aktif dalam pembelajaran, sehingga mampu melatih kemampuan siswa dalam menyelesaikan permasalahan nyata dan siswa aktif merespon fenomena alam di lingkungan sekitar [23]. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pembelajaran SETS mampu bahan ajar dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Hal tersebut ditunjukkan pada penelitian Mela Hariyani (2019), bahwa hasil rata-rata posttest pada pengerjaan tes kemampuan berpikir kritis kelas eksperimen yang menggunakan modul biologi berbasis SETS pada materi pencemaran lingkungan adalah sebesar 59,2 dan hasil rata-rata posttest pada pengerjaan tes kemampuan berpikir kritis yang diperoleh oleh kelas kontrol yang menggunakan modul di sekolah tersebut adalah sebesar 37,48 [24]. Selain itu, model pembelajaran SETS merupakan salah satu model pembelajaran yang dianjurkan pada materi IPA kurikulum 2013 [25]. Menurut Poedjadi (dalam Kurniawati, dkk. (2019)), tahapan pembelajaran SETS terdiri dari tahap pendahuluan (invitasi/inisiasi/apersepsi), tahap pembentukan konsep, tahap aplikasi konsep, tahap pematapan konsep dan tahap penilaian [26]. Berikut penjelasan tahapan model pembelajaran SETS.

Tabel 1. Model Pembelajaran SETS

Tahap	Kegiatan Belajar
Tahap 1: Pendahuluan (Invitasi/Inisiasi/Apersepsi)	Pemberian isu aktual yang sedang berkembang dalam masyarakat sekitar ke siswa oleh guru
Tahap 2: Pembentukan Konsep	Dilakukan kegiatan dengan berbagai metode dalam memecah permasalahan melalui pembentukan konsep yang sesuai dengan para ilmuwan dan mengetahui apakah penyajian analisis masalah sesuai konsep para ilmuwan
Tahap 3: Aplikasi Konsep	Analisis isu dan mengaplikasikan konsep yang telah diperoleh dalam memberikan solusi atau pemecahan masalah yang benar
Tahap 4: Pemantapan Konsep	Umpan balik atau penguatan dari konsep-konsep yang telah dipelajari yang diberikan kepada siswa
Tahap 5: Penilaian	Menilai pengetahuan dan kemampuan siswa setelah proses kegiatan pembelajaran oleh guru

Sumber: (Humairoh & Wasis, 2015; Afrianis, dkk. 2017; Juhji, 2016) [27][28][29]

Agar pembelajaran yang dilakukan efektif dapat dibantu dengan adanya asesmen formatif. Menurut Cowie & Bell (dalam Kusairi (2013)) asesmen formatif merupakan proses yang dilaksanakan oleh guru dan siswa dalam mengenal dan memberi respon belajar siswa sebagai langkah dalam mengoptimalkan proses pembelajaran [30]. Dalam asesmen formatif, salah satu kegiatan yang dilakukan yaitu adanya kegiatan mengumpulkan informasi mengenai status siswa agar guru dapat menetapkan tingkat penguasaan siswa terhadap indikator kurikulum dan keterampilan-keterampilan. Informasi-informasi tersebut dapat dimanfaatkan guru agar dapat menyesuaikan terhadap pembelajaran yang dilakukan dan siswa akan melakukan pengaturan cara-cara mempelajari materi pelajaran [31].

Pada tahap pendahuluan pembelajaran SETS, isu aktual diberikan pada siswa [27][28][29]. Pemberian isu aktual ini dapat disesuaikan untuk mengupayakan peningkatan kemampuan berpikir kritis pada indikator interpretasi. Indikator interpretasi berkaitan dengan kemampuan seseorang dalam memahami permasalahan yang diperoleh dari data, peristiwa, langkah, kriteria, situasi, atau pengalaman [22]. Selain itu, tahap ini juga dapat disesuaikan dengan strategi kunci asesmen formatif. Asesmen formatif yang dimaksud adalah KS 1. *Clarifying, sharing, and understanding learning intentions and the criteria for success* (melakukan klarifikasi, berbagi dan memahami tujuan belajar dan kriteria kesuksesan) [32]. Artinya setelah siswa mengidentifikasi dan memahami isu yang diberikan, selanjutnya siswa dapat mengklarifikasi atau menjelaskan permasalahan yang ada.

Pada tahap pembentukan konsep pembelajaran SETS, siswa dapat melakukan kegiatan dengan berbagai metode sebagai langkah dalam memecah permasalahan melalui pembentukan konsep yang sesuai dengan para ilmuwan serta memahami masalah yang disajikan sesuai konsep para ilmuwan [27][28][29]. Metode untuk pembentukan konsep, misalnya diskusi, eksperimen, bermain peran dan sebagainya [29]. Tahap ini dapat disesuaikan untuk mengupayakan peningkatan kemampuan berpikir kritis pada indikator analisis dan *inference*. Indikator analisis berkaitan dengan kemampuan seseorang dalam melakukan identifikasi dari kesimpulan dan kondisi nyata dari suatu pertanyaan, konsep, deskripsi, hubungan dari berbagai pernyataan dan bentuk lainnya [22]. Indikator *inference* berkaitan dengan kemampuan dalam mengidentifikasi dan mendapatkan berbagai unsur yang diperlukan dalam membuat kesimpulan, membuat hipotesis, dan mempertimbangkan informasi yang sesuai [22]. Sehingga, dalam tahap ini siswa dapat diberikan kegiatan-kegiatan belajar yang dapat menunjang dalam pemecahan masalah dan mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya. Selain itu, tahap ini juga dapat disesuaikan dengan strategi kunci asesmen formatif. Asesmen formatif yang dimaksud adalah KS 2. *Engineering effective classroom discussions, questions and task that elicit evidence of learning* (melakukan rekayasa diskusi kelas yang efektif, berbagai pertanyaan dan tugas yang memperoleh bukti pembelajaran) [32]. Artinya dari permasalahan yang disajikan, siswa mencoba untuk memunculkan pertanyaan, melakukan berbagai metode pembelajaran di kelas dan mendapatkan unsur-unsur dalam menentukan kesimpulan, sehingga diperoleh bukti pembelajaran.

Pada tahap aplikasi konsep pembelajaran SETS, dilakukan analisis isu dan menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam menemukan solusi atau penanganan masalah yang benar [27][28][29]. Tahap ini dapat disesuaikan untuk mengupayakan peningkatan kemampuan berpikir kritis pada indikator analisis dan eksplanasi. Indikator analisis berkaitan dengan kemampuan seseorang dalam melakukan identifikasi dari kesimpulan dan kondisi nyata dari suatu pertanyaan, konsep, deskripsi, hubungan dari berbagai pernyataan dan bentuk lainnya



[22]. Indikator eksplanasi berkaitan dengan kemampuan dalam menyatakan dan memberikan argumen secara logis berdasarkan bukti dan konsep [22]. Sehingga, dalam tahap ini siswa dapat diberikan kegiatan-kegiatan belajar yang dapat melatih siswa untuk menganalisis masalah, menemukan solusi serta memberikan alasan yang logis sesuai bukti dan konsep yang didapatkan. Dalam hal ini, kegiatan tersebut dapat dibantu melalui latihan soal untuk melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, tahap ini juga dapat disesuaikan dengan strategi kunci asesmen formatif. Asesmen formatif yang dimaksud adalah KS 2. *Engineering effective classroom discussions, questions and task that elicit evidence of learning* (melakukan rekayasa diskusi kelas yang efektif, berbagai pertanyaan dan tugas yang memperoleh bukti pembelajaran) [32]. Artinya siswa mengerjakan latihan soal dan jawaban setiap soal dapat dijadikan sebagai bukti pembelajaran.

Pada tahap pemantapan konsep pembelajaran SETS, diberikan umpan balik atau penguatan untuk mengetahui kebenaran konsep yang diterima siswa [27][28][29]. Tahap ini dapat disesuaikan untuk mengupayakan peningkatan kemampuan berpikir kritis pada indikator evaluasi. Indikator evaluasi berhubungan dengan kemampuan dalam menilai kebenaran suatu penjelasan dan menyimpulkan pertanyaan, deskripsi, konsep, dan hubungan dari berbagai pernyataan secara logika [22]. Sehingga, dalam tahap ini siswa dapat diberikan umpan balik yang dapat berupa kesulitan atau hal-hal yang belum dipahami siswa, kemudian dapat disajikan latihan soal untuk melatih siswa menilai pernyataan secara logis. Selain itu, tahap ini juga dapat disesuaikan dengan strategi kunci asesmen formatif. Asesmen formatif yang dimaksud adalah KS 3. *Providing feedback that moves learners forward* (memberi umpan balik dalam membuat siswa semakin maju) [32].

Pada tahap penilaian pembelajaran SETS, dilakukan penilaian pengetahuan dan kemampuan siswa setelah kegiatan pembelajaran [27][28][29]. Tahap ini dapat disesuaikan untuk mengupayakan peningkatan kemampuan berpikir kritis pada indikator *self-regulation*. Indikator *self-regulation* berkaitan dengan kemampuan untuk memantau aktifitas kognitif seseorang beserta unsur-unsurnya, dan kemampuan dalam menilai dan menganalisis terhadap kesimpulan seseorang [22]. Sehingga, dalam tahap ini siswa dapat memantau tingkat pengetahuan yang dapat dilakukan melalui berbagai metode, misalnya latihan soal dan penilaian diri. Selain itu, tahap ini juga dapat disesuaikan dengan strategi kunci asesmen formatif. Asesmen formatif yang dimaksud adalah KS 4. *Activating students as instructional resources for one another* (membuat siswa aktif dalam peranannya sebagai sumber pengajaran satu sama lain) dan KS 5. *Activating students as the owners of their own learning* (membuat siswa aktif dalam peranannya sebagai pemilik pembelajarannya sendiri) [32]. Siswa dapat diberikan latihan soal agar lebih aktif dalam belajar dan siswa dapat diberikan penilaian diri dalam peranannya sebagai pemilik pembelajarannya sendiri.

PENUTUP

Berdasarkan permasalahan yang ada, siswa memerlukan bahan ajar yang tepat untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada materi bioteknologi, yaitu berupa e-modul berbasis SETS dengan asesmen formatif untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada materi bioteknologi. E-modul berbasis SETS dengan asesmen formatif dapat dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, mengatasi karakteristik materi bioteknologi yang bersifat abstrak, mengaitkan sains dan teknologi dengan kehidupan sehari-hari dan dampaknya bagi lingkungan dan masyarakat, serta membuat pembelajaran lebih efektif. Sebelum mengembangkan bahan ajar e-modul, maka guru harus menguasai materi pembelajaran bioteknologi, indikator kemampuan berpikir kritis, dan strategi asesmen formatif yang tepat. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai permasalahan rendahnya kemampuan berpikir kritis dengan menggunakan bahan ajar berbasis SETS dengan asesmen formatif.

DAFTAR RUJUKAN

- A. R. Hidayati, W. Fadly, and R. F. Ekapti, "Jurnal Tadris IPA Indonesia Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA," *J. Tadris IPA Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 34–48, 2021.
- D. Kusmianty, B. Widiyanto, and ..., "Efektivitas Model Pembelajaran Sets Metode Praktikum Pada Materi Pemanasan Global Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis," *Cakrawala ...*, vol. 14, no. 1, pp. 42–51, 2020.
- E. Afrianis, N., Binadja, A., Susilaningsih, "PENINGKATAN KETRAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL INKUIRI TERBIMBING BERVISI SETS," *Konfigurasi*, vol. 1, no. 2, pp. 203–210, 2017.
- E. Eliyanti, H. Hasanuddin, and M. Mudatsir, "Penerapan Handout Berbasis Pendekatan Sets (Science,



- Environment, Technology, And Society) pada Materi Bioteknologi Terhadap Hasil Belajar Siswa MAS Darul Ihsan Aceh Besar,” *Biot. J. Ilm. Biol. Teknol. dan Kependidikan*, vol. 6, no. 2, p. 105, 2019, doi: 10.22373/biotik.v6i2.5615.
- E. Wardani, A. K., Wijayanti, S. D., & Widyastuti, Pengantar Bioteknologi. Malang: Universitas Brawijaya Press, 2017.
- E. Yuniastuti, “Pengaruh Model Pembelajaran SETS (Science, Environment, Technology and Society) Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas VII SMP Kartika V-1 Balikpapan Tahun Pelajaran 2015/2016,” *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 1, no. 2, pp. 72–78, 2015, doi: 10.32487/jst.v1i2.94.
- F. Humairoh and W. Wasis, “Pengembangan E-Book Interaktif Berbasis Salingtemas (Sains, Lingkungan, Teknologi, Masyarakat) pada Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan,” *J. Inov. Pendidik. Fis.*, vol. 04, no. 02, pp. 69–75, 2015.
- J. Low, M. Shahril, J. S. H. Q. Perera, and R. C. I. Prahmana, “Characterising formative assessment practices in the mathematics classes,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1088, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1088/1/012015.
- Juhji, “Model Pembelajaran Sains Teknologi Masyarakat dalam Pembelajaran IPA,” *Primary*, vol. 08, no. 2, pp. 25–34, 2016.
- M. Hariyani, “Pengembangan Modul Biologi Berbasis Sets (Science, Environment, Technology, Society) Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Memberdayakan Berpikir Kritis Siswa Kelas Vii Smp/Mts,” 2019, [Online]. Available: <http://repository.radenintan.ac.id/7389/1/SKRIPSI%0AMELA.pdf>.
- N. Hikmawati, “Model Pembelajaran Kurikulum 2013 dalam Materi IPA Kelas 6 MI Miftahun Najah Desa Tenonan Kecamatan Manding,” *J. Kariman*, vol. 8, no. 1, pp. 89–104, 2020.
- N. Imamah, “Peningkatan hasil belajar IPA melalui pembelajaran kooperatif berbasis konstruktivisme dipadukan dengan video animasi materi sistem kehidupan tumbuhan,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–36, 2012, doi: 10.15294/jpii.v1i1.2010.
- P. A. Facione, “Critical Thinking: What It Is and Why It Counts diakses,” (<https://www.insightassessment.com/wp-content/uploads/ia/pdf/whatwhy.pdf>), 2020. .
- R. Andriyani and N. N. Saputra, “Optimalisasi Kemampuan Higher Order Thinking Skills Mahasiswa Semester Awal melalui Penggunaan Bahan Ajar Berbasis Berpikir Kritis,” *Al-Khwarizmi J. Pendidik. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 8, no. 1, pp. 77–86, 2020, doi: 10.24256/jpmipa.v8i1.948.
- R. S. F. Iskandar and R. Andriyani, “Pengembangan bahan ajar trigonometri untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis mahasiswa,” *Prism. Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 2, pp. 759–763, 2019.
- R. U. Walfajri and N. Harjono, “Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Tematik Muatan Ipa Melalui Model Problem Based Learning Kelas 5 Sd,” *J. Basicedu*, vol. 3, no. 1, pp. 16–20, 2019, doi: 10.31004/basicedu.v3i1.54.
- R. Y. Gloria, S. Sudarmin, Wiyanto, and D. R. Indriyanti, “The effectiveness of formative assessment with understanding by design (Ubd) stages in forming habits of mind in prospective teachers,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 983, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/983/1/012158.
- R. Z. P. Angin, “Penerapan STEM Pada Pembelajaran IPA Materi Bioteknologi,” *Pros. Semin. Nas. V 2019*, pp. 300–307, 2020, [Online]. Available: <http://research-report.umm.ac.id/index.php/psnpb/article/view/3606/3567>.
- S. Kusairi, “Analisis Asesmen Formatif Fisika Sma Berbantuan Komputer,” *J. Penelit. dan Eval. Pendidik.*, vol. 16, no. 3, pp. 68–87, 2013, doi: 10.21831/pep.v16i0.1106.
- S. Kusairi, “Buku Asesment Pembelajaran Sains,” 2013.
- S. M. Ningsih and S. Bambang, “Implementasi Model Pembelajaran Process Oriented Guided Inquiry Learning (Pogil) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa,” *UPEJ (Unnes Phys. Educ. Journal)*, vol. 1, no. 2, 2012, doi: 10.15294/upej.v1i2.1364.
- S. Nawawi, R. N. Antika, T. F. Wijayanti, and S. Abadi, “Pelatihan Pembuatan Modul Ajar Berbasis Kurikulum 2013 untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis,” *Pros. Semin. Nas. Has. Pengabd. Kpd. Masy.*, no. 43, pp. 42–46, 2017, [Online]. Available: <http://prosiding.unipma.ac.id/index.php/SNHPM/article/view/4>.
- S. O. Cahyani, A. & Putri, “Inovasi pendidikan melalui kemampuan berpikir kritis 1,” vol. 2, no. 1, 2019.
- S. P. Kurniawati, F. N. Kumala, and A. D. Yasa, “Seminar Nasional PGSD UNIKAMA <https://conference.unikama.ac.id/artikel/> Vol. 3, November 2019,” Pengaruh Model Bermain Peran Berbantuan Atribut Terhadap Has. Belajar IPS Melalui Karakter Gotong Royong, vol. 3, no. November, pp. 149–157, 2019, [Online]. Available: <https://conference.unikama.ac.id/artikel/index.php/pgsd/article/view/77>.



- S. Susilo, A. & Atun, "Pengembangan LKS IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Developing a Science Worksheet to Improve the Science Process Skills and Critical Thinking Ability of Students of junior high school," *J. Edukasi Mat. dan Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 7–17, 2017.
- S. Sutarno, "Rekayasa Genetik dan Perkembangan Bioteknologi di Bidang Peternakan," *Proceeding Biol. Educ. Conf.*, vol. 13, no. 1, pp. 23–27, 2016.
- T. Kemdikbud, *Panduan Praktis Penyusun e-Modul Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.
- U. Setyorini, S. E. Sukiswo, and B. Subali, "Penerapan Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Smp," *J. Pendidik. Fis. Indones.*, vol. 7, no. 1, pp. 52–56, 2011, doi: 10.15294/jpfi.v7i1.1070.
- W. Sunarno, "Makalah Utama Peran Pendidik dan Ilmuwan Sains dalam Menyongsong Revolusi ISSN : 2527-6670 Pembelajaran IPA di Era Revolusi Industri 4 . 0," *Pros. Semin. Nas. Pendidik. Fis. IV*, pp. 1–8, 2018.
- Y. Efdillah, S., Lufri, L., & Ahda, "Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berorientasi Sains Teknologi Masyarakat Disertai Peta Konsep pada Materi Bioteknologi," *Kolaboratif*, vol. 1, no. 2, pp. 31–40, 2013.
- Y. F. Dewi, C., Zaini, H. M., & Arifin, "PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KONSEP BIOTEKNOLOGI MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN BERDASARKAN MASALAH DI SMP Maria Candra Dewi 1 ; H. Muhammad Zaini 2 ; H. Yudi Firmanul Arifin 3," *Landasan-Jurnal Ilm. Kependidikan Kemasyarakatan*, vol. 9, no. 1, 2014.
- Y. Prasetyowati and D. Tandyonomanu, "Pengembangan Modul Elektronik pada Mata Pelajaran Animasi 3 Meningkatkan Hasil Belajar di SMK Negeri 1 Magetan," *J. Mhs. Teknol. Pendidik.*, vol. 6, no. 2, p. 1, 2015.



PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF BERBANTUAN *ADOBE FLASH* “*BIOLOGICAL FOREST*” DENGAN MATERI STRUKTUR TUMBUHAN PADA SISWA KELAS VIII

Titania Virda Nirmala¹, Munzil², Yessi Affriyenni³

titaniavirda68@gmail.com

*munzil.fmipa@um.ac.id

yessi.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tujuan Penelitian yaitu mengembangkan media pembelajaran pada materi struktur tumbuhan siswa kelas VIII. Pengajar SMP dituntut untuk dapat menerapkan teknologi guna menunjang sistem pembelajaran daring. Hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan kepada guru SMPN 6 Malang, motivasi belajar siswa kelas VIII mulai menurun dalam pembelajaran yang menggunakan media pembelajaran IPA yang digunakan selama ini antara lain buku paket, Power Point, dan melalui video yang dikirimkan melalui Whatsapp group. Salah satu pemanfaatan teknologi dalam bidang pendidikan dapat menggunakan aplikasi bernama *Biological Forest* berbantuan aplikasi *Adobe Flash* versi 6, media pembelajaran ini berbentuk aplikasi yang dapat dibuka di *smartphone Android*. Aplikasi *Biological Forest* memiliki beberapa fitur seperti animasi, gambar, musik, dan juga games pembelajaran tingkat SMP dengan materi struktur tumbuhan. Oleh karena itu tujuan penelitian ini supaya siswa SMP dapat belajar seperti bermain.

Kata kunci: *Biological Forest*, *Adobe Flash*, Struktur Tumbuhan Pendahuluan

PENDAHULUAN

Pengoptimalan otak kanan siswa SMP merupakan sesuatu yang sangat penting dalam proses pembelajaran. Dengan menggunakan aplikasi yang mendukung kegemaran siswa seperti *games*, musik, dan animasi berbasis *Android* dapat membantu guru, pengajar dan orang tua untuk merangsang dan menumbuhkan musikalitas sang buah hati dengan kemasan yang menyenangkan, menghibur, efisien serta hemat biaya dan waktu. Aplikasi ini juga dikemas dengan interaktif karena di dalam aplikasi ini terdapat pembelajaran yang melibatkan otak, motorik (seperti tangan dan jari), dan rasa (hati) dengan *smartphone* sebagai media perantaranya. Game ini juga dapat melatih *feeling*, dan keseimbangan otak kiri dan kanan (Pradana, 2012). Model pembelajaran interaktif juga dapat meningkatkan hasil pemahaman siswa melalui gambar, animasi, dan musik, dengan begitu Teknologi dapat membantu guru dalam efisiensi materi yang disampaikan (Nurul Afifah, 2013).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan kepada guru SMPN 6 Malang, proses pembelajaran yang terjadi selama pandemi COVID-19 sudah mengalami dua kali pergantian sistem pembelajaran yaitu secara daring lalu yang terakhir dengan menggunakan sistem ganjil dan genap. Menurut guru mata pelajaran IPA, motivasi belajar siswa kelas VIII mulai menurun dalam pembelajaran yang menggunakan media pembelajaran IPA yang digunakan selama ini antara lain buku paket, *Power Point*, dan melalui video yang dikirimkan melalui *Whatsapp group*. Permasalahan timbul saat proses wawancara pada pertanyaan solusi yang dapat digunakan dalam meningkatkan minat belajar siswa. Dengan demikian dapat diartikan jika SMPN 6 Malang membutuhkan fasilitas pembelajaran yang lebih menarik dari yang sebelumnya digunakan. *Biological Forest* dapat menjadi solusi yang tepat dalam menghadapi masalah tersebut.

Biological Forest merupakan media pembelajaran dalam bentuk aplikasi yang dapat dibuka di *smartphone android* (Mahmudah & Pustikaningsih, 2019). Di dalam aplikasi *Biological Forest* terdapat beberapa fitur yang disediakan seperti animasi, gambar, musik, dan juga games pembelajaran tingkat SMP dengan materi struktur tumbuhan. Menurut (Atmawarni, 2012) media pembelajaran yang interaktif dapat menumbuhkan minat dan motivasi belajar siswa terutama pada siswa tingkat SMP.

Dengan materi Struktur Tumbuhan dan Fungsinya dapat digunakan untuk menarik motivasi siswa terhadap pembelajaran Biologi di kelas (Limanto dkk., 2017). Fitur yang ditampilkan berupa animasi, gambar, musik dan *games* pembelajaran menjadi kelebihan yang dapat membuat siswa tidak bosan terhadap pembelajaran Biologi. Berbeda dengan pengembangan sebelumnya hanya menggunakan *file* yang berekstensi pada *Power Point*, *Biological Forest* memberikan layanan aplikasi dengan spesifikasi produk dapat digunakan pada *Android*, dapat digunakan saat tidak memakai koneksi internet dan mampu menampilkan animasi suatu objek.

Berdasarkan beberapa uraian yang telah dipaparkan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa *Biological Forest* dengan berbantuan *Adobe Flash* pada materi Struktur Tumbuhan kelas VIII siswa SMP yang layak digunakan dalam era pandemi COVID-19. Pembelajaran



IPA pada materi Struktur Tumbuhan diharapkan dapat digunakan oleh guru dengan baik dalam pembelajaran dan dapat digunakan secara mandiri oleh siswa. Kelebihan secara visual yang disajikan dapat dimanfaatkan siswa untuk melihat gambar dengan lebih jelas setiap bagian dengan lebih nyata (Limanto dkk., 2017).

METODE

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian dan pengembangan dengan model pengembangan dari Lee & Owens (O. William W, 2004). Tahapan yang dilakukan dalam penelitian adalah:

1. Analisis

Pada tahapan ini dilakukan analisis kebutuhan dengan memberikan angket kepada guru dan siswa SMPN 6 Malang untuk mengetahui situasi di lapangan.

1. Desain

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan jadwal pengembangan *Adobe Flash*, merancang spesifikasi *Adobe Flash*, *storyboard Adobe Flash*, menyusun isi materi dan *games* aplikasi *Adobe Flash*, menginstall *software* pembuat *Adobe Flash (Biological Forest)*.

1. Pengembangan

Pada tahapan ini dilakukan pembuatan instrumen angket siswa untuk tempat siswa dapat menilai kelayakan aplikasi *Adobe Flash* yang sudah dibuat, membuat petunjuk penggunaan aplikasi dan selanjutnya dimasukkan dalam aplikasi *Adobe Flash*, penambahan animasi, materi *games* yang akan dimasukkan dalam aplikasi, konsultasi, perbaikan media, uji validasi ahli materi, ahli media, guru dan uji keterbacaan.

1. Evaluasi

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi yaitu penentuan kelayakan *Adobe Flash* dan kepraktisan *Adobe Flash* yang dikembangkan berdasarkan hasil uji validasi dan keterbacaan.

Jenis data pada penelitian ini yakni data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa data wawancara, komentar, dan saran dari hasil uji validasi ke ahli materi, ahli media, guru, dan keterbacaan ke siswa. Data kuantitatif berupa hasil skor uji validasi ahli materi, ahli media, guru, dan uji keterbacaan. Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah lembar angket analisis kebutuhan, lembar instrumen uji validasi ahli materi, ahli media, dan lembar instrumen uji keterbacaan.

Teknik analisis data kuantitatif yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan proses awal mengubah data skor menjadi persentase sesuai Persamaan (1)

$$P = \frac{\sum X}{N} \times 100\% \dots\dots (1)$$

Keterangan:

P : Persentase skor

$\sum X$: Jumlah skor

N : Jumlah skor maksimal

Hasil persentase diubah menjadi tingkat kelayakan *Adobe Flash* sesuai pada Tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Kategori Tingkat Kevalidan *Adobe Flash* Berdasarkan Persentase

Persentase	Kategori
81% - 100%	Sangat valid
61% - 80%	Valid
41% - 60%	Cukup valid
21% - 40%	Kurang valid
0% - 39%	Tidak valid

Sumber: (Hanafi, 2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan pengembangan ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa media pembelajaran memanfaatkan *Adobe Flash* yang bernama *Biological Forest* dengan materi Struktur Tumbuhan. Berdasarkan tahapan yang sudah dilakukan, menghasilkan data sebagai berikut:

1. Data Analisis Kebutuhan

Setelah melakukan tahapan pemberian angket wawancara kepada siswa kelas VIII dan guru SMPN 6 Malang, didapatkan hasil bahwa sistem pembelajaran di SMPN 6 Malang dilakukan secara ganjil genap yaitu jika siswa dengan nomor absen ganjil masuk, maka siswa dengan nomor absen genap melakukan kegiatan

pembelajaran dirumah dan sebaliknya. Media pembelajaran yang diberikan diantaranya melalui *Whatsapp*, *Power Point*, *video*, dan media *konvensional* (buku paket). Guru dan siswa di SMPN 6 Malang menyatakan bahwa diperlukan media pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif untuk meningkatkan motivasi belajar siswa sebelumnya. Sebanyak 100% siswa memiliki *smartphone* untuk digunakan aplikasi *Biological Forest* dan sebanyak 99% ingin menggunakan dan menerapkan media pembelajaran berbasis *Adobe Flash* dibandingkan *konvensional*.

2. Produk *Adobe Flash* pada materi Struktur Tumbuhan

Media pembelajaran dengan *Adobe Flash* telah selesai dikerjakan dan dikembangkan dengan menggunakan aplikasi *Adobe Flash* yang diberi nama *Biological Forest* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Total kapasitas aplikasi sebesar 21,2 Mb
- Berisikan materi mengenai struktur tumbuhan serta fungsi dan ciri-ciri setiap organ pada tumbuhan.
- Tersedia *games* sederhana untuk mengasah kemampuan pengetahuan siswa.
- Dapat dibuka di *smartphone* berbasis *Android* dimulai versi 4.4
- Tersedia *backsound* selama membuka aplikasi dan terdapat animasi pendukung sebagai contoh pada materi.

Tampilan dari *Adobe Flash Biological Forest* dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 1. Tampilan Awal *Biological Forest*

Gambar 2. Tampilan Menu Materi *Biological Forest*

3. Uji Validasi Ahli Materi

Tabel 3. Persentase Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No	Aspek yang Dinilai Ahli Materi	Persentase (%)
1	Kelayakan tata Bahasa	75
2	Kelayakan penyajian isi buku	84.38
3	Kebenaran konsep pada media	100.00
	Rata-rata hasil validasi ahli materi	87.46

Jika dibandingkan dengan indikator kelayakan bahan ajar, maka persentase 87,46% termasuk dalam kategori sangat valid. Validator materi menyatakan bahwa bahan ajar ini layak digunakan dengan revisi kecil. Revisi tersebut di antaranya adalah mengganti gambar pohon singkong yang terlihat gambar buahnya. Mengganti nama pelindung buah dengan Bahasa latin lalu arti nya diberi tanda kurung, mengganti kalimat *Pencet* dengan *Tekan*.



4. Uji Validasi Ahli Media

Uji validasi ahli media pada *Adobe Flash Biological Forest* menilai aspek tampilan Berdasarkan hasil skor uji validasi ahli media, didapatkan persentase penyajian tampilan aplikasi 75,89% termasuk dalam kategori sangat valid. Validator media menyatakan bahwa bahan ajar ini layak digunakan dengan revisi kecil. Revisi tersebut diantaranya adalah penulisan Tekan diganti dengan Pilih.

5. Uji Validasi Guru

Uji validasi *Adobe Flash Biological Forest* dilakukan kepada 1 (satu) guru IPA di SMPN 6 Malang. Media pembelajaran dinilai dari segi penyajian materi dan penyajian media pembelajaran. Didapatkan persentase sebesar 93% dari validasi materi dan 99,19% dari validasi media yang berarti media pembelajaran termasuk ke dalam kategori sangat valid (layak digunakan). Saran dari validator guru mengenai aplikasi adalah untuk memperluas materi yang dibahas dalam aplikasi *Biological Forest*.

6. Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan *Adobe Flash Biological Forest* dilakukan pada 22 siswa kelas VIII SMPN 6 Malang dengan menilai *Biological Forest* dari media pembelajaran, animasi yang digunakan, kemudahan saat digunakan dan materi *Biological Forest*. Didapatkan persentase keterbacaan media pembelajaran sebesar 85,528% yang berarti termasuk dalam kategori sangat baik. Beberapa komentar dan saran yang terkumpul yakni bahan ajar sudah sangat menarik, cocok digunakan pada masa pandemi, dan mudah digunakan. Selain itu aplikasi memerlukan kapasitas ruang yang cukup rendah.

Biological Forest merupakan aplikasi yang telah berhasil dikembangkan melalui bantuan aplikasi yang bernama *Adobe Flash*. Aplikasi interaktif dengan memberikan feedback terhadap *games* pembelajaran berupa salah dan benar sehingga cocok untuk digunakan sebagai media pembelajaran untuk pendidik saat ini. Aplikasi *Biological Forest* memiliki kapasitas total sebesar 21,2 Mb dan hanya dapat digunakan pada *Android* dimulai versi 4.4. Hasil akhirnya berupa aplikasi yang dapat di unduh melalui *link html* secara *online*. Selain itu *Biological Forest* memiliki keunggulan yaitu sebagai media pembelajaran yang dapat dibawa ke mana-mana dan dibuka setiap saat, Pernyataan tersebut diperkuat oleh Muryoah & Fajartia (2017) manfaat aplikasi berbasis *Adobe Flash* dalam dunia Pendidikan antara lain dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, efektif, efisien dan ekonomis.

Berdasarkan hasil validasi terhadap ahli materi, ahli media, dan guru pengampu, bahwa *Biological Forest* pada materi struktur tumbuhan dapat dikatakan layak digunakan dengan kategori valid pada ahli media dan sangat valid pada ahli materi. Sebanyak 80% siswa SMP setuju menggunakan dan tertarik terhadap aplikasi *Biological Forest*. Tak hanya itu, *Biological Forest* juga dapat mendukung pembelajaran siswa SMP saat pada masa daring karena Covid-19, Pernyataan tersebut diperkuat oleh Malichah (2020) bahwa siswa kesulitan dalam mempelajari materi IPA secara daring sehingga pendidik dapat mengembangkan dan meningkatkan sistem pembelajaran yang inovatif berbasis daring, seperti media dan model interaktif. Di era digital siswa SMP haruslah paham dan melek tentang teknologi khususnya pada masa pandemi Covid-19 ini (Silalahi, 2020).

Kelebihan dari *Biological Forest* ini yakni mudah digunakan dan tentunya praktis, karena dapat dibuka di *Android* secara pribadi sehingga siswa dapat dengan mudah mempelajarinya tanpa kendala tempat dan kuota internet sebab *Biological Forest* dapat dibuka tanpa memerlukan paket data internet setelah diunduh. Di dalam aplikasi siswa dapat memainkan *games* pembelajaran interaktif yang dapat mendukung lebih pemahaman siswa. Pada penelitian terdahulu masih menggunakan *file* yang berekstensi pada *Power Point* sehingga terkesan kurang praktis dalam segi penggunaannya (Ismah dkk, 2017).

PENUTUP

Berdasarkan analisis yang telah dibahas tentang pengembangan media *Biological Forest* pada aplikasi android berbasis *Adobe Flash* yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka disimpulkan bahwa hasil penerapan pembelajaran dengan media aplikasi *Biological Forest* mampu meningkatkan minat dan pemahaman siswa kelas VIII SMP sebagai media pembelajaran interaktif pada materi struktur tumbuhan dengan memenuhi aspek kelayakan media serta hasil uji lapangan.

Saran yang dapat diberikan adalah aplikasi *Biological Forest* dapat segera dipatenkan dan dapat diuji keefektifannya pada siswa SMP. Karena sudah tergolong valid atau layak digunakan untuk pembelajaran, maka diharapkan penelitian selanjutnya bisa mengembangkan lagi dari segi materinya selain itu diharapkan bagi pengguna *Adobe Flash* untuk memperbarui *Android* yang akan digunakan minimal dalam versi 4.4 untuk mempermudah penggunaan aplikasi dan tidak memiliki kendala.



DAFTAR RUJUKAN

- Atmawarni. (2016). Penggunaan Multimedia Interaktif Guna Menciptakan Pembelajaran Yang Inovatif Di Sekolah. *Perspektif*, 1(1), 20–27. <https://doi.org/10.31289/perspektif.v1i1.78>
- Hanafi. (2017). Konsep Penelitian R & D Dalam Bidang Pendidikan. *Saintifika Islamica: Jurnal Kajian Keislaman*, 4(2), 130. https://www.researchgate.net/publication/335227473_Research_and_Development_RD_Inovasi_Produk_dalam_Pembelajaran
- Istikomah. (2014). *Penggunaan Media Interaktif MOUSE MISCHIEF*, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Limanto dkk. (2017). *Aplikasi Multimedia Pembelajaran Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Terhadap Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Organ Tumbuhan*. 03(01), 2460.
- Mahmudah, A., & Pustikaningsih, A. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Lectora Inspire Pada Materi Jurnal Penyesuaian Untuk Siswa Kelas X Akuntansi Dan Keuangan Lembaga Smk Negeri 1 Tempel Tahun Ajaran 2018/2019. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 17(1), 97–111. <https://doi.org/10.21831/jpai.v17i1.26515>
- Malichah, N. D. (2020). Upaya Guru Dalam Mengoptimalkan Pembelajaran Ipa Saat Pandemi Covid-19 (Studi Kasus Di Smp Negeri 9 Salatiga). *Skripsi*, 19.
- Muyaroah, S., & Fajartia, M. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android dengan menggunakan Aplikasi Adobe Flash CS 6 pada Mata Pelajaran Biologi. *Innovative Journal of Curriculum and Educational Technology*, 6(2), 22–26. <https://doi.org/10.15294/ijcet.v6i2.19336>
- Nurul Afifah. (2013). Problematika Pendidikan di Indonesia (Telaah Aspek Budaya). *Jurnal Pendidikan*, Vol 1 No 2 (2013): *Jurnal Pendidikan*, 64–74. <https://unimuda.e-journal.id/jurnalpendidikan/article/view/148>
- O. William W, L. D. (2004). *MULTIMEDIA BASED INSTUCTIONAL DESIGN*.
- Pradana, H. Y. (2012). Game Pembelajaran Musikal Untuk Anak – Anak. *Pradana, Harly Yoga (2012) GAME PEMBELAJARAN MUSIKAL UNTUK ANAK – ANAK*. Undergraduate Thesis, UPN “VETERAN” YOGYAKARTA., *Game pembelajaran*, 1–11.
- Silalahi, M. V. (2020). Development of E-Modules Based on E-Learning on Topics of Reaction Rate Against Student Learning Outcomes Mechanical Engineering. *IJECA: International Journal of Education & Curriculum Application*, 3(2), 114–120.



PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS POE (PREDICT, OBSERVE, DAN EXPLAIN) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS

Cindy Audia Sahara^{1*}, Syaiful Arif²

IAIN Ponorogo 1

IAIN Ponorogo 2

*Email : 08cindyaudia@gmail.com

Abstrak

Lembar kerja merupakan panduan siswa untuk meningkatkan kemampuan berkomunikasi peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan, kepraktisan serta keefektifan dari produk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan berkomunikasi peserta didik. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode *Research and Development* dengan menerapkan beberapa tahapan model Borg and Gall. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar validitas ahli, tes kemampuan berkomunikasi serta angket respon peserta didik. Kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji validitas ahli, uji validitas dan reliabilitas, uji *N-Gain* dan uji *t* meliputi uji *independent t-test two tailed* dan uji *t-test one tailed*. Hasil penelitian ini yaitu produk lembar kerja peserta didik berbasis POE (*Predict, Observe, Dan Explain*) dengan pendekatan literasi sains layak untuk diterapkan dalam pembelajaran IPA, praktis dan efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan berkomunikasi peserta didik dengan perolehan nilai *N-Gain* sebesar 66,67 pada taraf signifikansi ($\alpha = 0.05$).

Kata kunci: LKPD, POE, Literasi sains, Kemampuan berkomunikasi

PENDAHULUAN

Teknologi yang semakin maju pada abad 21, mengharuskan peserta didik mampu mengikuti arus kemajuan zaman namun harus tetap membekali dirinya dengan berbagai kemampuan yang ada. Dilansir dari *National Education Association* bahwa generasi saat ini bukan hanya harus mampu menguasai kemampuan di bidang kognitif saja, namun juga harus mampu untuk berkomunikasi dengan baik dan mahir (Wicaksono et al., 2019). Sedangkan menurut data hasil penyelidikan yang dilakukan oleh PISA memperlihatkan bahwa pada tahun 2015 Indonesia mencatat skor rata-rata literasi sains dibawah standard ketetapan OECD. Hal ini menunjukkan rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik salah satunya terdapat pada indikator kemampuan proses sains, khususnya dalam berkomunikasi (Rohmawati et al., 2018). OECD menjelaskan bahwa kemampuan berkomunikasi peserta didik dalam literasi ilmiah bukan hanya tentang cara berbicara, bertukar wawasan maupun opini saja, namun juga mencakup kemampuan dalam menjelaskan kebenaran ilmiah dari riset yang telah dilakukan baik dalam bentuk tulisan maupun lisan (Nugraheni et al., 2017). Dengan demikian dapat dipahami bahwa kemampuan berkomunikasi sangat penting untuk dimiliki oleh peserta didik.

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan oleh peneliti di salah satu SMP Negeri di Ponorogo menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berkomunikasi peserta didik tingkat usia SMP/MTs masih kurang baik. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil analisis nilai LKPD kemampuan berkomunikasi peserta didik yang diperoleh peneliti saat melakukan observasi, yang menunjukkan bahwa hanya 11 dari 24 peserta didik yang mampu mendapatkan nilai diatas kriteria ketentuan maksimal yang telah ditentukan (KKM: 70). Pernyataan tersebut juga dikuatkan dengan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan salah satu guru IPA yang menjelaskan bahwa tingkat kemampuan berkomunikasi yang dimiliki peserta didik masih perlu ditingkatkan. Hal ini dapat dilihat dari masih diperlukannya pembimbingan dari guru agar peserta didik lebih berani dan mampu mengutarakan ide maupun gagasan yang dimilikinya. Narasumber juga menjelaskan bahwa dalam kegiatan pembelajaran, guru sudah berupaya untuk menerapkan kegiatan pembelajaran yang bersifat membangun seperti melakukan diskusi. Namun, untuk LKPD yang diterapkan dalam kegiatan pembelajaran selama ini memang masih berfokus pada kemampuan kognitif saja sehingga hanya untuk melihat tingkat pemahaman peserta didik pada materi yang dipelajari, belum mengarah pada LKPD yang mampu berfokus untuk meningkatkan kemampuan sains peserta didik khususnya kemampuan dalam berkomunikasi sains.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang telah dilakukan, peneliti bermaksud untuk mengembangkan produk pembelajaran guna meningkatkan kemampuan berkomunikasi yaitu pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*Predict, Observe, dan Explain*) dengan pendekatan literasi sains. LKPD dipilih untuk dikembangkan dalam penelitian ini, karena LKPD merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang mampu menunjang jalannya kegiatan belajar mengajar terutama pada pembelajaran K-13



(kurikulum 2013) yang berorientasi pada peserta didik. Sebagaimana pendapat dari Kosasih yang menyatakan bahwa K-13 sangat menitikberatkan pada serangkaian proses yang harus dilalui oleh peserta didik guna mampu meningkatkan wawasan dan keterampilan melalui pengalaman belajar sehingga mampu menumbuhkan sikap ilmuwan IPA dalam diri peserta didik (Sinaga et al., 2019). Widjajanti mengungkapkan bahwa salah satu sumber pembelajaran yang mampu dikembangkan oleh pendidik dengan menyesuaikan kondisi dan situasi serta permasalahan yang ada yaitu LKPD. Selain itu, Prastowo juga menyatakan bahwa LKPD yang disusun sendiri oleh pendidik lebih mampu mempunyai daya tarik tersendiri serta lebih sesuai dengan lingkungan sosial budaya peserta didik (Suhendar, 2018).

Ciri khas dari LKPD berbasis POE ini yaitu adanya kesatuan poses *predict*, *observe* dan *explain* yang harus ditempuh oleh peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan yang telah disajikan. Sebagaimana penelitian yang telah dilakukan oleh Budiono et al., pada tahun 2018 menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam berargumentasi menjadi lebih baik dengan diterapkannya LKPD berbasis POE (*predict*, *observe* dan *explain*) (Budiono et al., 2018). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Tina pada tahun 2017 juga menunjukkan bahwa penerapan metode POE (*predict*, *observe* dan *explain*) dalam kegiatan pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik dengan adanya tahapan *predict*, *observe* dan *explain* (Sumartini, 2017).

Pendekatan literasi sains juga dipilih untuk menunjang kemampuan berkomunikasi peserta didik melalui penyusunan LKPD berbasis POE, karena terdapat hal-hal positif yang mampu diperoleh saat peserta didik mampu menguasai literasi sains. Kek, et al., menyatakan bahwa dengan menguasai literasi sains dapat menambah wawasan, keahlian dalam menggali informasi serta meningkatkan sikap penuh tanggung jawab dalam kehidupan sehari-hari (Wicaksono et al., 2019). Selain itu, Kemendikbud juga menyatakan bahwa cara berfikir, sikap serta karakter peduli terhadap lingkungan sekitar dapat ditumbuhkan melalui literasi sains. Peserta didik yang mampu menguasai keterampilan literasi sains akan lebih siap dan mampu untuk menghadapi permasalahan-permasalahan yang ada di masyarakat yang sangat bertumpu pada teknologi di masa modern seperti ini. Selain itu, seseorang yang mampu menguasai literasi sains akan lebih mampu menciptakan produk yang sangat bermanfaat guna menyelesaikan problem yang ada disekitarnya (Armas et al., 2019).

Terdapat beberapa indikator yang berfungsi sebagai acuan dasar dalam pengukuran kemampuan berkomunikasi peserta didik. Indikator yang diterapkan dalam penelitian ini yaitu kemampuan menggali informasi, kemampuan mengolah data riset, serta kemampuan menyampaikan ide dan pendapat. Kemampuan peserta didik dalam menggali informasi dapat dilihat dari kemampuan dalam menarasikan kembali materi-materi yang telah dipelajari sebelumnya secara tertulis serta mampu mengaitkan problem tersebut dengan materi yang sudah dipelajari sebelumnya (Zulfa & Rosyidah, 2020). Kemudian kemampuan peserta didik dalam mengolah data dapat dilihat dari kemampuan dalam menarasikan data riset berupa gambar, tabel, grafik maupun sebagainya menjadi narasi ilmiah, serta sebaliknya yaitu mendeskripsikan riset penelitian yang berupa teks atau catatan kecil menjadi gambar, tabel, grafik, dan lain sebagainya sesuai dengan kebutuhan pelaporan penelitian (Sari et al., 2016) Sedangkan kemampuan menyampaikan ide dan pendapat dapat dilihat dari kemampuan peserta didik dalam mengungkapkan pendapatnya terhadap problem yang ada di sekitarnya dengan menggunakan bahasa yang baik, serta menyebutkan penyebab suatu kejadian berdasarkan fenomena yang telah dijabarkan (Zulfa & Rosyidah, 2020).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Research and Development* dengan menerapkan beberapa tahapan model Borg and Gall dikarenakan adanya kendala waktu tenaga dan biaya. Adapun fokus penelitian yang diteliti yaitu kemampuan berkomunikasi peserta didik. Penelitian ini bertempat di MTs 1 Muhammadiyah yang terletak pada Jalan Stadion Timur, No. 20 B Kertosari, Kabupaten Ponorogo, Jawa Timur. Sampel pada penelitian ini diambil menggunakan teknik *sampling jenuh* yaitu seluruh peserta didik kelas VII MTs Muhammadiyah 1 Ponorogo yang nantinya terbagi menjadi kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada kelas eksperimen peneliti memberikan perlakuan berupa penerapan LKPD berbasis POE (*predict*, *observe* dan *explain*) dengan pendekatan literasi sains, sedangkan untuk kelas kontrol tidak diberlakukan LKPD berbasis POE (*predict*, *observe* dan *explain*) dengan pendekatan literasi sains.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu lembar validitas ahli yang terdiri atas validitas materi/konten, validitas konstruk (kekhasan) dan validitas keterbacaan, tes kemampuan berkomunikasi yang terdiri atas *pretest* dan *posttest*, serta angket respon peserta didik. Teknik analisis data yang digunakan yaitu deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif. Teknik analisis deskriptif kualitatif diterapkan untuk menganalisis

kritik dan saran yang diberikan validator pada lembar validitas konstruk (kekhasan). Sedangkan teknik analisis deskriptif kuantitatif diterapkan untuk menganalisis hasil berupa angka.

Untuk melihat keefektifan dari LKPD yang diterapkan dapat ditinjau dari perolehan nilai peserta didik pada *pretest* dan *posttest* yang dianalisis menggunakan uji *N-Gain* dan uji *t* dengan bantuan program *SPSS versi 25.0*. Jika hasil uji *N-Gain* berada pada rentang $0.30 \leq g \leq 0.70$, maka produk yang dikembangkan mampu dikatakan cukup efektif untuk meningkatkan kemampuan berkomunikasi peserta didik (Lestari & Mujib, 2018). Jika hasil uji *t* menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sedangkan jika hasil uji *t* lebih dari 0,05 maka tidak terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol (Zulfa, 2020).

Untuk melihat kelayakan dari produk LKPD yang dikembangkan dapat ditinjau dari analisis lembar validitas ahli, yang telah diisi oleh dua validator yaitu Bapak Khoirul Anwar, M.Pd, dan Ibu Aldila Candra Kusumaningrun, M.Pd. selaku dosen Tadris IPA di IAIN Ponorogo. Data yang diperoleh dari lembar validitas ahli tersebut kemudian dianalisis menggunakan rumus presentase PPV.

$$PPV = \frac{\sum \text{jawaban validator}}{\sum \text{jawaban tertinggi validator}} \times 100\%$$

Kriteria kelayakan dari produk LKPD yang dikembangkan yaitu:

Tabel 1. Kategori Kelayakan Produk Pengembangan

Skor	Kriteria Kelayakan
81%-100%	Sangat layak
61%-80%	Layak
41%-60%	Cukup layak
21%-40%	Kurang layak
0%-20%	Sangat tidak layak

(Fatmawati, 2016)

Sedangkan untuk melihat kepraktisan LKPD, peneliti menggunakan instrumen angket respon peserta didik berupa skala *likert* yang dianalisis menggunakan rumus presentase respon.

$$\text{Persentase respon} = \frac{\sum \text{respon peserta didik}}{\sum \text{maximum respon peserta didik}} \times 100\%$$

LKPD yang dikembangkan mampu dikatakan praktis jika persentase respon peserta didik $\geq 61\%$. Sehingga jika persentase respon peserta didik $\leq 41\%$, maka LKPD yang dikembangkan masih termasuk kategori tidak praktis dan memerlukan perbaikan kembali (Susiawan, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelayakan LKPD Berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan pendekatan literasi sains

Kelayakan LKPD yang dikembangkan dapat ditinjau tiga aspek yaitu aspek materi/konten, aspek kekhasan dan aspek keterbacaan. Adapun ciri khas pada LKPD yang dikembangkan yaitu adanya penetapan model pembelajaran POE (*predict, observe dan explain*) serta pendekatan literasi sains pada LKPD yang tercermin pada fitur-fitur yang terdapat dalam LKPD. Terdapat empat fitur dalam LKPD yaitu fitur literasi sains, fitur *predict*, fitur *observe* dan fitur *explain*. Sebagaimana penelitian yang telah dilakukan oleh Budiono et al., pada tahun 2018 menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam berargumentasi menjadi lebih baik dengan diterapkannya LKPD berbasis POE (*predict, observe dan explain*) (Budiono et al., 2018). Kek, et al., menyatakan bahwa dengan menguasai literasi sains dapat menambah wawasan, keahlian dalam menggali informasi serta meningkatkan sikap penuh tanggung jawab dalam kehidupan sehari-hari (Wicaksono et al., 2019).

a. Validitas Materi/Konten

Penilaian pada aspek materi/konten berfungsi untuk mengukur kesesuaian isi serta materi yang dicantumkan dalam LKPD dengan KD yang harus dicapai peserta didik. (Tabel 2.) menunjukkan hasil rekapitulasi validator terhadap LKPD yang telah dikembangkan pada aspek validitas materi/konten.

Tabel 2. Rekapitulasi Validitas Materi/Konten

Aspek Penilaian Validitas	Tingkat Validitas	Persentase (%)
---------------------------	-------------------	----------------

Kelayakan Materi/Konten menurut BSNP	Sangat layak	87,5%
Kelayakan Penyajian menurut BSNP	Sangat layak	87,5%
Kelayakan Bahasa menurut BSNP	Layak	80%
Penilaian Kemampuan Komunikasi Sains	Sangat layak	97,5%
Jumlah rata-rata		88%

b. Validitas Konstruk (kekhasan).

Penilaian pada aspek kekhasan berfungsi untuk mengukur tingkat kelayakan penetapan ciri khas POE dan pendekatan literasi sains pada LKPD yang telah dikembangkan. (Tabel 3.) menunjukkan hasil rekapitulasi validator terhadap LKPD yang telah dikembangkan pada aspek validitas konstruk (kekhasan).

Tabel 3. Rekapitulasi Validitas Konstruk

Konstruk	Komentar
Fitur literasi sains bertujuan untuk memupuk rasa peduli peserta didik terhadap isu sains yang ada di lingkungan sekitar.	Sudah baik
Fitur <i>predict</i> (memprediksi) bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menggali informasi.	Sudah baik, karena sudah mampu menstimulasi peserta didik untuk mampu menggali informasi. Namun sebaiknya, pendeskripsian harus lebih dispesifikkan lagi.
Fitur <i>observe</i> (mengamati) bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengolah data hasil penelitian.	Sudah baik, hanya terdapat sedikit revisi pada tujuan percobaan dan variabel terikat.
Fitur <i>explain</i> (menjelaskan) bertujuan untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menyampaikan ide dan pendapat serta mengolah data riset.	Sudah baik. Namun, untuk pendeskripsian stimulus yang diberikan sebaiknya dibuat lebih mendetail agar penjelasan peserta didik nantinya lebih terfokus dan detail.

c. Validitas keterbacaan

Penilaian pada aspek keterbacaan berfungsi untuk mengukur pemilihan jenis huruf, ukuran huruf, tata letak dalam lembar kerja peserta didik, serta warna yang diterapkan dalam LKPD. (Tabel 4.) menunjukkan hasil rekapitulasi validator terhadap LKPD yang telah dikembangkan pada aspek validitas keterbacaan.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Validitas Keterbacaan

Aspek Penilaian Kelayakan	Tingkat Kelayakan	Persentase (%)
Desain LKPD	Sangat layak	89 %
Tipografi LKPD	Sangat layak	97 %
Ilustrasi isi LKPD	Layak	83 %
Jumlah rata-rata		90%

Kepraktisan LKPD Berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan Pendekatan Literasi Sains

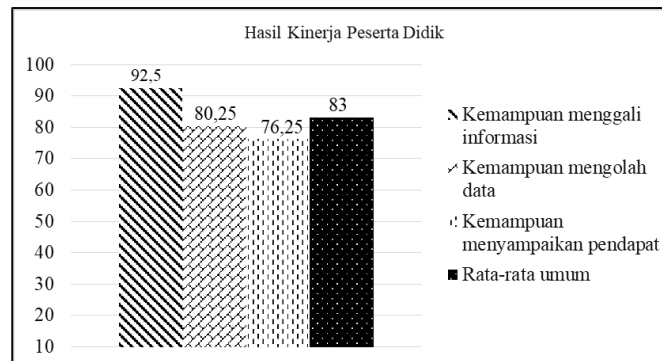
Tingkat kepraktisan LKPD mampu ditinjau dari respon positif yang diperoleh pada angket respon peserta didik. Terdapat 3 aspek penilaian yang harus dinilai peserta didik dalam LKPD berbasis POE ini yaitu aspek ketertarikan, aspek materi/konten dan aspek bahasa. Respon positif diperoleh dari hasil respon sangat setuju dan setuju. Sedangkan respon negatif diperoleh dari hasil respon kurang setuju dan tidak setuju. Rata-rata hasil respon peserta didik terhadap lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan pendekatan literasi sains yaitu sebesar 83% memberikan respon positif, sedangkan 17% nya memberikan respon negatif. (Tabel 5.) menunjukkan hasil rekapitulasi angket respon peserta didik.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Angket Respon Peserta Didik

Aspek Penilaian	Penilaian			
	Sangat Setuju	Setuju	Kurang Setuju	Tidak Setuju

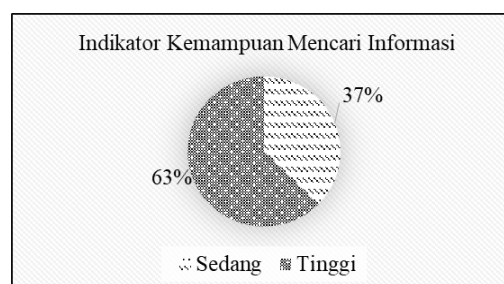
Aspek Ketertarikan	42%	42%	12%	4%
Aspek Materi/Konten	36%	52%	8%	4%
Aspek Bahasa	21%	56%	19%	4%
Rata-rata	33%	50%	13%	4%

Selain ditinjau dari angket respon peserta didik, tingkat kepraktisan juga dilihat dari kinerja peserta didik dalam menyelesaikan soal dan percobaan yang terdapat dalam LKPD yang telah dikembangkan. Diagram hasil kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan pendekatan literasi sains dapat dilihat pada (Gambar 1.)



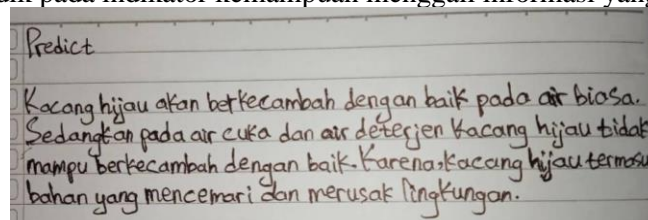
Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan (Gambar 1.) menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berkomunikasi peserta didik sebesar 83. Rata-rata tersebut dapat diketahui dari hasil analisis terhadap kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan LKPD berbasis POE dengan pendekatan literasi sains yang di dalamnya terdapat 3 indikator pencapaian kemampuan berkomunikasi, yaitu indikator kemampuan menggali informasi, indikator kemampuan mengolah data dan indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat.

Pertama, indikator kemampuan menggali informasi merupakan indikator yang mengukur kemampuan peserta didik dalam menarasikan kembali materi-materi yang telah dipelajari sebelumnya, baik dari buku-buku pelajaran, video pembelajaran, dan sumber belajar lainnya. Selain itu, kemampuan menggali informasi ini juga mampu dilihat dari kemampuan peserta didik dalam mampu mengaitkan problem yang dipaparkan dengan materi yang sudah dipelajari sebelumnya (Zulfa & Rosyidah, 2020). Berdasarkan rekapitulasi dari hasil kinerja peserta didik pada (Gambar 1.) dapat dilihat bahwa nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik pada indikator kemampuan menggali informasi pada tahap *predict* menunjukkan rata-rata sebesar 92,5. Nilai rata-rata ini termasuk pada kategori tinggi jika dibandingkan dengan indikator kemampuan berkomunikasi yang lainnya. Rata-rata 92,5 tersebut terdiri atas dua kategori, yaitu kategori sedang dan kategori tinggi (Gambar 2.).



Gambar 2. Diagram Hasil Kinerja Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Menggali informasi

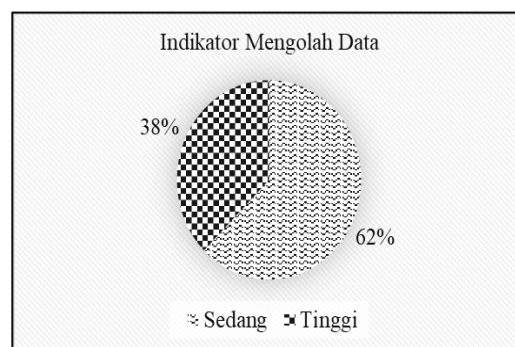
Berdasarkan Gambar 2. tersebut dapat diketahui bahwa 63% peserta didik termasuk ke dalam kategori tinggi dan 37% sisanya termasuk ke dalam kategori sedang. (Gambar 3.) merupakan gambaran dari salah satu contoh jawaban peserta didik pada indikator kemampuan menggali informasi yang terdapat pada tahap *predict*.



Gambar 3. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Menggali informasi

Sebagaimana uraian sebelumnya, melalui indikator kemampuan menggali informasi peserta didik diharapkan mampu menarasikan materi sebelumnya, serta mengaitkan fenomena yang dipaparkan dengan materi yang dipelajari. Dari (Gambar 3.) dapat diketahui bahwa peserta didik mampu mengaitkan fenomena yang terdapat pada LKPD yaitu tentang pengaruh jenis air yang berbeda-beda (air biasa, air sabun dan air cuka) terhadap kualitas perkecambahan kacang hijau dengan berita pencemaran air yang tertera pada fitur literasi sains. Kemampuan tersebut dapat dilihat dari jawaban yang diberikan peserta didik tersebut jelas dan lengkap. Membaca berita pencemaran pada fitur literasi sains memberikan pengaruh terhadap jawaban yang akan diberikan oleh peserta didik pada tahap *predict*. Aslamiyah mengatakan dengan membaca merupakan salah satu aktivitas yang mengarahkan peserta didik untuk mampu menggali informasi dari bacaan yang ada sehingga mampu menambah wawasan yang dimilikinya (Kamsari, 2013).

Kedua, indikator kemampuan mengolah data merupakan kemampuan peserta didik dalam menarasikan data riset berupa gambar, tabel, grafik maupun sebagainya menjadi sebuah narasi ilmiah yang dapat dipahami oleh orang banyak, serta sebaliknya yaitu mendeskripsikan riset penelitian yang berupa teks atau catatan kecil menjadi gambar, tabel, grafik, dan lain sebagainya sesuai dengan kebutuhan pelaporan penelitian (Sari et al., 2016) Berdasarkan rekapitulasi dari hasil kinerja peserta didik, nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik pada indikator kemampuan mengolah data pada tahap *observe* dan *explain* menunjukkan rata-rata sebesar 80,25. Rata-rata 80,25 tersebut jika dikategorikan terdiri atas dua kategori, yaitu kategori sedang dan kategori tinggi (Gambar 4.).



Gambar 4. Diagram Hasil Kinerja Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Mengolah Data

Berdasarkan Gambar 4. tersebut dapat diketahui bahwa 38% peserta didik termasuk ke dalam kategori tinggi dan 62% sisanya termasuk ke dalam kategori sedang. (Gambar 5.) merupakan gambaran dari salah satu contoh jawaban peserta didik pada indikator kemampuan mengolah data.

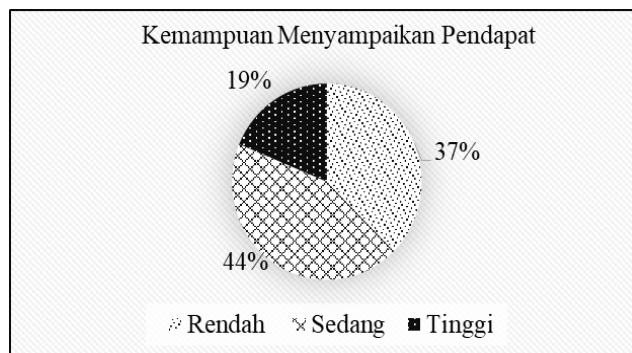
Melakukan percobaan.				Bercambah kacang hijau					
Hasil pengamatan :				Tumbuh dan ukuran tinggi					
Hari ke	Tanggal	Jenis air	Tumbuh dan baik/tidak	ukuran tinggi (cm)	Hari ke	Tanggal	Jenis air	Tumbuh dan baik/tidak	ukuran tinggi (cm)
1	28 Februari 2020	Gelas A Air detergen	Tidak	belum terlihat	2	23 Feb 2021	Gelas A Air Detergen	Tidak	bertumbuh sedikit
		Gelas B Air cuka	Tidak	masih terlihat akar			Gelas B Air cuka	Tidak	bertumbuh sekitar 2-3 cm tetapi tidak subur
		Gelas C Air biasa	baik	± 2 cm			Gelas C Air biasa	baik	± 5 cm

Gambar 5. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Mengolah Data

Sebagaimana uraian sebelumnya, melalui indikator kemampuan mengolah data ini peserta didik diharapkan mampu menarasikan data hasil penelitian ke dalam sebuah tabel, grafik, diagram dan sebaliknya yaitu menyajikan data hasil penelitian berupa tabel, grafik, diagram ke dalam narasi ilmiah yang mampu dipahami oleh banyak orang (Sari et al., 2016). Dari (Gambar 5.) dapat diketahui bahwa peserta didik mampu menyajikan data hasil kegiatan *eksperimen* sederhana yang telah dilakukan tentang pengaruh jenis air (biasa dan tercemar) terhadap perkecambahan kacang hijau. Hal ini dapat dilihat dari kelengkapan tabel hasil pengamatan yang disajikan oleh peserta didik. Selain itu, peserta didik juga mampu menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada secara lengkap dan jelas sesuai dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan. Tujuan dari adanya pertanyaan-pertanyaan

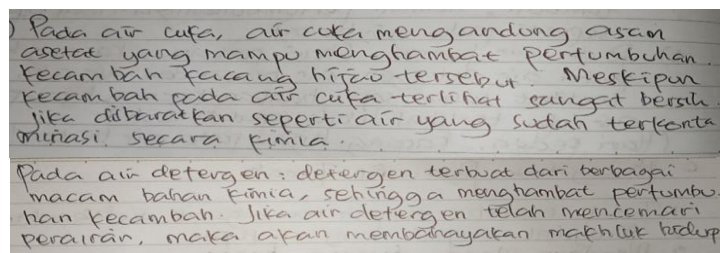
tersebut adalah agar peserta didik mampu menjelaskan tabel hasil pengamatan pengaruh jenis air (biasa, tercemar) terhadap perkecambahan kacang hijau dengan baik melalui jawaban dari pertanyaan yang ada. Sehingga, orang lain mampu memahami maksud dari data hasil penelitian tersebut. Kemampuan peserta didik menyajikan data hasil pengamatan serta kelengkapan jawaban dari pertanyaan yang diberikan menunjukkan bahwa peserta didik mempunyai kemampuan berkomunikasi sains dengan baik khususnya pada indikator kemampuan mengolah data.

Ketiga, indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat merupakan kemampuan peserta didik dalam mengungkapkan buah pikirannya dengan penggunaan bahasa yang baik, mengungkapkan pendapatnya terhadap problem yang ada disekitarnya dengan menggunakan bahasa yang baik, serta mampu menganalisis penyebab dari fenomena yang telah dipaparkan (Zulfa & Rosyidah, 2020). Berdasarkan rekapitulasi dari hasil kinerja peserta didik, nilai rata-rata yang diperoleh peserta didik pada indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat pada tahap *explain* menunjukkan rata-rata sebesar 76,25. Berbeda dengan nilai yang dicapai peserta didik pada dua indikator sebelumnya, rata-rata nilai pada indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat sebesar 76,25 tersebut jika dikategorikan terdiri atas tiga kategori, yaitu kategori rendah, sedang dan tinggi (Gambar 6.).



Gambar 6. Diagram Hasil Kinerja Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Menyampaikan Ide dan Pendapat

Berdasarkan Gambar 6. tersebut dapat diketahui bahwa 19% peserta didik termasuk ke dalam kategori tinggi, 44% termasuk ke dalam kategori sedang dan 37% sisanya termasuk ke dalam kategori rendah. (gambar 7.) merupakan gambaran dari salah satu contoh jawaban peserta didik pada indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat.



Gambar 7. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Menyampaikan Ide dan Pendapat

Sebagaimana penjelasan sebelumnya, melalui indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat ini peserta didik diharapkan mampu mengungkapkan pendapatnya serta menganalisis penyebab dari fenomena yang ada disekitarnya dengan menggunakan bahasa yang baik (Zulfa & Rosyidah, 2020). Dari (Gambar 7.) dapat diketahui bahwa peserta didik mampu menganalisis faktor yang menyebabkan kacang hijau tidak mampu berkecambah dengan baik pada air cuka dan air detergen. Selain itu, peserta didik juga mampu memberikan ide serta pendapatnya sebagai salah satu bentuk strategi yang bisa diterapkan untuk menanggulangi pencemaran lingkungan yang terjadi di sekitarnya. Kemampuan peserta didik dalam menganalisis penyebab dari problem yang dipaparkan menunjukkan bahwa peserta didik mempunyai kemampuan menyampaikan ide dan pendapat dengan baik.

Keefektifan LKPD Berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan Pendekatan Literasi Sains

Uji keefektifan LKPD berbasis POE ini dilihat dari perolehan nilai *pretest* dan *posttest* peserta didik yang kemudian di analisis menggunakan uji *N-Gain* dan uji *t*. Analisis menggunakan uji *N-Gain* berfungsi untuk

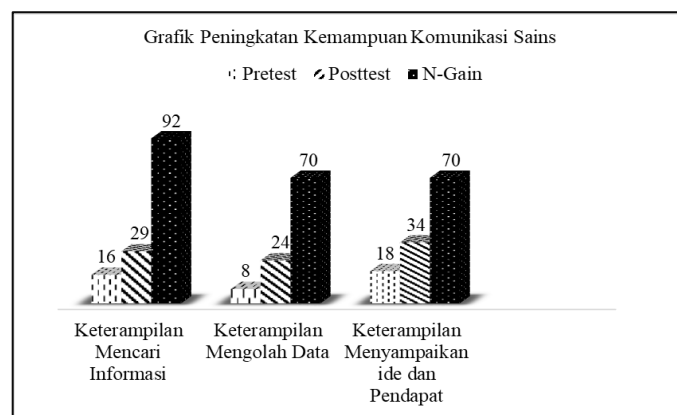
mengetahui mengetahui peningkatan nilai yang diperoleh peserta didik dari hasil awal yaitu *pretest* ke hasil yang kedua yaitu *posttest*. Tabel 6. merupakan nilai *pretest* dan *posttest* secara keseluruhan setelah di analisis dengan uji N-Gain.

Tabel 6. Hasil Uji N-Gain secara Umum

	N-Gain Score	
	Kontrol	Eksperimen
Minimal	47,3389	70,2083
Maksimal	80,00	100,00
Rata-rata	0,00	66,67

Berdasarkan Tabel 6. dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan rata-rata kemampuan komunikasi sains peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Rata-rata peningkatan kemampuan berkomunikasi peserta didik pada kelas kontrol mencapai 47,3389. Sedangkan pada kelas eksperimen peningkatannya mencapai 70,2083. Dengan demikian dapat diketahui bahwa lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe* dan *explain*) dengan pendekatan literasi sains yang diterapkan dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berkomunikasi.

Peningkatan tersebut dapat dilihat dari 3 indikator yaitu indikator kemampuan menggali informasi, indikator kemampuan mengolah data serta indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat. Kriteria penilaian yang diberikan untuk soal *pretest* dan *posttest* yaitu skor 10 untuk jawaban yang benar dan skor 0 untuk jawaban yang salah. Adapun rata-rata *pretest*, *posttest* dan uji N-Gain pada setiap indikator di kelas eksperimen dapat dilihat pada (Gambar 8.).



Gambar 8. Grafik Peningkatan Kemampuan Komunikasi Sains

Pada Gambar 8. berisi rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* serta rata-rata presentase N-Gain yang diperoleh peserta didik pada setiap indikator kemampuan berkomunikasi. Terdapat 3 indikator yang diterapkan untuk menunjang kemampuan berkomunikasi peserta didik. Peningkatan kemampuan berkomunikasi peserta didik paling tinggi diperoleh pada indikator kemampuan menggali informasi dengan rata-rata *pretest* yang diperoleh peserta didik sebesar 16, *posttest* sebesar 29, dan rata-rata persentase N-Gain sebesar 92%.

8. Air disekitar rumah Sinta tercemar oleh limbah rumah tangga dan sampah. Sedangkan air yang digunakan setiap hari adalah air dari sumur di sekitar rumahnya. Beberapa hari kemudian, Sinta mengalami sakit perut yang berlebihan sehingga menyebabkan Sinta buang air besar berulang kali. Setelah Sinta memeriksakan diri ke dokter ternyata penyakit Sinta ini disebabkan oleh bakteri *Escherichia coli* atau sering dikenal dengan bakteri *E. coli*. Bakteri *E. coli* ini paling sering dialami oleh orang yang mengonsumsi air yang tercemar. Berdasarkan uraian diatas, jenis penyakit yang diderita Sinta jika dikaitkan dengan materi pencemaran lingkungan adalah..... *

a. Diare

b. Hepatitis A

c. Disentri amoeba

d. Paratifus

Gambar 9. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Menggali informasi

Berdasarkan Gambar 9. dapat diketahui bahwa peserta didik sudah mampu mengembangkan salah satu indikator kemampuan berkomunikasi yaitu indikator kemampuan menggali informasi dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari pemilihan jawaban yang tepat yang menunjukkan bahwa peserta didik mampu membaca dan memahami makna yang terkandung dari pertanyaan tersebut dengan baik dan teliti. Abidin mengatakan bahwa salah satu tujuan membaca yaitu untuk menggali informasi atau makna yang terkandung pada suatu bacaan (Nazilah et al., 2017). Adanya kemampuan memahami makna serta informasi yang terdapat pada bacaan dengan baik, mampu mengarahkan peserta didik untuk memperoleh informasi yang lebih luas (Patiung, 2016). Sehingga kemampuan berkomunikasi peserta didik dapat lebih berkembang secara optimal.

Peningkatan kemampuan berkomunikasi pada indikator kemampuan mengolah data serta indikator menyampaikan ide dan pendapat mempunyai rata-rata persentase N-Gain yang sama yaitu 70%. pada indikator kemampuan mengolah data, nilai rata-rata *pretest* yang diperoleh peserta didik sebesar 8, *posttest* 24

5. Perhatikan hasil penelitian di bawah ini! *

Pengaruh detergen terhadap perkecambah kacang hijau

No.	Konsentrasi detergen	Rata-rata panjang akar
1.	Kontrol	4
2.	3,1 %	3
3.	6,25%	2
4.	12,5%	1
5.	25%	0
6.	50%	0
7.	100%	0

Kesimpulan dari tabel diatas adalah, **kecuali**...

- a. Detergen mempunyai dampak negatif terhadap organisme yaitu ditandai dengan terhambatnya pertumbuhan
- b. Detergen dengan konsentrasi yang tinggi mampu mengakibatkan organisme tidak mampu bertahan hidup
- c. Detergen dalam kadar tertentu mampu mengganggu kehidupan organisme
- d. Detergen mampu meningkatkan pertumbuhan akar perkecambahan

Indikator Kemampuan Mengolah Data

Berdasarkan (Gambar 10.) tersebut dapat diketahui bahwa peserta didik sudah mampu mengembangkan salah satu indikator kemampuan berkomunikasi yaitu indikator kemampuan mengolah data dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari pemilihan jawaban yang tepat yang menunjukkan bahwa peserta didik mampu membaca dan memahami data hasil penelitian yang terdapat pada tabel yang kemudian dideskripsikan ke dalam kalimat yang mampu dipahami. Sebagaimana teori dari OECD menjelaskan bahwa dalam literasi ilmiah kemampuan berkomunikasi peserta didik bukan hanya tentang cara berbicara, bertukar wawasan, kebenaran-kebenaran ilmiah, maupun opini saja, namun juga mencakup kemampuan peserta didik dalam memparafrasakan sebuah kebenaran-kebenaran ilmiah yang ada dari riset yang telah dilakukan dalam bentuk narasi maupun manuskrip (Nugraheni et al., 2017).

Selanjutnya, pada indikator kemampuan menyampaikan ide, pendapat nilai rata-rata *pretest* yang diperoleh peserta didik sebesar 18 dan *posttest* 34. (Gambar 11.) merupakan gambaran dari salah satu jawaban peserta didik pada indikator menyampaikan ide dan pendapat.

4. Eda tinggal di Desa Kintamani yang airnya berasal dari mata air pegunungan. Pada suatu hari, ia liburan bersama keluarganya ke rumah neneknya yang ada di Singaraja. Selama dua minggu di sana ia terjangkit gatal-gatal, hingga wajahnya pun ikut berjerawat. Padahal air yang ia gunakan untuk mandi dan membersihkan wajah itu secara fisik terlihat sama dengan yang ada di Kintamani, bahkan sabun yang ia gunakan juga sama saja. Kata dokter, kulit Eda termasuk jenis kulit yang sensitif terhadap suhu lingkungan, sabun dan air yang digunakan. Berdasarkan cerita Eda tersebut, menurut anda faktor yang menyebabkan kulit Eda menjadi gatal jika dikaitkan dengan materi pencemaran adalah.... *

- a. Air yang digunakan di Singaraja tercemar secara kimiawi, yaitu terkontaminasi oleh zat-zat berbahaya
- b. Sabun yang digunakan Eda tidak mengandung alkali tinggi sehingga dapat menyebabkan iritasi pada kulit saat digunakan pada lingkungan yang panas
- c. Suhu yang ada di Kintamani dan Singaraja berbeda, sehingga kulit masih beradaptasi dengan lingkungan yang baru
- d. Kulit Eda sudah tidak cocok lagi menggunakan sabun yang biasa digunakan

Gambar 11. Jawaban Peserta Didik pada Indikator Kemampuan Menyampaikan Ide dan Pendapat

Berdasarkan (Gambar 11.) dapat diketahui bahwa peserta didik sudah mampu mengembangkan indikator kemampuan menyampaikan ide dan pendapat dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari pemilihan jawaban yang tepat sebagai penyebab dari permasalahan yang disampaikan. Alternatif pilihan jawaban yang disediakan menjadi

kesulitan tersendiri bagi peserta didik. Hal ini dikarenakan ke empat alternatif jawaban tersebut bisa saja menjadi faktor dari permasalahan yang disampaikan jika peserta didik tidak membaca serta memahami soal dengan baik dan teliti. Pilihan jawaban yang tepat menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kemampuan menyampaikan ide dan pendapat dengan baik. Kegiatan pembelajaran yang memberikan pengalaman secara langsung kepada peserta didik merupakan salah satu upaya untuk melatih peserta didik dalam mengembangkan kemampuan komunikasinya (Pujiati et al., 2013).

Uji *independen t-test two tailed* diterapkan untuk melihat perbedaan perolehan nilai peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Pada uji *independen t-test two tailed*, hipotesis yang diajukan yaitu:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kelas eksperimen dan kontrol
 H_1 : Terdapat perbedaan nilai secara signifikan pada kelas eksperimen dan kontrol.

Tabel 7. Hasil Uji *Independent T-Test Two Tailed*

T Test	Nilai Hitung	Taraf Signifikansi	Keputusan Uji
Eksperimen-Kontrol	0.024	0.05	H_0 ditolak

Hasil uji *independen t-test two tailed* seperti yang tertera pada (Tabel 7.) menunjukkan bahwa nilai signifikansi (*t-tailed*) yang diperoleh mencapai $0.024 < 0.05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan perolehan nilai peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Sehingga, diperlukan uji lanjut untuk mengetahui peningkatan nilai yang lebih baik diantara kelas kontrol dan kelas eksperimen, dengan menggunakan uji *t-test one tailed*. Pada uji *t-test one tailed*, hipotesis yang diajukan yaitu:

- H_0 : Peningkatan nilai pada kelas eksperimen tidak lebih baik dari pada kelas kontrol
 H_1 : Peningkatan nilai pada kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol

Tabel 8. Hasil Uji *T-Test One Tailed*

T Test	Nilai Hitung	t tabel ($\alpha.v$)	Keputusan Uji
Eksperimen-Kontrol	3.105	2.131	H_0 ditolak

Dari hasil uji *t-test one tailed* pada (Tabel 8.) dapat diketahui bahwa hasil t hitung $< t$ tabel yaitu $3.105 < 2.131$, dengan taraf signifikansi 0,05. Sehingga diperoleh keputusan uji H_0 ditolak, yang berarti peningkatan nilai pada kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol. Dengan demikian dapat dipahami bahwa penerapan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) dengan pendekatan literasi sains efektif diterapkan dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berkomunikasi sains.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan oleh peneliti pada penelitian dan pengembangan ini, dapat disimpulkan bahwa, (1) Lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) pendekatan literasi sains yang dikembangkan oleh peneliti dinyatakan layak, baik dari aspek materi/konten maupun keterbacaan dengan persentase sebesar 89%, sehingga LKPD berbasis POE dengan pendekatan literasi sains dinyatakan layak digunakan dengan adanya perbaikan. (2) Secara kepraktisan, lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) pendekatan literasi sains mendapatkan respon positif peserta didik dengan persentase sebesar 83%. (3) Tingkat efektivitas lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) pendekatan literasi sains, ditinjau dari 3 aspek, yaitu (a) Lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis POE (*predict, observe dan explain*) pendekatan literasi sains disimpulkan mampu membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan komunikasinya dengan rata-rata N-Gain score termasuk pada kategori sedang yaitu sebesar 66,67 pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) (b) Hasil uji *independen t-test two tailed* menghasilkan nilai signifikansi (*t-tailed*) sebesar $0.024 < 0.05$, yang berarti bahwa terdapat perbedaan perolehan nilai peserta didik pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. (c) Hasil uji *t-test one tailed* memperoleh hasil t hitung $< t$ tabel yaitu $3.105 < 2.131$ pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$), yang berarti bahwa peningkatan nilai pada kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol.



DAFTAR PUSTAKA

- Armas, A. R. K., Ramlawati, & Syahrir, M. (2019). Hubungan antara Literasi Sains dengan Prestasi Belajar Peserta Didik pada Pembelajaran Kimia Kelas XI MIPA SMA Negeri Se-Kota Makassar. *Chemistry Education Review (CER)*, 2 (2), 67–75.
- Budiono, Sutiarto, S., & Dahlan, S. (2018). Pengembangan LKPD Berbasis POE Pada Konsep Kesebangunan untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Matematika Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Universitas Lampung*, 6(2), -.
- Fatmawati, A. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Konsep Pencemaran Lingkungan menggunakan Model Pembelajaran berdasarkan Masalah untuk SMA Kelas X. *Edusains*, 4(2), 94–103.
- Kamsari. (2013). *Peningkatan Keterampilan Membaca untuk Menemukan Informasi secara Cepat dan Tepat dengan Teknik Memindai Pola Vertikal dan Horizontal pada Siswa Kelas VIII A Semester Ganjil MTs NU Serangan Tahun Pelajaran 2012/2013*.
- Lestari, Y., & Mujib. (2018). Kemampuan Berpikir Kritis Matematis melalui Model Education Coins of Mathematics Competition (E-COC). *Jurnal Matematika*, 1(3), 265–274.
- Nazilah, F., Iswara, P. D., & Sudin, A. (2017). MENINGKATKAN KEMAMPUAN SISWA DALAM MENGGALI INFORMASI DARI TEKS WAWANCARA DALAM BAHASA INDONESIA TULIS DENGAN ROLE PLAYING (Penelitian Tindakan Kelas di Kelas IV B MI Ketib Kecamatan Sumedang Utara Kabupaten Sumedang). *Jurnal Pena Ilmiah*, 2(1), 131–140.
- Nugraheni, D., Suyanto, S., & Harjana, T. (2017). Pengaruh Siklus Belajar 5E Terhadap Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Sistem Saraf Manusia. *Jurnal Prodi Pendidikan Biologi*, 6(4), 178–188.
- Patiung, D. (2016). Membaca Sebagai Sumber Pengembangan Intelektual. *Jurnal Al-Daulah*, 5(2), 352–376.
- Pujiati, Nyeneng, I. D. P., & Sesunan, F. (2013). Pengaruh Keterampilan Berkomunikasi Sains Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1(4), 47–57.
- Rohmawati, E., Widodo, W., & Agustini, R. (2018). Membangun Kemampuan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran Berkonteks Socio-Scientific Issues Berbantuan Media Weblog. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 3(1), 8–14.
- Sari, I. J., Murni, D., & Sjaifuddin. (2016). Peningkatan Kecakapan Komunikasi Siswa menggunakan Pembelajaran Bilingual Preview Review dengan Setting. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 2(2), 121–130.
- Sinaga, D. D., Nyeneng, I. D. P., & Herlina, K. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Predict-Observe-Explain pada Materi Tekanan dalam Zat Cair untuk Meningkatkan Keterampilan Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 103–108.
- Suhendar, A. (2018). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Tema 2 Subtema 3 Pada Muatan IPA di Kelas V Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar* (Jambi: Universitas Jambi).
- Sumartini, T. S. (2017). Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa melalui Model Pembelajaran Predict Observe Explanation. *Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika (JES-MAT)*, 3(2), 167–176.
- Susiawan, E. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mengoperasikan Sistem Operasi Komputer berdasarkan Masalah di Kelas X TEI SMK Negeri 2 Lamongan. *Jurnal Pendidikan Elektro*, 2(2), 545–



554.

- Wicaksono, R. S., Susilo, H., & Sueb. (2019). Implementation of Problem Based Learning Combined with Think Pair Share in Enhancing Students' Scientific Literacy and Communication Skill through Teaching Biology in English Course Peerteaching. *Journal of Physics: Conference Series*, 1227, 1–8.
- Zulfa, A. R. (2020). *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Think Talk Write pada Tema Sistem Organ Manusia untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Sains di SMP N 2 Ponorogo*.
- Zulfa, A. R., & Rosyidah, Z. (2020). Integrative Science Education and Teaching Activity Journal Analysis Of Communication Skills Of Junior High School Students On Classification Of Living Things Topic. *Integrative Science Education and Teaching Activity Journal (INSECTA)*, 1(1), 78–92.



PENGARUH MODEL PROJECT BASED LEARNING (PJBL) TERHADAP KETERAMPILAN CRITICAL THINKING, CREATIVE THINKING, COLLABORATION & COMMUNICATION (4C) SISWA DI SMP

Beatrik Nova^{1*}

Pendidikan IPA Universitas Negeri Medan

beatrixnovaa@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh model project based learning terhadap keterampilan critical thinking, creative thinking, collaboration & communication (4C) siswa di SMP materi Tata Surya. Metode Penelitian yaitu quasi eksperimen. Teknik pemilihan sampel yaitu dengan teknik cluster random sampling yang terdiri dari dua kelas, yaitu kelas eksperimen diterapkan model project based learning dan kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional masing-masing terdiri dari 24 siswa. Instrumen yang digunakan pada keterampilan berfikir kritis dan kreatif yaitu tes berbentuk essay sebanyak 7 soal. Instrumen yang digunakan untuk keterampilan kolaborasi dan komunikasi berbentuk lembar observasi. Hasil pretes dilakukan uji hipotesis dua pihak dengan menggunakan uji manova dengan syarat normal dan homogen. Persentase peningkatan N-Gain keterampilan berfikir kritis pada kelas eksperimen sebesar 67% dan kelas kontrol sebesar 30% masing-masing pada kategori sedang. Persentase peningkatan N-Gain keterampilan berfikir kreatif pada kelas eksperimen sebesar 64% dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 16% dengan kategori rendah. Persentase peningkatan N-Gain kolaborasi pada kelas eksperimen sebesar 66% dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 10% dengan kategori rendah. Persentase peningkatan N-gain keterampilan komunikasi pada kelas eksperimen sebesar 65% dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 13% dengan kategori rendah.

Kata kunci: Model Project Based Learning, Critical Thinking, Creative Thinking, Creative Thinking, Collaboration

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah sebuah kegiatan yang dilakukan secara sadar dan penuh tanggung jawab yang bertujuan dalam mengubah tingkah laku dalam mengenalkan hal yang sebelumnya tidak diketahui menjadi diketahui. Pendidikan memegang peranan penting dalam mempersiapkan generasi agar mampu bersaing di abad 21. Abad 21 menuntut siswa agar mampu memecahkan masalah, bijak dalam mengambil suatu keputusan, mampu berfikir kreatif, terampil bermusyawarah serta mampu bekerjasama dalam suatu kelompok. Menurut Simanjuntak (2019) yang menyatakan bahwa suatu pendidikan harus segera diubah dari pembelajaran tradisional menjadi pembelajaran modern.

Siswa perlu memiliki keterampilan agar mampu bersaing pada abad 21. Keterampilan yang diperlukan pada abad 21 yaitu *critical thinking* (berpikir kritis), *creativity* (kreatif), *communication* (komunikasi), dan *collaboration* (kolaborasi) yang sering dikenal dengan 4C (Sani, 2014; Susilo, 2015).

Keterampilan berpikir kritis adalah suatu proses, tujuannya adalah membuat keputusan yang masuk akal tentang apa yang harus dipercaya dan apa yang harus dilakukan (Ennis, 1996). Keterampilan berpikir kritis yang dilatih akan membuat siswa memiliki rasa ingin tahu yang besar, aktual, nalarnya dapat dipercaya, fleksibel, jujur dalam menghadapi prasangka personal, berhati-hati dalam mengambil keputusan, transparan dalam isu, serta seimbang dalam mengevaluasi (Filsaime, 2008). Selain berpikir kritis, keterampilan lain yang harus dimiliki oleh siswa di abad 21 ini adalah berpikir kreatif. Keterampilan berpikir kreatif adalah keterampilan yang relatif spesifik dalam memikirkan sesuatu yang diperlukan seseorang untuk memahami sesuatu informasi berupa gagasan, konsep, teori dan sebagainya (Liliasari, 2011). Keterampilan berpikir kreatif yang dilatih akan membuat siswa memiliki kemampuan untuk melahirkan sesuatu yang baru, baik berupa gagasan maupun karya nyata, yang relatif berbeda dengan apa yang telah ada sebelumnya. Keterampilan kolaborasi adalah usaha untuk menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif dan hormat dengan tim yang beragam untuk mencapai tujuan bersama dengan tanggung jawab bersama (Roekel, 2011). Hasil penelitian Mahmudah, & Pertiwi (2015) menunjukkan bahwa siswa yang tidak hanya terampil berpikir kritis dan kreatif, namun juga terampil dalam berkolaborasi dapat mempermudah siswa untuk bekerja sama dengan teman kelompok saat mempelajari pelajaran khususnya fisika. Melakukan kolaborasi juga melatih siswa untuk berkomunikasi dalam menyelesaikan permasalahan dan menentukan solusi yang tepat. Keterampilan komunikasi sebagai suatu kemampuan berkomunikasi dengan jelas, mengartikulasikan pemikiran dan gagasan secara efektif (Roekel, 2011). Siswa yang tidak hanya terampil berpikir kritis, kreatif dan mampu berkolaborasi namun juga terampil berkomunikasi dapat mempermudah siswa untuk



bertanya, menjawab, berkomentar, mendengar penjelasan, dan menyanggah dengan baik (Martinis, 2009). Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Brusica & Shearer (2014) yang menunjukkan bahwa siswa yang memiliki keterampilan 4C memiliki hasil belajar yang lebih baik dan lebih sukses dalam dunia karir kedepannya..

Berdasarkan hasil observasi awal pada salah satu guru IPA di salah satu SMP di Kota Kisaran, guru cenderung mengajar dengan cara konvensional, pembelajaran berpusat pada guru, jarang diberikan contoh soal serta jarang melakukan sebuah percobaan. Berdasarkan hasil tes awal pada berfikir kritis didapatkan bahwa sebanyak 82% masih memiliki tingkat berpikir kritis yang rendah, dan 18% siswa memiliki keterampilan berpikir kritis yang sedang. Hasil tes berpikir kreatif didapat sebanyak 73% memiliki tingkat berpikir kreatif yang rendah dan 27% memiliki tingkat berpikir kreatif yang sedang. Hasil observasi pada keterampilan kolaborasi masih rendah karena antar siswa kurang toleransi, membentuk kelompok pertemanan dengan golongan tertentu, kurang menghormati pendapat orang lain dan tidak memiliki jiwa pemimpin. Berdasarkan hasil observasi pada keterampilan komunikasi, ditemukan keterampilan komunikasi siswa masih kurang, siswa kurang mampu mempresentasikan suatu informasi dengan baik, siswa tidak memiliki sikap presentasi yang baik, serta menyampaikan informasi dengan bahasa tubuh dan intonasi yang tidak sesuai. Berdasarkan hasil wawancara pada guru IPA, beliau juga menyampaikan hal yang sama bahwa siswa memiliki keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, kolaborasi dan komunikasi yang rendah, sehingga siswa masih perlu dilatih untuk meningkatkan keterampilannya.

Pembelajaran konvensional yang selama ini digunakan guru disekolah tidak dapat membentuk dan meningkatkan keterampilan 4C dengan baik. Salah satu model yang cocok diterapkan untuk membentuk keterampilan 4C siswa yaitu model pembelajaran berbasis proyek (*project based learning* (PjBL)).

Project based learning adalah suatu model pembelajaran yang dimulai dari perencanaan dan pengembangan proyek dengan menghasilkan suatu karya berupa produk yang dapat dipresentasikan dan dipublikasikan (Patton, 2012). Zubaidah (2017) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek adalah model yang ideal untuk memenuhi tujuan pendidikan abad ke 21, karena melibatkan prinsip 4C yaitu berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi dan kreativitas *Project based learning* sering dikaitkan dengan inkuiri dan pembelajaran berbasis masalah. Ciri khas dari model PjBL adalah sebuah karya yang dipamerkan untuk umum. Model PjBL dapat memusatkan siswa dalam kegiatan belajar karena memiliki tahap yang membuat siswa aktif dalam berpikir untuk menyelesaikan masalah yang diberikan oleh guru melalui proyek (Sukir, 2015). Model PjBL ini juga memiliki kelebihan, yaitu meningkatkan hasil belajar Ergul & Kargin (2014), meningkatkan keterampilan berkolaborasi (Yalçin, *et al.*, 2009), Meningkatkan kemampuan komunikasi (Bell, 2010), Meningkatkan kreativitas siswa (Zhou, 2010) dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Hayati, 2016). Model PjBL yang dimulai dengan pemberian tugas dapat membawa siswa untuk mengeksplorasi, menilai, menginterpretasi, mensintesis dan menginformasikan untuk memproduksi variasi tujuan pembelajaran yang berguna mempersiapkan siswa menghadapi permasalahan dalam dunia nyata (Eliana dkk, 2015).

Berdasarkan latar belakang di atas, adapun tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh penerapan model PjBL terhadap 4C pada siswa kelas VII SMP pada materi Tata Surya.

METODE

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah two group pretes-postes design, jenis penelitian yang digunakan adalah quasi eksperimen. Populasi dalam penelitian ini seluruh siswa kelas VII di salah satu SMP di Kota Kisaran, sampel dalam penelitian ini adalah kelas VII-H yang diterapkan model *project based learning* dan kelas VII-I dengan pembelajaran konvensional. Instrumen yang digunakan pada keterampilan berfikir kritis dan kreatif yaitu tes berbentuk essay sebanyak 7 soal, dan instrumen yang digunakan pada keterampilan kolaborasi dan komunikasi yaitu lembar observasi. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan uji manova.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis pada keterampilan *critical thinking* (berpikir kritis), *creative thinking* (berpikir kreatif), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi) (4C) pada kedua kelas ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisis 4C Siswa Pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Data	Keterampilan	Eksperimen		N-gain	Kontrol		N-gain
		Pretes	Postes		Pretes	Postes	
Rata-rata	berpikir kritis	49,82	83,61	67%	50,02	65,13	30%

	berpikir kreatif	51,28	82,73	64%	49,76	57,89	16%
	komunikasi	49,10	82,91	66%	41,78	47,78	10%
	kolaborasi	53,13	83,67	65%	45,34	52,46	13%

Analisis data menggunakan uji hipotesis dengan menggunakan uji manova dengan syarat data normal dan homogen. Berdasarkan hasil olah data berbantuan SPSS didapatkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen. Berdasarkan hasil uji manova diperoleh bahwa setelah menerapkan model PjBL diperoleh terdapat perbedaan secara signifikan keterampilan 4C anatar kelas eksperimen dan kelas kontrol, dapat disimpulkan bahwa dengan menerapkan model PjBL keterampilan 4C siswa lebih baik dibandingkan pada pembelajaran konvensional.

Persentase peningkatan N-gain keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen yaitu 67% dan kelas kontrol 30%, masing-masing pada kategori sedang. Persentase peningkatan N-gain keterampilan berpikir kreatif pada kelas eksperimen yaitu 64% dengan kategori sedang dan kelas kontrol 16% dengan kategori rendah. Persentase peningkatan keterampilan komunikasi pada kelas eksperimen yaitu 66% dengan kategori sedang dan kelas kontrol 10% dengan kategori rendah. Persentase peningkatan N-gain keterampilan kolaborasi pada kelas eksperimen yaitu 65% dengan kategori sedang dan kelas kontrol 13% dengan kategori rendah.

Persentase N-gain per indikator keterampilan *critical thinking* (berpikir kritis), *creative thinking* (berpikir kreatif), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi) (4C) pada kedua kelas ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Peningkatan Keterampilan 4C

4C	Indikator	Kelas Eksperimen		N-gain	Kriteria	Kelas Kontrol		N-gain	Kriteria
		Pre	Pos			Pre	Pos		
Berpikir kritis	<i>elementary clarification</i>	8,3	14	48%	sedang	10	13	30%	sedang
	<i>basic support</i>	11	17	66%	sedang	12	14	15%	rendah
	<i>inference</i>	10	15	50%	sedang	8,9	16	44%	sedang
	<i>advance clarification</i>	7,9	16	67%	sedang	11	15	28%	rendah
	<i>strategy and tactic</i>	7,2	17	76%	tinggi	7,2	14	38%	rendah
Berpikir kreatif	<i>fluenxy</i>	10	17	70%	tinggi	12	14,5	31%	sedang
	<i>flexibility</i>	10	20	66%	sedang	12	13,9	15%	rendah
	<i>originality</i>	11	19	57%	sedang	11	13,8	20%	rendah
	<i>elaboration</i>	13	20	58%	sedang	11	14	22%	rendah
kolaborasi	bertanggung jawab terhadap diri sendiri	2	2,6	30%	sedang	2	2,8	40%	sedang
	membantu kelompok	1,3	2,4	41%	sedang	1,2	1,5	7%	rendah
	menghormati orang lain	1,3	2,9	59%	sedang	1,2	1,6	11%	rendah
	bekerja sebagai kelompok yang utuh	1,5	2,8	52%	sedang	1,3	1,6	4%	rendah
	mengatur pekerjaan	1,82	2,8	45%	sedang	1,98	2,5	31%	sedang
	membuat dan mengikuti perjanjian	2,1	3,01	48%	sedang	1,98	2,9	42%	sedang
komunikasi	mengambil informasi	1,7	3,1	42%	sedang	1,3	1,8	14%	rendah
	membaca secara saintifik	1,8	3,1	40%	sedang	1,5	1,8	9%	rendah
	mendengarkan dan mengobservasi	1,8	3	38%	sedang	1,5	1,7	6%	rendah
	menulis secara saintifik	1,8	3,2	44%	sedang	1,5	1,8	9%	rendah
	mempresentasikan informasi	3,1	3,7	32%	sedang	2,9	3,2	14%	rendah



Berdasarkan uji N-Gain, persentase peningkatan n-gain berpikir kritis menunjukkan bahwa siswa yang diajarkan dengan model PjBL memiliki peningkatan keterampilan berpikir kritis lebih tinggi dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hayati (2016), Rauziani, dkk (2016) dan Sastrika, dkk (2016) juga menuliskan bahwa pembelajaran dengan berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Persentase peningkatan N-Gain keterampilan berpikir kreatif siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan pada kelas kontrol, hal ini tampak dari siswa yang dapat memberikan perubahan-perubahan dari informasi yang diperoleh mengenai cara untuk menyelesaikan permasalahan dalam materi alat optik. Hal ini juga tampak dari diskusi kelompok, siswa memiliki gagasan dengan sudut pandang berbeda seperti saat peneliti memberikan sebuah pertanyaan seorang pemilik toko yang ingin tokonya terlihat lebih luas. Hal ini sejalan dengan penelitian Zhou, *et al.* (2010), Luthivtasari & Linuwih (2012) dan Wahyu, dkk (2018) yang menyatakan bahwa berpikir kreatif siswa dapat meningkat saat menggunakan pembelajaran yang berbasis proyek. Persentase peningkatan N-Gain keterampilan kolaborasi siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan pada kelas kontrol, hal ini tampak dalam mendiskusikan proyek yang akan mereka buat ataupun mengatasi kendala dalam pembuatan proyek siswa menerima pendapat dan saran antar teman kelompok dengan sangat baik. Persentase peningkatan N-Gain keterampilan komunikasi siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, hal ini tampak dalam menuliskan proposal mini yang ada pada LKPD siswa sangat terperinci, jelas dan menggunakan sumber referensi. Hal ini sejalan dengan penelitian Yalcin, *et al.* (2009) dan Bell (2010) yang menyatakan bahwa keterampilan kolaborasi dan komunikasi siswa akan meningkat dengan menggunakan model pembelajaran berbasis proyek.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil uji manova terdapat perbedaan keterampilan 4C siswa secara signifikan pada kelas kelas VII-H yang diterapkan model *project based learning*. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model PjBL terhadap 4C pada materi Tata Surya siswa kelas VII SMP. Persentase peningkatan N-Gain keterampilan berfikir kritis pada kelas eksperimen sebesar 67% dan kelas kontrol sebesar 30% masing-masing pada kategori sedang. Persentase peningkatan N-Gain keterampilan berfikir kreatif pada kelas eksperimen sebesar 64% dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 16% dengan kategori rendah. Persentase peningkatan N-Gain kolaborasi pada kelas eksperimen sebesar 66% dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 10% dengan kategori rendah. Persentase peningkatan N-gain keterampilan komunikasi pada kelas eksperimen sebesar 65% dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 13% dengan kategori rendah.

DAFTAR RUJUKAN

- Bell, S. (2010). Project-based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House*. 83(2), 39-43.
- Brusic, S. A., & Shearer, K. L. (2014). The ABCs of 21st century skill (cover story). *Childrens's Technology & Engineering*, 18 (4), 6-10.
- Eliana, E. D. S., Jumadi, Senam, Wilujeng, I., (2015). *Project-Based Learning Model To Equip Student's ICT Literacy. Proceeding Of International Seminar on Science Education Yogyakarta State University*, 97-108.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. University of Illinois. Prentice Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- Ergul, N. R. & Kargin, E. K. (2014). *The effect of PBL on students' science success. Procedia – Social And Behavioral Sciences*, 136, 537-541.
- Filsaime. D. K. (2008). *Menguak rahasia berpikir kritis dan kreatif*. Jakarta: Prestasi Pustakarya.
- Hayati. (2016). Efektivitas *Student Worksheet* Berbasis *Project Based Learning* Dalam Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Geografi. *Jurnal Pendidikan*, 1(3): 468-474.
- Liliasari. (2011). *Membangun Masyarakat Melek Sains Berkarakter Bangsa Melalui Pembelajaran Makalah Seminar Nasional Unnes tahun 2011* Tersedia di <http://liliasari.staf.upi.edu/files/2011/05/Makalah-Semn-as-UNNES-2011.Liliasari.pdf>.
- Luthivtasari, N., P, N. M. D. & Linuwih, S. (2012). Implementasi Pembelajaran Fisika Berbasis Proyek Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis, Berpikir Kreatif dan Kemahiran Generik Sains. *Journal of Innovative Science Education*, 4(2), 41-49.



- Patton, A. (2012). *Work that Matters The Teacher's Guide to Project Based Learning*. Paul Hamlin Foundation: U, K.
- Rauziani, Yusrizal, & Nurmaliah, C. (2016). Implementasi Model *Project Based Learning* (PjBL) Dalam Meningkatkan Hasil Belajar dan Berpikir Kritis. 04(02), 39–44.
- Roekel, D. V. (2011). *Preparing 21st Century students For a Global Society an Educator's Guide to the "Four Cs"*. National Education Association: Canada.
- Sani, R. A. (2014). *Pembelajaran saintifik untuk imlementasi kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Simanjuntak, M. P., et al. (2019). Desain pembelajaran berbasis proyek terhadap 4C. *Jurnal Inpafi*, 7(3).
- Sukir. (2015). *Development Of PLC and Monitoring System Trainer KIT For Project-Based Practice Learning, Student Centered Learning, and Scaffolding in Vocational High Schools. Proceeding Of International Seminar on Science Education Yogyakarta State University*.
- Susilo. (2015). *Riset kualitatif dan penelitian ilmu*. Jakarta: TIM.
- Wahyu, Arif, & Setot, K. (2018). Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa dalam Pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) Pada Materi Fluida Statis. 03(06), 751-757.
- Yalçın, S. A., Turgut, Ü & Büyükkasap, E. (2009). *The effect of PBL on science undergraduates' learning of electricity, attitude towards physics and scientific process skills*. *International Online Journal Of Educational Sciences*, 1(1), 81-105.
- Zhou, C. F., Holgraard, J. E., Kolmos, A., & Nielsen, J. D. (2010). *Creativity development for engineering students: Cases of problem and project based learning*. Paper presented at Joint International IGIP-SEFI Annual Conferences 2010, Tranava, Slovakia.
- Zubaidah, S. (2019). *Mengenal 4C : Learning and Innovation Skills Untuk Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0*. (April), 0–18.



STUDI LITERATUR *E-MODUL* BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (pbl) PADA MATERI SISTEM EKSRESI MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP

Anisah Hanun¹, Hadi Suwono^{2*}, Muhammad Fajar Marsuki¹

1 Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

2 Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

*Email : hadi.suwono.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian yaitu untuk mengkaji literatur mengenai *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dapat dijadikan solusi dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII SMPN 11 Malang pada materi sistem ekskresi manusia. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa berbagai karakteristik dari pembelajaran IPA belum ditemui secara maksimal di dalam pelaksanaan pembelajaran, salah satunya adalah pada materi sistem ekskresi manusia. Hasil belajar siswa pada materi sistem ekskresi manusia juga masih tergolong rendah, sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi masalah rendahnya hasil belajar tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah wawancara dan kajian literatur, dengan instrumen penelitian yaitu tes wawancara guru, dan kuesioner siswa. Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa siswa membutuhkan *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi manusia. Dengan dikembangkannya *e-modul* ini, diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan pembelajaran IPA di kelas VIII SMPN 11 Malang menjadi lebih bermakna.

Kata kunci: *E-Modul, Problem Based Learning (PBL), Sistem Ekskresi Manusia*

PENDAHULUAN

Berdasarkan UU Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Bab II Pasal 3 menyebutkan bahwa tujuan pendidikan nasional adalah mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, menjadikan siswa yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, mandiri, dan menjadi warga Negara yang demokratis serta bertanggung jawab. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, Ilmu Pengetahuan Alam menjadi salah satu landasan penting dalam pembangunan bangsa. Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan ilmu yang mempelajari tentang gejala-gejala alam, baik makhluk hidup maupun makhluk tak hidup [1]. Menurut Fitriyati, dkk. (2017) gejala alam yang dimaksud pada IPA dapat berupa konsep, hukum, maupun fakta yang telah teruji secara ilmiah [2].

IPA diharapkan mampu menjadi sarana mempelajari diri sendiri, alam sekitar, dan bisa diterapkan dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari [3]. Selain itu, melalui pembelajaran IPA di sekolah diharapkan siswa terampil dalam menggunakan media dan teknologi, berinovasi, terampil dalam belajar, serta mampu menjalani kehidupan dan karir. Keterampilan belajar yang dibidik meliputi kemampuan menyelesaikan masalah, berpikir kritis, kreatif, inovatif, kolaboratif, serta mampu berkomunikasi [4]. Pembelajaran IPA berfokus pada pemberian pengalaman langsung kepada siswa, sehingga dapat mengembangkan kompetensi dalam menjelajahi alam sekitar secara ilmiah [1]. Manfaat dari pemberian pengalaman langsung diantaranya meningkatkan kemampuan kognitif, psikomotorik, dan keterampilan sosial [5].

Dalam pelaksanaannya, berbagai karakteristik dari pembelajaran IPA tersebut belum ditemui secara maksimal. Salah satunya adalah pada materi sistem ekskresi manusia. Sejalan dengan penelitian oleh Mardiani, dkk yang menunjukkan bahwa pembelajaran sistem ekskresi masih berorientasi pada *teacher-centered* dan penggunaan metode ceramah, yang menyebabkan siswa merasa bosan dan kurang memahami konsep [6]. Selain itu, hasil belajar yang diperoleh siswa pada materi sistem ekskresi manusia tergolong rendah dan banyak ditemukan miskonsepsi pada materi ini [7].

Hasil belajar adalah perubahan perilaku siswa yang disebabkan oleh pencapaian penguasaan atas hal-hal yang diberikan saat kegiatan belajar mengajar [8]. Sejalan dengan Nurrita (2018) yang menjelaskan bahwa hasil belajar merupakan penilaian yang diperoleh siswa setelah mengikuti proses pembelajaran, meliputi aspek penilaian kognitif, psikomotorik, dan afektif yang disertai dengan perubahan tingkah laku [9]. Adapun hasil belajar siswa SMP Negeri 11 Malang pada materi sistem ekskresi manusia tidak terlalu tinggi, dan masuk kategori sedang serta sebagian siswa masih membutuhkan perhatian khusus.



Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka dilakukan studi literatur mengenai bahan ajar dan model pembelajaran yang dapat dijadikan solusi dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas VIII SMPN 11 Malang pada materi sistem ekskresi manusia.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah wawancara dan kajian literatur tentang bahan ajar dan model pembelajaran yang dapat dijadikan solusi dalam memecahkan masalah rendahnya hasil belajar siswa pada materi sistem ekskresi manusia. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu tes wawancara guru dan kuesioner siswa kelas VIII SMPN 11 Malang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil wawancara dengan guru IPA SMP Negeri 11 Malang menunjukkan bahwa pembelajaran materi sistem ekskresi manusia dilakukan dengan menggunakan alat peraga yang didemonstrasikan kepada siswa. Selain itu, pembelajaran juga didukung dengan penggunaan buku paket dan pemberian tugas proyek kepada siswa. Akan tetapi, hasil belajar siswa pada materi sistem ekskresi manusia tidak terlalu tinggi, dan masuk kategori sedang serta sebagian siswa masih membutuhkan perhatian khusus.

Pada masa pandemi covid-19, penggunaan alat peraga tersebut tidak dapat dilakukan. Sehingga pembelajaran dialihkan menggunakan media *power point*/video animasi yang dibagikan ke siswa melalui *youtube* atau forum *google classroom*. Siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi pembelajaran, dikarenakan tidak dapat bertemu secara langsung dengan guru.

Guru IPA SMP Negeri 11 Malang dalam wawancara juga mengemukakan bahwa materi sistem ekskresi manusia cukup rumit dan pembahasannya sangat banyak. Terutama di pembahasan organ ginjal yang menjadi indikator esensial pada materi sistem ekskresi manusia. Siswa mengalami kesulitan dalam memahami mekanisme pembentukan urine pada ginjal. Hal ini sejalan dengan hasil angket yang dibagikan kepada siswa. 81% dari total responden merasa kesulitan dalam memahami materi sistem ekskresi manusia, karena konsep yang dijelaskan tidak dapat diamati secara langsung.

Solusi yang ditawarkan untuk mengatasi permasalahan rendahnya hasil belajar siswa pada materi sistem ekskresi manusia oleh penelitian sebelumnya diantaranya adalah melalui metode *Contextual Teaching and Learning* (CTL) [10]. Metode ini mampu meningkatkan hasil belajar dan motivasi siswa pada materi sistem ekskresi manusia. Namun, metode ini memiliki beberapa kekurangan yaitu memerlukan waktu yang cukup lama dan berpotensi menimbulkan suasana yang kurang kondusif jika guru tidak mampu mengendalikan kelas dengan baik [11].

Penelitian selanjutnya yaitu penggunaan media permainan *truth or dare*. Permainan yang dikembangkan oleh Rahayu & Martini (2019) ini adalah permainan yang menggunakan 2 kartu yaitu *truth* dan *dare* yang dilakukan secara berkelompok [12]. Penggunaan media permainan ini mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem ekskresi manusia. Namun, penggunaan media permainan *truth or dare* ini membutuhkan waktu yang lebih banyak serta membuat kelas lebih ramai.

Menurut Bobihu dan Rondonuwu (2020), penerapan pendekatan Keterampilan Proses Sains (KPS) dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem ekskresi manusia [13]. Penelitian yang dilakukan di SMP Negeri 2 Tondano ini menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar setelah melakukan pembelajaran pada siklus II, di mana persentase ketuntasan belajar siswa mencapai 92,30%. Pendekatan Keterampilan Proses Sains (KPS) memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah memerlukan waktu yang lebih lama dan fasilitas yang lengkap. Di mana tidak semua sekolah mampu menyediakan kelengkapan fasilitas tersebut. Kekurangan lainnya yaitu tidak semua siswa dapat melakukan seluruh proses dalam memperoleh data yang relevan [14].

Berdasarkan hasil wawancara guru, hasil kuesioner siswa, dan analisis penelitian terdahulu yang telah diuraikan di atas, maka peneliti merasa perlu melakukan berbagai strategi guna memperbaiki proses belajar mengajar, diantaranya adalah dengan penggunaan modul. Modul adalah sarana pembelajaran yang disusun secara sistematis, memuat kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, metode, materi pembelajaran, petunjuk kegiatan, serta latihan soal yang dapat menguji diri sendiri bagi siswa [15]. Modul adalah rangkaian kegiatan belajar yang disusun guna membantu siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran [16]. Modul memiliki peran penting dalam kegiatan pembelajaran karena mampu membantu siswa dalam memperoleh materi pembelajaran [17].

Modul memiliki ciri-ciri sebagai berikut; diawali dengan pernyataan sasaran belajar, pengetahuan yang tersusun sistematis sehingga siswa mampu berpartisipasi secara aktif. Selain itu, modul juga tersusun atas sistem

penilaian yang didasari oleh penguasaan, semua unsur bahan dan tugas pelajaran, serta mengarah pada tujuan belajar tuntas [17]. Guru dapat mengembangkan modul sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik [18].

Modul akan bermakna jika siswa dapat menggunakannya dengan mudah [19]. Modul sebaiknya dapat memfasilitasi siswa belajar secara mandiri dan penggunaannya dapat disesuaikan dengan kecepatan belajar masing-masing siswa. Setiyadi (2017) merumuskan karakteristik modul yang baik yaitu *self contained, self instruction, adaptive, alone, dan user friendly* [20]. Maksud dari *self instruction* adalah siswa mampu belajar secara mandiri tanpa bergantung pada orang lain [21].

Modul diharapkan dapat membantu siswa agar bisa belajar mandiri. Khususnya di masa pandemi covid-19 saat ini, perubahan besar dalam sistem pembelajaran menjadi bentuk daring mengharuskan siswa belajar mandiri dan tidak bertatap muka langsung dengan guru. Pada kondisi ini diperlukan inovasi dan adaptasi dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan teknologi penting dilakukan guna mengoptimalkan kegiatan interaksi dan transfer pengetahuan antara guru dan siswa, salah satunya adalah penggunaan modul elektronik (*e-modul*). *E-modul* cocok diaplikasikan pada pembelajaran daring karena mampu diakses oleh siswa dari rumah masing-masing dengan menggunakan perangkat seperti komputer maupun *smartphone*.

Modul berbasis elektronik adalah modul yang sesuai dengan perkembangan teknologi [19]. *E-modul* (Modul Elektronik) merupakan bahan ajar dalam format elektronik yang berisi audio, video, animasi, dan navigasi, untuk membantu visualisasi proses, sehingga lebih interaktif dan menarik [22]. Kelebihan dari *E-modul* sebagai modul berbasis TIK yaitu bersifat interaktif, memuat audio, gambar, video, animasi, tes dengan umpan balik secara otomatis, serta kemudahannya dalam navigasi [23].

Selain penggunaan modul, penerapan model pembelajaran yang tepat merupakan salah satu cara dalam memperbaiki proses belajar mengajar. Pembelajaran kontekstual dapat dijadikan alternatif pilihan karena melalui pembelajaran kontekstual siswa dapat mengkaitkan materi dengan situasi nyata. Pembelajaran kontekstual mengacu pada landasan teori konstruktivisme sehingga siswa mampu mengkonstruksi pengetahuan maupun memberi arti terhadap sesuatu yang mereka pikirkan [24].

Problem Based Learning merupakan pembelajaran yang menyajikan permasalahan kepada siswa, kemudian mengantarkan siswa tersebut dalam memperoleh pengetahuan baru yang belum mereka miliki sebelumnya. Sejalan dengan Fakhriyah (2014) yang menjelaskan bahwa pada model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) menggunakan permasalahan nyata yang ditemui di lingkungan sekitar dengan memaksimalkan kemampuan berpikir kritis dan memecahkan masalah sehingga siswa dapat memperoleh pengetahuan dan konsep [25]. PBL berorientasi pada pandangan konstruktivistik dengan muatan karakteristik kontekstual, memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah, berpikir metakognisi, serta kolaboratif [26].

Melalui model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), diharapkan siswa mampu membangun komunikasi dan penalaran sehingga siswa dapat bersaing pada abad 21. Selain itu, Aji, dkk. (2017) menyatakan bahwa model PBL juga dapat diaplikasikan dari tingkat SMP hingga Perguruan Tinggi karena pada model ini melibatkan berbagai macam aktivitas berpikir [27]. Hasil belajar yang didapatkan oleh peserta didik dari *Problem Based Learning* (PBL) yaitu kemampuan keterampilan penyelidikan serta pengalaman belajar dalam memecahkan masalah [28].

Model *Problem Based Learning* diawali dengan pemberian permasalahan kontekstual oleh guru yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari. *Problem Based Learning* memiliki lima tahap yang dicantumkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Tahapan Model *Problem Based Learning* (PBL)

Fase	Aktivitas Guru
Orientasi Masalah	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran, logistik yang diperlukan, memberikan motivasi kepada siswa agar aktif dalam kegiatan pemecahan masalah
Mengorganisasi siswa	Guru membantu siswa mengorganisasi tugas belajar yang berkaitan dengan permasalahan
Membimbing penyelidikan	Guru mengarahkan siswa dalam mengumpulkan informasi, melakukan eksperimen, serta mencari solusi permasalahan
Menyajikan hasil karya	Guru membimbing siswa merencanakan dan menyajikan hasil karya yang sesuai.



Evaluasi	Guru membimbing siswa melaksanakan evaluasi terhadap penyelidikan dan proses pemecahan masalah yang digunakan.
----------	--

Sumber: (Shoimin, 2014)

Karakteristik pembelajaran *Problem Based Learning* diantaranya (1) Siswa peka terhadap lingkungan sekitarnya, (2) pembelajaran terintegrasi dalam berbagai subjek, (3) simulasi permasalahan yang diberikan berupa *ill-structured* dan memancing penemuan bebas, (4) pemecahan masalah mewakili situasi nyata, (5) kolaborasi, (6) mampu menciptakan kemandirian siswa, (6) penilaian menjelaskan tentang kemajuan dalam mencapai tujuan dari kegiatan pemecahan masalah yang diperoleh siswa [26].

Beberapa kelebihan dari *Problem Based Learning* yaitu siswa mampu menerapkan pembelajaran secara mandiri serta mengimplementasikan pengetahuan yang dimiliki untuk memecahkan masalah [29]. Kelebihan lainnya dari *Problem Based Learning* adalah realistik dan sesuai dengan kebutuhan siswa. Adapun kekurangan dari pembelajaran PBL ini adalah kesulitan mencari permasalahan yang relevan, membutuhkan persiapan pembelajaran yang kompleks, serta memerlukan waktu yang lebih banyak [30].

Berdasarkan uraian di atas, maka *E-modul* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) perlu dikembangkan guna memperbaiki proses belajar mengajar dan meningkatkan hasil belajar siswa. *E-Modul* mengacu pada kompetensi dasar 3.10 dan 4.10 Kelas VIII SMP, di mana dalam penyusunannya bersumber pada silabus, buku, artikel, dan internet.

PENUTUP

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa siswa membutuhkan *e-modul* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi sistem ekskresi manusia. Dengan dikembangkannya *e-modul* ini, diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar siswa dan pembelajaran IPA di kelas VIII SMPN 11 Malang menjadi lebih bermakna.

Sebelum mengembangkan *e-modul*, sebaiknya dilakukan pengumpulan informasi mengenai silabus Mata Pelajaran IPA SMP/MTs Kurikulum 2013 dan berbagai literatur seperti buku-buku yang membahas materi sistem ekskresi manusia untuk siswa Kelas VIII SMP. Penyusunan kegiatan belajar perlu dilakukan secara teliti, sehingga sesuai dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL). *E-modul* sebaiknya dikembangkan dalam bentuk aplikasi yang didukung dengan gambar, video, audio, maupun fitur menarik lainnya yang mampu membantu siswa dalam memahami materi.

DAFTAR RUJUKAN

- A. L. Tilaar, "Efektivitas Pembelajaran Kontekstual dalam Mengajarkan Matematika," *J. Form.*, vol. 1, no. 3, pp. 186–191, 2011.
- Anasikhatussalafi, "Pengembangan E-Modul Interaktif Sebagai Sumber Belajar pada Mata Pelajaran Simulasi Digital Materi Logika dan Algoritma untuk Kelas X SMK Muhammadiyah 1 Bambanglipuro," Yogyakarta, 2018.
- D. A. Saputri and S. Febriani, "Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik pada Mata Pelajaran Biologi Materi Pencemaran Lingkungan Kelas X MIA SMA N 6 Bandar Lampung," *Biosf. J. Tadris Biol.*, vol. 8, no. 1, pp. 40–52, 2017, doi: 10.24042/biosf.v8i1.1262.
- E. Rofiah, N. S. Aminah, and W. Sunarno, "Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Berbasis High Order Thinking Skill (HOTS) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VIII SMP/MTs," *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, 2018, doi: 10.20961/inkuiri.v7i2.22992.
- F. Bobihu and A. T. Rondonuwu, "Penerapan Pendekatan Keterampilan Proses Sains (KPS) dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia Kelas VIII SMP Negeri 2 Tondano," vol. 1, no. 1, 2020.
- F. Fakhriyah, "Penerapan Problem Based Learning dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 95–101, 2014, doi: 10.15294/jpii.v3i1.2906.
- H. A. G. M. W. S. Ismail, "Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa," *J. Educ. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, p. 104, 2017.
- H. H. Al Azka, R. D. Setyawati, and I. U. Albab, "Pengembangan Modul Pembelajaran," *Imajiner J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, vol. 1, no. 5, p. 224, Oct. 2019, doi: 10.26877/imajiner.v1i5.4473.
- H. Sofyan and K. Komariah, "Pembelajaran Problem Based Learning dalam Implementasi Kurikulum 2013 di



- SMK,” *J. Pendidik. Vokasi*, vol. 6, no. 3, p. 260, 2016, doi: 10.21831/jpv.v6i3.11275.
- I. . Suarsana and G. . Mahayukti, “Pengembangan E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah,” *J. Pendidik. Indones.*, 2013, doi: 10.23887/jpi-undiksha.v2i2.2171.
- I. Fitriyati, A. Hidayat, and Munzil, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Penalaran Ilmiah Siswa Sekolah Menengah Pertama,” *J. Pembelajaran Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 27–34, 2017.
- K. W. B. Putra, I. M. A. Wirawan, and G. A. Pradnyana, “Pengembangan E-Modul Berbasis Model Pembelajaran Discovery Learning pada Mata Pelajaran ‘Sistem Komputer’ untuk Siswa Kelas X Multimedia SMK Negeri 3 Singaraja,” *J. Pendidik. Teknol. dan Kejur.*, 2017, doi: 10.23887/jptk.v14i1.9880.
- Kemendikbud, “Model Silabus Mata Pelajaran Sekolah Menengah Pertama/ Madrasah Tsanawiyah - Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam,” *Kementeri. Pendidik. Dan Kebud.*, pp. 1–47, 2017.
- M. D. Insani, “Studi Pendahuluan Identifikasi Kesulitan dalam Pembelajaran pada Guru IPA SMP Se-Kota Malang,” *J. Pendidik. Biol.*, vol. 7, no. 2, pp. 81–93, 2016.
- M. P. Lestari and W. Winarsih, “The Validity of Module Based on Problem Based Learning In Environment Pollution Sub Material to Train Students’s Science Literation Grade X Of High School,” *BioEdu Berk. Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 8, no. 3, pp. 13–19, 2019.
- N. Nurhidayah, A. Yani, and N. Nurlina, “Penerapan Model Contextual Teaching Learning (CTL) Terhadap Hasil Belajar Fisika Pada Siswa Kelas XI SMA Handayani Sungguminasa Kabupaten Gowa,” *J. Pendidik. Fis. Unismuh*, 2016.
- P. Hardiyanti, “Analisis Keterampilan Proses Sains Melalui Pembelajaran Berbasis Praktikum Mata Pelajaran IPA pada Peserta Didik Kelas VIII di MTs Negeri 1 Bandar Lampung,” *UIN Raden Intan Lampung*, 2020.
- P. Rahayu, S. Mulyani, and S. S. Miswadi, “Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu dengan Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning Melalui Lesson Study,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 63–70, 2012.
- Parmin and E. Peniati, “Pengembangan Modul Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar IPA Berbasis Hasil Penelitian Pembelajaran,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2012, doi: 10.15294/jpii.v1i1.2006.
- R. M. Situmorang, Muhibbuddin, and Khairil, “Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Sistem Ekskresi Manusia,” *J. EduBio Trop.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–90, 2015.
- R. Mardiani, N. Khoiri, and B. I. Norra, “Inovasi Modul Pembelajaran Biologi Terintegrasi Problem Based Learning Dilengkapi dengan Tes Diagnostik Multiple Choice Two Tier pada Materi Sistem Ekskresi Manusia di SMP,” *BIOEDUCA J. Biol. Educ.*, vol. 2, no. 2, p. 50, 2020, doi: 10.21580/bioeduca.v2i2.6496.
- S. A. Prabowo, “The Effectiveness of Scientific Based Learning Towards Science Process Skill Mastery of PGSD Students,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, 2015, doi: 10.15294/jpii.v4i1.3495.
- S. Aji, M. N. Hudha, and A. Rismawati, “Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika,” *SEJ (Science Educ. Journal)*, 2017, doi: 10.21070/sej.v1i1.830.
- S. Dahlina, A. Sunandar, and A. D. Kurniawan, “Analisis Konsepsi Siswa dengan Three Tier Test pada Materi Sistem Ekskresi di Kelas VIII SMP Negeri 10 Pontianak,” *Pena Kreat. J. Pendidik.*, vol. 8, no. 2, pp. 102–111, 2019.
- T. Nurrita, “Pengembangan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa,” *MISYKAT J. Ilmu-ilmu Al-Quran, Hadist, Syari’ah dan Tarb.*, 2018, doi: 10.33511/misykat.v3n1.171.
- T. Yulianti, “Pengembangan Modul Berbasis Problem Based Learning Materi Pencemaran Lingkungan untuk Membiasakan Sikap Peduli Lingkungan Siswa SMPN 1 Sukoharjo,” *Universitas Sebelas Maret*, 2014.
- Trianto, *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Progresif: Konsep, Landasannya, dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana, 2010.
- W. Rahayu and Martini, “Penggunaan Media Permainan Truth or Dare pada Materi Sistem Ekskresi Manusia untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik di SMP Negeri 3 Sidoarjo,” *E-Jurnal Pensa J. Pendidik. Sains*, vol. 7, no. 2, pp. 279–283, 2019.
- Y. Riyanto, *Paradigma Baru Pembelajaran: Sebagai Referensi Bagi Pendidik dalam Implementasi Pembelajaran yang Efektif dan Berkualitas*. Jakarta: Kencana, 2012.
- Y. Undiyati, “Melalui Metode Contextual Teaching and Learning (CTL) Mampu Meningkatkan Hasil Belajar Ilmu Pengetahuan Alam Tentang Sistem Ekskresi Manusia pada Siswa Kelas IX A SMPN 1 Baregbeg



Kecamatan Baregbeg Kabupaten Ciamis,” J. Ilm. Edukasi, vol. 4, no. 1, 2016.



STUDI LITERATUR KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR UNTUK MEMFASILITASI SISWA SMP/MTs DALAM MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN

Ifa Madiana Zulfa¹, Sugiyanto^{2*}, Muhammad Fajar Marsuki³

Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang

*Email : sugiyanto.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian yaitu mengkaji berbagai macam literatur untuk mencari solusi ideal yang dapat memfasilitasi kemampuan menganalisis siswa pada topik pencemaran lingkungan. Dilihat dari beberapa penelitian menyebutkan bahwa masih banyak siswa yang kesulitan dalam menganalisis pencemaran lingkungan. Hal tersebut diperkuat dengan adanya hasil penelitian melalui wawancara yang menunjukkan bahwa kemampuan analisis peserta didik masih tergolong kurang. Media pembelajaran dan sumber belajar adalah salah satu komponen yang berperan penting dalam menunjang keberhasilan suatu pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran dan sumber belajar harus dipertimbangkan dengan melihat kebutuhan materi. Instrumen yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah tes wawancara mengenai pelaksanaan pembelajaran IPA di SMP Plus Sunan Kalijaga. Metode yang digunakan adalah kajian literatur dan wawancara yang ditujukan kepada guru IPA dan siswa SMP Plus Sunan Kalijaga. Berdasarkan kajian literatur dan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh solusi yang ideal dan efektif untuk memecahkan permasalahan tersebut yakni dengan adanya pembaruan terhadap proses pembelajaran yang lebih ideal yaitu dengan adanya pengembangan bahan ajar berbasis model Problem Based Learning (PBL).

Kata kunci: Bahan Ajar, kemampuan menganalisis, IPA

PENDAHULUAN

Setiap negara pasti menginginkan bangsanya maju dalam berbagai aspek kehidupan. Hal tersebut tentu menjadi cita-cita setiap bangsa salah satunya bangsa Indonesia. Bangsa Indonesia ikut serta dalam program pembangunan yang berkelanjutan dalam rangka memerangi permasalahan kebodohan dan kemiskinan (Tilaar, 2015). Banyak faktor yang dapat menunjang kemajuan suatu negara dan bangsa. Salah satunya adalah dalam bidang pendidikan. Pendidikan adalah hal yang sangat penting karena dengan itulah kita bisa mempelajari ilmu pengetahuan dari segala bidang (Rahayu, 2021).

Pendidikan merupakan salah satu kebutuhan manusia dan harus dipenuhi dalam kehidupan. Pendidikan dijadikan sebagai wadah kegiatan yang mampu mencetak sumber daya manusia yang berkualitas tinggi. Melalui pendidikan (formal atau informal), peserta didik mengalami proses perubahan dari dalam dirinya. Proses perubahan yang dimaksud adalah perubahan baik dari segi kelakuan maupun pengetahuan (Rista dan Ariyanto, 2018).

Salah satu mata pelajaran penting dalam dunia pendidikan adalah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan ilmu yang mengkaji fenomena-fenomena, kejadian atau peristiwa alam. Fenomena tersebut meliputi fenomena alam hidup maupun tidak hidup. Pada dasarnya, hakikat pembelajaran IPA sendiri terdiri atas tiga hal yakni IPA sebagai proses, IPA sebagai produk, dan IPA sebagai sikap ilmiah. Bidang ilmu dasar IPA meliputi tiga bidang bahasan yaitu bidang fisika, kimia, dan biologi (Arviansyah, Indrawati, dan Hariyanto, 2016).

Berdasarkan data TIMSS (*Trends in Mathematics and Science Study*) untuk pertandingan empat tahun terakhir, Indonesia menempati peringkat lima besar rata-rata dari bawah (Akilli, 2015). Hasil data TIMSS 2015 menunjukkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa Indonesia masih berada pada kategori rendah yakni di bawah skor rata-rata internasional. Dari hasil tersebut, pelajar Indonesia dinilai hanya mampu mengingat fakta ilmiah, hukum, istilah dan menggunakannya dalam menarik kesimpulan sederhana (Anggraini dan Wasis, 2018). Data penelitian TIMSS tersebut menunjukkan bahwa domain penalaran siswa Indonesia tergolong rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan menganalisis, mensintesis, dan menggeneralisasi data dan konsep sains ke dalam lingkungan baru dalam kehidupan sehari-hari mereka masih lemah (Marlina dkk, 2017).



Pembelajaran IPA Terpadu adalah salah satu bentuk model implementasi kurikulum yang diaplikasikan ke jenjang pendidikan SMP. Pada pelaksanaan pembelajarannya membutuhkan peran profesionalisme guru yang memadai. Guru sebagai seorang pendidik memiliki keharusan untuk memiliki cukup ilmu dalam menyampaikan pembelajaran IPA secara utuh dan menyeluruh. Di sisi lain, dalam penyampaian pembelajaran IPA secara terpadu membutuhkan beberapa peran sarana pendukung meliputi model pembelajaran maupun perangkat pembelajaran yang sesuai. (Rahayu, Mulyani, dan Miswadi, 2012). Salah satu faktor pendukung untuk mencapai keberhasilan penerapan kurikulum 2013 yang saat ini berlaku adalah adanya perangkat pembelajaran yang relevan dan layak. Salah satu perangkat pembelajaran yang penting fungsinya dalam pembelajaran adalah ketersediaan bahan ajar yang layak dan dapat memfasilitasi siswa dalam pembelajaran (Muqodas, Sumardi, dan Berman, 2015).

Proses pembelajaran IPA Terpadu membutuhkan adanya suatu penyelidikan. Penyelidikan tersebut dapat dicapai dengan adanya kemampuan dalam menganalisis suatu konsep. Kemampuan menganalisis ialah proses yang meliputi pemecahan materi ke dalam bagian kecil dan mempunyai keterkaitan antar bagian maupun struktur secara keseluruhan. Dalam pembelajaran IPA Terpadu, kemampuan menganalisis sangat diperlukan oleh siswa. Kemampuan berpikir analisis adalah salah satu poin penting yang harus dimiliki siswa di masa sekarang (abad 21) agar dapat bersaing di dunia global (Setiawaty, Sunarno, dan Sugiyarto, 2019). Selain itu, dengan siswa dilatih kemampuan menganalisisnya maka mereka akan mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya dalam menyelesaikan segala macam dan bentuk permasalahan yang disajikan dalam pembelajaran. Kemampuan peserta didik dalam menganalisis dapat tercapai jika terdapat model dan metode pembelajaran yang sesuai dan mendukung (Qomariya dkk, 2018).

Kemampuan siswa SMP dalam menganalisis, khususnya pada pokok bahasan materi pencemaran lingkungan masih tergolong rendah. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil wawancara terhadap guru IPA mengenai kemampuan menganalisis pencemaran lingkungan siswa kelas VIII SMP Plus Sunan Kalijaga. Dari hasil wawancara terhadap guru IPA di SMP tersebut dapat diketahui bahwa ketika siswa disajikan soal-soal menganalisis mengenai pencemaran lingkungan, masih banyak siswa yang menjawab salah bahkan tidak menjawab soal tersebut. Hal tersebut menandakan bahwa siswa masih rendah kemampuan menganalisisnya. Selain itu, guru juga mengakui bahwa memang selama ini masih belum mengembangkan media ataupun bahan ajar sehingga dapat menunjang siswa untuk belajar materi secara utuh dan terstruktur. Bahan ajar yang digunakan selama ini masih sebatas LKS dan buku paket IPA.

Bahan ajar memiliki peranan penting dalam pembelajaran. Pengembangan bahan ajar dapat menjadikan pembelajaran menyenangkan, lebih terstruktur, sehingga tidak menyimpang dari tujuan pembelajaran (Magdalena dkk, 2020). Kesiapan guru dalam pelaksanaan pembelajaran dapat lebih dimudahkan dengan adanya pengembangan bahan ajar mencakup buku guru dan buku siswa sebagai sumber belajar (Khusniati, dan Pamelasari, 2014).

Penelitian yang dilakukan menurut (Qomariya dkk, 2018) menyatakan bahwa kemampuan menganalisis siswa SMP Negeri 3 Bangkalan pada kelas kontrol masih tergolong rendah. Rendahnya kemampuan menganalisis siswa SMP dalam pembelajaran IPA Terpadu dikarenakan siswa kurang dibiasakan dan kurang dilatih dalam menyelesaikan masalah yang sifatnya menganalisis. Selain itu, juga ada faktor internal dan eksternal yang dapat mempengaruhinya. Salah satu contoh faktor internal yang dapat mempengaruhi adalah kondisi fisik siswa tersebut jika kurang baik tentu akan mempengaruhi konsentrasinya. Sedangkan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi adalah metode, dan model pembelajaran, kompetensi guru serta sarana prasarana (Setiawaty, Sunarno, dan Sugiyarto, 2019). Berdasarkan permasalahan di atas maka dilakukan studi literatur mengenai kebutuhan pengembangan bahan ajar yang dapat dijadikan solusi dalam mengatasi rendahnya kemampuan menganalisis siswa kelas VIII SMP Plus Sunan Kalijaga pada pokok bahasan materi pencemaran lingkungan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara dan kajian literatur mengenai solusi-solusi yang dapat dijadikan sebagai alternatif untuk memfasilitasi kemampuan menganalisis siswa. Instrumen penelitian yang digunakan yakni menggunakan tes wawancara. Wawancara dilakukan peneliti dengan guru dan siswa kelas viii pada mata pelajaran ipa smp plus sunan kalijaga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Wawancara yang telah dilakukan pada guru menunjukkan bahwa kemampuan menganalisis siswa pada mata pelajaran IPA khususnya pencemaran lingkungan masih menempati kategori rendah. Hal tersebut dapat dibuktikan ketika siswa disajikan soal-soal menganalisis mengenai pencemaran lingkungan, masih banyak siswa



yang menjawab salah bahkan tidak menjawab soal tersebut. Metode yang digunakan guru dalam pembelajaran IPA adalah metode lama yakni ceramah. Selain ceramah, selanjutnya guru memberikan penugasan kepada siswa untuk mengerjakan soal. Bahan ajar yang digunakan juga hanya mengacu pada buku paket IPA dan LKS berisi materi singkat. Adanya bahan ajar tersebut juga masih kurang memfasilitasi siswa dalam menganalisis pencemaran lingkungan. Guru juga mengatakan bahwa selama ini masih belum menggunakan media pembelajaran yang relevan untuk digunakan dalam mengajar.

Guru sebenarnya sudah mengupayakan penggunaan model pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum 2013. Model pembelajaran yang pernah digunakan dalam menunjang pembelajaran materi pencemaran lingkungan adalah Problem Based Learning (PBL). Kenyataan yang terjadi ketika model pembelajaran tersebut diimplementasikan di pembelajaran adalah masih kurang terlaksana secara penuh sehingga kurang maksimal hasilnya. Ketika proses pembelajaran berlangsung, keterlibatan siswa dalam pembelajaran juga masih rendah. Hal ini dibuktikan dengan masih adanya siswa yang kurang fokus saat guru menyampaikan pembelajaran.

Dari hasil wawancara siswa SMP, mereka menganggap pembelajaran IPA adalah pembelajaran yang sulit. Hal tersebut didukung dengan alasan bahwa metode yang digunakan guru dalam pembelajaran hanya ceramah saja sehingga mereka sering merasa mengantuk dan tidak fokus ke pembelajaran. Selain itu, buku siswa yang digunakan dalam pembelajaran juga dianggap monoton karena sebagian besar isinya adalah materi saja. Materi yang ada dalam buku siswa tersebut masih bersifat hanya dapat diingat dan dihafal dalam pikiran siswa sehingga belum memfasilitasi mereka dalam kemampuan menganalisis. Buku merupakan salah satu sumber belajar sebagai komponen penting yang dapat menunjang pembelajaran. Rendahnya kemampuan siswa dalam menganalisis pencemaran lingkungan salah satunya disebabkan oleh kurang memfasilitasinya bahan ajar yang digunakan. Banyak penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya untuk mencari solusi ideal dalam memfasilitasi kemampuan siswa dalam menganalisis.

Kemampuan menganalisis siswa dapat dilatihkan oleh guru dengan adanya sarana pendukung dalam pembelajaran. Sarana pendukung tersebut dapat berupa media pembelajaran, sumber belajar, model pembelajaran atau yang lainnya. Pengembangan media pembelajaran yang sesuai dapat dijadikan salah satu alternatif untuk dapat membantu guru mencapai tujuan pembelajaran salah satunya untuk memfasilitasi kemampuan menganalisis siswa (Lailia, 2019). Penelitian lain (Pramuji, Permanasari, dan Ardianto, 2018) menunjukkan bahwa adanya pengembangan media pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa salah satunya kemampuan menganalisis. Siswa memberikan respon positif ketika pembelajaran dengan menggunakan media tersebut. Media pembelajaran yang dikemas guru dengan baik dapat mendorong siswa dalam belajar (Arsyad, 2013). Namun, pengembangan media pembelajaran untuk mata pelajaran IPA harus melihat karakteristik materi supaya dapat diketahui cocok tidaknya suatu materi tersebut jika difasilitasi dengan media pembelajaran tertentu.

Menurut penelitian lain, Asrial (2017), berpendapat bahwa sarana pendukung lain yakni bahan ajar juga dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif. Pengembangan bahan ajar mampu mendukung kegiatan belajar siswa serta meningkatkan tercapainya kompetensi yang diharapkan serta tujuan pembelajaran, salah satunya kemampuan menganalisis. Penelitian lain (Azizah, Widowati, dan Muhfahroyin, 2020) juga menunjukkan bahwa adanya pengembangan bahan ajar mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis (menganalisis) pada siswa karena di dalam pembelajarannya tercipta suasana pembelajaran yang aktif dan efektif. Penggunaan bahan ajar dinilai mampu membawa siswa berpartisipasi secara aktif, kreatif, dan berpikir analisis dalam pembelajaran (Asrizal, Festiyed, dan Sumarmin, 2017). Bahan ajar juga mampu memberikan ruang kepada siswa untuk mendapatkan pengetahuan serta keterampilan diri (Olayinka, 2016). Bahan ajar menjadi salah satu faktor penting yang dapat menunjang terlaksananya pembelajaran dengan hasil yang diinginkan.

Kemampuan menganalisis merupakan salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi. Beberapa hal yang terdapat di dalamnya yaitu kemampuan mengelompokkan beberapa komponen yang berbeda menjadi beberapa bagian, menemukan hubungan antar komponen tersebut, serta membedakan informasi penting dan mengevaluasi informasi yang didapatkan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Berpikir analitis dalam suatu pembelajaran dapat dilakukan melalui menganalisis permasalahan. Kemampuan menganalisis ini sangat diperlukan oleh siswa supaya mampu berpikir logis dalam meninjau objek atau fakta-fakta secara lebih rinci (Furqan, Karyanto, dan Salma, 2015). Hal tersebut sejalan dengan hakikat proses belajar IPA yang di dalamnya terdapat interaksi seluruh aspek maupun kondisi sekitar dalam mencapai tujuan melalui pengalaman-pengalaman (Nurdiansyah, 2016).

Solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan rendahnya kemampuan menganalisis siswa dari beberapa alternatif mulai dari pengembangan media hingga bahan ajar yang ditawarkan, yang ideal adalah dengan adanya pengembangan bahan ajar. Pengembangan bahan ajar memiliki urgensi yang tinggi bagi guru untuk dilakukan. Tujuan pengembangan bahan ajar tersebut adalah agar pembelajaran menjadi lebih efektif, efisien, dan



sesuai dengan kompetensi yang diharapkan untuk dicapai. Bahan ajar IPA yang baik adalah mengacu pada hakikat IPA itu sendiri yakni bahan ajar yang mencakup aspek proses, produk, dan sikap. Hal itu juga sejalan dengan tujuan kurikulum 2013 sehingga dengan adanya pengembangan bahan ajar diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa salah satunya kemampuan menganalisis (Habsari, 2016). Pengembangan bahan ajar dapat menjadi satu alternatif bagi guru untuk mendesain pembelajaran untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.

Merujuk pada hasil wawancara yang telah dilakukan kepada guru dan siswa serta kajian literatur, maka untuk memecahkan permasalahan rendahnya kemampuan menganalisis siswa dalam topik pencemaran lingkungan adalah dengan cara melakukan pengembangan bahan ajar. Pengembangan bahan ajar dapat dijadikan solusi yang ideal untuk materi pencemaran lingkungan di jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP). Pengembangan bahan ajar tersebut lebih efektif jika diintegrasikan dengan model pembelajaran yang sesuai. Dalam memilih model pembelajaran, guru harus melihat dan memahami karakteristik materi yang dibahas serta karakteristik siswa (Habsari, 2016).

Model pembelajaran sangat diperlukan untuk menunjang kegiatan pembelajaran, khususnya untuk memfasilitasi kemampuan menganalisis siswa (Maryati, 2018). Model pembelajaran yang digunakan harus disesuaikan dengan karakteristik materi yang akan diajarkan. Dengan implementasi model pembelajaran diharapkan tujuan pembelajaran dapat tercapai secara maksimal sekaligus dapat memfasilitasi kemampuan menganalisis siswa.

Model pembelajaran Project Based Learning (PjBL) banyak digunakan oleh guru dalam pembelajaran materi pencemaran lingkungan. Model pembelajaran ini membuat siswa sebagai sentral yaitu sebagai pengendali pembelajaran. Adanya model pembelajaran ini mengharuskan siswa dapat menemukan sendiri permasalahan secara mandiri serta dapat menyelesaikannya. Implementasi model project based learning (PjBL) dalam pembelajaran sangat cocok digunakan untuk pembelajaran IPA yang membutuhkan kerja praktik untuk menghasilkan suatu produk tertentu yang berguna bagi kehidupan. Pembelajaran dengan menggunakan model ini dapat melatih kemampuan berpikir kreatif siswa, serta kemampuan pemecahan masalah. Materi pencemaran lingkungan dirasa cocok jika menggunakan model ini karena berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan membutuhkan solusi pemecahan masalah (Sari dan Tukiran, 2019). Namun jika menggunakan model pembelajaran ini, guru juga harus mempertimbangkan terlebih dahulu terkait efektivitas waktu atau jam pelajaran, apakah cukup jika siswa dituntut sampai pada pengembangan produk secara nyata.

Model pembelajaran kedua yang dapat dijadikan pilihan untuk pembelajaran materi pencemaran lingkungan adalah model inkuiri. Di dalam tahapan model ini terdapat kegiatan pemecahan masalah sehingga dirasa cocok untuk dipilih. Di dalam proses pembelajaran menggunakan model ini siswa memperoleh bimbingan dari guru melalui pertanyaan-pertanyaan yang dapat menuntun siswa menemukan jawaban atas permasalahan yang disajikan (Sanjaya, 2019). Sebelum memilih menggunakan model pembelajaran ini, guru sebaiknya mempertimbangkan terkait apakah model ini mampu memfasilitasi siswa dalam hal kemampuan menganalisis. Selain itu, implementasi model pembelajaran ini juga tidak sampai pada kegiatan siswa membuat karya sehingga perlu dipertimbangkan. Hal ini karena kompetensi dasar yang ingin dicapai pada materi pencemaran lingkungan adalah kompetensi menganalisis dan membuat karya gagasan tulisan.

Model pembelajaran ketiga yang dapat digunakan untuk pembelajaran materi pencemaran lingkungan adalah model Problem Based Learning (PBL). Model pembelajaran ini didasarkan pada permasalahan yang memerlukan penyelidikan autentik yaitu penyelidikan yang memerlukan penyelesaian nyata atas permasalahan yang disajikan (Ruslaini, Djufri, dan Rahmatan, 2015). Model pembelajaran ini mampu memfasilitasi kemampuan menganalisis siswa sekaligus memenuhi tagihan kompetensi aspek ketrampilannya yakni membuat karya berupa gagasan tulisan.

Dari beberapa model pembelajaran hasil studi literatur tersebut dengan melihat urgensinya masing-masing, dapat dipilih model pembelajaran ideal yang bisa diintegrasikan ke bahan ajar yang dikembangkan. Model pembelajaran yang ideal dan cocok untuk diintegrasikan ke bahan ajar di materi pencemaran lingkungan adalah model pembelajaran Problem Based Learning (PBL). Hal tersebut karena model Problem Based Learning (PBL) sesuai untuk karakteristik materi pencemaran lingkungan dan dapat memfasilitasi kemampuan menganalisis siswa sekaligus dapat memenuhi tagihan kompetensi aspek keterampilannya yakni membuat karya berupa gagasan tulisan. Tagihan kompetensi aspek keterampilan tersebut dapat dijangkau karena siswa tidak membuat karya berupa produk nyata, melainkan hanya berupa karya gagasan tulisan sehingga efektivitas waktu dalam pembelajaran dapat terpenuhi.

Penggunaan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) pada materi pencemaran lingkungan sangat sesuai dan relevan dengan permasalahan di kehidupan sehari-hari. Integrasi model pembelajaran ini ke



dalam bahan ajar yang dikembangkan dapat mengembangkan sifat inkuiri dan kemampuan pemecahan masalah. Dalam pemecahan masalah tersebut siswa dituntut dan akan melewati proses berpikir analisis untuk menganalisis permasalahan yang disajikan. Selain itu, penerapan model ini juga membentuk siswa dalam beberapa kelompok untuk saling bekerja sama menyelesaikan permasalahan menggunakan berbagai keterampilan mereka (Ruslaini, Djufri, dan Rahmatan, 2015).

Pengembangan bahan ajar yang terintegrasi model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dapat membantu proses analisis peserta didik (Sari, Ashadi, dan Prayitno, 2017). Bahan ajar terintegrasi model PBL dapat dikemas dengan permasalahan yang disajikan di dalam lembar kerja peserta didik. Dengan adanya permasalahan tersebut, siswa diharapkan dapat melakukan kegiatan penyelidikan terhadap masalah. Bahan ajar model PBL dapat memfasilitasi siswa untuk berpikir kritis salah satunya menganalisis serta keterampilan proses sains (Sari, Ashadi, dan Prayitno, 2017). Sintaks atau tahapan dari model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) adalah sebagai berikut:

1. Orientasi Masalah
2. Mengorganisasikan Siswa Belajar
3. Penyelidikan
4. Pengembangan dan Penyajian Hasil Karya
5. Analisis dan Evaluasi Pemecahan Masalah

Pada tahap orientasi masalah, guru memberikan informasi mengenai tujuan pembelajaran, menyajikan permasalahan inti serta memberikan motivasi kepada siswa untuk belajar. Kegiatan siswa pada tahap orientasi masalah adalah merumuskan permasalahan. Pada tahap kedua yakni mengorganisasikan siswa belajar, guru berperan sebagai pembimbing siswa dalam mengorganisasikan tugas belajar yang berkaitan dengan permasalahan yang disajikan. Kegiatan siswa pada tahap mengorganisasikan siswa belajar adalah menganalisis permasalahan serta memberikan hipotesis solusi sementara atas permasalahan. Pada tahap ketiga yakni penyelidikan, guru membimbing siswa dalam kegiatan penyelidikan dalam rangka menyelesaikan permasalahan. Kegiatan siswa pada tahap penyelidikan adalah mengumpulkan informasi yang relevan untuk mendapatkan solusi atas permasalahan (Hakim, Sunarto, dan Totalia, 2016).

Pada tahap keempat yakni pengembangan dan penyajian hasil karya, guru sebagai fasilitator siswa dalam merencanakan dan mengembangkan karya yang sesuai dengan permasalahan. Karya yang dimaksud misalnya laporan, gagasan tulisan, poster, atau yang lainnya. Kegiatan siswa pada tahap pengembangan dan penyajian hasil karya adalah membuat karya terkait solusi pemecahan masalah secara berkelompok. Pada tahap kelima yakni analisis dan evaluasi pemecahan masalah, guru membantu siswa dalam melakukan refleksi pembelajaran berkaitan dengan hasil penyelidikan serta hasil karya yang dikembangkan. Kegiatan siswa pada tahap ini adalah melakukan refleksi atau evaluasi atas pemecahan masalah (Hakim, Sunarto, dan Totalia, 2016).

Penggunaan model PBL dalam bahan ajar dapat memenuhi tuntutan Kompetensi Dasar 3.8 dan 4.8 yang basisnya menganalisis dan membuat karya berupa gagasan tulisan. Selain itu, dalam kegiatan pemecahan masalah siswa akan melewati serangkaian proses berpikir menganalisis permasalahan. Model PBL juga dapat meningkatkan keterampilan komunikasi siswa dalam berkelompok serta kemampuan dalam penyelesaian permasalahan.



PENUTUP

Berdasarkan permasalahan di atas, untuk menyelesaikan rendahnya kemampuan menganalisis pencemaran lingkungan siswa smp maka solusi paling efektif untuk meningkatkan kemampuan menganalisis berdasarkan kajian literatur adalah dengan pengembangan bahan ajar yang berbasis model pbl. Adanya pengembangan bahan ajar dengan model tersebut diharapkan dapat memfasilitasi kemampuan menganalisis siswa kelas vii smp plus sunan kalijaga. Dengan adanya integrasi model pbl pada bahan ajar ini dapat mengembangkan sifat inkuiri dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Dalam pemecahan masalah tersebut siswa dituntut dan akan melewati proses berpikir analisis untuk menganalisis permasalahan yang disajikan sehingga kemampuan menganalisis siswa dapat difasilitasi dengan bahan ajar ini.

Sebelum melakukan proses pembelajaran, seorang guru haruslah menyiapkan segala bahan yang diperlukan untuk menunjang pembelajaran. Dengan bahan ajar yang terintegrasi model problem based learning (pbl) guru harus bisa melakukan pembagian waktu untuk kegiatan siswa setiap tahapannya. Selain itu, guru juga harus menguasai materi agar proses pembelajaran dapat berlangsung dengan baik dan dapat mencapai tujuan serta kompetensi yang diharapkan. Diperlukan penelitian secara lebih lanjut mengenai adanya pengembangan bahan ajar terintegrasi model problem based learning (pbl) pada topik pencemaran lingkungan.

DAFTAR RUJUKAN

- Akilli, M. 2015. Regression Levels of Selected Affec-tive Factors on Science Achievement: a Struc-tural Equation Model with TIMSS 2011 Data. *Electronic Journal of Science Education*, 19 (1).
- Anggraini, N., & Wasis. 2014. Pengembangan Soal IPA-Fisika Nodel TIMSS (Trends In Intern-tional Mathematics and Science Study). *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 3 (1).
- Arsyad, A. 2013. *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Arviansyah, R., Indrawati, I., dan Harijanto, A. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran Guided Inquiry Disertai Lks Audiovisual Terhadap Aktivitas Dan Hasil Belajar Ipa Siswa Di Smp. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4 (4).
- Asrizal, A., Festiyed, F., & Sumarmin, R. 2017. Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Ipa Terpadu Bermuatan Literasi Era Digital Untuk Pembelajaran Siswa Smp Kelas Viii. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 1(1).
- Azizah, A. N., Widowati, H., dan Muhfahroyin, N. 2020. Analisis Konsep Modul IPA Terpadu Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Biolova*, 1 (1).
- Furqan, M., Karyanto, P., & Salma, S. 2015. Penerapan E-Module Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Analitis dan Menurunkan Miskonsepsi Siswa Kelas X MIA 1 SMA Negeri 1 Banyudono Tahun Pelajaran 2014 / 2015. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*
- Habsari, A. M. 2016. Inkuiri Terbimbing Disertai Interrelationship Diagram Memberdayakan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inkuiri*, 5 (3).
- Hakim, M.A.A, Sunarto, dan Totalia, S. A. 2016. Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI IIS Dalam Mata Pelajaran Ekonomi di SMAN 5 Surakarta Tahun Ajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Bisnis dan Ekonomi*, 2 (2).
- Hendra, B. Ariyanti, E. Wahyuni, E.S. 2016. Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Siswa Submateri Pencemaran Lingkungan di SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 5 (4).
- Khusniati, M., & Pamelasari, S. D. 2014. Penerapan Critical Review Terhadap Buku Guru KUrikulum 2013 Untuk Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Berpendekatan Saintifik. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 3 (2).
- Lailia, N. 2019. Pengembangan Permainan Question Card Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Berpikir. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*, 16 (2).
- Magdalena, I., Prabandani, R. O., Rini, E. S., Fitriani, M. A., & Putri, A. A. (2020). Analisis pengembangan bahan ajar. Nusantara: *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2 (2).
- Marlina, R., Puspaningrum, H., & Hamdani, H. 2017. Differentiation of Test Items between The High School Biology Olimpiad in North Kayong and The National Science Olimpiad. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6 (2).
- Maryati, I. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Materi Pola Bilangan Di Kelas Vii Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Mosharafa*, 7 (1).



- Muqodas, R. Z., Sumardi, K., & Berman, E. T. 2015. Desain Dan Pembuatan Bahan Ajar Berdasarkan Pendekatan Saintifik Pada Mata Pelajaran Sistem dan Instalasi Refrigerasi. *Jurnal Teknik Mesin*, 2 (1).
- Nurdyansyah & Luly, R. 2016. Developing ICT-Based Learning Model to Improve Learning Outcomes IPA of SD Fish Market in Sidoarjo. *Proceedings of International Research Clinic & Scientific*
- Olayinka, Abdu-Raheem Bilqees. 2016. Effects of Instructional Materials on Secondary Schools Students' Academic Achievement in Social Studies in Ekiti State, Nigeria. *World Journal of Education*. 6 (2).
- Pramuji, L., Permanasari, A., dan Ardianto, D. 2018. Multimedia Interaktif Berbasis STEM Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 2 (1).
- Qomariya, Y., Muharrami, L. K., Hadi, W. P., & Rosidi, I. 2018. Profil Kemampuan Berpikir Analisis Siswa Smp Negeri 3 Bangkalan Dengan Menggunakan Metode Pictorial Riddle Dalam Pembelajaran Inkuiri Terbimbing. *Journal of Natural Science Education Reseach*, 1 (1).
- Rahayu, O., dkk. 2021. Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah IPA Siswa Kelas VII pada Konsep. *Jurnal Pendidikan IPA Biologi*, 1 (1).
- Rahayu, P., Mulyani, S., & Miswadi, S. S. 2012. Pengembangan Pembelajaran Ipa Terpadu Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Problem Base Melalui Lesson Study. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 1 (1).
- Rista, K. dan ARiyanto, E. A. 2018. Pentingnya Pendidikan dan Meningkatkan Motivasi Belajar Anak. *Jurnal Abdikarya*, 1 (2).
- Ruslaini, Djufri, dan Rahmatan, H. 2015. Pengembangan Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Tindakan Peduli Terhadap Lingkungan di Madrasah Negeri Darussalam Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Biotik*, 3 (1).
- Sari, D. D., Ashadi, & Prayitno, B. adi. 2017. Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Berbasis Problem Based Learning (PBL) Dengan Tema Hujan Asam Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Proses Sains Pada Peserta Didik Kelas VII. *Jurnal Inkuiri*, 6 (1).
- Sari, S. A. P., dan Tukiran. 2007. Penggunaan Model Project Based Learning Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains*, 7 (2).
- Setiawaty, B. T., Sunarno, W., & Sugiyarto. 2019. *Profil Kemampuan Berpikir Analisis Siswa Sekolah Menengah Pertama di Surakarta*. Seminar Nasional Pendidikan Sains.
- Tilaar, H. A. R., 2015. *Pedagogik Teoritis Untuk Indonesia*. Jakarta : Kompas.



STUDI LITERATUR BAHAN AJAR IPA MODEL INKUIRI TERBIMBING PADA KEGIATAN MENGANALISIS INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DENGAN LINGKUNGANNYA SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VII SMP/MTs

Ahmad Rizal Barozi Ilmi¹, Sugiyanto^{2*}, Muhammad Fajar Marsuki³

¹Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang

²Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang

³Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang

*Email: sugiyanto.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Kemampuan berpikir kritis siswa masih rendah. Oleh sebab itu dibutuhkan sebuah solusi untuk mengatasi hal tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji literatur terkait bahan ajar model inkuiri terbimbing yang dapat dijadikan solusi meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMP/MTs pada kegiatan menganalisis interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Subjek penelitian adalah guru IPA SMPN 1 Dau dan siswa SMPN 1 Dau yang sudah menempuh materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah wawancara, penyebaran angket, dan studi literatur. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dan studi literatur dapat ditarik kesimpulan bahwa dibutuhkan bahan ajar model inkuiri terbimbing pada kegiatan menganalisis interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMP/MTs.

Kata kunci: kemampuan berpikir kritis, interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya, bahan ajar model inkuiri terbimbing

PENDAHULUAN

Salah satu upaya untuk memanusiakan manusia ialah menyelenggarakan sebuah pendidikan. Berdasarkan UU No. 20 Tahun 2003, pendidikan merupakan usaha yang terencana dan sadar untuk menciptakan kondisi belajar serta proses pembelajaran supaya siswa bisa membentuk watak serta mengembangkan kemampuannya. Di Indonesia pendidikan secara formal ditempuh mulai jenjang SD, SMP, dan SMA.

Salah satu mata pelajaran yang ditempuh siswa di jenjang SMP yang memakai kurikulum 2013 adalah IPA (ilmu pengetahuan alam). IPA ialah ilmu yang mendalami seluruh fenomena alam yang memiliki sifat faktual, baik berbentuk peristiwa maupun kenyataan serta ikatan sebab akibatnya [1]. Tujuan dari mata pelajaran IPA adalah untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan tersebut seperti melakukan penalaran, mempunyai sikap ilmiah, berpikir kritis, serta kemampuan memecahkan masalah [2]. Pembelajaran IPA mempunyai hubungan yang erat dengan fenomena-fenomena alam pada kehidupan sehingga dibutuhkan kemampuan berpikir kritis untuk melakukan analisis yang berhubungan dengan konsep IPA [3]. Fenomena-fenomena alam pada IPA bisa berwujud fakta, konsep, serta hukum yang kebenarannya sudah diuji secara ilmiah [4].

Ennis (2011) mengatakan bahwa berpikir kritis ialah cara berpikir yang masuk akal serta reflektif dan berfokus pada keputusan apa yang harus dilakukan [5]. Menurutnya ada lima komponen aspek berpikir kritis yakni memberikan penjelasan dasar, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, memberikan penjelasan lanjut, dan mengatur strategi dan taktik. Kemampuan ini termasuk kemampuan yang harus dikuasai oleh siswa abad 21 [6]. Namun kenyataannya di Indonesia kemampuan berpikir kritis siswanya masuk kategori rendah. Tahun 2018 hasil survei PISA siswa Indonesia pada materi IPA hanya menduduki peringkat ke-71 dari 79 negara dengan memperoleh skor 396.

Salah satu materi IPA yang wajib dibelajarkan kepada siswa SMP/MTs kelas VII adalah materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Permasalahan dan fenomena-fenomena yang terjadi di sebuah ekosistem akan memunculkan minat siswa untuk mengamati dan menyelidiki dengan menggunakan kemampuan berpikir kritisnya sehingga diperoleh pengetahuan yang baru. Materi ini sering diremehkan oleh beberapa siswa. Namun saat siswa tersebut dites dengan soal yang agak sulit, kebanyakan dari mereka tidak mampu menjawabnya dengan benar [7]. Selain itu, materi ini menurut sebagian siswa juga dirasa kurang menyenangkan akibat terlalu banyaknya konsep yang harus dipelajari. Model pembelajaran serta bahan ajar yang dipakai ketika membelajarkan materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya juga menjadikan siswa bosan sehingga kemampuan berpikir dan hasil belajarnya juga terpengaruh [8]. Hal itu juga dirasakan oleh siswa SMPN 1 Dau. Dari wawancara dengan guru IPA SMPN 1 Dau dan siswa yang sudah belajar tentang materi interaksi makhluk hidup diketahui bahwa materi tersebut terlalu banyak konsep yang harus dihafalkan. Bahan ajar yang ada juga kurang mendukung. Bahan ajar tersebut kalimatnya sulit dipahami, gambar-gambar yang disajikan kurang menarik dan relevan, masih terlalu



banyak teks daripada gambar, serta isinya kurang lengkap dan belum memfasilitasi mereka untuk melakukan kegiatan analisis interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Selain itu, pembelajaran yang dilakukan juga masih menggunakan metode ceramah dan hanya kadang-kadang memakai pendekatan saintifik dan *discovery learning*.

Dari uraian permasalahan di atas, maka dilakukan studi pendahuluan terkait bahan ajar dan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMP/MTs pada kegiatan menganalisis interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya.

METODE

Penelitian ini memakai metode deskriptif kualitatif. Subjek penelitian adalah guru IPA SMPN 1 Dau dan siswa SMPN 1 Dau yang sudah menempuh materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah wawancara, penyebaran angket, dan studi literatur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat ini pembelajaran di sekolah dilaksanakan sesuai dengan kurikulum 2013, begitupun di SMPN 1 Dau. Tujuan dari kurikulum ini ialah untuk menyiapkan generasi penerus bangsa Indonesia supaya mempunyai potensi sebagai pribadi serta warga negara yang percaya akan adanya Tuhan, produktif, inovatif, kreatif, dan mempunyai kontribusi baik bagi masyarakat, bangsa, negara, dan dunia. Kurikulum ini menginginkan siswa sebagai pusat dari proses pembelajaran. Namun kenyataannya berdasarkan hasil wawancara dengan Guru IPA dan penyebaran angket kepada siswa di SMPN 1 Dau pembelajarannya tidak jarang masih menggunakan metode ceramah. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru SMPN 1 Dau juga diperoleh informasi bahwa kemampuan berpikir kritis siswa juga masih tergolong rendah.

Selain itu, dari penyebaran angket kepada siswa dan wawancara dengan guru IPA diperoleh juga informasi bahwa materi interaksi makhluk hidup terlalu banyak konsep yang harus dihafalkan. Bahan ajar yang ada juga kurang mendukung. Bahan ajar tersebut kalimatnya sulit dipahami, gambar-gambar yang disajikan kurang menarik dan relevan, masih terlalu banyak teks daripada gambar, serta isinya kurang lengkap belum memfasilitasi mereka untuk melakukan kegiatan analisis interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya serta belum melatih kemampuan berpikir kritis.

Solusi yang pernah ditawarkan untuk mengatasi permasalahan kemampuan berpikir kritis siswa yang rendah pada materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya ialah melalui model *discovery learning* [9]. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa kelas yang memakai model *discovery learning* persentase kemampuan berpikir kritisnya lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang memakai metode ceramah. Namun, model pembelajaran *discovery learning* mempunyai kekurangan yaitu memerlukan waktu yang lama, tidak cocok untuk kelas dengan siswa yang banyak, siswa yang kurang pintar akan menemukan kesulitan dalam pembelajaran, serta kemampuan berpikir rasional siswa ada yang masih terbatas [10] [11].

Pada tahun 2017, Suryani menawarkan solusi untuk permasalahan tersebut dengan media kartu bergambar model pembelajaran *examples non examples* [12]. Dari penelitian tersebut, diketahui kartu bergambar model pembelajaran *examples non examples* memiliki pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Namun, penggunaan media kartu bergambar memiliki beberapa kekurangan yaitu sekadar memberikan penekanan pada persepsi indra penglihatan, kurang efektifnya pembelajaran apabila gambar bersifat kompleks, ukurannya kecil sehingga hanya bisa dilihat oleh beberapa siswa, tidak mampu menampilkan sebuah pola gerakan, gambar yang sama bisa menciptakan persepsi yang berbeda antar siswa, mempunyai bentuk yang relatif kurang menarik, mudah rusak karena terbuat dari kertas, memerlukan waktu lebih banyak dan menjadikan kelas lebih ramai dan tidak kondusif [13] [14] [15] [16].

Penelitian selanjutnya dari Larasati & Hidayati pada tahun 2018 [17]. Dari penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan bahwa model *guided discovery* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Namun, model *guided discovery* mempunyai kekurangan yaitu kelas yang mempunyai siswa terlalu banyak atau terlalu sedikit tidak cocok memakai model pembelajaran ini, membutuhkan waktu yang lama, tidak semua siswa bisa mengikuti pembelajaran dengan model ini, kelas yang terdiri dari siswa yang banyak akan menyulitkan guru [18] [19].

Pada tahun 2019, Dewi, dkk. melakukan penelitian untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi interaksi makhluk hidup [20]. Dari penelitian tersebut didapatkan kesimpulan bahwa modul IPA berbasis saintifik mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Namun, pendekatan saintifik mempunyai beberapa kekurangan seperti motivasi belajar siswa masih rendah, apabila tidak terkontrol maka tujuan



pembelajaran sulit dicapai, jika terdapat siswa yang kurang berminat pada materi pembelajaran maka akan mengakibatkan pembelajaran kurang efektif [21] [22].

Penelitian selanjutnya yakni penggunaan pendekatan JAS AVIAL (Jelajah Alam sekitar berbantuan Audio Visual) [23]. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa pendekatan JAS AVIAL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Namun pendekatan tersebut mempunyai kekurangan yaitu memerlukan waktu yang cukup lama, apabila ekosistem sumber belajar jauh dan termasuk tempat wisata pembelajaran akan relatif mahal, apabila tidak dipersiapkan dan dirancang dengan matang mengakibatkan siswa sulit dikendalikan dan berkesan main-main [24] [25].

Berdasarkan hasil wawancara guru IPA, penyebaran angket kepada siswa, serta studi literatur yang sudah dipaparkan di atas maka peneliti merasa perlu untuk mengembangkan bahan ajar. Di sekolah selain menguasai materi guru juga dituntut untuk bisa mengembangkan perangkat pembelajaran [26]. Salah satu perangkat pembelajaran ialah bahan ajar. Pada kegiatan pembelajaran, bahan ajar memiliki kedudukan yang sangat penting. Bahan ajar yang menarik akan meningkatkan motivasi siswa dalam belajar [27]. Menurut Kemendikan (2011) bahan ajar ialah semua bentuk bahan yang dipakai untuk menunjang proses pembelajaran guru dan siswa [28]. Sedangkan menurut Kusumam, dkk. (2016) bahan ajar ialah sarana belajar yang berisi materi atau metode pembelajaran yang akan digunakan untuk memperoleh tujuan yang ditentukan [29].

Bahan ajar yang baik harus sesuai dengan tingkat perkembangan siswa. Bahan ajar harus memiliki unsur-unsur yang bisa membantu untuk mencapai tujuan serta manfaat yang telah ditentukan. Unsur-unsur tersebut antara lain kompetensi yang ingin dicapai, petunjuk belajar, informasi pendukung, latihan-latihan soal, lembar kerja, serta evaluasi/penilaian [30].

Pembuatan bahan ajar memiliki beberapa manfaat. Manfaat bahan ajar bagi guru adalah mendapat bahan ajar yang sesuai dengan tuntutan kurikulum yang berlaku, tidak lagi bergantung dengan buku teks yang kadang sulit diperoleh, serta memperkaya pengetahuan karena disusun dengan memakai referensi yang banyak. Sedangkan manfaat bahan ajar bagi siswa adalah kegiatan pembelajaran lebih menarik dan sesuai dengan karakternya, mengurangi ketergantungan akan kehadiran guru, serta memperoleh kemudahan mempelajari kompetensi yang wajib dikuasainya [31].

Selain pemanfaatan bahan ajar, pemilihan model pembelajaran yang sesuai juga bisa menyebabkan kemampuan berpikir kritis siswa meningkat. Model pembelajaran yang dipakai harus berpusat kepada siswa. Salah satunya adalah model inkuiri terbimbing. Berdasarkan penelitian dari Hermayani, dkk. (2015) pelaksanaan pembelajaran menggunakan model inkuiri terbimbing meningkatkan 27,56% kemampuan berpikir kritis siswa [32]. Sejalan dengan penelitian tersebut, penelitian dari Falahudin dkk. (2016) juga memperoleh hasil bahwa model pembelajaran inkuiri terbimbing mempunyai pengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis siswa [33]. Penelitian dari Ollie, dkk (2020) juga diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa meningkat ketika pembelajaran memakai model inkuiri terbimbing [34].

Kata inkuiri berasal dari bahasa Inggris yakni *inquiry* yang memiliki arti pengamatan, penyelidikan, pemeriksaan, atau pertanyaan. Model pembelajaran inkuiri adalah sebuah pembelajaran yang menekankan kemampuan berpikir kritis untuk mencari dan memperoleh sebuah jawaban [35]. Inkuiri memiliki tujuan untuk menyiapkan siswa supaya mampu mengaplikasikan konsep-konsep sains yang sudah dipelajari untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan, mengaplikasikan konsep-konsep ilmiah agar keputusan dapat diambil dengan tepat, serta bertindak dan berpikir secara ilmiah [36].

Inkuiri terbimbing adalah kegiatan pembelajaran inkuiri yang dibimbing atau diarahkan oleh guru. Guru memiliki peran yang penting dalam pembelajaran inkuiri terbimbing. Peran tersebut diantaranya adalah mendorong dan memotivasi siswa untuk berpikir kritis, memberikan kebebasan siswa untuk bertindak, memberi dukungan kepada siswa untuk berproses, menentukan diagnosa kesulitan siswa dalam belajar, serta membantu memecahkan masalah yang dialami oleh siswa [37]. Pada pembelajaran inkuiri terbimbing guru wajib mengarahkan serta membimbing siswa supaya siswa memperoleh pengalaman yang sama dan tidak ada yang tertinggal. Pembelajaran inkuiri terbimbing mempunyai 6 tahapan yaitu:

a. Orientasi

Orientasi adalah tahapan untuk menciptakan iklim atau suasana pembelajaran yang responsif. Pada tahap ini guru mengatur siswa supaya siap melakukan kegiatan pembelajaran. hal-hal yang dilakukan guru pada tahap ini antara lain:

- 1) Menjelaskan topik, tujuan, dan hasil belajar yang diharapkan bisa dicapai oleh peserta siswa.
- 2) Menjelaskan pokok-pokok kegiatan yang harus dilakukan oleh siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran.



- 3) Menjelaskan pentingnya topik serta kegiatan pembelajaran.
- 4) Mengarahkan siswa untuk mengamati sebuah fenomena yang berkaitan dengan materi pembelajaran.

b. Merumuskan masalah

Pada tahap ini siswa mengidentifikasi masalah yang ditemukan dalam orientasi yang diberikan sebelumnya. Kemudian menuliskannya sebagai pertanyaan pada lembar kerja.

c. Merumuskan hipotesis

Setelah rumusan masalah diperoleh, maka tahap berikutnya adalah merumuskan hipotesis. Hipotesis ialah jawaban sementara sebuah permasalahan yang akan dicari jawaban sebenarnya. Guru harus dapat mengembangkan kemampuan merumuskan hipotesis oleh siswa dengan cara mengutarakan berbagai pertanyaan yang dapat menstimulus siswa untuk menyusun jawaban sementara.

d. Mengumpulkan data

Tahap ini adalah kegiatan untuk memperoleh informasi. Informasi ini bisa diperoleh melalui kegiatan eksperimen, pengamatan sebuah fenomena, ataupun kajian literatur untuk pembuktian terhadap hipotesis. Dalam pembelajaran inkuiri, mengumpulkan data adalah proses mental yang sangat penting untuk mengembangkan intelektual.

e. Menguji hipotesis

Tahap ini bertujuan untuk membuktikan kebenaran mengenai hipotesis melalui informasi yang diperoleh dari kegiatan mengumpulkan data.

f. Merumuskan kesimpulan

Tahap ini merupakan proses mendeskripsikan temuan yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian hipotesis. Merumuskan kesimpulan adalah langkah yang penting dalam kegiatan pembelajaran. seringkali akibat banyaknya data yang diperoleh mengakibatkan kesimpulan yang dirumuskan tidak fokus pada masalah yang akan dipecahkan. Oleh sebab itu, guru harus menunjukkan data yang relevan supaya diperoleh kesimpulan yang akurat [38].

Sebuah model pembelajaran mempunyai kelemahan dan kelebihan masing-masing. Kelemahan dari model inkuiri terbimbing adalah membutuhkan fasilitas yang memadai, tidak cocok diterapkan dikelas yang jumlah siswanya banyak, serta apabila siswanya belum terbiasa dengan model ini maka akan mengalami kesulitan dalam tahap merencanakan, dengan diberikannya kebebasan kepada siswa tidak jarang malah mengakibatkan siswa kebingungan untuk memanfaatkannya [39]. Kelebihan dari model inkuiri terbimbing ialah pengetahuan yang didapatkan siswa lebih melekat erat, seimbang penekanan pengembangan ranah afektif, kognitif, dan psikomotorik siswa, guru senantiasa membimbing dan mengawasi kegiatan siswa sehingga siswa yang pandai tidak terlalu mendominasi dan siswa yang kurang pandai tidak tertinggal, rasa percaya diri siswa meningkat, serta motivasi belajar siswa meningkat [39] [40].

Berdasarkan paparan di atas, maka bahan ajar model inkuiri terbimbing pada kegiatan menganalisis interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya perlu dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMP/MTs.

PENUTUP

Berdasarkan hasil pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa dibutuhkan bahan ajar model inkuiri terbimbing pada kegiatan menganalisis interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMP/MTs.

DAFTAR RUJUKAN

- A. D. Larasati and S. N. Hidayati, "Keterampilan Berfikir Kritis Siswa Berbasis Model Guided Discovery pada Materi Interaksi antar Makhluk Hidup," *Pensa e-jurnal*, vol. 6, no. 2, pp. 165–169, 2018.
- A. D. Larasati and S. N. Hidayati, "Keterampilan Berfikir Kritis Siswa Berbasis Model Guided Discovery Pada Materi Interaksi Antar Makhluk Hidup," *Pensa e-jurnal*, vol. 6, no. 2, pp. 165–169, 2018.
- A. J. Nugraha, H. Suyitno, and E. Susilaningih, "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar melalui Model PBL," *J. Prim. Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 35–43, 2017.
- A. Kusumam, Mukhidin, and B. Hasan, "Pengembangan Bahan Ajar Mata Pelajaran Dasar dan Pengukuran Listrik untuk Sekolah Menengah Kejuruan," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuruan*, vol. 23, no. 1, pp. 28–39, 2016, doi: 10.21831/jptk.v23i1.9352.
- A. Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press, 2015.



- A. Prihatmojo, "Penerapan Media Pembelajaran Kartu Bergambar dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas V SD Negeri 4 Tanjung Aman," *Pedagogia*, vol. 1, no. 1, pp. 89–100, 2019, doi: 10.28185/pedagogia.v1i1.
- A. W. Wisudawati and E. Sulistyowati, *Metodologi Pembelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara, 2014.
- A. Z. Hermayani, S. Dwiastuti, and Marjono, "Peningkatan Motivasi Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Ekosistem Melalui Penerapan Model Inkuiri Terbimbing," *Bioedukasi*, vol. 6, no. 2, pp. 79–85, 2015.
- B. W. Rianto and T. S. H. Wulandari, "Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Mind Mapping untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Belajar pada Materi Interaksi MakhluK Hidup dan Lingkungannya Development of Student Worksheet (LKS) Based on Mind Mapping to Improve the Mastery of Learn," *Proceeding Biol. Educ. Conf.*, vol. 15, no. 1, pp. 459–465, 2018.
- D. A. B. Lestari, B. Astuti, and T. Darsono, "Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa," *J. Pendidik. Fis. dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 202–207, 2018.
- D. A. Havinsha, "Penerapan Pendekatan JAS Avial (Jelajah Alam Sekitar Berbantuan Audio Visual) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis & Pro-Lingkungan," 2020.
- D. K. Adiputra, "Pengaruh Metode Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dan Keterampilan Proses Sains terhadap Hasil Belajar IPA Kelas VI di SD Negeri Cipete 2 Kecamatan Curug Kota Serang," *J. Pendidik. Dasar Setia Budhi*, vol. 1, no. 1, pp. 22–35, 2017.
- D. Liana, "Berpikir Kritis Melalui Pendekatan Saintifik," *J. Mitra PGMI*, vol. 6, no. 1, pp. 15–27, 2020.
- D. Pratita, "Penggunaan Media Kartu Gambar untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ekonomi di SMP," *J. Param.*, vol. 25, no. 2, pp. 86–95, 2014.
- Daryanto and A. D. Dwicahyono, *Pengembangan Perangkat Pembelajaran (Silabus, RPP, PHB, Bahan Ajar)*. Yogyakarta: Gava Media, 2014.
- E. Y. Asri and S. H. Noer, "Guided Discovery Learning dalam Pembelajaran Matematika," *Semin. Nas. Mat. dan Pendidik. Mat. UNY*, pp. 891–896, 2015.
- H. Jamin, "Upaya Meningkatkan Kompetensi Profesional Guru," *At-Ta'dib J. Ilm. Pendidik. Agama Islam*, vol. 10, no. 1, pp. 19–36, 2018.
- I. Falahudin, I. Wigati, and A. Pujiastuti, "Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Materi Pengelolaan Lingkungan di SMP Negeri 2 Tanjung Logo Kabupaten Banyuwasin," *J. Bioilmi*, vol. 2, no. 2, pp. 92–101, 2016.
- I. Fitriyati, A. Hidayat, and Munzil, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Penalaran Ilmiah Siswa Sekolah Menengah Pertama," *J. Pembelajaran Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 27–34, 2017.
- I. S. Dewi, W. Sunarno, and S. Dwiastuti, "Pengembangan Modul IPA Berbasis Saintifik pada Materi Interaksi MakhluK Hidup dengan Lingkungan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMP," *Inkuiri J. Pendidik. IPA*, vol. 8, no. 2, pp. 186–197, 2019, doi: 10.20961/inkuiri.v8i2.37757.
- J. Olih, R. Uloli, and H. Odja, "Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dengan Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing pada Materi Suhu dan Kalor di Kelas VII SMP Negeri 1 Telaga," *Jambura Phys. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 65–73, 2020.
- Kemendiknas, *Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA secara Terpadu*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Pertama, 2011.
- Khairunnisak, "Penggunaan Media Kartu sebagai Strategi dalam Pembelajaran Membaca Permulaan: Studi Kasus di Madrasah Ibtidaiyah Negeri Rukoh , Banda Aceh," *J. Pencerahan*, vol. 9, no. 2, pp. 66–82, 2015.
- L. Nurlaela and E. Ismayati, *Strategi Belajar Berpikir Kreatif*. Yogyakarta: Penerbit Ombak, 2015.
- M. Hosnan, *Pendekatan Saintifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad 21: Kunci Sukses Implementasi Kurikulum 2013*. Bogor: Ghalia Indonesia, 2014.



- N. Cintang, "Pengembangan Bahan Ajar Tematik Berbasis Scientific untuk Siswa Kelas IV SD Tema Tempat Tinggalku Sub Tema Keunikan Derah Tempat Tinggalku," *J. Din. Pendidik. Dasar*, vol. 10, no. 2, pp. 85–92, 2018.
- N. K. Roestiyah, *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta, 2012.
- N. Nuraini, "Profil Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru Biologi sebagai Upaya Mempersiapkan Generasi Abad 21," *J. Penelit. Pendidik. Biol.*, vol. 1, no. 2, pp. 89–96, 2017.
- N. Sudjana and A. Rivai, *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru, 2015.
- R. H. Ennis, *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Chicago: University of Illinois, 2011.
- R. P. Yusinawati, Sajidan, and Sugiyarto, "Pengembangan dan Implementasi Model Pembelajaran Guided Discovery Dipadu dengan Numbered Head Together pada Materi Struktur Tumbuhan dan Pemanfaatannya dalam Teknologi di SMPN 4 Karanganyar," *J. Inkuiri*, vol. 4, no. 4, pp. 87–99, 2015.
- S. Imaniyah, J. N. Hidayat, and U. Wiraraja, "Efektivitas Penggunaan Media Kartu Bergambar Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Pelajaran Ipa Kelas IV SDN Marengan Laok 1 Kecamatan Kalianget Kabupaten Sumenep," *Alpen J. Pendidik. Dasar*, vol. 2, no. 1, pp. 47–55, 2018.
- S. Kurniasih, *Strategi-Strategi Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta, 2014.
- Salmi, "Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning dalam Meningkatkan Hasil Belajar Ekonomi Peserta Didik Kelas XII IPS 2 SMA Negeri 13 Palembang," *J. Profit Vol.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–16, 2019.
- Suryani, "Pengaruh Media Kartu Bergambar Melalui Model Pembelajaran Examples Non Examples terhadap Keterampilan Berpikir kritis dan Afektif Peserta Didik pada Materi Pokok Ekosistem," 2017.
- Suyadi, *Strategi Pembelajaran Pendidikan Karakter*, Cetakan ke. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2015.
- T. H. Agustanti, "Implementasi Metode Inquiry untuk Meningkatkan Hasil Belajar Biologi," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 16–20, 2012, doi: 10.15294/jpii.v1i1.2007.
- W. M. Hosnah, Sudarti, and Subiki, "Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar Fisika di SMA," *J. Pembelajaran Fis.*, vol. 6, no. 2, pp. 196–200, 2017.
- W. Mentari, A. Achmad, and B. Yolida, "Pengaruh Model Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa," *J. Bioterdidik*, vol. 3, no. 6, pp. 1–10, 2015.
- Z. Roslianti, Jalaludin, and Jailani, "Pengaruh Penggunaan Pendekatan Jelajah Alam Sekitar Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Keanekaragaman Hayati Kelas X SMAN 9 Kota Banda Aceh," *Serambi Akad.*, vol. 3, no. 2, pp. 254–260, 2015.



ANALISIS KEBUTUHAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS APLIKASI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA

Hindun Mar'atus Sholihah^{1*}, I Wayan Sumberartha², Muhammad Fajar Marsuki³

Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Prodi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang

*Email : hindun.maratus.1703516@students.um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mencari alternatif solusi meningkatkan kemandirian belajar siswa berdasarkan studi literatur. Materi IPA seperti sistem pernapasan banyak ditemukan konsep yang bersifat abstrak dan memiliki pembahasan yang kompleks dalam tubuh manusia. Hal tersebut mengakibatkan kemandirian belajar siswa untuk mempelajari sistem pernapasan menjadi rendah bahkan tidak ada. Oleh karena itu, siswa memerlukan suatu sarana agar penyajian materi dapat menarik dan mudah dimengerti seperti multimedia interaktif berbasis aplikasi android. Pada penelitian ini menggunakan instrumen tes wawancara. Metode yang digunakan adalah kajian literatur dan wawancara tentang kemandirian belajar siswa pada materi sistem pernapasan di SMPN 16 Malang. Berdasarkan kajian literatur, maka didapatkan solusi utama untuk meningkatkan kemandirian belajar siswa adalah multimedia interaktif berbasis aplikasi android.

Kata kunci: Multimedia interaktif, Kemandirian belajar, IPA

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada abad 21 menuntut terjadinya transformasi pada seluruh sektor kehidupan, salah satunya sektor pendidikan. Pendidikan di abad 21 ini diharapkan mampu menciptakan sumber daya manusia yang mampu berinovasi, memanfaatkan atau menciptakan teknologi, dan memiliki keterampilan hidup (*life skills*). Pemerintah Indonesia telah mengadaptasi kompetensi abad 21 pada Kurikulum 2013 [1]. Kurikulum 2013 menganut pandangan mendasar bahwa pengetahuan tidak bisa begitu saja ditransfer dari guru ke siswa. Guru harus mengondisikan siswa untuk mengeksplorasi, menerapkan ide-ide mereka sendiri, menjadi sadar dan secara sadar menggunakan strategi belajar mereka sendiri [2]. Oleh karena itu, siswa harus memiliki keterampilan berproses dalam kegiatan pembelajaran.

Keterampilan proses adalah keterampilan ilmiah terarah yang dipakai untuk menemukan suatu konsep, mengembangkan konsep yang telah ada, menyangkal atau mengklarifikasi suatu penemuan. Keterampilan proses penting untuk diterapkan pada salah satu mata pelajaran, yaitu Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) [3]. IPA merupakan ilmu yang mendorong siswa untuk mempelajari tentang alam semesta, diri sendiri, dan makhluk hidup lain, termasuk permasalahan dan solusinya. Dari pengertian tersebut, dapat diketahui bahwa IPA merupakan ilmu yang rumit untuk dipelajari karena memuat konsep bersifat deskriptif, objektif, dan abstrak [4]. Oleh karena itu, apabila IPA tidak disertai dengan keterampilan proses yang tepat, maka pembelajaran menjadi tidak bermakna [5]. Salah satu faktor supaya keterampilan proses dapat terasah yaitu adanya kemandirian belajar siswa [3].

Kemandirian belajar (*Self-Regulated Learning*) adalah keadaan seseorang yang dapat mengatur kegiatan belajarnya sendiri [6]. Kemandirian belajar dapat memacu siswa agar berusaha untuk meningkatkan prestasi belajarnya, senantiasa mengatur dan mengevaluasi kegiatan belajarnya secara efektif, serta menghargai waktu. Melalui sikap kemandirian belajar, siswa juga mampu mengendalikan pola pikir dan perilaku supaya tidak bergantung pada orang lain terutama saat menghadapi suatu persoalan [7]. Oleh karena itu, apabila siswa memiliki sikap kemandirian belajar yang baik, maka berpotensi untuk memiliki prestasi atau hasil belajar yang baik pula [8].

Rata-rata kemandirian belajar siswa khususnya pada usia remaja jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) masih tergolong rendah [9]. Materi yang memuat konsep abstrak dan pembahasan kompleks seperti sistem pernapasan membuat siswa merasa kesulitan apabila harus belajar secara mandiri. Pernyataan tersebut dapat diketahui dari hasil wawancara dengan guru IPA di SMPN 16 Malang. Kebanyakan siswa SMPN 16 Malang masih memiliki kebiasaan hanya belajar saat menjelang ujian, tidak berpartisipasi aktif saat pembelajaran, dan



tidak mengumpulkan tugas secara tepat waktu. Beberapa kebiasaan tersebut merupakan indikasi kemandirian belajar siswa masih rendah. Rendahnya kemandirian belajar akhirnya berdampak pada hasil belajar yang rendah pula. Rata-rata hasil evaluasi siswa SMPN 16 Malang kelas VIII pada materi sistem pernapasan masih di bawah KKM, yaitu 75. Untuk mengatasi sulitnya materi sistem pernapasan, maka diperlukan metode, model pembelajaran dan media untuk memfasilitasi kemandirian belajar siswa. Berdasarkan permasalahan di atas maka perlu dilakukan studi literatur mengenai metode, model pembelajaran, dan media untuk dijadikan solusi dalam mengatasi rendahnya kemandirian belajar siswa kelas VIII SMPN 16 Malang pada materi sistem pernapasan.

METODE

Metode memuat rancangan penelitian ini adalah wawancara dan kajian literatur tentang metode, model pembelajaran dan media yang dapat dijadikan solusi dalam memecahkan masalah rendahnya kemandirian belajar siswa. Instrumen penelitian ini menggunakan tes wawancara. Peneliti melakukan wawancara dengan guru IPA dan siswa kelas VIII SMPN 16 Malang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut hasil wawancara dengan guru, materi sistem pernapasan sulit dipahami sehingga kemandirian belajar siswa menjadi rendah. Mayoritas siswa masih belum muncul sikap percaya diri, memiliki inisiatif untuk menyelesaikan masalah sendiri, disiplin, dan tanggung jawab pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Guru sudah berupaya menerapkan metode diskusi dan model pembelajaran *Discovery Learning*, tetapi belum terlaksana secara maksimal. Hal tersebut terjadi karena siswa yang memiliki kemandirian belajar rendah masih mengandalkan siswa yang memiliki kemandirian belajar tinggi. Selain itu, media *power point* yang biasa digunakan guru belum bersifat interaktif. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan metode, model pembelajaran, dan media yang tepat agar semua siswa dapat memiliki sikap kemandirian belajar.

Salah satu kemampuan yang harus dimiliki siswa saat mempelajari Ilmu Pengetahuan Alam yaitu mampu menganalisis permasalahan yang kompleks [10]. Apabila siswa memiliki kemandirian belajar yang baik, maka siswa akan mampu memecahkan permasalahan terhadap materi yang disajikan. Kemandirian belajar dapat muncul karena faktor internal dan eksternal siswa. Faktor internal merupakan faktor yang ada pada diri siswa, seperti motivasi belajar siswa. Kemudian faktor eksternal merupakan faktor luar dari siswa, seperti peran guru dalam mengondisikan siswanya [11]. Guru harus menerapkan strategi, pendekatan, model, metode, dan media yang menarik sehingga mendorong siswa untuk mau berpartisipasi aktif dan mandiri [12].

Salah satu metode yang dapat meningkatkan kemandirian belajar siswa adalah metode *role playing*. Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Sugiarti & Pudjiastuti (2020) yang menyatakan bahwa penerapan dari metode *role playing* menyebabkan persentase kemandirian belajar terus meningkat dari pembelajaran siklus I sampai siklus III [13]. Metode *role playing* (bermain peran) adalah metode pembelajaran yang menggerakkan siswa untuk memerankan sesuatu dengan skenario sesuai materi yang dipelajari. Kelebihan-kelebihan dari metode *role playing* antara lain: (1) menciptakan atmosfer pembelajaran yang menyenangkan sehingga meningkatkan minat dan motivasi belajar, (2) mengembangkan sikap kreatif, (3) melatih rasa tanggung jawab melalui peran yang akan dimainkan, (4) mengembangkan kemampuan dalam berkomunikasi, dan (5) siswa dapat menunjukkan bakat terpendam, misal bakat akting. Kelebihan dari metode *role playing* pasti melibatkan siswa secara aktif sehingga menumbuhkan kemandirian belajar [14]. Metode *role playing* juga memiliki beberapa kekurangan antara lain: (1) memakan banyak waktu, (2) tidak cocok diterapkan pada semua materi, dan (3) tujuan pembelajaran tidak tercapai apabila pelaksanaan *role playing* gagal [15].

Potensi peserta didik perlu dieksplor melalui penerapan model pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang dapat memfasilitasi kemandirian belajar adalah inkuiri terbimbing. Dalam penelitian Puspitasari et al., (2018), persentase ketercapaian dari kemandirian belajar siswa saat menggunakan model inkuiri terbimbing mengalami peningkatan dari siklus I dengan nilai 68,52% ke siklus II dengan nilai 78,7% [16]. Model pembelajaran inkuiri terbimbing adalah model pembelajaran yang mendorong siswa untuk melaksanakan kegiatan penyelidikan dan memaparkan korelasi antara objek dengan peristiwa. Keunggulan dari model inkuiri terbimbing antara lain: (1) siswa terlatih untuk memecahkan masalah yang disajikan oleh guru, (2) mengajak siswa untuk berperan aktif dalam kegiatan pembelajaran, dan (3) meningkatkan kemampuan daya pikir tingkat tinggi siswa.



Apabila model inkuiri terbimbing terlaksana dengan baik, maka keunggulan-keunggulan tersebut dapat menumbuhkan sikap kemandirian belajar siswa [17]. Akan tetapi, model inkuiri terbimbing juga memiliki kekurangan, yaitu penerapannya rumit sehingga persiapannya harus matang dan membutuhkan waktu yang lama [18].

Metode dan model pembelajaran yang sudah dipaparkan masih memiliki kekurangan. Solusi selanjutnya untuk memfasilitasi kemandirian belajar siswa adalah dengan pemanfaatan media. Sutarno & Mukhidin (2013) dalam penelitiannya memaparkan bahwa salah satu solusi untuk mengatasi sulitnya materi dan mampu memfasilitasi kemandirian belajar siswa adalah dengan menggunakan media pembelajaran [8]. Media pembelajaran adalah sarana yang digunakan oleh guru untuk menyampaikan materi kepada siswa. Fungsi media pembelajaran antara lain: (1) penyajian materi menjadi tidak terlalu banyak kata atau kalimat, (2) mengatasi keterbatasan indera, tempat, dan waktu, (3) memberikan gambaran untuk konsep yang bersifat abstrak, (4) penggunaan media yang tepat dan bervariasi dapat mengatasi keterbatasan setiap siswa [19]. Salah satu jenis media yang menggunakan fitur yang bervariasi yaitu multimedia pembelajaran interaktif.

Multimedia pembelajaran interaktif merupakan media yang dapat menyajikan materi dalam bentuk teks, gambar, video, lembar kerja, grafik, animasi, audio, dan lain-lain dalam satu *file* produk [20]. Karakteristik penting dari multimedia pembelajaran interaktif yaitu menuntun siswa supaya tidak sekedar menyimak materi, tetapi siswa juga dapat menunjukkan respon aktif. Respon aktif tersebut misalnya berupa kegiatan mengklik tombol navigasi, mengisi atau memilih jawaban, dan melakukan simulasi percobaan. Soal yang sudah terjawab akan memberi balikan dan pembahasan sehingga siswa dapat melaksanakan evaluasi mandiri [21].

Multimedia pembelajaran interaktif identik dengan pemanfaatan teknologi, seperti komputer, tablet, dan *smartphone*. Untuk memfasilitasi siswa jenjang SMP, sebaiknya menggunakan perangkat *smartphone* android karena perangkat tersebut paling banyak dimiliki siswa [7]. Multimedia interaktif akan lebih praktis dan fleksibel apabila dikemas dalam bentuk aplikasi android [22]. Berdasarkan paparan yang telah disebutkan, kelebihan-kelebihan multimedia interaktif berbasis aplikasi android dapat memfasilitasi kemandirian belajar. Pernyataan tersebut sesuai dengan penelitian Kurnia & Dzulkarnain (2019), multimedia interaktif terbukti dapat menumbuhkan kemandirian belajar siswa dengan kriteria sedang [23].

PENUTUP

Berdasarkan paparan permasalahan di atas, siswa memerlukan multimedia interaktif berbasis aplikasi android untuk meningkatkan kemandirian belajar siswa kelas VIII SMPN 16 Malang. Penggunaan multimedia interaktif berbasis aplikasi android mampu menyajikan materi secara menarik dan komunikatif sehingga menunjang siswa untuk belajar secara mandiri.

Sebaiknya perlu dilakukan pengembangan multimedia interaktif berbasis aplikasi android yang valid dan layak.

DAFTAR RUJUKAN

- A. nisa N. S. I. Septiani, T. Rejekiningsih, Triyanto, and Rusnaini, "Development of Interactive Multimedia Learning Courseware to Strengthen Students' Character," *Eur. J. Educ. Res.*, vol. 9, no. 3, pp. 1267–1279, 2020, doi: 10.12973/eu-jer.9.3.1267.
- A. Yanto, "Metode Bermain Peran (Role Playing) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran IPS," *J. Cakrawala Pendas*, vol. 1, no. 1, pp. 53–57, 2015, doi: 10.31949/jcp.v1i1.345.
- D. R. Hidayat, A. Rohaya, F. Nadine, and H. Ramadhan, "Kemandirian Belajar Peserta Didik dalam Pembelajaran Daring pada Masa Pandemi Covid -19," *Perspekt. Ilmu Pendidik.*, vol. 34, no. 2, pp. 147–154, 2020, doi: 10.21009/pip.342.9.
- D. Tarigan and S. Siagian, "Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif pada Pembelajaran Ekonomi," *J. Teknol. Inf. Komun. Dalam Pendidik.*, vol. 2, no. 2, pp. 187–200, 2015, doi: 10.24114/jtikp.v2i2.3295.



- E. Sutarno and Mukhidin, "Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif Pengukuran untuk Meningkatkan Hasil dan Kemandirian Belajar Siswa SMP di Kota Bandung," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejur.*, vol. 21, no. 3, pp. 203–218, 2013, doi: 10.21831/jptk.v21i3.3258.
- F. Primadini, Nadiroh, Edwita, and Lamria, "Pengaruh Media Pembelajaran dan Kemandirian Belajar terhadap Keterampilan Proses IPA di Sekolah Dasar," *Visipena*, vol. 10, no. 2, pp. 281–293, 2019, doi: 10.46244/visipena.v10i2.508.
- G.-P. Petruța, "Formation of Some Concepts of Natural Sciences During Primary Education," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 180, no. November 2014, pp. 688–695, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.02.179.
- I. Fiteriani and Baharuddin, "Konsepsi Penerapan Keterampilan Proses Sains (KPS) dan Sikap Ilmiah dalam Desain Pengembangan Modul Panduan Eksperimen IPA SD/MI," *J. Pendidik. dan Pembelajaran Dasar*, vol. 11, no. 1, pp. 24–39, 2018, doi: 10.18860/madrasah.v11i1.5801.
- I. N. Suarsana, N. Suharsono, and I. W. S. Warpala, "Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Kemandirian Belajar dan Prestasi Belajar Biologi Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Kubu," *J. Teknol. Pembelajaran Indones.*, vol. 7, no. 2, pp. 11–18, 2017, [Online]. Available: http://oldpasca.undiksha.ac.id/e-journal/index.php/jurnal_tp/article/view/1994.
- I. Sugianto, S. Suryandari, and L. D. Age, "Efektivitas Model Pembelajaran Inkuiri terhadap Kemandirian Belajar Siswa di Rumah," *JIP J. Inov. Penelit.*, vol. 1, no. 3, pp. 159–170, 2020.
- I. Sugiarti and S. R. Pudjiastuti, "Penerapan Metode Role Playing dalam Meningkatkan Kemandirian dan Perilaku Demokratis Siswa SMAN 6 Kota Karawang," vol. 15, no. 2, pp. 67–72, 2020.
- J. R. Puspitasari, Ashadi, and A. N. C. Saputro, "Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Kemandirian dan Prestasi Belajar pada Materi Reaksi Redoks Siswa Kelas X MIPA SMA Negeri 1 Teras Boyolali Tahun Pelajaran 2016/2017," *J. Pendidik. Kim.*, vol. 7, no. 2, pp. 208–216, 2018, doi: 10.20961/jpkim.v7i2.25856.
- M. Gaved and A. Peasgood, "Fitting in Versus Learning: A Challenge for Migrants Learning Languages Using Smartphones," *J. Interact. Media Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2017.
- N. Kurnia and A. F. Dzulkarnain, "Pengembangan Multimedia Interaktif Biologi Kelas XI Untuk Meningkatkan Motivasi dan Kemandirian Belajar Peserta Didik," pp. 573–576, 2019.
- N. M. M. Hariani, "Penerapan Metode Role Playing untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Perkembangbiakan Makhluh Hidup," *Widya Genitri J. Ilm. Pendidikan, Agama dan Kebud. Hindu*, vol. 10, no. 2, pp. 11–22, 2019, doi: 10.36417/widyaagenitri.v10i2.270.
- Permendikbud No. 18 A, "Implementasi Kurikulum," 2013.
- R. A. Purba, I. Rofiki, S. Purba, P. B. Purba, E. Bachtiar, and A. Iskandar, *Pengantar Media Pembelajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- S. Kurniasih, D. Darwan, and A. Muchyidin, "Menumbuhkan Kemandirian Belajar Matematika Siswa Melalui Mobile Learning Berbasis Android," *J. Edukasi Mat. dan Sains*, vol. 8, no. 2, pp. 140–149, 2020, doi: 10.25273/jems.v8i2.7041.
- S. Oktarin, L. Auliandari, and T. F. Wijayanti, "Analisis Kemandirian Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Biologi Kelas X SMA YKPP Pendopo," *Bioeduscience*, vol. 2, no. 2, pp. 104–115, 2018, doi: 10.29405/j.bes/22104-1152493.
- T. Tafonao, "Peranan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa," *J. Komun.*



Pendidik., vol. 2, no. 2, pp. 103–114, 2018, doi: 10.32585/jkp.v2i2.113.

V. R. Mustikasari, M. Annisa, and Munzil, “Identifikasi Miskonsepsi Konsep Tekanan Zat Siswa Kelas VIII-C SMPN 1 KARANGPLOSO Semester Genap Tahun Pelajaran 2017-2018,” *J. Pembelajaran Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 39–50, 2017.

W. Suciono, *Berpikir Kritis (Tinjauan Melalui Kemandirian Belajar, Kemampuan Akademik dan Ekikasi Diri)*. Indramayu: Penerbit Adab, 2021.

Y. Andrian and Rusman, “Implementasi Pembelajaran Abad 21 dalam Kurikulum 2013,” *J. Penelit. Ilmu Pendidik.*, vol. 12, no. 1, pp. 14–23, 2019.



FORMATIVE FEEDBACK BERBASIS SOAL PILIHAN GANDA ISOMORFIK PADA TOPIK PEMBENTUKAN BAYANGAN PADA CERMIN UNTUK SISWA SMP

Nur Hidayati Rifa'i¹, Sentot Kusairi*², Erti Hamimi¹

Prodi Pendidikan IPA FMIPA Universitas Negeri Malang
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Malang

Email : sentot.kusairi.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan formative feedback berbasis soal pilihan ganda isomorfik pada topik pembentukan bayangan pada cermin untuk siswa SMP serta dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (Research and Development). Model penelitian yang digunakan adalah Analysis Design Develop Implementation and Evaluation (ADDIE). Pada penelitian ini dihasilkan formative feedback berbasis soal pilihan ganda isomorfik pada topik pembentukan bayangan pada cermin. Formative feedback memberikan balikan penjelasan berdasarkan jawaban yang diberikan oleh siswa. Formative feedback yang dikembangkan juga dinyatakan valid dan layak dengan validitas materi pada butir soal dan balikan sebesar 98,18% (sangat valid) dan 96,25% (sangat valid) serta validitas media sebesar 92,19% (sangat valid). Uji keterbacaan terhadap siswa dihasilkan bahwa 95,56% siswa setuju bahwa formative feedback ini dapat membantu siswa dalam belajar pembentukan bayangan pada cermin. Uji efektifitas juga menunjukkan bahwa siswa yang menggunakan formative feedback memiliki pemahaman konsep yang lebih baik daripada siswa yang menggunakan media yang lain.

Katakunci: Formative Feedback, Soal Isomorfik, Pembentukan Bayangan pada Cermin

PENDAHULUAN

Asesmen formatif perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Asesmen merupakan suatu kegiatan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai proses atau hasil belajar yang diperoleh siswa (Kusairi, 2012). Pelaksanaan asesmen selama pembelajaran bertujuan agar konsep yang dipahami oleh siswa saat pembelajaran dapat terukur (Sari *et al.*, 2019). Dengan dilakukan asesmen formatif, maka setiap kejadian dan situasi yang dialami oleh siswa dapat direkam (Kamar *et al.*, 2013). Asesmen formatif juga dapat memberikan informasi terkait ketercapaian tujuan pembelajaran (Choi, 2020). Komponen penilaian formatif yaitu umpan balik, penilaian teman, dan penilaian diri yang diterapkan pada strategi penilaian formatif jika dilakukan dengan benar akan mendorong terbentuknya kebiasaan pikiran dan pemahaman (Gloria, 2020). *Feedback* yang diberikan pada siswa dapat meningkatkan hasil belajar mereka (Burns & Foo, 2013). Hasil asesmen formatif juga dapat digunakan sebagai sumber *feedback* untuk memperbaiki model dan metode pembelajaran yang akan diterapkan berikutnya (Ridhwan, 2017).

Sayangnya dalam pelaksanaan pembelajaran untuk saat ini masih banyak digunakan *assessment* sumatif. Penerapan asesmen sumatif tidak memberikan *feedback* secara langsung kepada siswa (Harizah, 2020). Pelaksanaan asesmen sumatif tanpa memberikan *feedback* pada siswa dapat menimbulkan kesulitan belajar. Pemberian *feedback* secara langsung setelah siswa menyelesaikan masalah sangat perlu dilakukan (Khafidzoh, 2017). Pada pembelajaran siswa SMP, masih banyak siswa yang merasa sulit dalam menyelesaikan permasalahan di bidang fisika (Husniyah *et al.*, 2016). Materi fisika khususnya pada topik pembentukan bayangan pada cermin masih banyak siswa yang belum dapat memahami konsep dengan baik (Ainiyah *et al.*, 2020).

Upaya untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa dalam mempelajari alat optik termasuk pembentukan bayangan pada cermin telah dilaksanakan dengan beberapa penelitian. Pada penelitian Marsandi (2016) dihasilkan bahwa dengan menggunakan video sebagai asesmen *formative feedback*, siswa dapat lebih cepat memahami konsep serta mendapatkan pengalaman belajar yang lebih. Penelitian Aulia (2021) menunjukkan bahwa dengan menggunakan asesmen formatif maka pemahaman konsep siswa mengenai alat optik termasuk pembentukan bayangan pada cermin dapat meningkat secara signifikan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa penggunaan *formative feedback* cukup efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa mengenai pembentukan bayangan pada cermin.

Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan soal pilihan ganda dilakukan oleh Utomo (2015). Dalam penelitian tersebut diketahui bahwa dengan dilakukan tes dalam bentuk soal pilihan ganda, maka proses pengkoreksian dan diagnosis kesulitan siswa dapat lebih mudah dilakukan. Pada penerapan tes pilihan ganda, siswa sering kali menjawab dengan tebakan (Ismail, 2020). Diperlukan alternatif solusi untuk memastikan agar



siswa menjawab sesuai dengan kemampuannya. Salah satu alternatif solusi untuk memastikan siswa menjawab tanpa tebakan yaitu dengan penggunaan soal isomorfik. Soal isomorfik merupakan soal yang dapat diselesaikan dengan cara yang sama namun dalam permasalahan yang berbeda (Nadhiif *et al.*, 2015). Selain itu *formative feedback* berbasis pilihan ganda isomorfik yaitu suatu media yang berisi soal pilihan ganda dengan konsep penyelesaian yang sama (Wagner *et al.*, 2019). Apabila siswa mampu mengerjakan soal isomorfik dengan baik, maka dapat diartikan bahwa siswa telah memahami konsep yang dipelajari (Lin & Singh, 2011). Penggunaan soal pilihan ganda isomorfik dapat mencegah siswa menjawab soal dengan tebakan. Selain itu, siswa akan menjawab sesuai dengan kemampuannya (Kastner & Stangl, 2011).

Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa perlu dikembangkan media untuk memudahkan siswa dalam memahami topik pembentukan bayangan pada cermin. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *formative feedback* berbasis soal pilihan ganda isomorfik pada topik pembentukan bayangan pada cermin untuk siswa SMP yang valid dan layak serta dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (R&D). Penelitian R&D adalah sebuah penelitian yang melakukan pengembangan, perancangan dan menghasilkan suatu produk serta dilakukan pengujian validitas produk yang telah dikembangkan (Haris & Putri, 2014). Model yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model pengembangan ADDIE. Pada pengembangan ADDIE terdapat lima tahap yang dilakukan yaitu tahap analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), implementasi (*implement*) dan tahap evaluasi (*evaluate*) (Dick & Carey, 1996).

Pada tahap analisis dilakukan suatu analisis permasalahan dengan tujuan agar permasalahan dalam kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan dapat teridentifikasi. Dalam hal ini perlu dilakukan analisis kebutuhan untuk menyelesaikan masalah yang dialami. Perancangan produk dilakukan dengan mendesain tampilan dan mengembangkan indikator. Indikator yang dikembangkan yaitu mengenai pembentukan bayangan pada cermin. Setelah dilakukan pengembangan indikator, maka dilakukan perancangan untuk menyusun soal pilihan ganda isomorfik dan *feedback* yang akan diberikan. Pengembangan produk dilakukan berdasarkan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Produk yang dikembangkan berupa *formative feedback* yang berisi petunjuk penggunaan media, soal isomorfik, *feedback* serta profil pengembang. *Formative feedback* yang telah dikembangkan selanjutnya akan diuji.

Implementasi dilakukan dengan melakukan validasi, uji keterbacaan dan uji efektifitas terbatas. Uji validasi dilakukan oleh 1 validator guru dan 1 validator dosen. Siswa SMP kelas VIII sebanyak 30 siswa menjadi subjek pada kegiatan uji keterbacaan. Uji validasi dan uji keterbacaan dilakukan dengan teknik kuisisioner. Pada kuisisioner yang telah dibuat, responden hanya perlu menjawab dengan tanda *checklist* (√). **Selanjutnya dilakukan wawancara kepada 10 siswa SMP dengan memberikan *pretest* dan *posttest* untuk menguji pemahaman konsep siswa. Evaluasi dilakukan dengan memperbaiki *formative feedback* yang telah dikembangkan. Perbaikan tersebut dilakukan berdasarkan komentar dan saran yang diperoleh dari hasil uji validasi dan uji keterbacaan.**

Instrumen penelitian yang digunakan yaitu berupa lembar validasi untuk dosen dan guru IPA serta angket uji keterbacaan untuk siswa SMP kelas VIII. Lembar validasi terdiri dari lembar validasi materi dan lembar validasi media. Lembar validasi materi berisi penilaian validator terhadap soal-soal yang digunakan dalam *formative feedback* dan juga *feedback* yang diberikan. Pada lembar validasi materi terdiri dari beberapa aspek penilaian diantaranya yaitu kesesuaian konsep dan kualitas materi. Sedangkan lembar validasi media berisi penilaian terhadap kemudahan dalam pengoperasian media, tampilan media dan isi.

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu kuantitatif dan kualitatif. Data kualitatif yang digunakan dalam penelitian ini yaitu saran atau masukan yang diberikan oleh validator dosen dan guru. Saran dan masukan yang diberikan yaitu sebagai perbaikan untuk media yang telah dikembangkan. Data kuantitatif adalah suatu data berupa angka. Data kuantitatif yang diperoleh dari skor penilaian validator dosen dan guru serta kuisisioner yang diisi oleh siswa, dapat dilakukan tabulasi sesuai pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kriteria Kelayakan dengan Skala Likert

Kriteria Penilaian	Skor
Sangat jelas/sangat menarik/sangat baik/sangat mudah dipahami/sangat lengkap	4

Jelas/menarik/baik/mudah dipahami/lengkap	3
Kurang jelas/ kurang menarik/ kurang baik/ kurang mudah dipahami/ kurang lengkap	2
Tidak jelas/ tidak menarik/ tidak baik/ tidak mudah dipahami/ tidak lengkap	1

Sumber: Likert (1932)

Setelah didapatkan nilai dari hasil kuisioner, maka skor rata-rata pada data kuantitatif dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Nilai validitas} = \frac{\text{Jumlah semua skor}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Apabila telah dihasilkan nilai validitas dari pada data kuantitatif, selanjutnya dilakukan konversi menjadi data kualitatif yang digunakan sebagai acuan sebagaimana Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Interval Kelayakan Media

No.	Nilai Validitas	Kriteria
1.	81%-100%	Sangat valid
2.	61%-80%	Valid
3.	41%-60%	Cukup valid
4.	21%-40%	Kurang valid
5.	0%-20%	Tidak valid

Sumber: Riduwan (2012)

Selain itu, digunakan skala Guttman untuk melakukan uji kelayakan materi serta digunakan untuk angket uji keterbacaan yang diisi oleh siswa dengan acuan Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Interval Kelayakan Materi Menggunakan Skala Guttman

No.	Kriteria Penilaian	Skor
1.	Ya	1
2.	Tidak	0

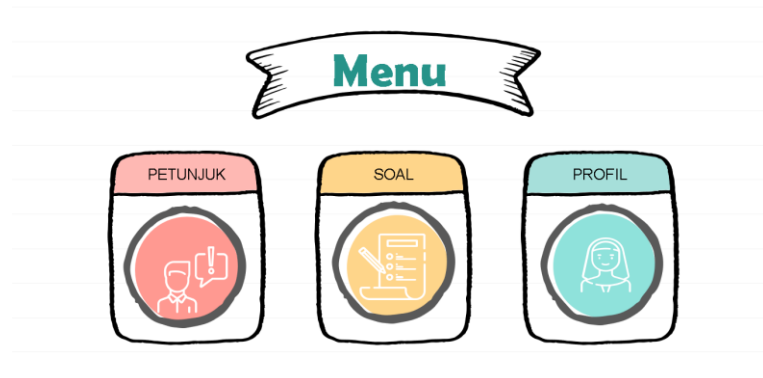
Sumber: Guttman (1944)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan ini menghasilkan *Formative Feedback* berbasis Soal Pilihan Ganda Isomorfik pada Topik Pembentukan Bayangan pada Cermin sebagaimana Gambar 1. *Formative feedback* yang dikembangkan bertujuan untuk membantu siswa dalam mempelajari topik pembentukan bayangan pada cermin. Dengan mengerjakan soal yang terkandung dalam media, siswa akan mendapatkan *feedback* yang dapat meningkatkan pemahaman siswa. Dalam *formative feedback* berisi petunjuk penggunaan media, soal-soal isomorfik berserta *feedback* serta profil sebagaimana Gambar 2.



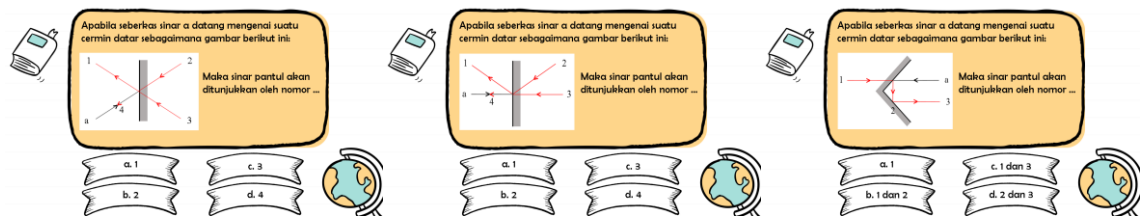
Gambar 1. Tampilan Awal *Formative Feedback*



Gambar 2. Tampilan Menu *Formative Feedback*

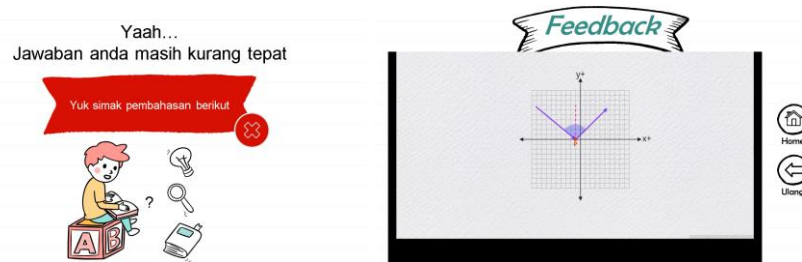
Tampilan menu mengandung 3 sub menu yang disajikan dalam *formative feedback*. Sub menu tersebut diantaranya yaitu petunjuk, soal dan profil. Pada sub menu petunjuk berisi mengenai cara penggunaan *formative feedback*. Dalam hal ini, sub menu petunjuk bertujuan untuk membantu siswa agar lebih mudah dalam mengaplikasikan *formative feedback*.

Sub menu yang disajikan selanjutnya yaitu soal yang berisi 4 materi, yaitu mengenai pemantulan cahaya, pembentukan bayangan pada cermin datar, cermin cekung dan cermin cembung. Setiap materi disajikan soal-soal isomorfik dengan menggunakan tiga butir soal sebagaimana Gambar 3. Tiap butir soal dikembangkan dengan menggunakan soal pilihan ganda dengan empat pilihan jawaban. Dalam mengoperasikan *formative feedback*, setelah siswa mengerjakan 3 butir soal dalam satu konsep, maka akan mendapatkan balikan berupa keterangan jawaban salah atau benar.



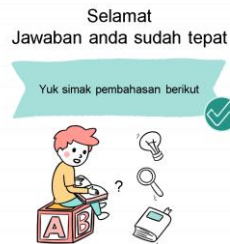
Gambar 3. Contoh Tampilan Soal Isomorfik

Apabila jawaban siswa masih menjawab salah, maka akan ditampilkan *feedback* dan siswa tidak bisa melanjutkan untuk mengerjakan soal pada konsep berikutnya sebagaimana Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Setelah Siswa Menjawab Salah beserta *Feedback*

Apabila siswa menjawab dengan jawaban yang benar, maka akan ditampilkan *feedback* dan siswa dapat melanjutkan untuk mengerjakan soal dengan konsep berikutnya sebagaimana Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Setelah Siswa Menjawab Benar

Feedback yang disajikan berupa video penjelasan singkat dengan tujuan agar memudahkan siswa dalam memahami konsep pembentukan bayangan pada cermin. Video yang disajikan berisi mengenai konsep dasar yang harus dipahami oleh siswa. *Feedback* dilengkapi dengan materi dan cara menggambar diagram pemantulan cahaya dan pembentukan bayangan pada cermin yang benar.

Sub menu selanjutnya yaitu profil. Dalam hal ini disajikan informasi mengenai pengembang *formative feedback*. Informasi mengenai pengembang disajikan secara singkat dan dilengkapi dengan foto.

Tahap implementasi *formative feedback* ini yaitu dilakukan uji validasi, uji keterbacaan dan uji efektifitas terbatas. Validasi dilakukan oleh satu validator dosen dan guru IPA. Uji keterbacaan dilakukan oleh 30 siswa SMP yang telah mempelajari topik pembentukan bayangan pada cermin. Data yang diperoleh dari validasi yaitu kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif dihasilkan dari penilaian validator terhadap materi pada soal dan *feedback* yang terkandung dalam *formative feedback* serta media yang dikembangkan. Data kuantitatif yang diperoleh dihitung dalam bentuk analisa rata-rata. Hasil validasi materi butir soal dihasilkan presentase sebesar 98,18% (sangat valid). Sedangkan hasil validasi terhadap *feedback* pada media yaitu sebesar 96,25% (sangat valid). Penilaian validator terhadap media *formative feedback* yang telah dikembangkan sebesar 92,19% (sangat valid). Terdapat hal yang perlu diperbaiki mengenai aspek kualitas materi yaitu pada simbol yang digunakan dalam soal dan video. Perbaikan dilakukan berdasarkan saran/komentar yang telah dituliskan oleh validator untuk menyempurnakan balikan yang disediakan pada media.

Uji keterbacaan media dilakukan pada siswa yang telah mempelajari materi pembentukan bayangan pada cermin. Uji keterbacaan dilakukan dengan memberikan sembilan pertanyaan kepada siswa. Pertanyaan tersebut diberikan setelah siswa mengoperasikan media *formative feedback*. Hasil uji keterbacaan yang dilakukan merupakan data kuantitatif. Apabila siswa menjawab “Ya” maka didapatkan 1 poin, sedangkan menjawab “Tidak” maka didapatkan 0 poin. Selain itu, siswa dapat menuliskan komentar/saran sebagai data kualitatif dan dapat digunakan sebagai perbaikan. Uji keterbacaan menghasilkan data pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Hasil Uji Keterbacaan Media

No.	Aspek yang Dinilai	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah kalian mudah dalam mengoperasikan program ini?	93,33%	6,67%
2.	Apakah kalian mudah dalam memahami setiap kalimat pada program ini?	96,67%	3,33%
3.	Apakah <i>background</i> dan warna telah sesuai dan mendukung tema topik pembahasan?	96,67%	3,33%

4.	Apakah seluruh tombol dan navigasi dapat dioperasikan dengan baik?	86,67%	13,33%
5.	Apakah ukuran, warna dan jenis huruf yang diterapkan telah sesuai?	96,67%	3,33%
6.	Apakah gambar dan video yang digunakan dalam program ini sudah mendukung proses pembelajaran?	96,67%	3,33%
7.	Apakah <i>feedback</i> yang diberikan dapat membantu kalian dalam menyelesaikan masalah dalam soal?	100%	0%
8.	Apakah program ini dapat memudahkan kalian untuk memahami materi pembentukan bayangan pada cermin?	100%	0%
9.	Apakah program yang telah dikembangkan menarik untuk dijadikan media pembelajaran?	93,33%	6,67%
Rata-rata		95,56%	4,44%

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa hasil uji keterbacaan media yang dilakukan oleh siswa dihasilkan rata-rata siswa menjawab ya sebanyak 95,56% dan menjawab tidak 4,44%. Berdasarkan interval kelayakan media, nilai 95,56% termasuk dalam kategori yang sangat layak. Media yang dikembangkan mendapatkan respons yang baik dan dapat membantu siswa untuk memahami topik pembentukan bayangan pada cermin. Ditinjau dari saran/komentar siswa yang berpendapat bahwa ukuran huruf yang diterapkan dalam media khususnya pada soal masih relatif kecil. Perlu dilakukan perbaikan terhadap ukuran huruf yang diterapkan dalam media agar lebih jelas. Siswa menuliskan komentar bahwa media yang dikembangkan kurang berwarna. Dalam hal ini, perlu dilakukan perbaikan dalam penerapan *background* dan warna agar media yang dikembangkan lebih menarik. Menurut siswa suara penjelasan pada video masih terburu-buru atau terlalu cepat dalam menjelaskan. Perlu adanya perbaikan terhadap suara pada video penjelasan, agar dapat meningkatkan pemahaman konsep yang dipelajari oleh siswa.

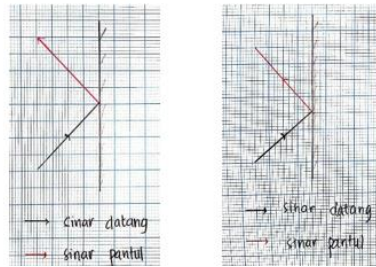
Selain dilakukan uji keterbacaan siswa, dalam penelitian ini juga dilakukan uji efektifitas terbatas dengan metode wawancara. Wawancara yang dilaksanakan bertujuan untuk menguji pemahaman konsep siswa. Wawancara dilakukan dengan 10 siswa sebagai responden. Dalam hal ini 10 siswa tersebut dibagi menjadi dua kelompok. Dimana 5 siswa dalam satu kelompok akan diberikan pertanyaan kemudian dipersilahkan untuk mengoperasikan media yang telah dikembangkan. Setelah itu, siswa tersebut diberikan pertanyaan kembali untuk mengetahui pemahaman konsep siswa. Satu kelompok yang lain dengan 5 siswa akan diberikan pertanyaan kemudian siswa akan mempelajari sumber yang lain. Setelah itu, siswa tersebut akan diberikan pertanyaan yang sama.

Wawancara *pretest* yang telah dilakukan, dihasilkan bahwa 60% dari keseluruhan siswa dapat menggambarkan diagram pemantulan cahaya dengan benar, namun masih belum didasari dengan konsep yang benar. Dari hasil tersebut 30% merupakan siswa sebelum mengoperasikan *formative feedback* dan 30% lainnya merupakan siswa yang belum melakukan studi literatur dengan menggunakan sumber lainnya. Saat dilakukan *posttest* 90% siswa dapat menggambarkan diagram pemantulan cahaya dengan benar. Dengan 50% siswa yang telah mengoperasikan *formative feedback* dapat menjelaskan diagram yang telah digambarkan dengan konsep yang benar dan 40% siswa yang telah melakukan studi literatur dengan menggunakan sumber lain memiliki pemahaman konsep yang sama dengan sebelumnya.

Wawancara yang dilakukan pada materi pembentukan bayangan pada cermin datar dihasilkan bahwa 20% siswa menggambar dengan diagram yang benar. Dimana 10% siswa sebelum mengoperasikan media serta 10% lainnya merupakan siswa yang belum melakukan studi literatur dengan menggunakan sumber lain. Saat *posttest* dilakukan, dihasilkan bahwa 80% siswa dapat menggambarkan diagram pembentukan bayangan dengan benar. Dari hasil tersebut 50% merupakan siswa yang telah mengoperasikan *formative feedback*, sedangkan 30% lainnya merupakan siswa yang telah melakukan studi literatur dengan menggunakan sumber yang lain.

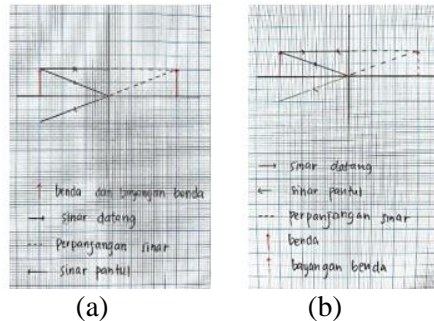
Hasil wawancara yang dilakukan kepada siswa sebelum mengoperasikan media, diketahui siswa beranggapan bahwa pemantulan cahaya adalah cahaya yang memantul apabila terkena cermin. Selain itu, dari gambar pemantulan cahaya dijelaskan bahwa sinar pantul akan terletak dibidang yang sama dengan sinar datang. Dari gambar pemantulan cahaya yang digambarkan pada Gambar 6.a, juga beralasan bahwa gambar tersebut merupakan terjadinya pemantulan cahaya. Dapat diketahui bahwa pemahaman siswa sebelum mengoperasikan media terhadap materi pemantulan cahaya masih kurang. Kemudian setelah siswa mengoperasikan media, siswa menjawab bahwa pemantulan cahaya adalah proses terpantulnya kembali cahaya yang mengenai suatu permukaan atau bidang tertentu. Selain itu, dari gambar yang disajikan saat *posttest* sebagaimana Gambar 6.b dijelaskan

bahwa berlaku hukum pemantulan cahaya yaitu sinar datang, sinar pantul dan garis normal berada pada satu bidang datar serta sudut sinar datang dan sudut sinar pantul memiliki besar yang sama.



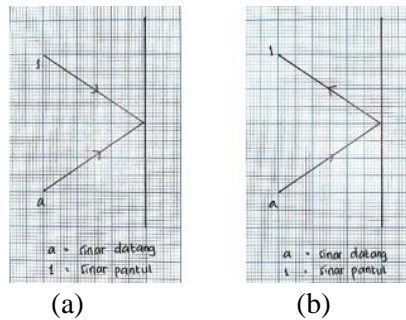
(a) (b)
Gambar 6. Diagram Pemantulan Cahaya oleh Siswa yang Mengoperasikan Media
(a) Jawaban saat *pretes*, (b) Jawaban saat *postest*

Selain itu, dilakukan wawancara mengenai pembentukan bayangan pada cermin datar. Dari diagram yang digambarkan oleh siswa sebagaimana Gambar 7.a saat *pretes* dijelaskan bahwa apabila terdapat benda di depan cermin akan terbentuk bayangan di dalam cermin, hal tersebut dikarenakan terdapat cahaya sehingga dapat membentuk bayangan. Selain itu siswa beranggapan bahwa bayangan yang dihasilkan akan sama dengan benda yang di depan cermin. Kemudian setelah siswa mengoperasikan media, saat *postest* siswa menjelaskan bahwa saat bercermin akan dihasilkan bayangan benda. Hal tersebut dikarenakan terdapat suatu cahaya yang mengenai cermin datar, kemudian terjadi pemantulan cahaya. Cahaya yang mengenai cermin akan terpancar kembali, sehingga dapat membentuk bayangan dari suatu benda. Selain itu, pada diagram pembentukan bayangan yang digambarkan, dijelaskan bahwa pertama-tama menggambarkan satu sinar datang beserta sinar pantulnya. Kemudian menggambarkan sinar kedua. Kedua sinar tersebut digambar berdasarkan konsep pemantulan cahaya sebagaimana Gambar 7. Kemudian ditarik perpanjangan dari sinar tersebut. Dari perpanjangan sinar tersebut akan berpotongan disuatu titik. Di titik itulah letak bayangan benda berada dengan bayangan yang terbentuk adalah maya tegak dan sama besar.



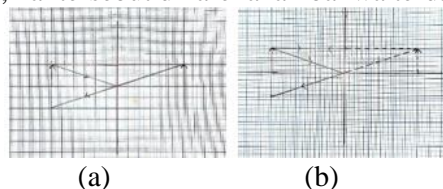
(a) (b)
Gambar 7. Diagram Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar oleh Siswa yang Mengoperasikan Media
(a) Jawaban saat *pretes*, (b) Jawaban saat *postest*

Ketika dilakukan wawancara kepada siswa yang menggunakan sumber lainnya, dihasilkan bahwa siswa beranggapan bahwa pemantulan cahaya terjadi apabila terdapat sinar yang datang kemudian akan memantul kembali. Kemudian dari gambar yang telah disajikan, siswa menjelaskan bahwa apabila terdapat sinar yang mengenai suatu cermin maka akan dipantulkan kembali di bidang yang sama. Selain itu, ketika cahaya datang mengenai suatu cermin maka sinar pantulnya akan berbeda arahnya. Setelah dilakukan *pretest* siswa menggali referensi dengan menggunakan sumber lainnya. Saat dilakukan *postest* siswa menjawab bahwa pemantulan cahaya adalah proses terpantulnya kembali cahaya yang mengenai suatu permukaan yang mengkilat. Dari diagram yang telah digambarkan sebagaimana Gambar 8, siswa menjelaskan bahwa sinar pantul akan mengarah ke arah semula.



Gambar 8. Diagram Pemantulan Cahaya oleh Siswa yang Menggunakan Sumber Lain
(a) Jawaban saat *pretes*, (b) Jawaban saat *postest*

Dari hasil wawancara yang dilakukan kepada siswa yang menggunakan sumber lain. Sebelum siswa melakukan studi literatur, siswa beranggapan bahwa saat terdapat benda di depan cermin akan menghasilkan bayangan benda karena terjadi pemantulan cahaya. Berdasarkan diagram pembentukan bayangan yang telah digambarkan sebagaimana Gambar 9.a, siswa belum mengetahui penjelasan gambar tersebut. Setelah siswa mempelajari dengan menggunakan sumber lain, siswa menjawab bahwa terdapat bayangan di dalam cermin yang dikarenakan terdapat cahaya yang memantul setelah mengenai benda yang mengkilat. Berdasarkan diagram pembentukan bayangan yang telah digambarkan oleh siswa sebagaimana Gambar 9.b, siswa menjawab bahwa terdapat bayangan di dalam cermin datar, hal tersebut dikarenakan bahwa terdapat sinar datang dan sinar pantul.



Gambar 9. Diagram Pembentukan Bayangan pada Cermin Datar oleh Siswa Menggunakan Sumber Lain
(a) Jawaban saat *pretes*, (b) Jawaban saat *postest*

Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa sebelum siswa melakukan studi literatur dengan menggunakan sumber lain, siswa menjawab pertanyaan tanpa didasari konsep dasar yang harus dipahami. Setelah siswa melakukan studi literatur dengan sumber lain rata-rata menjawab pertanyaan dengan jawaban yang sama dengan sebelumnya serta beberapa siswa yang lain menjawab pertanyaan dengan benar namun tanpa didasari dengan konsep dasar. Siswa sebelum mengoperasikan *formative feedback* rata-rata belum memahami konsep dasar. Setelah siswa mengoperasikan *formative feedback*, rata-rata siswa dapat menjawab pertanyaan secara rinci dan benar. Siswa yang telah mengoperasikan media *formative feedback* memiliki pemahaman konsep yang meningkat daripada sebelumnya.

Hasil *formative feedback* yang dikembangkan dikemas dalam bentuk *Compact Disc* (CD). Dalam CD tersebut *formative feedback* yang dikembangkan dalam bentuk *powerpoint* dengan multimedia yang mendukung. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurnamawi (2019) bahwa dengan menggunakan *powerpoint* yang mengandung multimedia akan memberikan dampak positif salah satunya yaitu pemahaman konsep siswa dapat meningkat. Pada media yang dikembangkan berisi petunjuk penggunaan media, soal-soal isomorfik beserta *feedback* serta profil. Soal isomorfik yang dikembangkan pada media ini yaitu menggunakan 3 butir soal. Hal tersebut dikarenakan pemahaman konsep siswa dapat teridentifikasi dengan menggunakan soal isomorfik tiga butir soal (Lin & Singh, 2013). Selain itu, soal isomorfik 3 butir digunakan agar memudahkan siswa untuk mentransfer materi dalam beragam permasalahan yang disediakan (Syahrul & Setyarsih, 2015). Serta dengan menggunakan isomorfik tiga butir juga dapat membantu siswa untuk lebih mudah mengaplikasikan konsep yang dipelajari dengan masalah yang tersedia (Rahmawati *et al.*, 2020).

Setelah siswa mengerjakan soal dalam satu materi, maka selanjutnya siswa akan mendapatkan *feedback*. *Feedback* yang disajikan yaitu berupa video singkat untuk membantu pengguna dalam menyelesaikan soal yang telah dikerjakan. Dalam hal ini sejalan dengan penelitian Yulisa (2020) yaitu dengan *feedback* berupa video maka pemahaman konsep siswa akan meningkat.

Penelitian *formative feedback* berbasis soal pilihan ganda isomorfik juga dilakukan oleh Hatziapostolou dan Paraskais (2010) dan Dewi (2016). Pada penelitian Hatziapostolou dan Paraskais (2010) dihasilkan *formative feedback* dengan *feedback* secara langsung berupa komentar secara singkat. Pada penelitian Dewi (2016)



dihasilkan *formative feedback* yang berisi soal isomorfik serta *feedback* yang disajikan secara langsung. Penelitian ini sama dengan yang dilakukan oleh pengembang, namun terdapat perbedaan pada *feedback* yang diberikan yaitu berupa video.

Pada *formative feedback* yang telah dikembangkan memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari *formative feedback* ini yaitu (1) mengandung soal isomorfik yang dapat mencegah siswa untuk menjawab soal dengan tebakan, namun siswa dapat menjawab berdasarkan kemampuan yang dimiliki (2) *feedback* yang disediakan berupa video sehingga siswa dapat lebih mudah memahami konsep serta dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Hal tersebut dikarenakan *formative feedback* yang dikembangkan menggunakan soal pilihan ganda isomorfik dengan *feedback* yang spesifik, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami konsep (Kusairi, 2020). *Formative feedback* berbasis soal pilihan ganda isomorfik sangat direkomendasikan bagi guru untuk diterapkan dalam pembelajaran. Kurangnya *formative feedback* ini yaitu belum dapat menginput nilai yang diperoleh siswa pada setiap pengerjaan soal. Disarankan bagi peneliti lainnya untuk menambahkan fitur input nilai agar siswa dapat mengetahui kemampuannya.

PENUTUP

Pada penelitian ini telah dikembangkan *formative feedback* berbasis soal pilihan ganda isomorfik pada topik pembentukan bayangan pada cermin. *Formative feedback* yang telah dikembangkan dikategorikan sangat valid serta lolos uji keterbacaan kepada siswa. Selain itu, wawancara kepada siswa dihasilkan bahwa *formative feedback* yang dikembangkan dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Dari produk yang telah dikembangkan masing terdapat kekurangan. Kekurangan tersebut yaitu media masih menggunakan aplikasi *powerpoint*, sehingga belum dapat menginput nilai yang nantinya dapat memudahkan siswa untuk mengetahui kemampuannya. Oleh karena itu, disarankan untuk menyempurnakan pengembangan *formative feedback* yang telah dilakukan dengan menambahkan fitur input nilai.

DAFTAR RUJUKAN

- Ainiyah, Q., Yuliati, L., & Parno, P. (2020). Analisis Penguasaan Konsep dan Kesulitan Belajar Materi Alat-Alat Optik pada Siswa Kelas XI MAN Tuban. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 5(1), 24–29.
- Aulia, D. M., Parno, & Kusairi, S. (2021). Pengaruh E-modulee Berbasis TPACK-STEM terhadap Literasi Sains Alat Optik dengan Model PBL-STEM Disertai Asesmen Formatif. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 6(1), 7–12.
- Burns, C., & Foo, M. (2013). How is feedback used? – The international student response to a Formative Feedback Intervention. *International Journal of Management Education*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2013.06.001>
- Choi, Y. (2020). Learning Analytics Using Social Network Analysis and Bayesian Network Analysis in Sustainable Computer-Based Formative Assessment System. *Mdpi*.
- Dewi, N., Kusairi, S., & Koes, S. (2016). *Pengembangan Instrumen Tes Pilihan Ganda Isomorphic Problem pada Materi Fluida Dinamis untuk Siswa SMA*. 17–26.
- Dick and Carey (1996). *The Systematic Dessign of Instuction*. New York : Harper Collins Publishers.
- Gloria, R. Y. (2020). Formative Assessment with Understaning by Design to Improve Students Habits of Mind Formative Assessment with Understanding by Designto Improve Students Habits of Mind. *Physics*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042094>
- Guttman, L. (1944). *A Basic for Scaling Qualitative Data*. American Sociological Review.
- Haris, V., & Putri, N. S. E. (2014). Pengembangan Media Simulasi Menggunakan Macromedia Flash pada Pembelajaran IPA Fisika Kelas IX pada Materi Sistem Tata Surya. *Pendidikan MIPA*, 1(1), 25–27.
- Harizah, Z. (2020). Student’s Critical Thinking Skills in Interactive Demonstration Learning with Web Based Formative Assessment Student’s Critical Thinking Skills in Interactive Demonstration Learning with Web Based Formative Assessment. *Physics*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042038>
- Hatziapostolou, T., & Paraskakis, I. (2010). Enhancing the Impact of Formative Feedback on Student Learning Through an Online Feedback System. *Electronic Journal of E-Learning*, 8(2), 111–122.
- Husniyah, A., Yuliati, L., & Mufti, N. (2016). Pengaruh Permasalahan Isomorfik Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Materi Gerak Harmonis Sederhana Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(1), 36–44.
- Ismail, Ilyas. (2020). *Asesmen dan Evaluasi Pembelajaran*. Makassar: Cendekia Publisher.
- Kamar, N., Kusairi, S., & Zubaidah, S. (2013). Pengembangan Asesmen Formatif dan Remediasi berbasis Komputer pada Pokok Bahasan Suhu dan Kalor SMP Kelas VII. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika “Lensa,”*



4(2), 66–76.

- Kastner, M., & Stangl, B. (2011). Multiple Choice and Constructed Response Tests: Do Test Format and Scoring Matter? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 12, 263–273. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.02.035>
- Khafidzoh, M., 2017. Pengembangan feedback formatif berbasis android dengan memanfaatkan butir soal pilihan ganda isomorfik pada materi gerak harmonis sederhana untuk siswa SMA. Universitas Negeri Malang
- Kusairi, S. (2012). Analisis Asesmen Formatif Fisika SMA Berbantuan Komputer. *Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 3, 68–87.
- Kusairi, S. (2020). A Web-Based Formative Feedback System Development by Utilizing Isomorphic Multiple Choice Items. *Journal of Technology and Science Education*, 10(1), 117–126.
- Likert. (1932). Technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.
- Lin, S., & Singh, C. (2011). Using isomorphic problems to learn introductory physics. *Physics Education Research*, 020104, 1–16. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.7.020104>
- Lin, S., & Singh, C. (2013). Using an isomorphic problem pair to learn introductory physics: Transferring from a two-step problem to a three-step problem. *Physics Education Research*, 020114, 11–19. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020114>
- Marsandi, Kusairi, S., & Suwono, H. (2016). Pengembangan Video Remediasi sebagai Tindak Lanjut Feedback Asesmen Formatif pada Materi Cahaya dan Alat Optik. *Edusains*, 4(2), 122–135.
- Nadhiif, M. A., Diantoro, M., & Sutopo. (2015). Tes Isomorfik Berbasis Komputer untuk Diagnostik Miskonsepsi Diri pada Materi Gaya dan Hukum Newton. *Jurnal Pendidikan Sains*, 3(2), 58–67.
- Nurnamawi, E. K., & Rahim, E. R. (2019). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Berbasis Powerpoint untuk Pelajaran IPA Bagi Siswa SMP pada Materi Cahaya, Cermin, dan Lensa. *Jambura Physics Journal*, 1(1), 24–40. <https://doi.org/10.34312/JPJ.V1I1.2392>
- Rahmawati, D. U., Jumadi, Kuswanto, H., & Oktaba, I. A. (2020). Identification of students' misconception with isomorphic multiple choices test on the force and newton's law material. *Journal of Physics: Conference Series*, 1440(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012052>
- Ridhwan, M. (2017). Understanding Formative and Summative Assessment for EFL Teachers: Theoretical Reflections on Assessment for Learning. *J-SHMIC: Journal of English for Academic*, 4(1), 40–50. [https://doi.org/10.25299/jshmic.2017.vol4\(1\).505](https://doi.org/10.25299/jshmic.2017.vol4(1).505)
- Sari, I. P., Mustikasari, V. R., & Pratiwi, N. (2019). Pengintegrasian penilaian formatif dalam pembelajaran IPA berbasis saintifik terhadap pemahaman konsep peserta didik. *Jurnal Pendidikan IPA Veteran*, 3, 51–61.
- Syahrul, D. A., & Setyarsih, W. (2015). Identifikasi Miskonsepsi dan Penyebab Miskonsepsi Siswa dengan Three-tier Diagnostic Test Pada Materi Dinamika Rotasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 04(03), 67–70. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/13305>
- Utomo, D. W., & Kustijono, R. (2015). Pengembangan Sistem Ujian Online Soal Pilihan Ganda dengan Menggunakan Software Wondershare Quiz Creator. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 04(03), 1–6.
- Wagner, N., Acai, A., Mcqueen, S. A., & Mccarthy, C. (2019). Enhancing Formative Feedback in Orthopaedic Training: Development and Implementation of a Competency-Based Assessment Framework. *Journal of Surgical Education*, 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2019.03.015>
- Yulisa, Hakim, L., & Lia, L. (2020). Pengaruh Video Pembelajaran Fisika terhadap Pemahaman Konsep Siswa SMP. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 1(1), 37–44. <https://doi.org/10.31851/luminous.v1i1.3445>



ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP FISIKA PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA UNIVERSITAS HAMZANWADI

Laxmi Zahara 1^{*}, Bq. Aryani Novianti 2², Tsamarul Hizbi 3³

Universitas Hamzanwadi123

*Email : laxmizahara3@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman konsep Fisika Dasar pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Hamzanwadi. Tes Pemahaman Konsep Fisika Dasar dikelompokkan dalam 7 kategori yaitu: 1) Menafsirkan, 2) Mencontohkan, 3) Mengklarifikasikan, 4) Merangkum, 5) Menyimpulkan, 6) Membandingkan dan 7) Menjelaskan. Masa pandemic Covid-19 mengakibatkan adanya perubahan dalam sistem pembelajaran di Indonesia sehingga di Universitas Hamzanwadi pembelajaran dilakukan secara Daring. Dengan demikian dikhawatirkan adanya miskonsepsi pada mahasiswa selama pelaksanaan perkuliahan. Tes pemahaman konsep digunakan sebelum mahasiswa memperoleh materi ajar. Hal ini dilakukan untuk menjadi acuan alternative atau langkah yang harus dilakukan oleh pengajar dalam menerapkan perkuliahan. Hasil Tes Pemahaman konsep Mahasiswa maka urutan nilai tertinggi sampai terendah adalah sebagai berikut: (1) Menafsirkan (75%), (2) mengklasifikasi (70%), (3) menjelaskan (53%), (4) menyimpulkan (50%), (5) mencontohkan (48%), (6) Merangkum (47%), dan (7) menyimpulkan (35%). Adapun rata-rata jawaban benar dari seluruh soal adalah 54%. Hal ini tergolong rendah. Dengan menganalisa pemahaman konsep mahasiswa pengajar dapat mengetahui materi ajar yang harus lebih diperhatikan dalam pembelajaran kedepannya. Diharapkan pemahaman konsep mahasiswa dapat lebih baik dengan menerapkan metode dan fasilitas yang mendukung.

Kata kunci: Pemahaman Konsep

PENDAHULUAN

Dikutip dari Wedan (2016), pengertian pendidikan berdasarkan UU No.20 Tahun 2003 adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar pesertadidik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan Negara [1]. Dengan demikian untuk menerapkan pembelajaran dibutuhkan perencanaan agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Namun dengan adanya pandemi covid-19, berdasarkan Surat Edaran Mendikbud Nomor 4 Tahun 2020 tentang Pelaksanaan Pendidikan Dalam Masa Darurat Coronavirus Disease (Covid-19). Keputusan ini masih berdampak hingga tahun 2021, yaitu pelaksanaan perkuliahan masih daring.

Menurut An Nuur (2021), pembelajaran daring diartikan sebagai sebuah sistem kegiatan pembelajaran yang dilakukan tanpa melalui tatap muka secara langsung melainkan melalui jaringan internet [2]. Perkuliahan di Universitas Hamzanwadi dilaksanakan secara daring melalui e-learning, pertemuan dilakukan melalui web meeting serta sudah tersedia bahan ajar dan tugas yang harus dikerjakan oleh mahasiswa. Namun karena mata kuliah Fisika Dasar membutuhkan banyak hitungan dan analisis jadi dirasakan sulit untuk menyatukan persepsi atau pemahaman konsep mengenai materi yang diajarkan. Menurut A. Elisa (2017), pemahaman konsep adalah proses perbuatan untuk mengerti benar tentang suatu rancangan atau suatu ide abstrak yang memungkinkan seseorang untuk menggolongkan suatu objek atau kejadian, dan pemahaman konsep diperoleh melalui proses belajar. Pemahaman merupakan hasil belajar mengajar yang mempunyai indikator dan setiap individu dapat menjelaskan atau mendefinisikan suatu bagian informasi dengan kata-kata sendiri [3].

Dalam belajar fisika, yang pertama dituntut adalah kemampuan untuk memahami konsep, prinsip maupun hukum-hukum, kemudian diharapkan siswa mampu menyusun kembali dalam bahasanya sendiri sesuai dengan tingkat kematangan dan perkembangan intelektualnya. Menurut Sigit Suryono (2012), belajar fisika yang dikembangkan adalah kemampuan berpikir analitis, induktif dan deduktif dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peristiwa alam sekitar, baik secara kualitatif maupun kuantitatif dengan menggunakan matematika, serta dapat mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap percaya diri [4]. Dengan demikian sangat penting untuk menganalisis pemahaman konsep mahasiswa sebelum melaksanakan perkuliahan. Hal ini akan memudahkan Pengajar untuk menentukan metode atau strategi dan fasilitas agar capaian pembelajaran mata kuliah dapat dikuasai dengan baik.

Tes Pemahaman konsep dibuat berdasarkan indikator tes Pemahaman Konsep yang dikelompokkan dalam 7 kategori disesuaikan dengan soal berbasis HOTS. Kategori Tes pemahaman Konsep yang diberikan pada penelitian ini yaitu: 1) Menafsirkan, 2) Mencontohkan, 3) Mengklarifikasikan, 4) Merangkum, 5) Menyimpulkan, 6) Membandingkan dan 7) Menjelaskan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh D. Riwanto (2019), dengan judul Analisis Pemahaman Konsep Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Fisika Kelas X MIA SMA Negeri 3 Soppeng dengan tujuan untuk mengetahui pemahaman konsep fisika peserta didik kelas X MIA SMA Negeri 3 Soppeng pada materi getaran harmonis diperoleh hasil indikator menafsirkan (75%) dan mencontohkan (73%) berada pada kategori tinggi sedangkan yang sangat tidak dominan adalah indikator membandingkan (14%) dan mengklarifikasi (26%) berada pada kategori sangat rendah [5].

Penelitian lain yang dilakukan oleh R. Cahyaningrum (2016), dengan judul analisis pemahaman konsep fisika mahasiswa pada materi induksi elektromagnetik bertujuan untuk menganalisis pemahaman konsep mahasiswa pendidikan Fisika tentang konsep induksi elektromagnetik. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat perbedaan capaian jawaban benar pada setiap butir soal yang diberikan. Melalui uraian alasan ini diketahui bahwa pemahaman konsep mahasiswa yang telah menempuh matakuliah tersebut sebelumnya tidak merata. Oleh sebab itu, perlu diberikan pembelajaran yang memfasilitasi mahasiswa agar belajar dengan baik dan maksimal [6].

Penelitian lain dilakukan oleh G. Gustina (2020), dengan judul Analisis Pemahaman Konsep Fisika pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNTAD, penelitian ini bertujuan untuk enelusuri pemahaman konsep Fisika Dasar pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Tadulako. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kesalahan konsep dalam memahami Fisika pada Mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP UNTAD sebesar 71%. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini dapat dijadikan referensi oleh dosen dan guru di dalam menangani masalah kesalahan konsep [7].

Berdasarkan tiga penelitian di atas maka dirasa perlu mengadakan analisis pemahaman konsep pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika untuk menentukan strategi atau fasilitas untuk membantu mahasiswa belajar lebih baik. Hal ini juga dikarenakan proses belajar daring dan karakteristik materi Fisika Dasar yang cenderung pada hitungan sehingga dikhawatirkan menimbulkan miskonsepsi pada mahasiswa..

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang datanya berupa fakta-fakta yang ada, sehingga dalam penelitian ini digunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilaksanakan bulan april 2021 pada Mahasiswa semester 2 Program Studi Pendidikan Fisika. Tes Pemahaman konsep dibuat berdasarkan indikator tes Pemahaman Konsep yang dikelompokkan dalam 7 kategori disesuaikan dengan soal berbasis HOTS. Kategori Tes pemahaman Konsep yang diberikan pada penelitian ini yaitu: 1) Menafsirkan, 2) Mencontohkan, 3) Mengklarifikasikan, 4) Merangkum, 5) Menyimpulkan, 6) Membandingkan dan 7) Menjelaskan. Tes diberikan sebelum materi diajarkan meliputi materi: listrik AC, Pemantulan, Pembiasan, dan Alat Optik. Soal Tes di berikan dengan aplikasi google form sebanyak 20 nomer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Tes pemahaman konsep yang diberikan pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika diperoleh hasil Sebagai berikut:

Tabel 1.1 Hasil Tes Pemahaman Konsep Fisika

No	Kategori	Materi	Jawaban Benar	Rata-rata
1.	Menafsirkan (<i>interpreting</i>)	Listrik AC	60%	75%
		Pembiasan	90%	
2.	Mencontohkan (<i>exemplifying</i>)	Listrik AC	35%	48%
		Pemantulan	80%	
		Alat Optik	30%	
3.	Mengklasifikasikan (<i>classifying</i>)	Listrik AC	70%	70%
4.	Merangkum (<i>summarizing</i>)	Listrik AC	40%	47%
		Pemantulan	55%	
5.	Menyimpulkan (<i>inferring</i>)	Listrik AC	30%	35%

		Pemantulan	30%	
		Pembiasan	25%	
		Alat Optik	65%	
6.	Membandingkan (<i>comparing</i>)	Pembiasan	50%	50%
7.	Menjelaskan (<i>explainin</i>)	Pembiasan	50%	53%
		Alat Optik	55%	
	Rata-rata			54%

Berdasarkan Tabel 1.1 diketahui bahwa Hasil Tes Pemahaman konsep Mahasiswa maka urutan nilai tertinggi sampai terendah adalah sebagai berikut: (1) Menafsirkan (75%), (2) mengklasifikasi (70%), (3) menjelaskan (53%), (4) menyimpulkan (50%), (5) mencontohkan (48%), (6) Merangkum (47%), dan (7) menyimpulkan (35%). Adapun rata-rata jawaban benar dari seluruh soal adalah 54%. Hal ini tergolong rendah, dengan demikian dibutuhkan fasilitas dan metode pembelajaran yang dapat membantu pemahaman konsep mahasiswa. Materi yang memiliki nilai pemahaman konsep tertinggi sampai terendah adalah sebagai berikut: (1) pemantulan (55%), (2) pembiasan (55%), (3) Alat optik (50%), dan (4) listrik AC (47%). Rendahnya pemahaman konsep mahasiswa karena memang materi ini belum diajarkan, namun memang mahasiswa pernah menempuh materi ini sebelumnya di tingkat SMA. Dengan mengetahui rendahnya pemahaman konsep mahasiswa pada materi tersebut maka pengajar akan lebih mudah mengetahui konsep-konsep yang harus lebih ditekankan saat mengajar nantinya. Dengan demikian pemahaman konsep mahasiswa diharapkan akan meningkat.

Penelitian lain yang menganalisis pemahaman konsep dilakukan oleh A. U. Yana (2019), dengan judul analisis pemahaman konsep gelombang mekanik melalui aplikasi online quizizz. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama-sama menganalisa pemahaman konsep siswa pada bidang fisika dan presentasi pemahaman konsep diperoleh juga sama yaitu rendah 51%. Perbedaannya Annisa menggunakan aplikasi Quizizz sedangkan peneliti menggunakan google form [8].

Penelitian lain mengenai analisa pemahaman konsep juga dilakukan oleh A. B. Pateda (2015), dengan judul Analisis Pemahaman Konsep Magnet Mahasiswa Calon Guru Fisika. Persamaan dengan penelitian ini adalah sama-sama menganalisa pemahaman konsep mahasiswa bidang fisika dan pemahaman konsep mahasiswa juga sama-sama rendah. Juga sama-sama menggunakan 7 kategori pada tes pemahaman konsep yang digunakan. Perbedaannya adalah materi fisika yang dianalisa serta cara menganalisis data [9].

Berdasarkan jawaban mahasiswa pada aplikasi google form diketahui beberapa konsep dasar yang perlu ditekankan untuk pembelajaran berikutnya. Pada materi listrik arus AC, 1) mahasiswa mengalami kesulitan dalam menganalisis grafik rangkaian kapasitif, 2) mahasiswa mengalami kesulitan menganalisis peralatan yang menggunakan prinsip listrik AC, 3) Mahasiswa mengalami kesulitan mencontohkan penerapan listrik arus AC pada berbagai transmisi listrik dan peralatan listrik, 4) Mahasiswa mengalami kesulitan menganalisa karakteristik Arus AC yang nilai arus dan tegangannya selalu berubah terhadap waktu, 5) mahasiswa mengalami kesulitan menganalisis karakteristik rangkaian RLC ditinjau dari arus dan tegangannya.

Pada materi pemantulan rendahnya pemahaman konsep mahasiswa dapat dianalisa melalui nilai tiap nomer soal yang diberikan. Berikut kesulitan yang dialami: 1) mahasiswa mengalami kesulitan menganalisis perbedaan cermin cekung dan cermin cembung berdasarkan focus dan jari-jarinya, 2) Mahasiswa mengalami kesulitan menganalisis sifat bayangan yang dibentuk cermin berdasarkan ruang benda dan bayangan, 3) Mahasiswa kesulitan menganalisis urutan focus benda berdasarkan 3 keadaan cermin cekung dengan focus dan letak benda yang berbeda.

Pada materi pembiasan, berikut konsep yang harus ditekankan pada pembelajaran selanjutnya adalah perbedaan lensa cekung dan cembung berdasarkan focus dan jari-jarinya. Pada materi Alat optik konsep yang harus ditekankan adalah jenis cacat mata, penyebab dan lensa yang digunakan untuk mengatasinya.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa tingkat pemahaman konsep mahasiswa tergolong rendah dengan rata-rata 54%. Dengan menganalisa pemahaman konsep mahasiswa pengajar dapat mengetahui materi ajar yang harus lebih diperhatikan dalam pembelajaran kedepannya. Diharapkan pemahaman konsep mahasiswa dapat lebih baik dengan menerapkan metode dan fasilitas yang mendukung.

DAFTAR RUJUKAN

A. B. Pateda, Y. Kendek, and S. Saehana, "Analisis Pemahaman Konsep Magnet Mahasiswa Calon Guru Fisika,"



- JPFT (Jurnal Pendidik. Fis. Tadulako Online), vol. 3, no. 2, pp. 13–17, Aug. 2015.
- A. Elisa, Mardiyah and R. Ariaji, “PENINGKATAN PEMAHAMAN KONSEP FISIKA DAN AKTIVITAS MAHASISWA MELALUI PhET SIMULATION Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan 2),” vol. 1, 2017.
- A. U. Yana, L. Antasari, and B. R. Kurniawan, “ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP GELOMBANG MEKANIK MELALUI APLIKASI ONLINE QUIZIZZ,” J. Pendidik. Sains Indones., vol. 7, no. 2, pp. 143–152, 2019.
- An Nuur Budi Utama, “Pengertian, Kendala, Manfaat dan Strategi Pembelajaran Daring,” 2021. [Online]. Available: <https://penerbitdeepublish.com/pembelajaran-daring/>. [Accessed: 10-Jul-2021].
- D. Riwanto, A. Azis, and Arafah, “ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP PESERTA DIDIK DALAM MENYELESAIKAN SOAL-SOAL FISIKA KELAS X MIA SMA NEGERI 3 SOPPENG 1),” J. Sains dan Pendidik. Fis., vol. 15, no. 2, 2019.
- G. Gustina, K. Kamaluddin, M. Ali, and S. Syamsuriwal, “Analisis Pemahaman Konsep Fisika pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNTAD,” JPFT (Jurnal Pendidik. Fis. Tadulako Online), vol. 8, no. 1, Apr. 2020.
- R. Cahyaningrum, A. Hidayat, and S. Sutopo, “Analisis Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa pada Materi Induksi Elektromagnetik,” J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb., vol. 3, no. 10, pp. 1383–1390, Oct. 2018.
- Sigit Suryono, “Hakikat Pembelajaran Fisika – Berbagi ilmu ladang amal dunia,” 2012. [Online]. Available: <https://ciget.info/2012/01/20/hakikat-pembelajaran-fisika/>. [Accessed: 11-Jul-2021].
- Wedan, “Pengertian Pendidikan dan Tujuan Pendidikan Secara Umum - Silabus,” 2016. [Online]. Available: <https://silabus.org/pengertian-pendidikan/>. [Accessed: 10-Jul-2021].



ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS *EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION* (ESII) SEBAGAI SOLUSI UTAMA UNTUK MEMFASILITASI KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DENGAN LINGKUNGANNYA

Aulia Zaldiana¹, Muntholib^{2*}, Muhammad Fajar Marsuki³

1. Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
2. Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

*Email : muntholib.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari solusi dari model dan media pembelajaran yang paling efektif dalam memfasilitasi keterampilan berpikir kritis siswa. Dari berbagai penelitian mengungkap bahwa keterampilan berpikir kritis siswa masih rendah dilihat dari kesulitan membuat hipotesis, merumuskan masalah, dan menyimpulkan hasil praktikum. Rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa yang ditemui di SMPN 24 Malang yaitu siswa kesulitan menuliskan data hasil percobaan materi interaksi makhluk hidup. Metode yang digunakan ialah kajian literatur dan wawancara yang ditujukan kepada guru IPA SMPN 24 Malang dalam pembelajaran interaksi makhluk hidup. Berdasarkan kajian literatur dan hasil wawancara, solusi yang dapat ditawarkan untuk memecahkan masalah tersebut antara lain: (1) penelitian oleh Mentari dkk tahun 2015 yang menggunakan model *Discovery Learning* berpendekatan saintifik. (2) penelitian oleh Wahyuni 2015 yang menghasilkan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penggunaan bahan ajar yang dikembangkan. (3) penelitian oleh Pradana dkk tahun 2020 yang menerapkan pembelajaran berbasis keterampilan proses sains. (4) penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) oleh Kumullah dkk tahun 2018. (5) penelitian oleh Amijaya dkk tahun 2018 yang menerapkan model pembelajaran inkuiri. (6) solusi terakhir dan menjadi solusi ideal yakni penggunaan bahan ajar berbasis ESII yang mengadaptasi dari Muntholib dkk 2021 pada materi interaksi makhluk hidup.

Kata kunci: berpikir kritis, *Explicit Scientific Inquiry Instruction* (ESII), bahan ajar, interaksi makhluk hidup

PENDAHULUAN

Perubahan paradigma pendidikan yang terjadi akibat revolusi industri 4.0 telah mendorong sistem pembelajaran berfokus pada implementasi pengetahuan yang inovatif. Sebagaimana diungkapkan oleh [1] bahwa peningkatan inovasi sistem pembelajaran dan meningkatkan kompetensi lulusan menjadi urgensi pada era revolusi industri 4.0. Kompetensi lulusan dapat ditingkatkan dengan membelajarkan keterampilan abad-21 salah satunya adalah berpikir kritis. Berpikir kritis mengacu pada kemampuan untuk menganalisis informasi, untuk menentukan relevansi informasi yang dikumpulkan dan kemudian menafsirkannya dalam memecahkan masalah [2]. Dirilis oleh TIMSS 2011 *International Results in Science*, hasil ketercapaian evaluasi IPA dalam hal berpikir kritis siswa Indonesia menduduki peringkat 40 dari 42 negara [3]. Perluasan pemahaman melalui berpikir kritis menjadi kompetensi yang harus dilatihkan selama kegiatan pembelajaran merujuk pada kebijakan Kurikulum 2013.

IPA diklaim memberikan bekal pemecahan permasalahan kehidupan sehari-hari [4]. Menurut [5], hakikat IPA yang dikenal sebagai *nature of science* diproyeksikan sebagai produk pengetahuan; cara menginvestigasi; cara berpikir; dan interaksi dengan sains, teknologi, dan pengetahuan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pembelajaran IPA merupakan interaksi yang terjadi antara peserta didik dengan pendidik beserta sumber belajar yang memadukan berbagai konsep bidang kajian IPA agar peserta didik mempelajari diri sendiri dan lingkungan secara utuh melalui metode ilmiah untuk memecahkan masalah dalam konteks pandangan hidup. Seperti pada penelitian dari [6] bahwa penguasaan materi interaksi makhluk hidup di SMPN 1 Weru masih kurang sebesar 89,33%. Sebagian besar siswa menanggapi mata pelajaran IPA terkesan sulit dipahami karena menganggap pelajaran IPA adalah tentang hafalan. Dalam praktiknya, kerap ditemukan kurangnya pengimplementasian pembelajaran IPA secara kontekstual. Pembelajaran memiliki kecenderungan berpusat pada guru dengan pemberian ceramah. Hal ini membuat siswa menjadi pasif sehingga, proses berpikir kritis siswa kurang dilatih [7]. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pembelajaran IPA merupakan interaksi yang terjadi antara peserta didik dengan pendidik beserta sumber belajar yang memadukan berbagai konsep bidang kajian IPA agar peserta didik mempelajari diri sendiri dan lingkungan secara utuh melalui metode ilmiah untuk memecahkan masalah dalam konteks pandangan hidup. Pembelajaran IPA akan lebih bermakna jika siswa diberi kesempatan untuk tahu



dan terlibat secara aktif dalam menemukan konsep dari fakta-fakta yang dilihat dari lingkungan dengan bimbingan guru.

Dari hasil wawancara yang dilakukan dengan salah satu guru IPA di SMPN 24 Malang, beberapa siswa mengalami kesulitan dalam menyajikan data hasil percobaan materi interaksi makhluk hidup. Permasalahan juga ditemukan di SMPN 13 Surabaya bahwa 90% siswa kesulitan merumuskan masalah, 76,67% kesulitan membuat hipotesis, dan 60% merasa sulit menyimpulkan hasil praktikum [8]. Fakta yang diungkap oleh [9] menyatakan bahwa antusias siswa untuk menjawab pertanyaan yang diajukan guru masih teoritis. Selain itu, peserta didik mengalami beberapa kesulitan seperti saat kerjasama dalam kelompok, pemecahan masalah kontekstual, dan keterampilan berkomunikasi. Hasil penelitian [10] melalui penggunaan instrumen tes yang dikembangkan oleh [11] juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa SMP masih rendah. Hasil keterampilan berpikir kritis siswa yang dikategorikan benar pada aspek menganalisis penjelasan hanya 27,6%, membuat keputusan 27,6%, inferensi 6,1%, membuat definisi 24,1%, dan membuat prediksi logis 6,8%.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka dilakukan analisis kebutuhan melalui kajian literatur dan wawancara mengenai media dan model pembelajaran yang dapat dijadikan solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMPN 24 Malang pada pokok bahasan materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya.

METODE

Metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu wawancara dan kajian literatur mengenai media dan model pembelajaran yang dapat dijadikan solusi untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMPN 24 Malang pada pokok bahasan materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya. Instrumen penelitian ini yakni menggunakan tes wawancara. Wawancara dilakukan peneliti dengan guru dan siswa untuk mengetahui permasalahan dan kebutuhan yang diharapkan selama pembelajaran interaksi makhluk hidup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari wawancara yang telah dilaksanakan pada guru IPA menunjukkan bahwa sebagian siswa kurang terlatih kemampuan berpikir kritisnya pada mata pelajaran IPA khususnya materi interaksi makhluk hidup. Hal tersebut ditunjukkan oleh beberapa siswa yang masih menemui kesulitan dalam menyajikan data hasil percobaan pengaruh interaksi terhadap dinamika populasi. Materi terdapat pada buku masih disampaikan dengan lebih banyak menggunakan metode ceramah. Guru sudah mengupayakan untuk menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning*. Model *Discovery Learning* sendiri menuntut siswa menemukan konsep dan pengetahuan sendiri melalui pengalaman belajarnya yang berpendekatan saintifik. Pengaruhnya pada keterampilan berpikir kritis siswa terbukti meningkat 80,5% lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol di SMPN 13 Bandar Lampung pada materi interaksi makhluk hidup [12]. Akan tetapi, pada praktiknya siswa kekurangan sumber belajar untuk melaksanakan percobaan karena buku yang digunakan belum membahas konsep materi secara spesifik.

Bahan ajar dijadikan pedoman dari guru untuk peserta didik terhadap bidang kajian karena membahas konsep materi sesuai kompetensi yang telah ditetapkan [13]; [14]. Karena menurut [15], pembelajaran terjadi adanya interaksi antara guru dengan siswa melalui bahan ajar. Bahan ajar menjadi krusial dibutuhkan karena memiliki dampak besar dalam kegiatan pembelajaran. Hal ini karena intensitas pertemuan peserta didik dengan guru terbatas, maka kemandirian belajar dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya dilatih dengan bahan ajar [16]. Kemandirian tersebut tentunya dipandu dengan penggunaan sumber belajar yang relevan. Seperti pada penelitian [7] yang menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis dari pengembangan bahan ajarnya. Hasil menunjukkan 75% siswa memiliki kemampuan berpikir kritis dimana 7,5% memiliki kemampuan sangat kritis dari teknik tes yang dilakukan.

Pembelajaran IPA bertujuan mengarahkan siswa dalam mengembangkan pemahaman epistemologis pengetahuan sains dan hakikat sains [17]. Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu mensinergikan pengajaran, pembelajaran dan berpikir dengan berpikir kritis dan pemecahan masalah melalui proses ilmiah dalam pembelajaran IPA [18]. Melalui pembelajaran berbasis keterampilan proses sains diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pengembangan keterampilan proses sains memungkinkan siswa memperoleh keterampilan yang diperlukan untuk memecahkan masalah melalui metode ilmiah [19]. Pada penelitian yang diusung oleh [20] menyatakan bahwa penerapan pembelajaran berbasis keterampilan proses sains efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP dengan nilai $sig\ 0,00 < 0,05$.

Pembelajaran berbasis masalah (PBL) merupakan salah satu model yang pengembangan kurikulum dan sistem instruksional yang secara bersamaan mengembangkan strategi pemecahan masalah dengan basis pengetahuan dan keterampilan disiplin [21]. Masalah digunakan sebagai sarana agar siswa dapat belajar mendapatkan konsep [22]. Apabila hal tersebut dilakukan, maka keterampilan berpikir siswa akan terstimulus. Kemampuan memecahkan masalah merupakan bagian penting dari kemampuan berpikir kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis dan penguasaan konsep IPA siswa yang menerapkan model PBL lebih tinggi dibanding dengan yang dibelajarkan model konvensional [23]. Secara umum, PBL dapat didefinisikan sebagai model pembelajaran yang menggunakan latar belakang masalah dunia nyata untuk memungkinkan siswa mempelajari keterampilan pemecahan masalah dan keterampilan berpikir kritis, sehingga memperoleh pengetahuan dan konsep yang diperlukan [24]. Kendala [22] dalam pengimplementasian model PBL salah satunya adalah beberapa siswa masih mendominasi selama kegiatan praktikum.

Merujuk hasil wawancara yang telah dilakukan, guru menyarankan jika perlu adanya penerapan bahan ajar inkuiri yang kegiatan pembelajarannya dikemas secara terstruktur sehingga memotivasi siswa dalam berlatih berpikir kritis. Menurut [14], rangkaian kegiatan pembelajaran yang berpengaruh pada proses belajar dapat ditentukan oleh tenaga pendidik. Beberapa kondisi eksternal yang berpengaruh pada belajar salah satunya bahan pembelajaran tersebut dapat disiapkan/dirancang tenaga pendidik sesuai dengan kebutuhan belajar siswa. Model pembelajaran inkuiri merupakan model pembelajaran yang berbasis konstruktivisme. Konstruktivisme adalah titik pandangan dalam pembelajaran yang menganggap siswa harus aktif membangun pengetahuannya sendiri agar dapat memahami teori dan memperoleh pengetahuan. Guru tidak berperan sebagai orang yang mentransfer informasi tetapi memfasilitasi dalam pembelajaran yang membantu siswa untuk membangun pengetahuan mereka sendiri [25]. Pada penelitian yang diusung [26]; [27] terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis pada kelas eksperimen melalui penerapan model pembelajaran inkuiri. Selama kegiatan inkuiri ilmiah, peserta didik menganalisis dan menginterpretasi data agar dapat mengemukakan sendiri pendapatnya sebagai suatu produk ilmiah [8]. Melalui eksperimen yang relevan, penalaran dikembangkan dengan menelusuri masalah berdasarkan fenomena yang dilihat di samping menghafal konsep-konsep materi [28].

Model pembelajaran terkait erat dengan gaya seorang guru dalam melaksanakan pembelajaran di kelas yang membantu siswa untuk memperoleh informasi. Ketercapaian tujuan pembelajaran dapat dilakukan dengan optimalisasi penggunaan model pembelajaran [29]. Merancang kegiatan pembelajaran dengan suatu model pembelajaran secara khusus dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa [30]; [7]. Namun, guru perlu mengingat bahwa tidak ada model pembelajaran yang paling tepat untuk segala situasi dan kondisi dalam praktiknya.

Solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah kurangnya keterampilan berpikir kritis siswa dari sekian penerapan model dan media yang ditawarkan, yang ideal adalah menerapkan model pembelajaran berbasis inkuiri. Pembelajaran *inquiry-based* secara aktif melibatkan siswa dalam proses pembelajaran dan memungkinkan siswa untuk mempelajari isinya sendiri, yang memberikan lebih banyak kesempatan bagi siswa untuk mendapatkan pemahaman konsep yang lebih dalam dan menjadi pemikir kritis yang lebih baik [31]. Dengan mengadaptasi sintaks ESII dari [32], terdiri atas yang terdiri atas tiga tahap yaitu: tahap satu; tahap dua; dan tahap tiga atau enam fase pembelajaran yaitu: fase orientasi; fase konseptualisasi; fase investigasi; fase penyusunan laporan; fase presentasi; dan fase pengayaan. Masing-masing tahap tersebut, ditunjukkan komponen berpikir kritisnya dari [11]. Teori konstruktivis dan teori sosial pembelajaran disusun dalam kegiatan pembelajaran sebagai model yang mendukung teori dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Setiap fase belajar siswa dituntut untuk aktif mengembangkan kemampuan berpikirnya baik secara individu maupun melalui interaksi sosial. Berikut adalah tabel yang menunjukkan tahapan ESII dengan komponen keterampilan berpikir kritis.

Tabel 1. Irisan Sintaks ESII Dengan Komponen Keterampilan Berpikir Kritis

Sintaks	Komponen Keterampilan Berpikir Kritis	Keterangan
Tahap 1: Orientasi	Memberikan penjelasan sederhana (<i>Elementary classification</i>)	Pada tahap orientasi, siswa dibekali pengetahuan awal sembari menjawab apersepsi dari guru dan bertanya kepada guru.
Tahap 2: Konseptualisasi	Memberikan penjelasan lanjut (<i>Advanced clarification</i>)	Pada tahap konseptualisasi, siswa dibimbing untuk mendefinisikan suatu konsep sebelum akhirnya menentukan rumusan masalah konsep yang terkait.



Tahap 3: Investigasi	Mengatur strategi dan taktik (<i>Strategies and tactics</i>); Menyimpulkan (<i>Inference</i>)	Pada tahap investigasi, siswa dibimbing untuk merancang investigasi untuk memperoleh data yang diperlukan. Data akan digunakan untuk menjawab rumusan masalah. Dalam melakukan investigasi, diperlukan kerja sama yang baik antar anggota kelompok.
Tahap 4: Penyusunan Laporan	Membangun keterampilan dasar (<i>Basic support</i>)	Pada tahap penyusunan laporan, siswa dibimbing untuk mempertimbangkan hasil laporan investigasi dengan format di lampiran 2 (LKPD).
Tahap 5: Presentasi	Memberikan penjelasan lanjut (<i>Advanced clarification</i>)	Pada tahap presentasi, siswa dibimbing untuk mempresentasikan hasil diskusinya.
Tahap 6: Pengayaan	Mengatur strategi dan taktik (<i>Strategies and tactics</i>)	Pada tahap pengayaan, siswa dibimbing mengerjakan soal-soal untuk memperdalam pengetahuan sesuai cakupan tujuan pembelajaran yang telah dikaji.

Diharapkan dengan penggunaan bahan ajar ini, siswa dapat dilatih berpikir kritisnya dengan mengikuti seluruh fase pembelajaran. Strategi pelatihan berpikir kritis juga dapat dilakukan dengan melaksanakan diskusi dan tanya jawab [33] sehingga, bahan ajar ini juga dilampiri LKPD yang membuat siswa melaksanakan diskusi dan kerjasama kelompok untuk melakukan percobaan. Adapun terdapat keterbaharuan pada model ini yaitu terdapat fase pengayaan yang melatih siswa memperdalam pengetahuan yang dikembangkan siswa melalui investigasi dan memperluasnya sesuai dengan cakupan kurikulum.

PENUTUP

Berdasarkan analisis kebutuhan melalui kajian literatur dan wawancara di atas, siswa membutuhkan bahan ajar berbasis ESII yang dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa kelas VII SMPN 24 Malang pada materi interaksi makhluk hidup. Penggunaan bahan ajar berbasis ESII diharapkan dapat memotivasi siswa untuk melakukan diskusi dan keterampilan berkomunikasi sehingga mampu melatih keterampilan berpikir kritisnya.

Perlu dilakukan pengembangan bahan ajar berbasis ESII yang berorientasi kemampuan berpikir kritis siswa pada materi interaksi makhluk hidup.

DAFTAR RUJUKAN

- A. Dewi Larasati and S. Nurul Hidayati, "Keterampilan Berfikir Kritis Siswa Berbasis Model Guided Discovery Pada Materi Interaksi Antar Makhluk Hidup," *Pensa J. Pendidik. Sains*, vol. 6, no. 02, 2018.
- A. Jones, C. Bunting, R. Hipkins, A. McKim, L. Conner, and K. Saunders, "Developing students' futures thinking in science education," *Res. Sci. Educ.*, vol. 42, no. 4, pp. 687–708, 2012, doi: 10.1007/s11165-011-9214-9.
- D. Pradana, M. Nur, and N. Suprpto, "Improving Critical Thinking Skill of Junior High School Students through Science Process Skills Based Learning," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 6, no. 2, p. 166, 2020, doi: 10.29303/jppipa.v6i2.428.
- E. K. Nisa, T. Koestiar, M. Habibulloh, and B. Jatmiko, "Effectiveness of guided inquiry learning model to improve students' critical thinking skills at senior high school," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 997, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/997/1/012049.
- E. L. Chiappetta and T. R. Koballa, *Science Instruction in The Middle and Secondary Schools: Developing Fundamental Knowledge and Skills*. United State of America: Pearson Education Inc., 2010.
- F. A.-E. Khalick, "Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains," *Sci. Educ.*, vol. 22, no. 9, pp. 2087–2107, 2013, doi: 10.1007/s11191-012-9520-2.
- Fathurrohman, *Model-Model Pembelajaran*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2015.
- I. L. V. V. Dharma, I. N. Suardana, and K. Selamat, "Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas Vii Smp Pada Pembelajaran Ipa," *J. Pendidik. dan Pembelajaran Sains Indones.*, vol. 1, no. 1, p. 44, 2019, doi: 10.23887/jppsi.v1i1.21916.
- I. S. Dewi, W. Sunarno, and S. Dwiastuti, "Pengembangan Modul Ipa Berbasis Saintifik Pada Materi Interaksi



- Mahluk Hidup Dengan Lingkungan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Siswa Kelas Vii Smp,” *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 8, no. 2, 2019, doi: 10.20961/inkuiri.v8i2.37757.
- L. Hakim and D. Fatmaryanti, “Studi Pendahuluan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Booklet Etnosains Fotografi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa,” *7th Univ. Res. Colloquium* 2018, no. 2015, pp. 223–227, 2018.
- L. Mutakinati, I. Anwari, and K. Yoshisuke, “Analysis of students’ critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 7, no. 1, pp. 54–65, 2018, doi: 10.15294/jpii.v7i1.10495.
- L. Nuryanti, S. Zubaidah, and M. Diantoro, “Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP,” no. 2018, pp. 179–186, 2018.
- L. S. Amijaya, A. Ramdani, and I. W. Merta, “Effect of Guided Inquiry Learning Model Towards Student Learning Outcomes and Critical Thinking Ability,” *J. Pijar MIPA*, vol. 13, no. 2, pp. 94–99, 2018.
- M. M. Chingos and G. J. R. Whitehurst, “Choosing Blindly Instructional Materials, Teacher Effectiveness, and the Common Core,” no. April. *Education Policy at the Brookings Institution*, 2012.
- M. O. Martin, I. V. S. Mullis, P. Foy, and G. M. Stanco, “TIMSS 2011 International Results in Science,” 2011.
- M. Saufi, “PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA TERPADU UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN LITERASI INFORMASI SISWA SMP PADA TEMA INTERAKSI CAHAYA DENGAN ORGANISME,” *Universitas Pendidikan Indonesia*, 2018.
- M. Vlassi and A. Karaliota, “The Comparison between Guided Inquiry and Traditional Teaching Method. A Case Study for the Teaching of the Structure of Matter to 8th Grade Greek Students,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 93, pp. 494–497, 2013, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.09.226.
- Muntholib, K. Hidayati, L. Purnajianti, Y. Utomo, and Hariyanto, “Impact of Explicit Scientific Inquiry Instruction on Students’ Scientific Argumentation Skills in Salt Hydrolysis,” vol. 020045, no. March, 2021.
- N. . Anggareni, N. . Ristiati, and N. L. P. . Widiyanti, “Implementasi Strategi Pembelajaran Inkuiri Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Pemahaman Konsep IPA Siswa SMP,” *e-Journal Progr. Pascasarj. Univ. Pendidik. Ganesha*, vol. 3, no. 1, pp. 1–11, 2013.
- N. Suprpto, “What should educational reform in Indonesia look like? - Learning from the PISA science scores of East-Asian countries and Singapore,” *Asia-Pacific Forum Sci. Learn. Teach.*, vol. 17, no. 2, pp. 1–21, 2016.
- R. B. Wicaksana, “Penerapan Pembelajaran IPA dengan Strategi Mind Mapping (Peta Pikiran) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Ekosistem Kelas VII SMPN 3 Madiun,” *Pensa E-Jurnal*, pp. 9–25, 2012, [Online]. Available: <http://ejournal.unesa.ac.id/article/333/37/article.pdf>.
- R. Collins, “Skills for the 21st Century: Teaching Higher-Order Thinking,” *Curric. Leadersh. J.*, vol. 12(14), 2014.
- R. H. Ennis, “The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities,” *Informal Log.*, pp. 1–8, 2011, doi: 10.22329/il.v6i2.2729.
- R. Hartati and H. Sholihin, “Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Implementasi Model Problem Based Learning (PBL) Pada Pembelajaran IPA Terpadu Siswa SMP,” *Pros. Simp. Nas. Inov. dan Pembelajaran Sains*, vol. 2015, no. Snips, pp. 1–5, 2015, [Online]. Available: http://www.academia.edu/download/49573147/EDU_133_-_RISA_HARTATI_-_Rev.pdf.
- R. Kumullah, E. T. Djatmika, and L. Yulianti, “Kemampuan berpikir kritis dan penguasaan konsep siswa dengan problem based learning pada materi sifat cahaya,” *J. Pendidik. Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, vol. 3, no. 12, pp. 1583–1586, 2018, [Online]. Available: <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>.
- S. Karamustafaoğlu, “Improving the Science Process Skills Ability of Science Student Teachers Using I Diagrams,” *Int. J. Phys. Chem. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 26–38, 2011, doi: 10.51724/ijpce.v3i1.99.
- S. Wahyuni, “Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa melalui Pembelajaran Ipa Berbasis Problem-Based Learning,” *Progr. Stud. Pendidik. Kim. PMIPA FKIP-UT*, no. 23, pp. 1–10, 2011, [Online]. Available: <file:///D:/Download/fmipa201146.pdf>.
- S. Wahyuni, “Pengembangan Bahan Ajar IPA Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP,” *Pros. Semin. Nas. Fis. dan Pendidik. Fis.*, vol. 6, no. 1, pp. 300–305, 2015, doi: 10.18269/jpmipa.v20i2.585.
- S. Wahyuni, “Pengembangan Petunjuk Praktikum Ipa Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Smp,” *J. Pengajaran Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 6, no. 1, p. 196, 2015, doi: 10.18269/jpmipa.v20i2.585.
- S. Zubaidah, “Mengenal 4C: Learning and Innovation Skills Untuk Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0,” 2nd



Sci. Educ. Natl. Conf., no. Oktober, pp. 1–7, 2018.

- T. Indrawini and U. Widiati, “Pengembangan Bahan Ajar,” 2017. [Online]. Available: http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR._KURIKULUM_DAN_TEK._PENDIDIKAN/194601291981012-PERMASIH/PENGEMBANGAN_BAHAN_AJAR.pdf.
- W. Mentari, A. Achmad, and B. Yolida, “PENGARUH MODEL DISCOVERY LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN HASIL BELAJAR SISWA,” FKIP Univ. Bandar Lampung, 2015.
- Widiadnyana., M. Sadia, and M. Suastra, “Pengaruh Model Discovery Learning Terhadap Pemahaman Konsep Ipa Dan Sikap Ilmiah Siswa Smp,” J. Pendidik. dan Pembelajaran IPA Indones., vol. 4, no. 2, 2014.



STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN IPA BERBASIS APLIKASI ANDROID BERBANTUAN HOLOGRAM 3D SEBAGAI SOLUSI UTAMA DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA PADA MATERI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA

Natasia Paramita¹, Munzil^{2*}, Muhammad Fajar Marsuki³

Prodi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang, Malang

*Email : munzil.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji berbagai macam literatur tentang media aplikasi android sebagai solusi utama untuk meningkatkan minat belajar siswa. Dilihat dari berbagai penelitian masih banyak terdapat minat belajar IPA yang memiliki kategori rendah, hal tersebut diperoleh melalui hasil penelitian yang telah dilakukan. Siswa belajar dengan cara menghafal dan mendengarkan, sehingga terkesan membosankan dan siswa menjadi kurang minat dalam belajar IPA. Selain itu, dalam pembelajaran masih terbatas pada penggunaan metode ceramah serta media yang cenderung monoton dan sederhana, sehingga membuat kemampuan visualisasi siswa atas materi yang abstrak menjadi rendah. Oleh karena itu, dalam pembelajarannya dapat menggunakan media pembelajaran aplikasi android berbantuan hologram 3D. Instrumen yang digunakan penelitian ini yakni tes wawancara pelaksanaan pembelajaran SMPN 1 Dau. Metode penelitian yang digunakan ialah kajian literatur dari wawancara yang ditujukan untuk guru dalam pembelajaran IPA serta minat belajar siswa di SMPN 1 Dau. Berdasarkan kajian literatur dan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh solusi yang ideal untuk pemecahan masalah tersebut yakni melakukan pembaharuan terhadap media pembelajaran yang lebih ideal yaitu dengan media pembelajaran aplikasi android berbantuan hologram 3D.

Kata kunci: Minat Belajar, Aplikasi Android, Hologram 3D

PENDAHULUAN

Suatu negara dapat dikatakan maju apabila memiliki kualitas sumber daya baik, dari segi warga negaranya maupun kualitas pendidikannya. Sangat penting sekali untuk memajukan kualitas pendidikan di Indonesia demi tercapainya tujuan negara Indonesia. Arti pendidikan sendiri yaitu suatu usaha sadar yang dilakukan manusia yang dilakukan sepanjang hidupnya untuk meningkatkan potensi yang dimilikinya [1]. Kualitas pendidikan di Indonesia tergolong kurang baik, khususnya dalam bidang sains. Hal tersebut dilansir dari Bank Dunia (*World Bank*) pada tahun 2018, bahwa kualitas pendidikan di Indonesia masih rendah, meskipun akses pendidikan untuk masyarakat sudah meningkat. Sejalan dengan hasil survei *Programme for International Student Assessment* (PISA) 2018. Perolehan skor PISA pada 3 periode terakhir yaitu (1) survei PISA 2009, Indonesia peringkat ke-57 dari 65 negara, (2) survei PISA 2012, Indonesia peringkat ke-64 dari 65 negara, dan (3) survei PISA 2018, Indonesia peringkat ke-74 dari 79 negara [2]. Pendidikan memerlukan suatu adanya peningkatan, termasuk pendidikan di Indonesia, karena peningkatan kualitas pendidikan dan pembelajaran berguna untuk merespon perkembangan pengetahuan dan teknologi. hal tersebut, dimulai dari proses kegiatan pembelajaran yang harus bermakna dalam diri siswa [3].

Aktivitas belajar serta pembelajaran ialah perihal yang erat serta tidak bisa dipisahkan. Interaksi yang tercipta antara guru dan siswa dalam suatu pendidikan diimplementasikan dalam bentuk belajar dan pembelajaran. Peningkatan mutu dalam pembelajaran dapat dicapai dengan cara peningkatan kemampuan guru melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran. Salah satu aspek penunjang penunjang keberhasilan suatu pembelajaran IPA yang hendak dicapai dalam proses pembelajaran ialah perlu adanya minat belajar siswa [4].

Mata pelajaran IPA pada jenjang SMP diajarkan dalam bentuk pembelajaran IPA terpadu [5]. Pada tingkat SMP/MTs mata pelajaran IPA yang diajarkan membahas mengenai hal-hal yang berkaitan dengan makhluk hidup di sekitar termasuk proses kehidupan yang mengikutinya [6]. Oleh karena itu, mata pelajaran IPA harus diajarkan secara langsung dan pengalaman siswa ditekankan dalam setiap pembelajaran [7]. Mata pelajaran IPA banyak dianggap oleh peserta didik menjadi mata pelajaran yang menakutkan, sehingga menyebabkan minat peserta didik kurang dalam proses pembelajaran yang tentunya berdampak pada rendahnya hasil belajar siswa [8]. Fakta menyebutkan bahwa mata pelajaran IPA memiliki kedudukan yang penting, khususnya dalam kehidupan masyarakat karena IPA mengulas mengenai makhluk hidup, proses kehidupan, peristiwa-peristiwa alam yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, salah satunya satu mengenai materi sistem pernapasan manusia [9].

Kompetensi Dasar (KD) 3.9 dan 4.9 membahas mengenai materi sistem pernapasan manusia yang merupakan salah satu materi yang bersifat abstrak serta berhubungan dengan fungsi dan proses yang kompleks [10]. Karakteristik dari materi sistem pernapasan manusia adalah adanya suatu proses yang tidak seluruhnya dapat diamati secara langsung dan cepat oleh indera penglihatan kita, sebab adanya keterbatasan ruang, waktu dan daya indera [11]. Kurangnya variasi dalam pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran materi sistem pernapasan manusia selama ini menyebabkan siswa cenderung bosan dan kurang tertarik dalam pembelajaran, sehingga dalam proses pembelajaran khususnya pada materi sistem pernapasan manusia perlu adanya variasi pembelajaran untuk diaplikasikan agar peserta didik mampu memahami konsep yang diajarkan serta membuat peserta didik agar belajar secara aktif dan mandiri [12].

Minat didefinisikan sebagai suatu kegemaran, kesenangan atau kesukaan terhadap sesuatu [13]. Minat ialah suatu keadaan yang terjalin pada seseorang, apabila menginginkan atau membutuhkan sesuatu [14]. Kaitannya dengan proses pembelajaran adalah sebagai minat belajar. Minat belajar ialah suatu sikap taat pada aktivitas belajar, baik menyangkut perencanaan agenda belajar ataupun inisiatif melakukan sebuah usaha dengan sungguh-sungguh [15]. Minat belajar ialah kecenderungan seseorang untuk memiliki rasa bahagia tanpa adanya paksaan akan sesuatu, sehingga bisa menimbulkan transformasi pengetahuan, keterampilan serta tingkah laku [16]. Oleh karena itu, benang merah yang dapat ditarik adalah minat belajar merupakan kemauan individu untuk melaksanakan sesuatu sebab kesenangan serta ketertarikan terhadap pekerjaan itu termasuk dalam perihal belajar.

Hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA di sekolah, khususnya Sekolah Menengah Pertama (SMP) masih tergolong rendah, salah satunya pada pokok bahasan materi sistem pernapasan manusia. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil wawancara terhadap guru tentang hasil evaluasi pembelajaran siswa SMPN 1 Dau kelas VIII yang rata-rata tergolong masih rendah yakni dibawah angka 75. Penyebab rendahnya hasil belajar siswa tersebut karena masih rendahnya minat belajar peserta didik terhadap materi sistem pernapasan manusia, karena materi tersebut tergolong materi yang abstrak dan sulit dipahami oleh siswa, sehingga diperlukan suatu metode, model, strategi, bahan ajar dan media pembelajaran yang sesuai dan mampu meningkatkan minat belajar siswa. Tercapainya tujuan dalam pembelajaran salah satunya ditentukan oleh maksimalnya hasil belajar siswa yang dicapai dalam suatu materi. Selain guru, minat belajar siswa menjadi hal yang penting dalam pencapaian tujuan pembelajaran yang maksimal. Hal tersebut sejalan dengan penelitian serupa yang menyatakan bahwa minat belajar pada mata pelajaran IPA di SMPN 2 Jayapura masih tergolong rendah serta siswa terlihat kurang aktif dalam pembelajaran, sehingga berpengaruh pada rendahnya hasil belajar siswa yang dicapai [17].

Berdasarkan permasalahan diatas maka dilakukan studi literatur mengenai metode, model, bahan ajar dan media pembelajaran untuk dijadikan solusi dalam mengatasi rendahnya minat belajar siswa kelas VIII SMPN 1 Dau pada pokok bahasan sistem pernapasan manusia.

METODE

Dalam penelitian ini menggunakan metode wawancara dan kajian literatur tentang metode, model, bahan ajar dan media pembelajaran yang dapat dijadikan solusi dalam memecahkan masalah rendahnya minat belajar siswa. Instrumen penelitian ini yakni menggunakan tes wawancara. Wawancara dilakukan peneliti dengan guru dan siswa pada mata pelajaran IPA kelas VIII SMPN 1 Dau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil wawancara terhadap guru IPA menunjukkan bahwa hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPA, khususnya pada materi sistem pernapasan manusia, masih menempati posisi yang rendah. Hal tersebut dibuktikan melalui hasil yang diperoleh setiap kali guru melakukan evaluasi belajar. Banyak siswa yang mendapatkan nilai di bawah KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal). Siswa beranggapan bahwa pembelajaran IPA merupakan pembelajaran yang sulit dan tidak mudah dipahami. Hal tersebut dipengaruhi karena masih rendahnya minat belajar siswa pada pembelajaran IPA, khususnya terhadap materi sistem pernapasan manusia. Oleh karena itu, diperlukan adanya pembaharuan terhadap proses kegiatan pembelajaran dalam mata pelajaran IPA.

Metode ceramah dan pemberian tugas merupakan metode yang banyak digunakan oleh guru dalam pembelajaran IPA, sehingga sering membuat siswa mengantuk dan bosan saat pembelajaran. Hal tersebut bertentangan dengan sebuah pernyataan, dimana metode belajar yang bervariasi sangat diperlukan dalam proses pembelajaran IPA [18]. Solusi yang pernah ditawarkan untuk mengatasi rendahnya minat belajar siswa adalah dengan menggunakan variasi metode praktis (ceramah interaktif) dalam pembelajaran dalam sebuah penelitian



serupa yang membuat siswa jadi lebih mudah untuk memahami materi, namun implementasinya di lapangan masih sangat bergantung dengan kemampuan guru dalam membawa suasana dalam pembelajaran [19]. Oleh karena itu, membuat metode bukan menjadi solusi terbaik dalam menuntaskan masalah minat belajar siswa. Hal tersebut didukung oleh sebuah penelitian serupa bahwa interaksi antara metode pembelajaran dan minat belajar siswa terdapat pengaruh yang tidak signifikan [16].

Pembelajaran IPA di sekolah tidak lepas dengan penggunaan model pembelajaran. Guru sudah mengupayakan pemakaian model pembelajaran yang dianjurkan dalam kurikulum 2013 yakni menggunakan model *discovery learning*, tetapi dalam implementasinya model tersebut kurang terlaksana. Ketika proses pembelajaran, banyak sekali siswa yang kurang fokus terhadap apa yang telah disampaikan oleh guru. Penelitian tersebut pernah dilakukan, yaitu tentang pengaruh model pembelajaran terhadap minat belajar siswa bahwa minat belajar siswa dengan model pembelajaran berbasis masalah lebih tinggi daripada siswa yang diajar dengan model *discovery learning* dalam pembelajaran IPA [20]. Hal tersebut menunjukkan jika ada pengaruh penggunaan model pembelajaran terhadap peningkatan minat belajar siswa. Jika ditinjau lebih lanjut, penggunaan pembelajaran berbasis masalah pada materi sistem pernapasan manusia kurang cocok dan efektif untuk dijadikan sebagai solusi utama, mengingat karakteristik dari materi yang bersifat abstrak serta berhubungan dengan fungsi dan proses yang kompleks [10], serta didalam materi sistem pernapasan manusia terdapat suatu proses yang tidak seluruhnya dapat diamati secara langsung dan cepat oleh indera penglihatan kita, sebab adanya keterbatasan ruang, waktu dan daya indera [11]. Hal tersebut bertentangan dengan karakteristik model pembelajaran berbasis masalah yang mana berlandaskan pada permasalahan dan upaya penyelesaiannya pada dunia nyata [10].

Penggunaan bahan ajar menjadi hal yang wajib dalam pembelajaran IPA bahkan menjadi sumber belajar utama di sekolah, sehingga sangat penting peran adanya bahan ajar yang mampu menarik minat belajar siswa. Pembelajaran yang efektif dan menarik ditentukan oleh adanya keberagaman bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran [21]. Sejalan dengan riset yang telah dilakukan mengenai pengembangan buku saku yang memberi pengaruh nyata terhadap peningkatan minat belajar mahasiswa terhadap materi fisika lingkungan [21]. Hal tersebut bertentangan dengan implementasi pembelajaran di sekolah yang banyak menggunakan buku cetak sebagai bahan ajar, sehingga kurang mampu menampilkan beberapa materi yang bersifat abstrak dengan proses yang kompleks, salah satunya materi sistem pernapasan manusia yang menampilkan proses yang tidak seluruhnya dapat terlihat secara langsung dan cepat oleh indera penglihatan kita. Selain itu, adanya bahan ajar cetak membuat peserta didik menjadi bosan dengan penyajiannya yang masih bersifat analog [22].

Tujuan pembelajaran dapat diukur melalui hasil belajar siswa pada suatu materi, sementara itu hasil belajar siswa di sekolah dikaitkan dengan perkara minat belajar dari siswa tersebut untuk menguasai sebuah materi, hal tersebut diakibatkan oleh kecenderungan pembelajaran yang kurang menarik dan itu adalah perihalnya yang normal dirasakan oleh seorang guru yang tidak memahami kebutuhan siswanya [23]. Perihal ini, kedudukan seorang guru dalam memilah komponen dalam pembelajaran sangatlah penting, pastinya yang cocok dengan ciri dan sifat materi yang sedang diampu, salah satunya dalam memilih media pembelajaran yang akan digunakan. Selain bermaksud untuk memberi kemudahan dalam penyampaian informasi/materi dari guru ke siswa, pemakaian media dalam pembelajaran juga dapat meningkatkan minat belajar siswa pada mata pelajaran tertentu, sehingga dalam penggunaannya perlu diperhatikan oleh peserta didik agar pembelajaran dapat berlangsung dengan baik serta dapat meningkatkan hasil belajar siswa [24]. Sejalan dengan riset yang telah dilakukan bahwa media pembelajaran berbasis animasi memiliki pengaruh terhadap peningkatan minat belajar [25]. Penelitian lain juga telah dilakukan, dimana media pembelajaran komik yang diintegrasikan dengan android mampu meningkatkan minat belajar siswa, keaktifan, konsentrasi serta hasil belajarnya [26]. Hal tersebut sejalan dengan sebuah pernyataan bahwa melalui pembelajaran dengan media *mobile learning* berbasis *smartphone* minat belajar siswa dapat ditingkatkan karena selain menyenangkan juga berfungsi sebagai bagian dari materi *e-learning* yang diprogram untuk menjadi materi pengayaan atau remedial bagi peserta didik di dalam mengikuti aktivitas pembelajaran konvensional [27].

Untuk mengatasi masalah rendahnya minat belajar siswa, solusi yang dapat digunakan dari sekian banyaknya metode, model, bahan ajar, dan media pembelajaran yang pernah ditawarkan, yang ideal adalah melakukan perubahan terhadap media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran, yakni dengan mengimplementasikan media pembelajaran yang sejalan dengan perkembangan IPTEK, serta bersifat efektif dan efisien. Hal tersebut didukung dengan adanya perubahan pada dinamika proses belajar menuntut adanya variasi media pembelajaran yang berbasis teknologi dalam kegiatan pembelajaran mengajar [28]. Salah satu tren pembelajaran di abad 21 yaitu terdapat integrasi antara media digital dan teknologi dalam kegiatan pembelajaran [29]. Salah satu bentuk integrasinya adalah melalui android, karena android merupakan salah satu *platform* bersifat *open source* yang banyak digunakan [30].



Media pembelajaran berbasis android memiliki dampak positif dalam pembelajaran serta performa belajar siswa. Pemahaman siswa tentang materi tertentu dapat ditingkatkan dengan pemilihan media elektronik berbasis android [29]. Penggunaan media pembelajaran berbasis aplikasi android membuat siswa menjadi lebih mudah dalam mengakses materi pembelajaran dengan sangat efektif dan efisien [31]. Topik penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi digital telah banyak dilakukan [32] khususnya mengenai aplikasi android, sehingga menghasilkan paradigma baru dalam pendidikan yang sering disebut dengan media pembelajaran digital. Dalam pembelajaran, android dimanfaatkan sebagai media pembelajaran berupa aplikasi [33]. Terdapat banyak penelitian terdahulu yang membahas mengenai media pembelajaran berbasis teknologi yang dikemas dalam berbagai bentuk. Salah satu bentuk integrasinya adalah melalui android [30]. Kemudian hal tersebut banyak diimplementasikan juga di Indonesia khususnya pada pembelajaran IPA, pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi banyak diimplementasikan dalam bentuk aplikasi android/*mobile learning*. Pengembangan media pembelajaran berbasis aplikasi android pada mata pelajaran IPA telah dikembangkan dalam berbagai versi oleh beberapa peneliti antara lain sebagai berikut: [34], [35], [36], [37], [38] dan [39]. Pada penelitian tersebut selain menghasilkan media pembelajaran berbasis aplikasi android juga dapat meningkatkan hasil belajar dan minat belajar peserta didik.

Berdasarkan hasil dari semua jenis penelitian pengembangan mengenai aplikasi android, dapat disimpulkan bahwa masih belum ada yang mengintegrasikan dengan animasi 3D atau hologram 3D, seperti halnya penelitian yang telah dilakukan bahwa media yang dikembangkan hanya sebatas uraian materi yang dikemas dalam aplikasi android dan belum berisi konten animasi 3D, sehingga jika diterapkan terhadap materi sistem pernapasan manusia hal tersebut kurang memberi gambaran secara manipulatif mengenai objek yang dijelaskan, khususnya pada objek mengenai organ-organ sistem pernapasan manusia yang kompleks dan riil [36]. Penelitian lainnya mengenai media pembelajaran sistem pernapasan manusia dilakukan oleh [40] berupa video animasi yang valid dan layak digunakan dalam pembelajaran. Dalam penelitian sejenis oleh [25] menghasilkan bahwa media animasi mampu mempengaruhi minat belajar peserta didik. Selain itu berdasarkan penelitian oleh [41] media animasi dapat meningkatkan pemahaman peserta didik baik secara subjektif maupun objektif. Selain penelitian mengenai media animasi, penelitian lainnya mengenai hologram 3D sebagai media juga banyak digunakan dalam pembelajaran. Penelitian mengenai hologram 3D dilakukan oleh [42] menghasilkan media objek 3 dimensi digital sel hewan dan sel tumbuhan dengan piramida hologram yang menjadi solusi untuk memberikan kemudahan dalam pembelajaran. Penelitian lainnya dilakukan oleh [43] membuktikan bahwa implementasi media hologram 3D dalam pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan visualisasi siswa, sehingga kinerja dalam pembelajaran Sains akan meningkat. Selain itu terdapat penelitian lain yang menggabungkan Hologram 3D dengan media *mixed reality* oleh [44] menghasilkan bahwa media yang dikembangkan mampu mengatasi kesulitan belajar siswa pada materi sistem gerak. Diantara banyaknya penelitian terdahulu yang ditemukan bahwa tidak ada penelitian yang mengembangkan media pembelajaran dengan menggabungkan 2 komponen media digital yang sudah berkembang, yaitu aplikasi android dan hologram 3D. Ditinjau dari berbagai manfaatnya dalam pembelajaran, integrasi antara dua media digital tersebut layak untuk dikembangkan dalam pembelajaran agar tercipta media pembelajaran yang mampu meningkatkan minat belajar siswa.

PENUTUP

Berdasarkan permasalahan diatas siswa membutuhkan media pembelajaran IPA berbasis hologram 3D untuk meningkatkan minat belajar siswa kelas VIII SMPN 1 Dau. Diimplementasikannya media pembelajaran IPA berbasis aplikasi android berbantuan hologram 3D ini mampu menjadikan pembelajaran lebih aktif, menyenangkan, dan tidak membosankan, sehingga mampu meningkatkan minat belajar siswa.

Sebelum melakukan proses pembelajaran, seluruh komponen dalam pembelajaran khususnya alat dan media harus benar-benar dipersiapkan. Dalam hal ini, peran seorang guru dalam memilih media dalam pembelajaran sangatlah penting, tentunya yang sesuai dengan karakteristik materi yang sedang diampu. Permasalahan minat belajar dari siswa untuk memahami sebuah materi, kecenderungan pembelajaran yang kurang menarik merupakan hal yang bisa diatasi dengan pembaharuan media pembelajaran, yaitu menggunakan aplikasi android berbantuan hologram 3D, karena penggabungan antara dua media digital menjadi solusi yang tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam meningkatkan minat belajar siswa, khususnya pada pembelajaran IPA pada materi sistem pernapasan manusia dengan karakteristik materi yang abstrak dengan proses yang tidak bisa diindera serta terbatas ruang dan waktu. Materi harus dikuasai oleh guru agar proses pembelajaran berjalan dengan baik. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai permasalahan rendahnya minat belajar siswa dengan pengembangan media pembelajaran IPA berbasis aplikasi android berbantuan hologram 3D.



DAFTAR RUJUKAN

- A. A. Fitriani, S. Ulfa, and E. P. Adi, "Pengembangan Video Pembelajaran Animasi Sistem Pernapasan Manusia Sebagai Upaya Mendukung Kebijakan Belajar di Rumah," *JKTP J. Kaji. Teknol. Pendidik.*, vol. 3, no. 3, pp. 303–316, 2020, doi: 10.17977/um038v3i32020p303.
- A. Arifudin, D. Kuswandi, and Y. Soepriyanto, "Pengembangan Media Obyek 3 Dimensi Digital Sel Hewan dan Tumbuhan Memanfaatkan Piramida hologram Untuk MTS," *Kaji. Teknol. Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 9–15, 2019.
- A. N. Savira, R. Fatmawati, M. Rozin Z, and M. Eko S, "Peningkatan Minat Belajar Siswa Dengan Menggunakan Metode Ceramah Interaktif," *Factor M*, vol. 1, no. 1, pp. 43–56, 2018, doi: 10.30762/f_m.v1i1.963.
- A. Susanto, *Teori Belajar dan Pembelajaran di Sekolah Dasar*. Jakarta: Kencana Perdana Media Group, 2013.
- Awang and I. Sairo, "Keefektifan Model Pembelajaran Children Learning In Science (CLiS) Pada Mata Pelajaran IPA Ditinjau Dari Minat Dan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar," *J. Vox Edukasi*, vol. 4, no. 2, 2013.
- C. Lewis et al., "Development and Mixed-Methods Evaluation of An Online Animation For Young People About Genome Sequencing," *Eur. J. Hum. Genet. EJHG*, 2020.
- D. A. Uswatun and E. Rohaeti, "Perangkat Pembelajaran IPA Berbasis Inkuiri untuk Meningkatkan Criticaln Thingking Skills dan Scientific Attitude Siswa," *J. Inov. Pendidik. IPA*, 2015.
- E. H. . Sugini and A. Basit, "Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Animasi terhadap Minat Belajar Peserta Didik Kelas VII SMP Islam Alimuddin Kabupaten Probolinggo," *J. Ilm. Mimb. Demokr.*, vol. 19, no. 2, pp. 28–31, 2020.
- E. Marpanaji, M. I. Mahali, and R. A. Putra, "Survey on How to Select and Develop Learning Media Conducted by Teacher Professional Education Participants Survey on How to Select and Develop Learning Media Conducted by Teacher Professional Education Participants," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1140, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1140/1/012014.
- E. Prihatini, "Pengaruh Metode Pembelajaran dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA," *J. Form.*, vol. 2, no. 7, 2017.
- E. Prihatini, "Pengaruh Metode Pembelajaran dan Minat Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA," *Form. J. Ilm. Pendidik. MIPA*, vol. 7, no. 2, pp. 171–179, 2017, doi: 10.30998/formatif.v7i2.1831.
- F. . Rahmawati, Munzil, and A. M. Setiawan, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Pada Materi Cahaya dan Alat Optik," *J. MIPA dan Pembelajarannya*, vol. 1, no. 3, pp. 226–230, 2021, doi: DOI: 10.17977/ um067v1i2p226-230 Pengembangan.
- F. M. Dewanto, "Pengembangan Multimedia Interaktif 3D dengan Structured Methodology Materi Sistem Pencernaan Manusia," *J. Inform. UPGRIS*, vol. 1, pp. 20–19, 2015.
- G. A. F. R. Sari and Ekohariadi, "Stadi Literatur Penggunaan Media Pembelajaran Aplikasi Android Audio dan Komik Terhadap Pembelajaran," *J. IT-EDU*, vol. 05, no. 02, pp. 545–554, 2021.
- G. Gunantara, M. Suarjana, and P. . Riastini, "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa Kelas V," *J. Mimb. PGSD Univ. Pendidik. Ganesha*, vol. 2, no. 1, 2014.
- G. Mahesti and H. D. Koeswanti, "Pengembangan Media Pembelajaran Permainan Monopoli Asean untuk Meningkatkan Hasil Belajar Tema 1 Selamatkan Makhluk Hidup Pada Siswa Kelas 6 Sekolah Dasar," vol. 9, no. 1, pp. 30–39, 2021.
- H. J. Yoon, "A study on performance of a gyromotron," *Int. J. Infrared Milim. Wafes*, vol. 4, no. 4, pp. 437–452, 2012, doi: <https://doi.org/10.1007/BF01007412>.
- I. A. Gafur, Z. Zulfarina, and Y. Yustina, "Mixed Reality Application as a Learning System of Motion Systems using Pyramid Hologram Technology," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1351, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1351/1/012077.
- M. . Gabriel, B. Campbell, S. Wiebe, R. . MacDonald, and A. McAuley, "The Role of Digital Technologies in Learning: Expectations of First Year University Students," *Can. J. of Learning Tecnol.*, vol. 30, pp. 1–18, 2012.
- M. A. Conde and D. Fonseca, "Information society skills : Is knowledge accessible for all ? Part I," *Univers. Access Inf. Soc.*, 2017, doi: 10.1007/s10209-017-0547-7.
- M. A. Puspa, C. . Gobel, and A. Djafar, "Aplikasi Pembelajaran IPA untuk Kelas VIII di Sekolah SMP Negeri 1 Pulubala Kabupaten Gorontalo Berbasis Android," *J. Inform. Upgris*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2019.



- M. J. Sousa and A. Rocha, "Digital learning: Developing skills for digital transformation of organizations," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 91, pp. 327–334, 2019.
- M. Khusniati and S. D. Pamelasari, "Jurnal Pendidikan IPA Indonesia," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 168–176, 2014.
- M. Nesi and M. Akobiarek, "Terhadap Hasil Belajar Ipa Biologi Siswa Kelas Vii Smp Negeri 2 Jayapura," *J. Pendidik. Biol. dan Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 80–94, 2018.
- Munadi, *Media Pembelajaran (Sebuah Pendekatan Baru)*. Jakarta: Gaung Persada Pess, 2010.
- N. . Rahmadani, "Peningkatan Aktivitas Belajar Matematika Melalui Pendekatan Problem Based Learning Bagi Siswa Kelas 4 SD," *Sch. J. Pendidkan Dan Kebud.*, vol. 7, no. 3, pp. 241–250, 2017.
- N. A. Anidityas, N. R. Utami, P. Widiyaningrum, and I. Artikel, "Penggunaan Alat Peraga Sistem Pernapasan Manusia," vol. 1, no. 2, 2012.
- N. Fatmi and I. Hadiya, "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Lingkungan Berbasis Keterampilan Generik Sains Berupa Modul dalam Bentuk Buku Saku Ditinjau dari Minat Belajar Mahasiswa," *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 3–7, 2019.
- N. Ibrahim and I. Ishartiwi, "Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning Berbasis Android Mata Pelajaran Ipa Untuk Siswa Smp," *Refleks. Edukatika J. Ilm. Kependidikan*, vol. 8, no. 1, 2017, doi: 10.24176/re.v8i1.1792.
- N. Indah, G. Agung, and I. K. Suartama, "Pengembangan Mobile Learning Dengan Model Dick Dan Carey Pada Mata Pelajaran Biologi Di Smpn 5 Mendoyo," *E-Journal Edutech Univ. Pendidik. Ganesha*, vol. 5, no. 2, p. 4, 2016.
- Nardin, Muris, and M. Tawil, "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Minat Belajar Dan Penguasaan Konsep Fisika Pada Peserta Didik Kelas Vii Smp Negeri 26 Makassar," *Sains dan Pendidik. Fis.*, no. 70, pp. 117–127, 2016.
- P. Diana and H. Kuswanto, "Pengembangan Mobile Learning IPA Sasirangan Materi Pencemaran," *J. Teknol. Pendidik.*, vol. 21, no. 2, 2019.
- R. . Roslan and A. Ahmad, "3D Spatial Visualisation Skills Training Application for School Students Using Hologram Pyramid," *Int. J. Informatics Vis.*, vol. 1, no. 4, pp. 170–174, 2017.
- R. M. Karina, A. Syafrina, and S. Habibah, "HUBUNGAN ANTARA MINAT BELAJAR DENGAN HASIL BELAJAR SISWA DALAM MATA PELAJARAN IPA PADA KELAS V SD NEGERI GAROT GEUCEU ACEH BESAR," *J. Ilm. Pendidik. Guru Sekol. Dasar*, vol. 2, no. 1, pp. 61–77, 2017.
- R. W. Kusuma, "Pengembangan Media Mobile Learning Berbasis Android Pada Pelajaran Ipa Materi Pemuaian Untuk Siswa Kelas Vii Di Smpn 1 Gondang Tulungagung," *J. Mhs. Teknol. Pendidik.*, vol. 9, no. 1, 2018.
- S. Latifah and A. Utami, "PENGEMBANGAN BAHAN AJAR INTERAKTIF BERBASIS MEDIA SOSIAL SCHOODOLOGY DEVELOPMENT OF INTERACTIVE PHYSICS TEACHING IPTEK untuk bersaing dengan dunia global , Terlebih lagi peserta didik sudah terbiasa memanfaatkan internet dalam kehidupan sehari-hari . Pada p," vol. 02, no. 1, pp. 36–45, 2019.
- S. Nurhasanah and A. Sobandi, "Minat Belajar Sebagai Determinan Hasil Belajar Siswa," *J. Pendidik. Manaj. Perkantoran*, vol. 1, no. 1, p. 128, 2016, doi: 10.17509/jpm.v1i1.3264.
- Sari, "Using Android-Based Educational Game for Learning Colloid Material," *J. Phtysics Conf. Ser.*, vol. 895, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- Smaldino, Lowther, and Russel, *Instructional Technology and Media Learning*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2011.
- T. Akbar, "Pengembangan Multimedia Interaktif Ipa Berorientasi Guided Inquiry Pada Materi Sistem Pernapasan Manusia Kelas V Sdn Kebonsari 3 Malang," *J. Pendidik. - Teor. Penelitian, dan Pengemb.*, vol. 1, no. 6, pp. 1120–1126, 2016, doi: 10.17977/jp.v1i6.6456.
- T. J. Wulandari, S. Siagian, and A. M. Sibuea, "Pengembangan Media Pembelajaran dengan Aplikasi Macromedia Flash Pada Mata Pelajaran Matematika," *urnal Teknol. Inf. Komun. Dalam Pendidik.*, vol. 5, no. 2, 2019.
- Wahyu, H. Matnuh, and D. Triani, "Hubungan Penggunaan Media Pembelajaran Dengan Hasil Belajar Pkn Pada Siswa Kelas X Dan Xi Di Sma Muhammadiyah 1 Banjarmasin," *Pendidik. Kewarganegaraan*, vol. 4, no. 7, p. 535, 2014.
- Warso, *Publikasi Ilmiah Penelitian Tindakan Kelas*. Yogyakarta: Graha Cendekia, 2017.
- Y. Rumengan and C. Talakua, "PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN MOBILE LEARNING BERBASIS SMARTPHONE TERHADAP MINAT BELAJAR SISWA SMA NEGERI 1 SERAM UTARA BARAT," *J. Progr. Stud. Pendidik. Biol.*, vol. 0417, no. 2, 2017.



PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN IPA DENGAN PENDEKATAN STEAM BERMETODE BRAINSTORMING PADA KEGIATAN MENGANALISIS

Dinik Afrianingsih, Sugiyanto*, Erti Hamimi

Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

Email : sugitanto.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Perangkat pembelajaran sangat penting dalam kegiatan menganalisis guna mencapai tujuan pembelajaran abad 21. Pendekatan STEAM dan metode brainstorming dapat mengembangkan kemampuan menganalisis. Penelitian bertujuan menghasilkan perangkat pembelajaran IPA (RPP dan LKPD) yang valid dan praktis pada kegiatan menganalisis dengan pendekatan STEAM bermetode brainstorming. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang diadaptasi dari 4-D (define, design, develop, dan disseminate), namun tahap Disseminate tidak dilakukan. Data yang digunakan adalah data kualitatif dan kuantitatif. Teknik penelitian menggunakan wawancara dan angket. Instrumen penelitian menggunakan pedoman wawancara dan lembar angket. Teknik analisis data dengan mendeskripsikan kritik dan saran dari validator dan partisipan, uji validitas, dan uji kepraktisan. Penelitian dilakukan di SMP Negeri 1 Karangploso dengan partisipan guru IPA dan 30 peserta didik kelas IX. Hasil validasi produk RPP dan LKPD dinyatakan sangat valid dengan skor 87,05% dan 87,99%. Hasil uji kepraktisan guru pada produk RPP dan LKPD diperoleh skor 100% dan 100%. Hasil uji kepraktisan peserta didik pada LKPD sebesar 87,99%.

Kata kunci: Perangkat Pembelajaran IPA, STEAM, Brainstorming, Kegiatan Menganalisis

PENDAHULUAN

Pembelajaran yang berkualitas dapat tercapai dengan rencana pembelajaran yang tersusun sistematis dalam bentuk perangkat pembelajaran [1]. Perangkat pembelajaran merupakan pedoman yang dipakai dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran guna mencapai tujuan pembelajaran [2], yaitu rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), silabus, materi pembelajaran, media untuk pembelajaran, dan lembar kerja peserta didik (LKPD) yang menjadi acuan dalam pembelajaran di kelas [3]. Kegiatan perencanaan pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum dapat membentuk berbagai keterampilan di dalam kelas [4] seperti keterampilan abad 21. Keterampilan abad 21 yang dapat terbentuk pada peserta didik dari proses pembelajaran yang berkualitas adalah berpikir kritis dan pemecahan masalah, kreativitas dan inovasi, kolaborasi, dan komunikasi [5].

Hasil wawancara menunjukkan terdapat guru yang mengalami kendala dalam pengembangan perangkat pembelajaran seperti, RPP dan LKPD. Susunan RPP yang terus berubah-ubah menimbulkan kebingungan guru dalam menyusun RPP. Selain itu, penentuan tugas yang sesuai dengan kompetensi dasar masih dianggap sulit, serta ditemukan kesulitan guru dalam menentukan kegiatan belajar peserta didik pada skenario pembelajaran. Sementara kendala yang dihadapi pada pengembangan LKPD ialah penyesuaian LKPD dengan pembelajaran daring. Kesulitan lainnya adalah penyesuaian kegiatan belajar peserta didik dengan LKPD yang akan dikembangkan.

Pengembangan perangkat pembelajaran oleh guru masih cenderung belum menjawab tujuan pembelajaran abad 21 yaitu membangun kemampuan belajar peserta didik dan mendukung perkembangan mereka menjadi pembelajar sepanjang hayat, aktif, dan mandiri [6] akibatnya muncul beberapa permasalahan seperti, proses pembelajaran yang ditekankan pada penyampaian informasi dan kurangnya peluang berkreasi serta berkembang peserta didik. Selain itu, perangkat pembelajaran seringkali tidak sesuai dengan kondisi di sekolah yang menyebabkan ketidaksesuaian dalam pelaksanaan pembelajaran [7]. Padahal perencanaan yang dibuat dengan baik memungkinkan pembelajaran dapat berjalan dengan optimal sesuai dengan harapan [8]. Selain itu, perangkat pembelajaran seperti LKPD masih belum sesuai dengan model atau metode pembelajaran yang digunakan [3]. LKPD yang sering digunakan guru umumnya merupakan LKPD yang berisi materi, contoh latihan soal, soal-soal yang tidak menantang kemampuan abad 21 dengan maksimal, dan pembelajaran tidak berbasis pengalaman pembelajaran [9]. Kesulitan guru dalam mengembangkan RPP adalah perumusan indikator kompetensi dan tujuan pembelajaran yang belum sepenuhnya paham; ketidaksesuaian materi ajar dengan tujuan pembelajaran; strategi pembelajaran yang tidak menunjang keterampilan abad 21; dan kegiatan pembelajaran yang tidak mengacu metode dan model pembelajaran [1].

Kemampuan menganalisis peserta didik cenderung masih rendah akibat pengembangan perangkat pembelajaran yang kurang sesuai seperti bahan ajar [10]. Hal tersebut dibuktikan dari hasil wawancara yang



menyatakan bahwa tidak semua peserta didik mampu sampai tahap menganalisis. Kegiatan belajar peserta didik yang dikembangkan pada rancana pembelajaran dan LKPD masih belum sepenuhnya menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Guru hanya menggunakan *power point* sebagai bahan ajar yang dipadukan dengan kegiatan observasi namun belum sampai menguraikan informasi yang diperoleh hingga mencari hubungan antar informasi tersebut. Sementara kemampuan menganalisis merupakan kemampuan peserta didik dalam menguraikan informasi menjadi informasi yang lebih kecil dan mencari hubungan antar informasi yang telah terbagi tersebut [11]. Kemampuan tersebut merupakan bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi yang seharusnya dimiliki oleh peserta didik, namun kemampuan menganalisis masih tergolong rendah karena proses pembelajaran yang masih bersifat *teacher centered* dan kurangnya latihan dalam mengembangkan kemampuan menganalisis [12]. Salah satu materi pelajaran kelas IX yaitu teknologi ramah lingkungan merupakan materi dengan kompetensi dasar kegiatan menganalisis. Dimana pada kompetensi dasar pengetahuannya yaitu KD 3.10 berbunyi menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan [13]. Kegiatan belajar peserta didik yang seharusnya menganalisis proses dari teknologi ramah lingkungan dan menganalisis produk teknologi ramah lingkungan masih belum tampak. Hal tersebut terjadi karena kegiatan peserta didik hanya berfokus pada kegiatan mengamati dan membuat produk.

STEAM memberi kesempatan peserta didik mempelajari pengetahuan sains dan humaniora yang lebih luas [14]. Pendekatan STEAM merupakan tanggapan dari kebutuhan peserta didik dalam meningkatkan minat dan keterampilan dalam bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika yang menggabungkan seni di dalamnya [15]. Hal tersebut didukung oleh [16] yang menyatakan kelebihan dari pembelajaran tersebut adalah kegiatan belajar peserta didik mencakup unsur iptek, teknik, seni, dan matematika. Sementara dari hasil wawancara diketahui bahwa guru belum menggunakan pendekatan STEAM sebagai bagian dari strategi pembelajaran mereka pada mata pelajaran IPA, namun terdapat ketertarikan dalam menggunakan STEAM pada pembelajaran IPA. Selain itu, guru merasa ada kesulitan bila menggunakannya dalam pembelajaran seperti, tidak semua materi dapat menggunakan STEAM, penentuan aspek-aspek STEAM pada pembelajaran, dan banyak peserta didik yang merasa keberatan bila harus mengeluarkan biaya untuk penggunaan STEAM. Padahal pendekatan STEAM membawa peserta didik belajar dari pengalaman mereka sehari-hari [17]. Hal tersebut diperkuat oleh pernyataan [18], dengan menggunakan pendekatan STEAM peserta didik dapat belajar dari pengalaman mereka dan menjadikan mereka berani membuat solusi untuk permasalahan yang mereka temukan. Kemudian, peserta didik didorong belajar mengeksplor semua kemampuan mereka dengan caranya masing-masing [19]. Pembelajaran IPA dengan pendekatan STEAM mengajari peserta didik merepresentasikan pengetahuan mereka dengan cara yang unik di seluruh disiplin ilmu [20]. Peserta didik juga dapat mengaitkan, menghubungkan, dan membuat solusi dari permasalahan yang muncul melalui pendekatan STEAM [21].

Metode *brainstorming* merupakan metode yang mendukung kegiatan memecahkan masalah yang kreatif hingga memunculkan ide-ide baru yang dapat diterima dalam kelompok diskusi. Metode tersebut memungkinkan peserta didik lebih produktif dan menciptakan pembelajaran yang menyenangkan [22]. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian [23], dimana *brainstorming* menjadikan seluruh peserta didik semakin aktif dalam pembelajaran. Keunggulan metode pembelajaran ini meliputi peserta didik dapat berpikir guna menyatakan pendapat mereka; kemampuan berpikir peserta didik dilatih dengan cepat dan logis; memberi rangsangan kepada peserta didik agar selalu siap berpendapat; meningkatkan partisipasi peserta didik dalam proses pembelajaran; menimbulkan persaingan yang sehat antara peserta didik; dan memberikan rasa bebas serta gembira bagi peserta didik [24]. Berdasarkan hasil wawancara diketahui metode tersebut hampir digunakan pada seluruh materi pada pembelajaran IPA salah satunya di kelas IX, namun terdapat kesulitan penggunaannya. Kesulitan yang dihadapi guru adalah masih banyak peserta didik yang merasa malu dan kurang percaya diri ketika memberikan gagasan mereka dalam kegiatan diskusi. Sehingga, guru harus aktif dalam proses diskusi dengan menunjuk peserta didik agar aktif dalam kegiatan pembelajaran.

Penelitian pengembangan perangkat pembelajaran selama ini masih berbasis STEAM seperti penelitian [25] pada materi struktur dan fungsi tumbuhan, [26] pada materi pencemaran lingkungan, dan [27] pada materi bioteknologi. Sementara pengembangan perangkat pembelajaran dengan metode *brainstorming* juga dikembangkan tersendiri seperti penelitian [28] pada materi teknologi ramah lingkungan dan penelitian [29] pada materi pencemaran lingkungan. Sehingga perlu adanya penelitian dengan menggabungkan pendekatan STEAM dengan metode *brainstorming*. Hal ini dikarenakan pada pendekatan STEAM umumnya menghasilkan sebuah produk atau karya dari aktivitas belajar peserta didik. Pada proses pembuatan produk atau karya tersebut perlu adanya kegiatan berdiskusi yang mana setiap anggota akan saling mencurahkan pendapat mereka. Sehingga dalam proses berdiskusi tersebut perlu adanya fasilitas *brainstorming* dalam pendekatan STEAM. Pernyataan tersebut sejalan dengan [18] yang menyatakan dalam pendekatan STEAM perlu menggunakan kemampuan membuat



solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemukan oleh peserta didik. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian [30] dalam menyelesaikan permasalahan pada pembelajaran STEAM peserta didik diberi kesempatan bertukar pikiran melalui curah pendapat dan memilih pendapat terbaik sebagai solusinya.

Penelitian dengan pendekatan STEAM dan metode *brainstorming* masih berfokus pada salah satu keterampilan abad 21 yaitu keterampilan berpikir kritis seperti penelitian [31] tentang STEAM pada materi asam basa, [25] tentang STEAM pada materi struktur dan fungsi tumbuhan, [24] tentang *brainstorming* pada materi vertebrata, dan [29] tentang *brainstorming* pada materi pencemaran lingkungan. Keterampilan berpikir kritis yang dimiliki peserta didik meliputi kompetensi mengidentifikasi, menganalisis, menginterpretasikan, mengevaluasi, dan merefleksikan [32]. Sementara, penelitian mengenai salah satu kompetensi dari keterampilan berpikir kritis yaitu menganalisis masih perlu dikaji kembali pada pendekatan STEAM dan metode *brainstorming*. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEAM bermetode *brainstorming* dalam kegiatan menganalisis. Tujuan penelitian ini adalah pengembangan perangkat pembelajaran IPA berupa RPP dan LKPD dengan pendekatan STEAM bermetode *brainstorming* pada kegiatan menganalisis yang valid dan praktis.

METODE

Penelitian termasuk dalam penelitian pengembangan dengan model pengembangan yang diadaptasi dari model 4-D [33]. Model pengembangan tersebut terdiri dari tiga tahap pengembangan, yaitu: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perencanaan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran), namun penelitian ini hanya berfokus hingga tahap pengembangan untuk kebutuhan pengembangan produk.

Tahap *Define* (Pendefinisian), pada tahap ini perlu menemukan permasalahan, kelemahan atau kondisi yang menjadi akar dari permasalahan sehingga menjadi bahan pengembangan suatu produk. Tahap yang harus dilakukan adalah analisis awal, analisis pada peserta didik, analisis tugas, dan analisis konsep. Pada analisis awal dilakukan wawancara dengan guru IPA kelas IX mengenai kesulitan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran (RPP dan LKPD), penggunaan pendekatan STEAM dan metode *brainstorming* pada KD 3.10 dan KD 4.10 mata pelajaran kelas IX. Analisis pada peserta didik dilakukan dengan studi literatur terkait karakteristik peserta didik pada rentang umur 14-15 tahun atau kelas IX dan wawancara dengan guru IPA kelas IX mengenai kegiatan belajar peserta didik dalam menganalisis serta kemampuan peserta didik dalam menganalisis. Pada analisis tugas dilakukan dengan wawancara terkait pemberian tugas pada peserta didik terkait kegiatan menganalisis dan LKPD yang menuntun peserta didik dalam mengerjakan kegiatan menganalisis. Pada analisis konsep dilakukan dengan mengidentifikasi, merinci dan menyusun secara sistematis konsep-konsep pada KD 3.10 dan KD 4.10 materi IPA kelas IX.

Tahap *Design* (Perencanaan) dilakukan dengan perancangan produk perangkat pembelajaran. Tahapan ini diawali dengan mendesain isi, memilih strategi pembelajaran dan sumber belajar yang sesuai dengan prinsip, karakteristik, dan langkah-langkah yang sesuai dengan model pembelajaran. Kemudian dilakukan tahap perancangan awal yang menghasilkan desain awal dari perangkat pembelajaran dalam penelitian yang meliputi RPP dan LKPD.

Tahap *Develop* (Pengembangan) bertujuan menghasilkan produk akhir yaitu perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD yang kemudian diuji validasi dan uji kepraktisan. Pada tahap uji validasi melibatkan satu dosen sebagai validator ahli perangkat pembelajaran dan ahli materi. Sementara, pada tahap uji kepraktisan melibatkan satu guru IPA dan 30 peserta didik kelas IX di SMP Negeri 1 Karangploso

Penelitian menggunakan dua jenis data yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif adalah data berupa deskripsi dari hasil wawancara dengan guru, komentar dari validator, dan komentar dari guru serta peserta didik. Data kuantitatif adalah data berupa skor penilaian yang diperoleh dari uji validasi produk, uji kepraktisan guru, dan uji kepraktisan peserta didik.

Teknik pengumpulan data penelitian yaitu menggunakan teknik wawancara dan angket. Instrumen yang digunakan adalah pedoman wawancara dan lembar angket. Lembar angket yang digunakan ada empat yaitu lembar angket validasi ahli perangkat pembelajaran, lembar angket validasi ahli materi, lembar angket uji kepraktisan guru IPA, dan lembar angket uji kepraktisan peserta didik kelas IX.

Teknik analisis kualitatif dengan cara mendeskripsikan hasil kritik dan saran validator, guru, dan peserta didik. Teknik analisis kuantitatif dibagi menjadi dua teknik analisis untuk hasil validasi dan hasil uji kepraktisan. Teknik analisis hasil validasi produk dilakukan dengan cara menentukan jumlah skor yang diperoleh, kemudian menjumlahkan semua skor yang diperoleh. Skor yang digunakan adalah skor 0 dan 1 yang merupakan skala Guttman. Skor 0 berarti tidak setuju dan skor 1 berarti setuju [34]. Selanjutnya menentukan nilai validitas dengan rumus sebagai berikut [35].

$$\text{Validitas tiap kriteria} = \frac{\text{jumlah skor tiap kriteria}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Setelah diperoleh persentase validitas setiap kriteria selanjutnya memberikan penilaian validitas dengan kriteria pada Tabel 1 [36].

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validitas

Skor rata-rata (%)	Kategori
85-100	Sangat Valid
70-84,9	Valid
55-69,9	Cukup Valid
40-54,9	Kurang Valid
25-39,9	Tidak Valid

Sumber: (Riduwan, 2012)

Teknik analisis hasil uji kepraktisan untuk produk RPP dan LKPD baik guru dan peserta didik dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Persentase kepraktisan} = \frac{\text{skor maks}}{\text{jumlah kriteria kepraktisan}} \times 100\%$$

Skor yang digunakan adalah skor 0 dan 1 yang merupakan skala Guttman. Skor 0 berarti tidak setuju dan skor 1 berarti setuju [34]. Setelah presentase kepraktisan diketahui, dilakukan penggolongan sesuai kriteria pada Tabel 2 [36].

Tabel 2. Kriteria Penilaian Kepraktisan

Skor rata-rata (%)	Kategori
85-100	Sangat Praktis
70-84,9	Praktis
55-69,9	Cukup Praktis
40-54,9	Kurang Praktis
25-39,9	Tidak Praktis

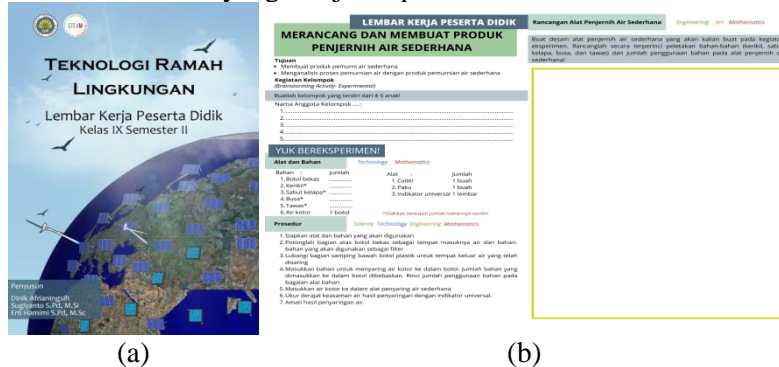
Sumber: (Riduwan, 2012)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian menghasilkan produk berupa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan lembar kerja peserta didik (LKPD). Rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) adalah rencana pelaksanaan pembelajaran untuk satu atau lebih pertemuan [37]. Produk RPP yang dikembangkan merupakan RPP untuk mata pelajaran IPA kelas IX kompetensi dasar 3.10 dan 4.10. RPP menggunakan strategi pembelajaran dengan pendekatan STEAM dan metode *brainstorming*. Skenario pembelajaran berfokus pada kegiatan belajar peserta didik, sementara kegiatan guru tidak ditampilkan namun, guru harus mampu memahami tugas mereka sebagai fasilitator, motivator, dan pembimbing. RPP memuat identitas sekolah, mata pelajaran, kelas/semester, materi pokok, alokasi waktu, kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, metode pembelajaran, media pembelajaran, bahan ajar, tahapan pembelajaran, dan penilaian hasil pembelajaran. Indikator pencapaian kompetensi dikembangkan dengan cara mempertimbangkan tuntutan kompetensi yang dapat dilihat melalui kata kerja operasional yang digunakan dalam KD; karakteristik mata pelajaran, peserta didik, dan sekolah; dan potensi serta kebutuhan peserta didik, masyarakat, dan lingkungan [38]. Pada produk pengembangan, peserta didik dituntut menganalisis proses penjernihan air dengan produk alat penjernihan air sederhana dan menganalisis produk penjernihan air sederhana yang ramah lingkungan. Kata kerja pada KD 3.10 adalah kata kerja operasional pada tingkat pengetahuan yang lebih tinggi yaitu menganalisis (C4) oleh karena itu, IPKD yang dikembangkan menggunakan kata kerja operasional menganalisis. Peserta didik dituntut untuk memecah informasi-informasi yang mereka peroleh dari kegiatan belajar dan mencari hubungan antara informasi yang telah dipecahkan sebelumnya.

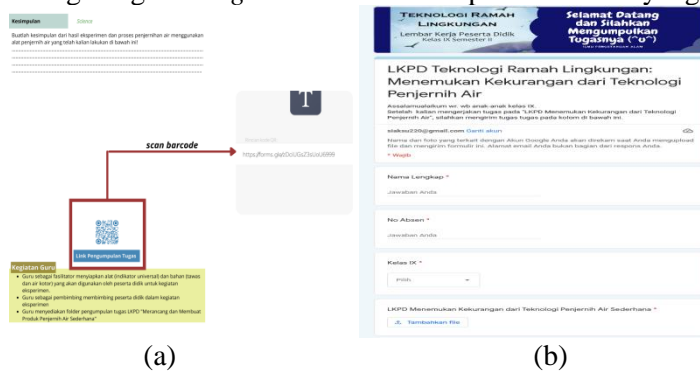
Sebagai fasilitator maka guru harus dapat menyiapkan media dan bahan ajar yang dapat digunakan oleh peserta didik salah satunya adalah LKPD. Hal ini diperkuat oleh pernyataan [39], guru harus dapat

mengembangkan salah satu sumber belajar yang menunjang kegiatan pembelajaran yaitu LKPD. LKPD ialah sarana yang dapat dipakai oleh guru dalam proses belajar mengajar guna meningkatkan keterlibatan atau aktivitas peserta didik [40]. Berikut adalah LKPD yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. (a) Lembar Halaman Depan; (b) Isi dengan Aspek STEAM serta Tahapan *Brainstorming* LKPD berfokus pada KD 3.10 dan KD 4.10 yaitu teknologi ramah lingkungan yang secara spesifik adalah materi teknologi penjernih air. Sehingga lembar halaman ditampilkan dengan alat penjernih air sebagai salah satu teknologi ramah lingkungan di bidang lingkungan. Logo STEAM pada Gambar 1 (a) menjadi penanda bahwa LKPD yang dikembangkan berpendekatan STEAM.

Pendekatan STEAM ditunjukkan pada tulisan-tulisan setiap aspek seperti *Science, Technology, Engineering, Art, dan Mathematics* pada bagian yang memuatnya, aspek dapat terdapat dalam Gambar 1 (b). Selain itu, setiap LKPD diberikan keterangan mengenai tahapan *brainstorming* seperti pada Gambar 1 (b), yaitu *Background Reading, Pre-Brainstorming Test, Brainstorming Activity-Experimental, Brainstorming Activity-Solution, dan Post-Brainstorming Test* [41]. LKPD diberi tambahan kode QR seperti pada Gambar 2 (a). Kode QR merupakan bentuk dua dimensi dari *barcode* yang dipakai untuk menyandikan dan memecahkan kode informasi seperti teks, tautan URL, atau pesan SMS otomatis [42]. Kode QR ditambahkan di setiap LKPD sebagai link pengumpulan tugas peserta didik yang terhubung dengan *Google Formulir* seperti pada Gambar 2(b). Berikut adalah kode QR yang terhubung dengan *Google Formulir* dalam produk LKPD yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Link pengumpulan tugas disajikan dalam bentuk kode QR dalam LKPD; (b) Tampilan *Google Formulir* untuk pengumpulan tugas peserta didik

Tujuan pemberian kode QR pada LKPD agar peserta didik mudah mengumpulkan tugas dan guru dapat menilai hasil kerja peserta didik dengan mudah. Hal tersebut sesuai dengan pendapat [43] kode QR yang ditautkan dengan *Google Formulir* dapat mengumpulkan informasi dari peserta didik atau orang tua dengan mudah. *Google Formulir* sendiri dapat membantu guru dalam penilaian yang mana seluruh tugas akan tersimpan rapi dalam *spreadsheet* (untuk tugas berbentuk soal-soal) dan *Google Drive* (untuk tugas yang dikumpulkan berbentuk file) [44]. Berikut muatan LKPD dengan aspek STEAM dan tahapan *brainstorming* yang disajikan pada Gambar 1 (a).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapat data validitas dan kepraktisan produk perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan STEAM bermetode *brainstorming* dalam kegiatan menganalisis. Perangkat yang dikembangkan adalah RPP dan LKPD pada kegiatan menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlangsungan kehidupan kelas IX SMP. Produk kemudian divalidasi guna mengetahui kualitas produk yang dikembangkan. Berikut adalah hasil validasi produk disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Produk

Aspek	Presentase Validitas (%)	
	RPP	LKPD
Kesesuaian dengan STEAM	77,5	73,2
Kesesuaian dengan Metode <i>Brainstorming</i>	83,3	66,7
Kesesuaian dengan Kegiatan Menganalisis Proses dan Produk Teknologi Ramah Lingkungan Untuk Keberlangsungan Kehidupan	100	100
Kelayakan Isi	61,50	100
Kelayakan Kebahasaan	100	100
Kelayakan Penyajian	100	93,3
Kelayakan Kegrafikaan	-	100
Rata-rata	87,05	89,1
Kategori	Sangat Praktis	Sangat Praktis

Produk yang sudah direvisi kemudian diuji kepraktisannya kepada guru dan peserta didik. Uji kepraktisan dilakukan guna mengetahui kepraktisan dan kemudahan pemakaian produk oleh pengguna. Pengguna dalam pengujian kepraktisan produk adalah guru IPA dan peserta didik kelas IX di SMP Negeri 1 Karangploso. Hasil uji kepraktisan guru disajikan pada Tabel 4 dan hasil uji kepraktisan peserta didik disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Kepraktisan Guru

Aspek	Presentase Kepraktisan (%)	
	RPP	LKPD
Penilaian Penggunaan Produk	100	100
Kemampuan Menganalisis Peserta Didik	100	100
Aspek Pendekatan STEAM pada Produk	100	100
Aspek Metode <i>Brainstorming</i> pada Produk	100	100
Kegrafikaan pada LKPD	-	100
Rata-rata	100	100
Kategori	Sangat Praktis	Sangat Praktis

Tabel 5. Hasil Uji Kepraktisan Peserta didik

Aspek	Presentase Kepraktisan LKPD (%)	Kategori
Penilaian Penggunaan Produk	84,22	Praktis
Kemampuan Menganalisis Peserta Didik	95,57	Sangat Praktis
Aspek Pendekatan STEAM pada Produk	83,3	Praktis
Aspek Metode <i>Brainstorming</i> pada Produk	82,2	Praktis
Kegrafikaan pada LKPD	94,66	Sangat Praktis
Rata-rata	87,99	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 3 hasil uji validitas produk RPP dan LKPD memiliki rata-rata 87,05% dan 89,1% yang dinyatakan sangat valid. Hal ini ditinjau dari aspek-aspek penilaian yaitu kesesuaian dengan STEAM, kesesuaian dengan metode *brainstorming*, kesesuaian dengan kegiatan menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlangsungan kehidupan, kelayakan isi, kelayakan kebahasaan, kelayakan penyajian, dan kelayakan kegrafikaan. Aspek kelayakan kegrafikaan hanya menjadi aspek penilaian untuk produk LKPD. Sementara, berdasarkan Tabel 4 hasil uji kepraktisan guru pada produk RPP dan LKPD memiliki rata-rata 100% dan 100%. Pada Tabel 5 hasil uji kepraktisan peserta didik pada LKPD sebesar 87,99%.

Kesesuaian produk RPP dan LKPD relevan dengan STEAM, hal ini dibuktikan dari hasil validasi yang menunjukkan persentase sebesar 77,5% dan 73,5%. Skor tersebut termasuk dalam kategori valid pada rentang skala 70%-84,9% [36] dalam [35]. Integrasi STEAM pada produk terletak pada tahapan pembelajaran *Background Reading*, *Brainstorming Activity-Experimental* dan *Brainstorming Activity-Solution* yang di



dalamnya terintegrasi aspek *Science*. Hal tersebut dikarenakan pada tahapan tersebut memuat fakta, cara mencari tahu kekurangan dari produk, dan proses penemuan yang termasuk dalam aspek *Science*. Muatan dalam kegiatan tersebut sesuai dengan aspek *Science* yang merupakan suatu proses penemuan, cara mencari tahu tentang sesuatu yang tidak hanya penguasaan pengetahuan berupa konsep, hukum, fakta, dan prinsip [25]. Aspek *Technology* terintegrasi pada tahapan pembelajaran *Brainstorming Activity-Experimental* dan *Brainstorming Activity-Solution*. Pada kedua tahapan tersebut peserta didik menggunakan teknologi dalam aktivitas belajar mereka seperti kater, paku, indikator universal, aplikasi pembuatan poster dan alat untuk membuat poster secara konvensional. Aspek *Technology* sendiri merupakan suatu alat yang dapat membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan dan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari [25]. Selain itu, pada tahapan tersebut juga terdapat aspek *Engineering* pada produk yaitu pada proses pembuatan produk alat penjernih air sederhana. Kegiatan tersebut sesuai dengan aspek *Engineering* yang merupakan keterampilan dalam menjalankan atau mendesain sebuah prosedur guna menyelesaikan suatu permasalahan [25]. Aspek *Mathematics* ialah ilmu yang mempelajari pola dan hubungan yang digunakan sebagai bahasa bagi pengetahuan, teknologi, dan rekayasa dalam bentuk angka atau perbandingan [25]. Aspek tersebut dalam *Brainstorming Activity-Experimental* tampak pada kegiatan peserta didik menentukan jumlah bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan alat penjernih air sederhana. Sementara pada tahap *Brainstorming Activity-Solution* tampak dalam kegiatan peserta didik mengungkapkan ide mereka mengenai rancangan alat penjernih air yang menjadi solusi permasalahan berupa rencana jumlah alat dan bahan yang disajikan di dalam poster. Seni (*art*) berkaitan dengan seni dapat berupa seni visual, media digital, estetika, kerajinan, seni liberal dan humaniora [17]. Pada produk yang dikembangkan aspek seni tampak pada tahapan pembelajaran *Brainstorming Activity-Experimental* dan *Brainstorming Activity-Solution*, dimana peserta didik membuat desain alat penjernih air sederhana kemudian membuat produk alat penjernih air dengan alat dan bahan yang sudah disediakan dan membuat poster yang menarik dan estetik.

Berdasarkan hasil validasi diketahui produk masih belum memenuhi kesesuaian STEAM yaitu RPP dengan persentase 22,5% dan LKPD dengan persentase 26,8%. Produk memiliki kekurangan pada aspek *Science* yaitu tidak terdapat soal *pretest* dan *posttest*. Aspek Sains merupakan suatu proses penemuan, cara mencari tahu tentang sesuatu yang tidak hanya penguasaan pengetahuan berupa konsep, hukum, fakta, dan prinsip [25], di dalam *pretest* dan *posttest* terdapat konsep-konsep yang digunakan untuk menguji pengetahuan peserta didik. *Pretest* dilakukan guna mengetahui kemampuan dan kesiapan peserta didik guna mengikuti pembelajaran yang akan dilaksanakan [45]. *Posttest* merupakan kegiatan yang dilakukan peserta didik setelah melakukan proses pembelajaran guna mengetahui pengaruh dari pembelajaran yang dilakukan tersebut [46]. Pada aspek *Technology* yaitu tidak ada penjelasan mengenai penggunaan aplikasi pada kegiatan membuat poster. Menurut Yakman & Lee (2012), suatu hasil ciptaan manusia untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia disebut dengan teknologi. Aplikasi termasuk dalam ciptaan manusia yang dapat memenuhi kebutuhan manusia, yaitu peserta didik. Pada aspek *Art*, yaitu tidak ada kolom untuk peserta didik membuat desain alat penjernih air sederhana pada tahap *Brainstorming Activity-Solution*. Seni (*art*) berkaitan dengan seni dapat berupa seni visual, media digital, estetika, kerajinan, seni liberal dan humaniora [17], sehingga desain yang dibuat oleh peserta didik merupakan salah satu aspek seni yaitu seni visual dan estetika. Pada aspek *Mathematics* yaitu perintah merinci jumlah alat dan bahan pada ide rancangan alat penjernih air dalam tahapan *Brainstorming Activity-Solution* belum jelas. Kegiatan peserta didik merinci jumlah alat dan bahan termasuk aspek matematika yang sesuai dengan pendapat [17], dimana angka, hubungan simbolik, pola, bentuk, penalaran termasuk dalam aspek matematika. Berdasarkan hasil validasi tersebut produk kemudian diperbaiki dan dilakukan uji kepraktisan kepada guru yang menghasilkan persentase sebesar 100% yang berarti produk sangat praktis digunakan oleh guru sebagai pengguna produk. Sementara berdasarkan hasil uji kepraktisan peserta didik terhadap produk dihasilkan 83,3% dengan kategori praktis, namun persentase tersebut belum memenuhi aspek penilaian. Hal tersebut dikarenakan peserta didik belum terbiasa dengan pembelajaran menggunakan pembelajaran STEAM dan tidak terbiasa dengan mencurahkan pendapat mereka secara individu. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil wawancara dengan guru dimana peserta didik masih pasif bila diharuskan untuk mencurahkan pendapat mereka baik secara individu maupun berkelompok.

Kesesuaian produk RPP dan LKPD relevan dengan metode *brainstorming* dengan skor validasi sebesar 83,3% dan 66,7%. Metode *brainstorming* merupakan metode yang memberi kesempatan peserta didik untuk mandiri, mengarahkan diri, dan terbuka dalam memilih tindakan alternatif yang terbaik, dapat mengungkapkan pendapat dan mengaktualisasikan diri dalam pemecahan masalah serta menghargai pendapat orang lain [47]. Tahapan *Background Reading* tampak pada kegiatan pendahuluan di RPP, peserta didik membaca penggalan artikel dan menemukan kekurangan dari produk alat penjernih air yang menjadi topik dalam artikel tersebut. Sementara pada LKPD tahapan tersebut ditunjukkan pada kegiatan “Yuk Baca!” dengan intruksi peserta didik harus membaca artikel pada kegiatan tersebut. Selanjutnya terdapat instruksi mengenai peserta didik menulis



kekurangan teknologi penjernih air dari bacaan tersebut. Menurut Wang et al (2011), tahapan tersebut merupakan tahapan peserta didik membaca bahan bacaan yang memuat informasi yang nantinya menjadi salah satu bahan tes. Tahapan *Pre-Brainstorming Test* tampak pada kegiatan pendahuluan di RPP, peserta didik mengerjakan pre-test terkait pengetahuan konseptual dan proses serta produk teknologi penjernih air ramah lingkungan bagi kehidupan. Tahapan *Pre-Brainstorming Test* merupakan tahap peserta didik melakukan tes awal guna menilai pengetahuan mereka tentang konseptual dan berkaitan dengan informasi yang disampaikan sebelumnya [41]. Tahapan *Brainstorming Activity-Experimental* tampak pada kegiatan peserta didik melakukan pembuatan alat penjernih air sederhana. Menurut Wang et al (2011), pada tahapan tersebut peserta didik akan diberi manipulasi eksperimen ketika proses pembelajaran berlangsung, dimana pada penelitiannya peserta didik diberi perintah atau informasi mengenai sebuah permasalahan yang kemudian dijadikan bahan diskusi peserta didik. Tahapan *Brainstorming Activity-Solution* tampak pada kegiatan peserta didik menemukan kekurangan dari dua tahapan pembelajaran sebelumnya yaitu, *Background Reading* dan *Brainstorming Activity-Experimental* dan membuat solusi dengan menuangkan ide mereka dalam kegiatan individu dan kelompok. Ide-ide peserta didik dituangkan dalam desain dan penjelasan mengenai desain tersebut. Selanjutnya, peserta didik akan memilih salah satu ide dari hasil *brainstorming*. Hal ini sesuai dengan pendapat [48], peserta didik membuat sketsa ide yang menjadi hasil dari *brainstorming* mereka. Tahapan *Post-Brainstorming Test* terdapat kegiatan tahap peserta didik melakukan tes akhir guna menilai pengetahuan mereka tentang konseptual dan berkaitan dengan informasi yang disampaikan sebelumnya. Menurut Wang et al (2011), pada tahap ini peserta didik melakukan tes akhir guna mengetahui pengaruh dari kegiatan yang sudah dilaksanakan selama proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil validasi produk RPP dan LKPD belum memenuhi kesesuaian dengan metode *brainstorming* yaitu, 16,3% dan 33,3%. Kekurangan produk ada pada indikator kegiatan guru memfasilitasi kegiatan belajar peserta didik dalam menyiapkan soal *pretest* dan *posttest* pada tahapan pembelajaran *Pre-Brainstorming Test* dan *Post-Brainstorming Test*. Berdasarkan penelitian [49] penilaian *pretest* dan *posttest* berguna untuk mengetahui kompetensi pengetahuan peserta didik. Pernyataan tersebut diperkuat oleh pernyataan [50], *pretest* dan *posttest* dilakukan guna mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik. Selain itu, penggunaan kode QR yang terhubung dengan *Google Drive* disarankan untuk diubah menggunakan *Google Formulir* seperti pada Gambar 2 guna mencegah kecurangan peserta didik. Hal ini sesuai dengan pernyataan [44] dan [51], *Google Formulir* dapat mengurangi kecurangan antar peserta didik dalam pengerjaan tugas yang diberikan. Pada produk LKPD “Evaluasi dan Menyajikan Produk” disarankan untuk memperjelas pekerjaan peserta didik dalam mengevaluasi secara individu dan secara kelompok. Oleh karena itu, perlu dilakukan revisi pada produk yang dikembangkan dengan memberikan soal *pretest* dan *posttest* dengan soal dan jumlah yang sama. Hal ini diharapkan untuk mengetahui hasil belajar peserta didik sebelum dan setelah melakukan kegiatan belajar dengan metode *brainstorming* dan pendekatan STEAM. Setelah dilakukan revisi pada produk yang dikembangkan diperoleh hasil uji kepraktisan guru yang menyatakan produk sangat praktis dengan presentase 100%.

Kesesuaian dengan kegiatan menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlangsungan kehidupan sangat relevan dengan produk yang dikembangkan pada penelitian. Hasil validasi yang diperoleh RPP dan LKPD pada aspek tersebut adalah 100% setiap produknya. Kedua produk telah menampilkan kegiatan belajar peserta didik yang sesuai dengan kegiatan menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlangsungan kehidupan. Kegiatan menganalisis tampak pada tahap pembelajaran *Background Reading* dan *Brainstorming Activity-Experimental*. Hal tersebut sesuai dengan [52], yang menyatakan menganalisis merupakan proses memecah informasi yang diperoleh menjadi bagian-bagian kecil yang kemudian dihubungkan antar bagian-bagian tersebut. Pada produk peserta didik dituntut memecah informasi mengenai produk dan proses alat penjernih air sehingga memperoleh permasalahan yang nantinya dapat mereka hubungkan dan pecahkan pada kegiatan belajar selanjutnya. Produk yang dikembangkan dianggap sangat praktis oleh guru dan siswa dengan persentase sebesar 100% dan 95,57% pada aspek kemampuan menganalisis peserta didik. Berdasarkan hasil uji kepraktisan pada Tabel 5 terdapat 4,43% bagian yang tidak praktis. Tidak praktisnya produk dikarenakan terdapat peserta didik yang merasa kesulitan untuk menganalisis proses penjernihan air maupun produk penjernih air sederhana. Hal ini disebabkan peserta didik belum terbiasa dengan kegiatan menganalisis yang didukung oleh penelitian [12], menyatakan bahwa peserta didik tidak terbiasa untuk berlatih mengembangkan kemampuan menganalisis sehingga menjadikan mereka kesulitan dalam menganalisis. Padahal peserta didik kelas IX telah masuk dalam masa operasional yang mampu berpikir abstrak dan hipotesis. Hal ini sesuai dengan pernyataan [53], masa operasional yaitu umur 11 tahun hingga dewasa seseorang dapat berpikir abstrak dan hipotesis.



Berdasarkan hasil validasi, kelayakan isi produk RPP dinilai cukup valid dengan persentase sebesar 61,50% dan LKPD sebesar 100% yang dinilai sangat valid. Kelayakan isi dinilai cukup valid karena telah mencakup kelengkapan materi dan keakuratan materi. Salah satu kriteria kelayakan isi adalah uraian dan isi dapat dipercaya, akurat, merujuk pada sumber materi yang benar baik secara teoritik maupun secara empiris [54]. Kelayakan isi produk RPP masih belum memenuhi seluruh kriteria dengan presentase 38,5%. Hal tersebut dikarenakan definisi *refine*, *reuse*, dan *recycle* perlu dikaji kembali dan sumber yang digunakan hanya ada satu sumber. Selain itu, pustaka yang digunakan pada pengetahuan faktual masih belum akurat. Hal ini dikarenakan pustaka yang digunakan pada produk hanya menggunakan satu sumber. Oleh karena itu, produk perlu dilakukan revisi sebelum dilakukan uji kepraktisan pada guru dan peserta didik. Hasil revisi konsep *Refine* ialah penggunaan bahan atau proses yang lebih ramah lingkungan dan lebih aman dari teknologi yang telah ada sebelumnya. *Reuse* merupakan upaya menggunakan kembali bahan atau material agar tidak menjadi sampah (tanpa melalui proses pengelolaan) lebih dari sekali untuk fungsi yang sama. Sementara konsep *Recycle* merupakan upaya mendaur ulang bahan-bahan atau limbah menjadi bahan lain setelah melalui proses pengelolaan [55]. Penambahan sumber bacaan diperlukan untuk menambah wawasan bagi peserta didik. Berdasarkan hasil uji kepraktisan guru diperoleh hasil 100% dalam penggunaan produk yang di dalamnya terdapat indikator penilaian pemahaman konsep, dimana guru memahami konsep yang ditampilkan pada produk RPP materi pembelajaran konseptual.

Berdasarkan hasil validasi, kelayakan kebahasaan RPP dan LKPD memiliki persentase 100% dan 100% yang dinilai sangat valid. Hasil tersebut sesuai dengan kriteria kelayakan kebahasaan [54] yaitu, menggunakan kalimat yang efektif, jelas, komunikatif, dan informatif; memuat kata atau istilah yang ajeg; dan menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD). Penilaian penggunaan produk dalam uji kepraktisan guru menunjukkan guru dapat memahami informasi, perintah, dan pertanyaan. Sementara, beberapa peserta didik masih kesulitan memahami bahasa yang digunakan pada produk LKPD. Padahal LKPD seharusnya dapat mempermudah guru dalam mengelola proses belajar peserta didik, membantu mengarahkan peserta didik dalam menemukan konsep, fakta, teori melalui aktivitas mandiri maupun kelompok, dan dapat membantu guru dalam memantau keberhasilan peserta didik dalam mencapai sasaran belajar [40].

Berdasarkan hasil validasi, kelayakan penyajian RPP dan LKPD dinyatakan sangat valid dengan persentase 100% dan 93,3%. Kriteria kelayakan meliputi teknik penyajian, pendukung penyajian, dan penyajian pembelajaran [56]. Pada teknik penyajian konsep disajikan secara runtut berupa materi faktual, konseptual, dan prosedural, sistem penyajian RPP sesuai dengan Standar Proses Pembelajaran Dasar dan Menengah, konsistensi sistematika sajian dalam LKPD berupa judul, tujuan, petunjuk belajar, informasi pendukung, latihan, tugas/langkah kerja. Pendukung penyajian berupa komponen RPP sesuai dengan Standar Proses Pembelajaran Dasar dan Menengah dan komponen LKPD. Penyajian pembelajaran tentang fokus pembelajaran adalah kegiatan belajar peserta didik, pembelajaran berpusat pada peserta didik, dan guru hanya sebagai fasilitator dan pembimbing dalam pelaksanaan pembelajaran. Produk LKPD dinyatakan belum memenuhi kelayakan penyajian sebesar 6,7% dengan kekurangan berupa penataan tampilan dan penambahan soal latihan. LKPD menjadi menarik menurut Nurliawaty et al (2017), adalah LKPD dengan tampilan yang ditata secara menarik dan berwarna.

Berdasarkan hasil validasi, kelayakan kegrafikaan LKPD dinyatakan sangat valid dengan persentase 100%. Komponen pada kelayakan kegrafikaan ialah ukuran, bagian sampul, dan bagian isi [56]. Kevalidan produk didukung oleh uji kepraktisan guru terhadap produk LKPD dengan persentase 100%. LKPD yang sudah direvisi dinilai menarik dengan ilustrasi pada cover yang ditampilkan juga menarik, selain itu warna yang digunakan harmonis dan tidak mengganggu tulisan dan mudah dibaca. Berdasarkan hasil uji kepraktisan peserta didik terdapat peserta didik yang tertarik pada produk LKPD. Hal tersebut tampak dari komentar peserta didik yang menyatakan bahwa pembelajaran seperti pada LKPD seru dan kegiatan belajar yang disajikan menarik. Selain itu, tampilan LKPD menarik, berwarna, dengan penjelasan perintah maupun informasi yang jelas. Hal tersebut sesuai dengan Nurliawaty et al (2017), yang menyatakan LKPD yang menarik, inovatif, dan variatif dapat memotivasi peserta didik dalam belajar [10].

PENUTUP

Penelitian menghasilkan produk berupa RPP dan LKPD dengan pendekatan STEAM bermetode *brainstorming* pada kegiatan menganalisis. Berdasarkan hasil validasi oleh validator perangkat pembelajaran yaitu RPP dan LKPD dinilai sangat valid dengan presentase 87,05% dan 89,1%. Produk setelah melalui uji kepraktisan peserta didik produk memenuhi kriteria sangat praktis yaitu 87,99% . Sementara melalui uji kepraktisan guru produk memenuhi kriteria sangat praktis dengan presentase 100% untuk RPP dan 100% untuk LKPD. Maka dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran dengan pendekatan STEAM bermetode *brainstorming* dalam kegiatan menganalisis layak digunakan dalam pembelajaran.



Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan uji efektifitas produk yang telah dikembangkan kepada peserta didik sehingga diketahui keefektifannya; mengembangkan instrumen penilaian pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang sesuai dengan pendekatan STEAM bermetode *brainstorming* pada kegiatan menganalisis; mengembangkan media pembelajarannya; mengkaji lebih dalam tentang materi teknologi ramah lingkungan; mengembangkan kegiatan belajar peserta didik pada materi tersebut dengan teknologi yang berbeda dari berbagai bidang baik energi, transportasi, pertanian, dan sebagainya; mempertimbangkan penggabungan soal *pretest* dan *posttest* pada kode QR pengumpulan tugas; menggabungkan aplikasi lain selain *Google Form* pada LKPD; memperbanyak sumber untuk *background reading*; dan memberi ruang peserta didik untuk merancang produknya dari awal hingga akhir.

DAFTAR RUJUKAN

- A. Fatmawati, "Efektivitas Pemberian Pretes Dan Postes Pada Model Pembelajaran Ctl Sebagai Upaya Peningkatan Hasil Belajar Tentang Massa Jenis," *Berk. Fis. Indones. J. Ilm. Fis. Pembelajaran dan Apl.*, vol. 4, no. 1 & 2, pp. 43–45, 2013.
- A. Harjono, M. Makhrus, I. R. T. Savalas, and D. A. C. Rasmi, "Pelatihan Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Untuk Mendukung Kesiapan Guru Sebagai Role Model Keterampilan Abad 21," *J. Pendidik. dan Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 3, pp. 343–347, 2019.
- A. Mustofa and I. Cintamulya, "Pengembangan Handout Materi Biologi SMP Berbasis Pendekatan Konsep pada Sistem dalam Kehidupan Manusia Handout Development of SMP Biology Material Based on Concept Approach to System in Human Life," *Proceeding Biol. Educ. Conf.*, vol. 14, no. 1, pp. 591–597, 2017.
- A. Shalihah, "Pengembangan Modul Pembelajaran Materi Pencemaran Lingkungan Menggunakan Metode Brainstroming Berbasis Lahan Basah Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMP," 2021. BNSP, *Standar Buku Ajar dan Modul Ajar*. Jakarta: Ristekdikti, 2017.
- C. F. Quigley, D. Herro, and F. M. Jamil, "Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices," *Sch. Sci. Math.*, vol. 117, no. 1–2, pp. 1–12, 2017, doi: 10.1111/ssm.12201.
- C. T. Noprinda and S. M. Soleh, "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS)," *Indones. J. Sci. Math. Educ.*, vol. 2, no. 2, pp. 168–176, 2019, doi: 10.24042/ijsme.v2i2.4342.
- D. Aldeirre, R. Komala, and E. Heryanti, "Pengaruh Metode Pembelajaran Brainstorming Terhadap Kemampuan Berpikir kritis Materi Vertebrata Pada Siswa SMA," *Florea J. Biol. dan Pembelajarannya*, vol. 5, no. 2, p. 110, 2018, doi: 10.25273/florea.v5i2.3451.
- D. Amin, "Penerapan Metode Curah Gagasan (Brainstorming) Untuk Meningkatkan Kemampuan Mengemukakan Pendapat Siswa," *J. Pendidik. Sej.*, vol. 5, no. 2, p. 1, 2017, doi: 10.21009/jps.052.01.
- D. Herro, C. Quigley, and H. Cian, "Action in Teacher Education The Challenges of STEAM Instruction : Lessons from the Field," *Action Teach. Educ.*, vol. 41, no. 2, pp. 172–190, 2019, doi: 10.1080/01626620.2018.1551159.
- E. Tarihoran, "Guru Dalam Pengajaran Abad 21," *J. Kateketik dan Pastor.*, vol. 4, no. 1, pp. 46–58, 2019.
- E. Wahyuningrum, R. . Habsari, and S. Khoeriah, "Optimalisasi Google Formulir Sebagai Alternatif Media Evaluasi Pembelajaran Fisika Berbasis E-learning," in *Seminar Nasional Fisika 2020*, 2020, pp. 33–41.
- F. A. Sofyan, "Implementasi HOTS pada Kurikulum 2013," *Inventa*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.36456/inventa.3.1.a1803.



- F. Rachim, *How To STEAM Your Classroom*. DPP Asosiasi Guru Teknologi Informasi Indonesia (AGTIFINDO), 2019.
- G. Yakman and H. Lee, "Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea," *J. Korea Assoc. Sci. Educ.*, vol. 32, no. 6, 2012, doi: 10.14697/jkase.2012.32.6.1072.
- H. C. Wang, C. P. Rosé, and C. Y. Chang, "Agent-based dynamic support for learning from collaborative brainstorming in scientific inquiry," *Int. J. Comput. Collab. Learn.*, vol. 6, no. 3, pp. 371–395, 2011, doi: 10.1007/s11412-011-9124-x.
- H. Hati and S. Sapiruddin, "Penerapan Modeling Instruction Dan Simulasi PhET Dalam Meningkatkan Kemampuan Menganalisis," *Kappa J.*, vol. 4, no. 1, pp. 76–84, 2020, doi: 10.29408/kpj.v4i1.1820.
- H. W. Sofia, A. P. Utomo, S. Hariyadi, B. Wahono, and E. Narulita, "The validity and effectivity of learning using STEAM module with biotechnology game," *JPBI (Jurnal Pendidik. Biol. Indones.)*, vol. 6, no. 1, pp. 91–100, 2020, doi: 10.22219/jpbi.v6i1.10979.
- I. Irmis, M. Hasan, and A. Gani, "Penerapan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Quick Response Code Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Hidrolisis Garam," *J. IPA dan Pembelajaran IPA*, vol. 3, no. 2, pp. 75–87, 2019, doi: 10.24815/jipi.v3i2.14728.
- I. Priantari, A. N. Prafitasari, D. R. Kusumawardhani, and S. Susanti, "Improving Students Critical Thinking through STEAM-PjBL Learning," *Bioeducation J.*, vol. 4, no. 2, pp. 94–102, 2020, doi: doi.org/10.24036/bioedu.v4i2.283.
- I. Ulumudin, *Buku Teks dan Pengayaan: Kelengkapan dan Kelayakan Buku Teks Kurikulum 2013 Serta Kebijakan Penumbuhan Minat Baca Siswa*. Jakarta: Pusat Penelitian Kebijakan Pendidikan dan Kebudayaan, 2017.
- I. W. Redhana, "Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia," *J. Inov. Pendidik. Kim.*, vol. 13, no. 1, 2019.
- J. Kennedy, E. Lee, and A. Fontecchio, "STEAM Approach by Integrating the Arts and STEM Through Origami in K-12," in *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 2016, pp. 2–6, doi: 10.1109/FIE.2016.7757415.
- K. F. T. Lam, T. H. Wang, Y. S. Vun, and N. Ku, "Developing critical thinking in a STEAM classroom," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2555, pp. 82–90, 2019.
- K. P. dan Kebudayaan, "Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs," 2017.
- K.-C. Hong and J.-K. Shim, "A Study of STEAM Education for Elementary Science Subject with Robots," *J. Korean Assoc. Inf. Educ.*, vol. 17, no. 1, pp. 83–91, 2013.
- L. Nurliawaty, M. Mujasam, I. Yusuf, and S. W. Widyaningsih, "Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Solving Polya," *JPI (Jurnal Pendidik. Indones.)*, vol. 6, no. 1, pp. 72–81, 2017, doi: 10.23887/jpi-undiksha.v6i1.9183.
- M. Makhrus, A. Harjono, A. Syukur, S. Bahri, and Muntari, "Identifikasi Kesiapan LKPD Guru Terhadap Keterampilan Abad 21 Pada Pembelajaran IPA SMP," *J. Ilm. Profesi Pendidik.*, vol. 3, no. 2, pp. 124–128, 2018.
- M. Markhus, A. Harjono, A. Syukur, S. Bahri, and Muntari, "Analisis Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Terhadap Kesiapan Guru Sebagai 'Role Model' Keterampilan Abad 21 Pada Pembelajaran IPA SMP," *J. Penelit.*



Pendidik. IPA (JPPIPA), vol. 5, no. 1, pp. 66–72, 2019, doi: 10.29303/jppipa.v5i1.171.

M. Pendidikan, D. A. N. Kebudayaan, and R. Indonesia, *Salinan Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. 2016, pp. 1–15.

M. Rani, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran berbasis Problem Posing Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Materi Pewarisan Sifat Berdasarkan Hukum Mendel,” *BioEdu (Berkala Ilm. Pendidik. Biol.)*, vol. 8, no. 3, pp. 135–144, 2019.

M. Swe and K. Shaljan, *STEAM Education: Theory and Practice*. Abu Dhabi: Springer, 2019.

M. W. Syaifullah, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Metode Brainstorming Materi Teknologi Ramah Lingkungan untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa,” *Prism. Sains J. Pengkaj. Ilmu dan Pembelajaran Mat. dan IPA IKIP Mataram*, vol. 4, no. 1, p. 24, 2016, doi: 10.33394/j-ps.v4i1.979.

N. Fang, “Increasing High School Students’ Interest in STEM Education Through Collaborative Brainstorming with Yo-Yos,” *J. STEM Educ. Innov. Res.*, vol. 14, no. 4, pp. 8–14, 2013.

N. Nurjananto and E. Kusumo, “Pengembangan Instrumen Penilaian Autentik Untuk Mengukur Kompetensi Peserta Didik Materi Senyawa Hidrokarbon,” *J. Inov. Pendidik. Kim.*, vol. 9, no. 2, pp. 1575–1584, 2016.

N. Sartono, A. Suryanda, L. S. Ahmad, Zubaidah, and Yulisnaeni, “Implementasi STEAM dalam Pembelajaran Biologi : Upaya Pemberdayaan Guru Biologi Madrasah Aliyah DKI Jakarta,” *J. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–14, 2020.

P. S. Helode, Dr. K. H. Walse, and Karande M.U., “An Online Secure Social Networking with Friend Discovery System,” *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 5, no. 4, pp. 8198–8205, 2017, doi: 10.15680/IJIRCCE.2017.

R. Ibrahim and N. Syaodih, *Perencanaan Pengajaran*. Jakarta: Rineka Cipta, 2010.

R. Sutherland, *Teaching for Learning Mathematics*. New York: Mc Graw Hill, 2007.

Riduwan, *Pengantar Statistika Sosial*. Bandung: Alfabeta, 2012.

S. Dewina, O. Suganda, and R. Widiantie, “Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Menganalisis Dan Keterampilan Berargumentasi Siswa Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di Kelas X,” *Quagga J. Pendidik. dan Biol.*, vol. 9, no. 02, p. 53, 2017, doi: 10.25134/quagga.v9i02.748.

S. Hartini, “Pengembangan Indikator dalam Upaya Mencapai Kompetensi Dasar Bahasa Indonesia di Sekolah Menengah Atas Kabupaten Karanganyar Jawa Tengah,” *Semin. Nas. Pendidik. Bhs. Indones.*, pp. 198–214, 2013.

S. M. Marbun, *Psikologi Pendidikan*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia, 2018.

S. T. Ngantoh, E. Susanti, and I. G. M. Sanjaya, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa,” *Pendidik. Sains Pascasarj.*, vol. 6, no. 1, pp. 1283–1288, 2016.

S. Thiagarajan, D. S. Semmel, and M. I. Semmel, *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Inggris: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota Asli dari: University of Minnesota, 1974.

S. Wahyuni, E. Satriani, and F. Etfita, “Workshop Penggunaan Google Formulir sebagai Media Evaluasi



Pembelajaran Digital selama Pandemi COVID-19,” *J. Publ. Pendidik.*, vol. 11, no. 1, 2021.

S. Zubaidah, “STEAM (Science , Technology , Engineering , Arts , and Mathematics): Pembelajaran Untuk Memberdayakan Keterampilan Abad-21,” in *Seminar Nasional Matematika dan Sains “STEAM Terintegrasi Kearifan Lokal Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0,”* 2019, pp. 1–18.

Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2015.

T. Hadinugrahaningsih and Y. Rahmawati, *Keterampilan Abad 21 dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Project dalam Pembelajaran Kimia*. Jakarta: LPPM Universitas Negeri Jakarta, 2017.

T. Wall, *Responsible Consumption and Production*. 2021.

Winarti, “Profil Kemampuan Berpikir Analisis dan Evaluasi Mahasiswa Dalam Mengerjakan Soal Konsep Kalor,” *J. Inov. dan Pembelajaran Fis.*, vol. 2, no. 1, pp. 19–24, 2015.

Wulandari, E. Peniati, and P. Widiyaningrum, “Pengaruh Penerapan Brainstorming Terhadap Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Hama dan Penyakit Pada Tumbuhan di SMP Negeri 1 Ungaran,” *Unnes J. Biol. Educ.*, vol. 3, no. 1, p. 50229, 2014.

Y. Ariyana, A. Pudjiastuti, R. Bestary, and Zamroni, *Buku Pegangan Pembelajaran Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Berbasis Zonasi*. 2018.

Y. Julia, “Penerapan Goolital-Ject Berbasis STEAM Untuk Meningkatkan Critical Thinking Siswa Pada

Materi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Kelas VIII-A SMP Negeri Unggul Sigli,” *J. Sos. Sigli*, vol. 3, no. 1, pp. 62–67, 2020.

Y. P. Sari, A. Rahman, and K. Kasrina, “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berdasarkan Studi Pengaruh Osmosis Terhadap Warna Mata,” *Diklabio J. Pendidik. dan Pembelajaran Biol.*, vol. 2, no. 2, pp. 16–21, 2019, doi: 10.33369/diklabio.2.2.16-21.

Z. Arifin, *Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, 2012.



STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN E-LEARNING SEBAGAI SOLUSI DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK

Nuvira Maulidia^{1*}, Arif Hidayat², Muhammad Fajar Marsuki³

Pendidikan IPA Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang

Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang

Pendidikan IPA Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang

*Email : nuviramaulidia@gmail.com

Abstrak

Tujuan Penelitian yaitu untuk mengkaji berbagai macam literatur mengenai media pembelajaran e-learning sebagai solusi utama dalam meningkatkan minat belajar. Dilihat dari berbagai literatur kualitas pendidikan di Indonesia masih rendah. Guru masih menggunakan metode ceramah tanpa adanya inovasi dalam proses pembelajaran seperti penggunaan media pembelajaran. Media pembelajaran yang sesuai perlu dipilih guru untuk meningkatkan minat belajar peserta didik yaitu media pembelajaran berbasis teknologi informasi atau e-learning. Metode yang digunakan penelitian ini yakni kajian literatur dan observasi lingkungan di SMPN 23 Malang. Berdasarkan kajian literatur dan observasi yang dilakukan maka diperoleh solusi yang ideal untuk memecahkan masalah tersebut yakni pembaruan terhadap proses pembelajaran yang lebih ideal yaitu penggunaan media pembelajaran e-learning.

Kata kunci: Media Pembelajaran, E-learning, Minat belajar

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu faktor yang mendukung bagi kemajuan suatu bangsa karena dari proses pendidikan generasi penerus bangsa terbentuk. Pendidikan dalam UU No. 20 Tahun 2003 merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana kegiatan pembelajaran agar peserta didik mengembangkan potensi diri secara aktif untuk kegiatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara [1]. Definisi pendidikan tersebut bertujuan untuk menyiapkan peserta didik dalam menjalankan kehidupan, bukan sekedar mampu menjalankan hidupnya. Mutu pendidikan di Indonesia dalam laporan studi Programme for International Student Assessment (PISA), untuk literasi sains dan matematika tahun 2003 bagi peserta didik usia 15 tahun menempati peringkat 38 dari 40 negara peserta [2]. Laporan studi PISA tahun 2006 menunjukkan untuk literasi sains berada pada peringkat 50 dari 57 negara peserta [3]. Laporan tersebut menunjukkan bahwa Pendidikan Indonesia masih rendah dan memerlukan peningkatan mutu pendidikan. Kebijakan peningkatan mutu pendidikan diarahkan pada standar nasional pendidikan (SNP) yang meliputi komponen standar isi, standar proses, standar kompetensi lulusan, standar pendidik dan tenaga kependidikan, standar sarana dan prasarana, standar pengelolaan, standar pembiayaan, dan standar penilaian pendidikan [4].

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan ilmu yang mempelajari fenomena alam yang meliputi makhluk hidup maupun tak hidup beserta kehidupan dan dunia fisik [5]. Menurut Departemen Pendidikan Nasional (2006) IPA Terpadu merupakan pembelajaran IPA yang mengkominasikan pokok bahasan lebih dari satu kajian yaitu fisika, kimia, biologi, bumi, dan alam semesta dalam satu bahasan pada mata pelajaran IPA [6]. Dalam mempelajari IPA tidak hanya mempelajari mengenai pengetahuan benda atau makhluk hidup, namun juga bagaimana cara bekerja, cara berfikir, dan menyelesaikan masalah [7]. Padatnya materi IPA membuat peserta didik kesulitan dalam mencerna dan memahami materi yang disampaikan guru. Penyampaian guru secara konvensional juga salah satu faktor kesulitan peserta didik dalam memahami materi.

Konsep-konsep materi IPA dalam Kompetensi Dasar (KD) memiliki karakteristik yang berbeda-beda, sehingga memerlukan model atau media yang sesuai agar memberikan hasil yang optimal. Kompetensi Dasar kurikulum 2013 mengenai pencemaran lingkungan, terdapat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur. Fakta berupa gambar atau foto, materi konsep berupa kerusakan lingkungan/pencemaran lingkungan, keseimbangan lingkungan, pelestarian lingkungan, penanggulangan kerusakan lingkungan. Materi prinsip yaitu pencemaran, limbah, keseimbangan lingkungan serta materi prosedur berupa pengolahan limbah dan daur ulang [8]. Materi pencemaran lingkungan termasuk salah satu materi yang luas penjabarannya dan terdiri dari berbagai subbab, sehingga untuk menguasainya diperlukan cara belajar aktif agar hasil belajar siswa meningkat [9].

SMP Negeri 23 Malang merupakan salah satu sekolah yang ditetapkan sebagai sekolah adiwiyata yang ada di Malang pada tahun 2015. Sekolah ini menanamkan siswa-siswanya agar mencintai lingkungan yang ada di sekitar dalam proses pembelajaran maupun di luar pembelajaran [10]. Berdasarkan observasi di sekolah ini, masih terdapat sampah yang berada di kolong meja dalam kelas. Hal tersebut menunjukkan bahwa peserta didik masih belum peduli



dengan keadaan lingkungan. Peserta didik masih perlu ditanamkan konsep pencemaran lingkungan dan menguasainya sehingga dapat diamalkan dalam kehidupan sehari-hari.

Minat merupakan kecenderungan yang tetap untuk memperhatikan dan mengenang beberapa kegiatan. Kegiatan yang diminati oleh peserta didik, akan diperhatikan terus-menerus yang disertai rasa senang dan diperoleh rasa kepuasan. Seseorang yang memiliki minat akan lebih cenderung memberikan perhatian terhadap suatu kegiatan [11].

Berdasarkan permasalahan di atas maka dilakukan studi literatur mengenai media pembelajaran untuk dijadikan solusi dalam menanamkan konsep pencemaran lingkungan. Penanaman konsep pencemaran lingkungan dilakukan dengan meningkatkan minat belajar peserta didik pada materi pencemaran lingkungan.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu observasi dan kajian literatur mengenai media pembelajaran yang dapat dijadikan solusi dalam memecahkan masalah. Permasalahan tersebut dipecahkan dengan meningkatkan minat belajar peserta didik. Observasi dilakukan di SMP Negeri 23 Malang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi yang telah dilaksanakan di SMP Negeri 23 Malang menunjukkan bahwa peserta didik masih belum peduli dengan keadaan lingkungan dan perlu ditanamkan konsep pencemaran lingkungan. Hal tersebut dibuktikan dengan banyaknya sampah berserakan di kelas dan kolong meja. Metode yang digunakan dalam pembelajaran IPA adalah metode ceramah dan pemberian tugas. Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Iwan et al., (2016) Kegiatan pembelajaran dilakukan oleh guru hanya dengan menggunakan metode ceramah diperoleh peserta didik sering merasa bosan, cepat lelah dan kurang adanya perhatian, kemampuan peserta didik di dalam kelas berbeda-beda dalam menerima, pengelolaan kelas tidak begitu efektif, dan guru kurang memengaruhi minat siswa terhadap pelajaran [11].

Tercapainya tujuan pembelajaran diperlukan adanya dorongan yang dilakukan oleh guru untuk menumbuhkan minat peserta didik. Minat siswa dapat meningkat apabila terdapat saran yang membantu dalam proses pembelajaran. Salah satu cara yang dapat membantu yaitu media pembelajaran [12].

Media pembelajaran merupakan salah satu alat bantu yang dapat digunakan guru dalam mengajar untuk menyampaikan materi, meningkatkan kreatifitas peserta didik, dan meningkatkan perhatian peserta didik dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran membuat peserta didik lebih termotivasi untuk belajar, mendorong siswa menulis, berbicara dan imajinasi peserta didik semakin terangsang. Melalui media pembelajaran proses belajar mengajar menjadi lebih efektif dan efisien serta terjalin hubungan baik antara guru dengan peserta didik [13].

Penetapan pemilihan media pembelajaran memerlukan pertimbangan guru agar tujuan pembelajaran tercapai. Perkembangan teknologi informasi juga mempengaruhi media pembelajaran sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran. Media pembelajaran berbasis teknologi informasi secara konseptual merupakan pembelajaran tatap muka dengan sentuhan atau dukungan teknologi informasi [14].

Solusi dari permasalahan yang ada dapat diatasi menggunakan media pembelajaran dengan sentuhan teknologi informasi. Media pembelajaran dengan sentuhan teknologi informasi yang dapat dimanfaatkan dalam meningkatkan minat peserta didik adalah *e-learning*. *E-learning* merupakan inovasi proses pembelajaran yang tidak hanya dalam penyampaian materi pembelajaran tetapi juga membuat peserta didik aktif. Materi bahan ajar dapat divirtualisasikan dalam berbagai format yang lebih menarik dan dinamis sehingga mampu meningkatkan minat peserta didik untuk lebih jauh dalam proses pembelajaran [15].

E-learning dikembangkan sebagai media pembelajaran yang dapat menghubungkan guru dengan peserta didik dalam ruang belajar online yang terkoneksi internet. *E-learning* digunakan untuk mengatasi keterbatasan antara guru dengan peserta didik dalam segala kondisi. Penggunaan media pembelajaran *e-learning* membuat guru dan peserta didik dapat melakukan pembelajaran kapan saja dan dimana saja [16].

E-learning yang dibuat dalam penelitian menggunakan platform *e-learning* dari Moodle yang menyediakan fasilitas LSM (Learning Management System). LSM merupakan salah satu alternatif yang dapat dilakukan guru dalam merancang pembelajaran. LSM sistem menyediakan kelas berbasis teknologi informasi dan komunikasi yang dapat



digunakan oleh guru dalam membagikan materi, tugas, dan lain-lain [17]. Sehingga guru dapat memudahkan peserta didik untuk mencari informasi, melakukan percobaan, mengumpulkan data, serta melatih perkembangan kognitifnya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi informasi di SMA Negeri 9 Bone diperoleh hasil bahwa minat belajar peserta didik kelas X IPA 3 meningkat. Selain itu juga aktivitas peserta didik dalam proses pembelajaran mengalami peningkatan. Rata-rata hasil belajar yang diperoleh siswa kelas X IPA 3 di SMA Negeri 9 Bone mengalami peningkatan dari 67,34% menjadi 83,19% [14]. Terdapat pula penelitian yang dilakukan di SMK Negeri Al- Mubarkeya diperoleh hasil bahwa penggunaan media pembelajaran *e-learning* berpengaruh terhadap minat dan hasil belajar peserta didik dengan dibuktikan adanya peningkatan positif sebesar 81,25% [18]. Hal tersebut membuktikan bahwa media pembelajaran berbasis teknologi informasi atau *e-learning* efektif digunakan atau berpengaruh dalam meningkatkan minat belajar peserta didik.

PENUTUP

Berdasarkan permasalahan di atas, peserta didik membutuhkan media pembelajaran *e-learning* untuk meningkatkan minat belajar pada materi pencemaran lingkungan di SMPN 23 Malang.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Depdiknas. (2003). *Undang-undang RI No. 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional*.
- [2] OECD, *Lernen für die Welt von morgen: Erste Ergebnisse von PISA 2003*. OECD, 2004. doi: 10.1787/9789264063556-de.
- [3] OECD, *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD, 2013. doi: 10.1787/9789264190511-en.
- [4] F. Alawiyah, "STANDAR NASIONAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH," vol. 8, no. 1, p. 12, 2017.
- [5] P. Rahayu, S. Mulyani, and S. S. Miswadi, "PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN IPA TERPADU DENGAN MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASE MELALUI LESSON STUDY," p. 8, 2012.
- [6] Depdiknas. (2006). *Permen Nomor 22 Tahun 2006*. Jakarta : Depdiknas.
- [7] Mukdin. (2018). PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING (PBL) UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR FISIKA PADA TOPIK GELOMBANG BUNYI DAN CAHAYA PESERTA DIDIK KELAS XII IPA 2 SMAN 1 WANASABA TAHUN PELAJARAN 2016/2017. *Journal Ilmiah Rinjani*, 6(2).
- [8] N. Roy and R. Susanti, "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Topik Pencemaran Lingkungan Di Kelas X IPA," p. 15, 2017.
- [9] S. Nuripah, "Untuk memenuhi sebagian persyaratan Guna mencapai derajat Sarjana S-1 Pendidikan Biologi," p. 12, 2012.
- [10] "Web SMP Negeri 23 Malang." Accessed: Sep. 22, 2021. [Online]. Available: <http://www.smpn23-malang.sch.id/>
- [11] Iwan, H. L. Wambrauw, and S. S. Fidmatan, "PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE TALKING STICK UNTUK MENINGKATKAN MINAT DAN HASIL BELAJAR BIOLOGI SISWA PADA MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN KELAS XA DI SMA YAPIS MANOKWARI," p. 12, 2016.



- [12] E. Yofitawulansari, J. Ariyanto, and A. Jatmiko, "PENINGKATAN MINAT BELAJAR BIOLOGI SISWA MELALUI Cooperative Integrated Reading and Composition (CIRC) BERBANTUAN MODUL PADA SISWA KELAS VII-D SMP NEGERI 16 SURAKARTA TAHUN PELAJARAN 2011 / 2012," p. 6, 2012.
- [13] T. Tafonao, "PERANAN MEDIA PEMBELAJARAN DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR MAHASISWA," *J. Komun. Pendidik.*, vol. 2, no. 2, p. 103, Aug. 2018, doi: 10.32585/jkp.v2i2.113.
- [14] A. Nursyam, "Peningkatan Minat Belajar Siswa Melalui Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi," *Ekspose J. Penelit. Huk. Dan Pendidik.*, vol. 18, no. 1, pp. 811–819, Jul. 2019, doi: 10.30863/ekspose.v18i1.371.
- [15] Hartanto. (2016). *Penggunaan E-Learning Sebagai Media Pembelajaran.*
- [16] D. Fitriana, *PERAN MEDIA E-LEARNING DALAM PEMBELAJARAN UNTUK MENGOPTIMALKAN KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIKA DAN NORMA SOSIOMATEMATIK.* 2018. doi: 10.1787/9789264190511-en.
- [17] N. Fatmi, I. Muhammad, M. Muliana, and S. Nasrah, "The Utilization of Moodle-Based Learning Management System (LMS) in Learning Mathematics and Physics to Students' Cognitive Learning Outcomes," *Int. J. Educ. Vocat. Stud.*, vol. 3, no. 2, p. 155, Apr. 2021, doi: 10.29103/ijevs.v3i2.4665.
- [18] M. Muhajir, R. Musfekar, and H. Hazrullah, "EFEKTIVITAS PENGGUNAAN E-LEARNING BERBASIS EDMODO TERHADAP MINAT DAN HASIL BELAJAR (STUDI KASUS DI SMK NEGERI AL MUBARKEYA)," *Cyberspace J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, p. 50, May 2019, doi: 10.22373/cj.v3i1.4725.



STUDI LITERATUR PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Galuh Rizky Titania 1^{1*}, Sugiyanto 2², Muhammad Fajar Marsuki 3³

1 Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

2 Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

3 Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

*Email: galuh.rizky.1703516@students.um.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji literatur penerapan model pembelajaran *Problem Based-Learning* (PBL) sebagai bahan ajar pada kegiatan siswa dalam menganalisis pencemaran lingkungan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, didapatkan kegiatan siswa dalam menganalisis suatu permasalahan nyata masih kurang diterapkan. Pembelajaran yang diterapkan oleh guru masih cenderung siswa hanya mempelajari IPA dengan mendengarkan dan menghafal konsep, sehingga belum menekankan pada pengalaman belajar siswa. Tidak adanya aktivitas siswa dalam memberikan respon balik sebagai pengembangan kemampuan berpikir. Selain itu, proses belajar dengan menggunakan pengetahuan awal sebagai dasar rancangan pembelajaran masih jarang dilakukan. Penerapan model pembelajaran PBL menjadi solusi bagi pendidik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif berupa kajian literatur dan wawancara oleh guru IPA di SMP Negeri 15 Malang. Berdasarkan kajian literatur dan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh solusi yang ideal untuk menerapkan model *Problem Based-Learning* (PBL) pada kegiatan menganalisis pencemaran lingkungan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Kata Kunci: Bahan Ajar, *Problem Based Learning*, Pencemaran Lingkungan, Keterampilan Berpikir Kritis

PENDAHULUAN

Perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) melibatkan beberapa aspek yang terdiri atas fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori yang dibangun berdasarkan kegiatan mengamati dan mengumpulkan data yang harus diuji keberadaannya melalui serangkaian kegiatan ilmiah. Pembelajaran IPA harus memerhatikan aspek produk, proses, sikap, dan aplikasi agar peserta didik mampu memahami IPA secara utuh, serta memahami gejala alam dengan menggunakan kegiatan pemecahan masalah dan hubungannya dengan kehidupan sehari-hari [1]. Perkembangan kurikulum 2013 di Indonesia memiliki tujuan mengembangkan potensi peserta didik memiliki keterampilan berpikir dan bersikap ilmiah baik dalam ranah konkret maupun abstrak [2].

KD 3.9 kelas VII semester II yaitu menganalisis penyebab pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem. Merujuk pada Taksonomi Bloom yang dibuat untuk tujuan pendidikan, KD 3.9 dalam ranah kognitif termasuk ke jenjang C4 dengan kategori sedang. Konsep pencemaran lingkungan memiliki karakteristik yang konkret. Konkret menurut KBBI (2018) adalah nyata, benar-benar ada (terwujud, dapat dilihat, diraba dan sebagainya), maka pencemaran lingkungan dapat langsung dilihat di kehidupan sehari-hari [3]. Selain itu, konsep pencemaran lingkungan juga memiliki karakter dimana dalam kegiatan pembelajaran ada proses penyampaian materi secara teoritis, kegiatan praktikum, dan observasi lapangan untuk melihat permasalahan lingkungan secara nyata dalam kehidupan sehari-hari. Sehingga konsep pencemaran lingkungan ini cocok untuk mengasah kemampuan berpikir siswa dalam memecahkan masalah dan membantu siswa terampil dalam memecahkan masalah [4].

Dalam memecahkan permasalahan dibutuhkan kemampuan siswa dalam menganalisis (*analyzing*). Kemampuan analisis dalam memecahkan masalah lingkungan erat hubungannya dengan materi pelajaran IPA salah satunya yaitu pencemaran lingkungan [5]. Menganalisis adalah kegiatan menerangkan hubungan yang ada dan mengkomposisi berbagai komponen menjadi kesatuan yang utuh. Indikator kemampuan menganalisis diantaranya mengurai dan menghubungkan informasi yang relevan serta menentukan sudut pandang tentang tujuan mempelajari informasi [6]. Kemampuan berpikir analisis dapat dilatih dengan membiasakan peserta didik menyelesaikan masalah yang bersifat menganalisis. Kegiatan yang dapat dilakukan yaitu menyadari



masalah, menemukan masalah, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis, dan menentukan pilihan penyelesaian [7]. Namun kenyataannya, hal tersebut masih kurang maksimal dalam proses pembelajaran.

Salah satu keterampilan berpikir yaitu keterampilan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan peserta didik untuk selalu aktif dalam mencari bukti sebuah kasus, menginterpretasikan peristiwa yang terjadi, dan memecahkan sebuah permasalahan [8]. Kemampuan berpikir kritis pada peserta didik dapat ditingkatkan dengan memberikan latihan yakni dengan mengorientasikan permasalahan yang ada di kehidupan sehari-hari [9].

Pembelajaran masih berpusat pada guru dengan menggunakan model konvensional, sehingga peserta didik cenderung pasif dan mudah bosan dalam menanggapi materi yang diberikan [10]. Dalam proses pembelajaran, bahan ajar yang tersedia belum mendukung peserta didik membangun sendiri pengetahuannya dengan pemecahan masalah di lingkungan sekitar. Bahan ajar yang digunakan sekolah diperoleh dari pemerintah [11]. Bahan ajar yang digunakan peserta didik membuktikan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa belum diberdayakan secara optimal. Peserta didik langsung disajikan sebuah percobaan sederhana yang terdiri dari rumusan masalah dan langkah-langkah percobaan, serta membuat kesimpulan diakhir percobaan [7]. Hasil wawancara oleh guru IPA di SMP Negeri 15 Malang menunjukkan hal yang serupa dengan beberapa penelitian tersebut. Guru menggunakan metode ceramah dan demonstrasi, peserta didik hanya mendengarkan, mencatat dan menghafal konsep-konsep tanpa memberikan respon balik sebagai pengembangan kemampuan berpikir. Proses belajar dengan menggunakan pengetahuan awal sebagai dasar rancangan pembelajaran masih jarang dilakukan. Buku peserta didik yang digunakan yaitu buku IPA BSE kelas VII SMP. Selain itu di sekolah peneliti wawancara menerapkan proses pembelajaran dengan tidak disertai model pembelajaran IPA yang disarankan oleh pemerintah seperti *Problem Based Learning* (PBL).

Model PBL merupakan model pembelajaran yang sesuai untuk diterapkan pada pembelajaran abad ke-21 karena peserta didik dapat belajar dengan berpartisipasi secara aktif berkontribusi dalam memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran berdasarkan masalah (*Problem Based Learning*) merupakan suatu pembelajaran di mana peserta didik mengerjakan permasalahan yang otentik dengan maksud untuk menyusun pengetahuan mereka sendiri, mengembangkan inkuiri dan keterampilan berpikir tingkat tinggi, mengembangkan kemandirian, dan percaya diri [12]. Pada proses pembelajaran menggunakan model PBL, peserta didik diberikan suatu permasalahan nyata bukan seputar disiplin ilmu dan menuntut peserta didik untuk memberikan tindakan-tindakan yang harus dilakukan untuk memecahkan masalah yang diberikan guru [13].

Berdasarkan permasalahan-permasalahan tersebut, maka dilakukan studi literatur mengenai model pembelajaran yang menampilkan permasalahan nyata di kehidupan sehari-hari sehingga dapat memfasilitasi kegiatan siswa menganalisis pencemaran lingkungan untuk dijadikan solusi dalam mengatasi rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif berupa wawancara dan kajian literatur tentang model pembelajaran yang menampilkan permasalahan nyata di kehidupan sehari-hari sehingga dapat memfasilitasi kegiatan siswa menganalisis pencemaran lingkungan untuk dijadikan solusi dalam mengatasi rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa. Instrumen penelitian yaitu tes wawancara dan studi literatur. Kajian literatur dilakukan dengan melakukan pengumpulan data melalui penghimpunan dan menganalisis jurnal maupun artikel yang berkaitan dengan penelitian. Wawancara dilakukan dengan guru dan siswa pada mata pelajaran IPA kelas VII SMP Negeri 15 Malang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Wawancara yang telah dilaksanakan kepada guru menunjukkan bahwa guru belum pernah memfasilitasi peserta didik untuk melakukan kegiatan menganalisis pencemaran lingkungan. Pembelajaran yang biasa dilakukan oleh guru adalah menjelaskan materi dengan metode ceramah dan demonstrasi. Materi yang terdapat dalam buku disampaikan kepada peserta didik tanpa melibatkan peserta didik dalam proses mencari dan menyelidiki sehingga materi pembelajaran hanya bisa diingat dan dihafal dalam pikiran peserta didik. Peserta didik merasa mudah bosan dan kurang terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran karena peserta didik tidak difasilitasi untuk mengeksplorasi, mengajukan pertanyaan, dan menyelidiki hal-hal yang akan dipelajari. Hal ini tidak sesuai dengan proses pembelajaran IPA yang seharusnya menekankan pada pemberian pengalaman langsung agar kompetensi peserta didik untuk menjelajahi dan memahami alam sekitar dapat berkembang.

Setiap peserta didik pada saat belajar akan muncul kemampuan dalam berfikir kritis misalnya kemampuan bertanya, menyimpulkan pertanyaan, klasifikasi, observasi (pengamatan) lingkungan dan interpretasi masalah. Pada saat ini kemampuan berfikir terkadang tidak berkembang dengan baik maka diperlukan adanya model pembelajaran yang mampu mengembangkan dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Model pembelajaran dengan pemberian masalah adalah salah satu yang baik, karena hal tersebut sangat membantu siswa dalam memahami suatu kejadian yang telah terjadi, melihat suatu kejadian lebih terperinci dari kejadian sebelumnya dan setelah itu siswa akan mengingat kejadian tersebut [14]. Faktor yang mempengaruhi kurangnya kemampuan berfikir kritis siswa adalah penggunaan metode pembelajaran yang kurang di minati, menarik dan kurang bervariasi, perilaku pebelajaran yang pasif, kondisi lingkungan dan suasana belajar yang kurang kondusif yang dilaksanakan oleh guru [15].

Merujuk pada hasil wawancara, perlu diterapkan model pembelajaran dalam menampilkan permasalahan nyata di kehidupan sehari-hari. Model Pembelajaran Berbasis Masalah atau sering disebut *Problem Based Learning* (PBL) merupakan salah satu model yang dapat diterapkan. PBL menghadirkan permasalahan yang kontekstual dan kompleks. Dalam pembelajaran, PBL dilakukan secara berkelompok dengan menyajikan sebuah permasalahan, mengajukan rumusan masalah, melakukan penyelidikan, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, dan menganalisis dan mengevaluasi sebagai proses pemecahan masalah [16]. Guru berperan sebagai menyajikan masalah, mengajukan pertanyaan, dan memfasilitasi penyelidikan dan dialog [13]. Tahapan *Problem Based Learning* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Model *Problem Based Learning* (PBL)

Tahapan	Kegiatan Siswa	Kegiatan Guru
Orientasi siswa pada masalah	Kelompok mengamati dan memahami masalah yang disampaikan guru atau diperoleh dari bahan bacaan yang disarankan	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran. Guru menampilkan fenomena yang memunculkan masalah. Masalah yang diangkat hendaknya kontekstual. Masalah bisa ditemukan sendiri oleh peserta didik melalui bahan bacaan atau lembar kegiatan
Mengorganisasikan siswa belajar	Peserta didik berdiskusi dan membagi tugas untuk mencari data/bahan-bahan/alat yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah	Guru memastikan setiap anggota memahami tugas masing-masing
Penyelidikan	Peserta didik melakukan penyelidikan (mencari data/referensi/sumber) untuk bahan diskusi kelompok	Guru memantau keterlibatan peserta didik dalam pengumpulan data/bahan selama proses penyelidikan
Mengembangkan dan menghasilkan karya	Kelompok melakukan diskusi untuk menghasilkan solusi pemecahan masalah dan hasilnya dipresentasikan dalam bentuk karya	Guru memantau diskusi dan membimbing pembuatan laporan sehingga karya setiap kelompok siap untuk dipresentasikan
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Setiap kelompok melakukan presentasi, kelompok yang lain memberikan apresiasi. Kegiatan dilanjutkan dengan membuat kesimpulan sesuai dengan masukan yang diperoleh dari kelompok lain	Guru membimbing presentasi dan mendorong kelompok memberikan penghargaan serta masukan kepada kelompok lain. Guru bersama peserta didik menyimpulkan materi

Sumber: (Maryati, 2018)

Manfaat model pembelajaran berbasis masalah menurut Trianto (2007) yaitu membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah dan keterampilan intelektual, serta belajar berperan sebagai orang dewasa [12]. Berdasarkan hasil penelitian oleh Darmawan (2021) menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah dengan strategi pembelajaran berbasis masalah lebih baik daripada



dengan pembelajaran konvensional. Pembelajaran berbasis masalah mampu meningkatkan hasil belajar dan kemampuan untuk memecahkan masalah [17].

Kemampuan menganalisis peserta didik mencakup tiga proses yakni mengurai dan menghubungkan informasi yang relevan serta menentukan sudut pandang tentang tujuan mempelajari informasi [6]. Indikator menganalisis berdasarkan taksonomi Bloom berada pada level kognitif tingkat empat (C4). Pada tingkat menganalisis peserta didik diminta untuk menguraikan informasi ke dalam beberapa bagian menemukan asumsi, membedakan pendapat dan fakta, dan menemukan sebab akibat.

Salah satu konsep IPA yang dapat diintegrasikan dengan kegiatan menganalisis ialah materi pencemaran lingkungan. Materi pencemaran lingkungan sesuai diterapkan dengan model PBL karena menekankan pada menganalisis permasalahan melalui fenomena yang ada di lingkungan sekitar siswa dan memecahkan masalah dengan mencari solusi alternatif agar materi yang diajarkan terkait dengan apa yang dialami oleh siswa. Menganalisis proses terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem merupakan materi yang terdapat pada kelas VII semester II.

Bahan ajar merupakan komponen belajar peserta didik yang disusun berdasarkan kebutuhan peserta didik dan karakteristik peserta didik. Bahan ajar dapat berisi informasi, alat, ataupun teks yang disusun terstruktur [18]. Bahan ajar yang didesain harus sesuai dengan karakteristik peserta didik seperti usia gaya belajar, dan tingkat pengetahuan peserta didik, sehingga mereka mampu belajar mandiri dengan bimbingan guru.

Berdasarkan kajian literatur dan penelitian yang dilakukan, maka diperoleh solusi yang ideal untuk menerapkan model Problem Based-Learning (PBL) pada kegiatan menganalisis pencemaran lingkungan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pengembangan yang saya lakukan yaitu bahan ajar IPA model *Problem Based Learning* pada kegiatan menganalisis pencemaran lingkungan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hasil penelitian yang saya lakukan bahwa bahan ajar IPA model *Problem Based Learning* valid, layak, dan mampu mendukung kegiatan siswa dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada kegiatan menganalisis pencemaran lingkungan. Penelitian yang relevan dilakukan oleh Rokhim (2018) pengembangan bahan ajar IPA berbasis PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Keefektifan bahan ajar tersebut dapat dilihat dari peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan persentase KKM dan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan control [8]. Penelitian lain oleh Suparno (2019) pengembangan bahan ajar IPA terpadu untuk SMP/MTs berbasis PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

Maka, dapat diketahui jika bahan ajar IPA dengan spesifikasi model *Problem Based Learning*, kegiatan menganalisis membantu siswa dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis sangat diperlukan dalam pembelajaran [19].

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan diatas, maka dalam proses pembelajaran dibutuhkan pembelajaran model PBL dengan menampilkan permasalahan di kehidupan nyata sehingga dapat memfasilitasi kegiatan siswa menganalisis pada materi pencemaran lingkungan sebagai solusi utama dalam mengembangkan bahan ajar IPA. Diharapkan dengan mengembangkan bahan ajar IPA, siswa dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

B. Saran

Perlu adanya pengembangan bahan ajar IPA lainnya dengan model pembelajaran yang relevan, supaya proses pembelajaran IPA tidak lagi terkesan sulit atau membosankan. Peserta didik bisa lebih memaksimalkan pembelajaran IPA karena dapat mempelajari materi secara mandiri dan menggunakan teknologi.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. W. Wisudawati, "Metodologi Pembelajaran IPA," in *Jakarta: Bumi Aksara*, 2014.
- [2] C. E. Parasomya and A. Wahyuni, "Upaya peningkatan hasil belajar fisika siswa melalui penerapan model pembelajaran problem based learning (pbl)," *J. Ilm. Mhs. Pendidik. Fis.*, 2017.
- [3] KBBI, "Kamus Besar Bahasa Indonesia," in *KBBI*, 2018.
- [4] S. Dewina, O. Suganda, and R. Widiantie, "PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING (PBL) TERHADAP KEMAMPUAN MENGANALISIS DAN KETERAMPILAN BERARGUMENTASI SISWA PADA KONSEP PENCEMARAN LINGKUNGAN DI KELAS X," *Quagga J. Pendidik. dan Biol.*, 2017, doi:



- 10.25134/quagga.v9i02.748.
- [5] O. O. Arestu, B. Karyadi, and I. Ansori, "PENINGKATAN KEMAMPUAN MEMECAHKAN MASALAH MELALUI LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS MASALAH," *Diklabio J. Pendidik. dan Pembelajaran Biol.*, 2019, doi: 10.33369/diklabio.2.2.58-66.
- [6] L. W. Anderson and D. R. Kratwohl, "Kerangka Landasan untuk Pembelajaran, Pengajaran, dan Asesmen Revisi Taksonomi Pendidikan Bloom," *Pustaka Pelajar*, 2015.
- [7] A. R. Rokhim, Suparmi, and B. A. Prayitno, "Pengembangan Modul IPA Berbasis Problem Based Learning pada Materi Kalor dan Perpindahan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP Kelas VII," 2018.
- [8] A. R. Rokhim, Suparmi, and B. A. Prayitno, "Pengembangan Modul Ipa Berbasis Problem Based Learning," *J. Inkuiri*, vol. 7, no. 1, pp. 143–150, 2018.
- [9] P. R. Ningsih, A. Hidayat, and S. Kusairi, "Penerapan problem based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa kelas III," *J. Pendidik. Teor. , Penelit. dan Pengemb.*, 2018.
- [10] L. Y. Asril, N. Ain, and H. Y. Pratiwi, "Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Motivasi dan Kemampuan Analisis Siswa," *Seminar Nasional Pendidikan*. pp. 82–87, 2019.
- [11] B. S. Wahyudi, S. Hariyadi, and S. A. Hariani, "Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Model Problem Based Learning Pada Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X Sma Negegi Grujung Bondowoso," *Pancaran*, vol. 3, no. 3, pp. 83–92, 2014.
- [12] Trianto, "Model Pembelajaran Terpadu dalam Teori dan Praktek," *Jakarta, Prestasi Pustaka*, 2007.
- [13] I. Maryati, "PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH PADA MATERI POLA BILANGAN DI KELAS VII SEKOLAH MENENGAH PERTAMA," *Mosharafa J. Pendidik. Mat.*, 2018, doi: 10.31980/mosharafa.v7i1.342.
- [14] E. Priawasana and W. Waris, "Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis Dengan Pendekatan Problem Based Learning," *Madrosatuna J. Islam. Elem. Sch.*, 2019, doi: 10.21070/madrosatuna.v3i1.1975.
- [15] S. Ramdiah and A. Duran Corebima, "Learning Strategy Equalizing Students' Achievement, Metacognitive, and Critical Thinking Skills," *Am. J. Educ. Res.*, 2014, doi: 10.12691/education-2-8-3.
- [16] D. Rosnanda, S. Sarwanto, and N. S. Aminah, "PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH PADA MATERI LITOSFER UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP," *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, 2018, doi: 10.20961/inkuiri.v6i3.17866.
- [17] E. Darmawan, "PENGARUH PEMBELAJARAN PROJECT BASED LEARNING (PBL) PADA MATERI EKOSISTEM TERHADAP SIKAP DAN HASIL BELAJAR SISWA SMAN 2 MALANG," *LENSA (Lentera Sains) J. Pendidik. IPA*, 2021, doi: 10.24929/lensa.v2i1.146.
- [18] P. Andi, "Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif Cetakan ke-4 (Yogyakarta)," *Diva Press*, 2012.
- [19] J. Suparno, W. Sunarno, and A. Ashadi, "PENGEMBANGAN MODUL IPA TERPADU UNTUK SMP/MTs BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING (PBL) DENGAN TEMA FOTOSINTESIS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS," *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 8, no. 2, p. 119, 2019, doi: 10.20961/inkuiri.v8i2.31828.



ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF MODEL PBL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN AIR

Dyah Fitrianiingsih^{1*}, Sugiyanto², Muhammad Fajar Marsuki³

1 Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

2 Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

3 Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

*Email : dyafitrianiingsih@gmail.com

Abstrak

Berpikir kritis menjadi keterampilan yang penting untuk dimiliki di era revolusi industri 4.0 dalam pembelajaran abad 21. Dengan model Problem Based Learning (PBL) siswa diajak untuk melatih kemampuannya dalam memecahkan masalah sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Pandemi COVID-19 menyebabkan pembelajaran dilaksanakan secara daring yang membuat siswa harus bisa belajar mandiri di rumah. Untuk memfasilitasi siswa belajar mandiri, meningkatkan motivasi belajar dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, maka diperlukan bahan ajar yang menarik. Salah satu materi yang dapat merangsang kemampuan pemecahan masalah siswa terhadap permasalahan lingkungan adalah materi Pencemaran Air. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji berbagai macam literatur tentang kebutuhan e-modul interaktif model PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada kegiatan menganalisis pencemaran air. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan menghasilkan analisis kebutuhan pengembangan e-modul interaktif model PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada kegiatan menganalisis pencemaran air.

Kata kunci: E-modul, PBL, Pencemaran Air dan Kemampuan Berpikir Kritis

PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peran yang penting pada pengembangan sumber daya manusia yang berkualitas, kreatif serta berpikir kritis dalam pengembangan bangsa dan negara untuk menjawab tantangan zaman di abad ke-21 yang telah memasuki era revolusi industri 4.0. *US-based Partnership for 21st Century Skills (P21)* dalam Zubaidah (2016) mengidentifikasi keterampilan yang dibutuhkan di abad ke-21, diantaranya yaitu komunikasi, kolaborasi, berpikir kritis dan kreatif [1]. Sejalan dengan hal tersebut, NSTA dalam Salampessy & Suparman (2019) berpendapat bahwa dengan melalui pendidikan, keterampilan berpikir dan keterampilan pemecahan masalah yang merupakan keterampilan abad ke-21 dapat dikembangkan [2]. Menurut Ennis (2011), berpikir kritis merupakan pemikiran reflektif yang masuk akal yang berfokus pada pengambilan keputusan tentang apa yang harus dilakukan atau apa yang harus dipercaya [3]. Berpikir kritis sebagai salah satu tujuan program pendidikan memiliki kaitan yang erat dengan keberhasilan individu dalam pendidikan. Hal ini berhubungan dengan proses pengambilan keputusan terkait masalah kehidupan nyata yang kompleks [4]. Terkait hal tersebut, keterampilan berpikir kritis memiliki peran sebagai alat yang penting dalam pengambilan keputusan yang tepat [5].

Oleh karena itu, sangatlah penting untuk melakukan implementasi pembelajaran yang terintegrasi aspek-aspek yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Untuk membantu siswa supaya memiliki kemampuan berpikir kritis maka diperlukan kegiatan pembelajaran yang dapat memunculkan keterampilan tersebut, salah satunya yaitu dengan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*). Maryati (2018) menjelaskan bahwa *Problem Based Learning* (PBL) adalah pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan masalah dunia nyata sebagai konteks bagi siswa untuk mempelajari cara berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah, serta memperoleh pengetahuan dan konsep penting dari materi pembelajaran. Ia juga menyatakan bahwa *Problem Based Learning* adalah model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam pemecahan masalah melalui tahapan metode saintifik sehingga siswa dapat mempelajari pengetahuan yang berkaitan dengan masalah tersebut serta mempunyai keterampilan dalam memecahkan masalah [6].



Pandemi COVID-19 yang melanda dunia menyebabkan pembelajaran dilakukan secara daring yang menuntut siswa harus belajar mandiri di rumah. Oleh karena itu, siswa membutuhkan sumber belajar yang dapat dipahami secara mandiri. E-modul dapat menjadi salah satu solusi untuk menyediakan bahan belajar mandiri siswa di masa pembelajaran daring. Menurut Fausih & Danang dalam [7], modul elektronik (e-modul) merupakan sumber belajar yang disusun secara sistematis dan dapat dipahami secara mandiri yang dapat memuat teks, gambar dan video. Pembelajaran berbasis teknologi digital dapat menarik perhatian siswa disebabkan produk digital didukung dengan tampilan gambar, suara, video, maupun animasi sehingga tercipta pembelajaran yang interaktif dengan siswa [8]

Materi pencemaran air dipilih karena materi tersebut sangat dekat dengan kehidupan siswa. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran air yaitu dengan menanamkan pengetahuan tentang lingkungan kepada masyarakat khususnya siswa. Siswa adalah komponen pendidikan diharapkan dapat melakukan perubahan yang lebih baik untuk lingkungan. Oleh sebab itu, penting untuk mendidik siswa agar menyadari dan meyakini adanya keterbatasan- keterbatasan alam yang memberi kehidupan di bumi ini [9]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji berbagai macam literatur tentang kebutuhan e-modul interaktif model PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada kegiatan menganalisis pencemaran air.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dan pengumpulan data dilakukan menggunakan teknik studi literatur. Nazir (2011) menyatakan bahwa sumber bacaan dalam penelitian ilmiah tidak hanya dari buku referensi, akan tetapi digunakan sumber-sumber lain seperti jurnal, *periodical*, *yearbook*, *buletin*, *annual review*, dan *recent advances* [10]. Dalam penelitian ini, sumber bacaan yang digunakan adalah jurnal ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil studi literatur ditemukan permasalahan pembelajaran IPA. Salah satu keterampilan yang harus dimiliki di era revolusi industri 4.0 abad ke-21 adalah berpikir kritis. Namun faktanya berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [2], keterampilan berpikir siswa di Indonesia rata-rata masih tergolong rendah dalam bidang sains maupun teknologi, berdasarkan hasil TIMSS (*Trends International Mathematics and Science Study*) dan hasil PISA (*Programme for International Student Assessment*). TIMSS Pada tahun 2015, Indonesia di urutan bawah. Skor Matematika 397, menempatkan Indonesia di nomor 45 dari 50 negara. Pada bidang Sains, dengan skor 397, Indonesia di urutan ke-45 dari 48 negara. Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan model pembelajaran PBL. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [10] dan [11], penerapan model PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Pandemi COVID-19 mengakibatkan terjadinya perubahan pada sistem pembelajaran yang semula dilakukan langsung secara tatap muka kini dilakukan dengan jarak jauh secara online [12]. Namun, pembelajaran secara online mempunyai kelemahan yaitu guru tidak dapat mengawasi siswa secara langsung, penyampaian materi kurang efektif dan waktu penyampaian materi yang terbatas (Yunitasari & Hanifah, 2020). Pembelajaran online menuntut siswa mampu belajar secara mandiri. Oleh karena itu, siswa membutuhkan sumber belajar yang dapat dipahami secara mandiri.

E-modul menjadi solusi yang dapat ditawarkan untuk menyediakan bahan belajar mandiri siswa di masa pembelajaran daring, untuk memfasilitasi siswa lebih mandiri dan memahami pelajaran IPA khususnya materi pencemaran air. Imaningtyas et. al dalam (Iva et al., 2021), menyatakan bahwa E-modul dibuat dengan tujuan agar siswa dapat belajar secara mandiri dengan atau tanpa bimbingan guru [7].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [9] kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi pencemaran lingkungan masih termasuk dalam kategori rendah. Menurut Rofiah dalam [9] menyebutkan bahwa pemecahan masalah memerlukan proses berfikir yang tidak hanya menghafal dan menyampaikan kembali informasi yang diketahui [9]. Kemampuan pemecahan masalah juga harus mengaitkan pengetahuan dan pengalaman yang telah dimiliki untuk berpikir secara kritis dan kreatif sebagai upaya untuk menentukan keputusan dan menyelesaikan masalah pada situasi baru.

Materi pencemaran air dipilih karena materi tersebut sangat dekat dengan kehidupan siswa. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi pencemaran air yaitu dengan menanamkan pengetahuan tentang lingkungan kepada masyarakat khususnya siswa. Siswa adalah komponen pendidikan diharapkan

dapat melakukan perubahan yang lebih baik untuk lingkungan. Oleh sebab itu, penting untuk mendidik siswa agar menyadari dan meyakini adanya keterbatasan- keterbatasan alam yang memberi kehidupan di bumi ini [9].

Berdasarkan uraian tersebut, maka kebutuhan e-modul interaktif model PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada kegiatan menganalisis pencemaran air diperlukan dalam pembelajaran. Bahan ajar dapat membantu siswa untuk menganalisis permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar dan menentukan solusi pemecahan masalah tersebut dengan membuat keputusan yang bertanggungjawab.

PENUTUP

Solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa di era pandemi berdasarkan kajian literatur yaitu dengan mengembangkan e-modul interaktif model PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada kegiatan menganalisis pencemaran air. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diharapkan terdapat pengembangan e-modul interaktif model *Problem Based Learning* yang mengintegrasikan aspek-aspek yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada seluruh sintaks *Problem Based Learning*.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] S. Zubaidah, "Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan Yang Diajarkan Melalui Pembelajaran," *Semin. Nas. Pendidik.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–17, 2016.
- [2] Y. M. Salampessy and Suparman, "Analisis Kebutuhan E-Modul Berbasis PBL Berpendekatan STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif," *Prosding Sendika*, vol. 5, no. 1, pp. 13–17, 2019.
- [3] R. H. Ennis, "The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities," *Informal Log.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2011, doi: 10.22329/il.v6i2.2729.
- [4] D. T. Tiruneh, M. De Cock, A. G. Weldeclassie, J. Elen, and R. Janssen, "Measuring Critical Thinking in Physics: Development and Validation of a Critical Thinking Test in Electricity and Magnetism," *Int. J. Sci. Math. Educ.*, vol. 15, no. 4, pp. 663–682, 2017, doi: 10.1007/s10763-016-9723-0.
- [5] Ö. Palavan, "The effect of critical thinking education on the critical thinking skills and the critical thinking dispositions of preservice teachers," *Educ. Res. Rev.*, vol. 15, no. 10, pp. 606–627, 2020, doi: 10.5897/err2020.4035.
- [6] I. Maryati, "Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Materi Pola Bilangan di Kelas VII Sekolah Menengah Pertama," *J. Mosharafa*, vol. 7, no. 1, pp. 63–74, 2018.
- [7] I. Malina, H. Yuliani, and N. I. Syar, "ANALISIS KEBUTUHAN E-MODUL FISIKA SEBAGAI BAHAN AJAR BERBASIS PBL DI MA MUSLIMAT NU," *Silampiri J. Pendidik. Ilmu Fis.*, vol. 3, no. 1, pp. 70–80, 2021, doi: 10.31540/sjpif.v3i1.1240.
- [8] D. W. Agustina and H. Fitrihidajati, "Pengembangan Flipbook Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Submateri Pencemaran Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA," *BioEdu Berk. Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 9, no. 1, pp. 325–339, 2020.
- [9] D. V. Sigit, E. Ernawati, and M. Qibtiah, "Hubungan Pengetahuan Lingkungan Hidup Dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Pencemaran Lingkungan Pada Siswa Sman 6 Tangerang," *Biosf. J. Pendidik. Biol.*, vol. 10, no. 2, pp. 1–6, 2017, doi: 10.21009/biosferjpb.10-2.1.
- [10] M. Nazir, *Metode Penelitian*. Bogor: Penerbit Ghalia Indonesia, 2011.



STUDI LITERATUR BAHAN AJAR PBL SEBAGAI SOLUSI UTAMA DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN AIR

Santi Ramadhani Putri¹, Sugiyanto², Muhammad Fajar Marsuki³

1 Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

2 Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

3 Prodi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

Abstrak

Tujuan Penelitian yaitu mengkaji berbagai macam literatur sebagai solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pencemaran air. Dari hasil penelitian terdahulu, kemampuan berpikir kritis siswa masih terbilang rendah, hal tersebut dikarenakan guru masih menggunakan solusi yang belum dapat menunjang kemampuan siswa dalam memecahkan masalah. Solusi yang pertama adalah dengan menggunakan aplikasi berbasis android, model pembelajaran inukiri terbimbing, *mind mapping* berpikir kritis siswa, dan bahan ajar berpikir kritis siswa. Bahan ajar dengan menggunakan model pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Siswa belajar dengan cara melakukan diskusi kelompok terkait permasalahan yang diberikan, sehingga siswa mampu merumuskan masalah dan membuat solusi yang kongkret dan nyata. Model pembelajaran yang sesuai perlu dipilih seorang pendidik untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yaitu model PBL. Instrumen yang digunakan penelitian ini yakni tes wawancara pelaksanaan pembelajaran SMPN 23 Malang. Metode yang dipakai ialah kajian literatur dan angket wawancara yang ditujukan untuk guru dan siswa dalam pembelajaran IPA serta tingkat kemampuan berpikir kritis siswa di SMPN 23 Malang. Berdasarkan kajian literatur dan penelitian yang dilakukan maka diperoleh solusi yang ideal untuk memecahkan masalah tersebut yakni pembaruan terhadap proses pembelajaran yang lebih ideal yaitu dengan model PBL pada bahan ajar untuk kegiatan menganalisis pencemaran air.

Katakunci: Bahan Ajar, Model PBL, Pencemaran air, dan Kemampuan Berpikir Kritis

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah proses interaksi antara guru dengan siswa dalam satu ruang lingkup yang menggunakan bahan ajar tentang gejala dan fenomena alam pada kehidupan sehari-hari. Pembelajaran IPA menuntut siswa untuk mempelajari kehidupan terkait makhluk hidup dan alam sekitarnya serta penerapannya di ekosistem (Fatimah et al., 2014). Di dalam Standar Isi yang diatur dalam Permendikbud No.21 Tahun 2016 dijelaskan bahwa tujuan pembelajaran IPA pada tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) adalah mengembangkan keterampilan proses, menanamkan sikap ilmiah dan menerapkan konsep IPA untuk menyelesaikan permasalahan. Dalam mengurangi rasa kejenuhan belajar pada siswa adalah dengan upaya mengembangkan bahan ajar berbagai bentuk. Pengembangan bahan ajar perlu dilakukan untuk membantu siswa dalam memahami konsep pada materi pembelajaran, baik secara mandiri maupun kelompok. Bahan ajar dapat membantu siswa dalam proses belajar secara mandiri untuk memahami konsep yang dipelajari, sehingga dapat memahami materi.

Permasalahan yang terjadi pada pembelajaran IPA khususnya materi pencemaran air terletak pada kegiatan menganalisis proses terjadinya pencemaran air tersebut, di mana pada kegiatan pembelajaran di kelas masih belum menunjang kegiatan menganalisisnya. Hal tersebut dikarenakan guru masih mendominasi dalam proses pembelajaran.

Kompetensi Dasar pada pencemaran air adalah KD 3.8 menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem, dengan indikator pencapaian kompetensi dasarnya berbunyi menganalisis terjadinya pencemaran air dan dampaknya bagi ekosistem. Di dalam KD tersebut mengharuskan siswa terlibat aktif dalam kegiatan belajar, terutama pada kegiatan menganalisis. Menurut Uswatun, dkk., 2015 mengatakan bahwa pembelajaran di kelas harus melibatkan siswa secara langsung dan memberikan permasalahan yang bersifat nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Pembelajaran IPA saat ini seringkali dijumpai bersifat *textbook* dan minim mengkaitkan dengan kehidupan sehari-hari.

Seharusnya pembelajaran tidak hanya dilakukan dengan metode ceramah, tetapi dikolaborasikan dengan belajar kelompok, untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Menurut Rahmatullah et al., 2020, Yetti et al., 2021) mengatakan bahwa, pada setiap proses pembelajaran membutuhkan model pembelajaran agar materi yang diajarkan oleh guru kepada siswa mampu tersimpan

dalam otak dalam jangka waktu yang lama. Di sekolah, jika konsep pembelajaran dikaitkan dengan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, maka akan membuat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi tersebut.

Berpikir kritis merupakan proses secara sistematis yang melibatkan kognitif untuk mengambil keputusan, memecahkan masalah, menganalisis, dan lain sebagainya. Menurut Wulandari (2019) menyebutkan bahwa berpikir kritis adalah kemampuan seseorang yang dimilikinya untuk menemukan informasi yang telah dicari dan dapat memecahkan permasalahan dari informasi yang digalinya.

Kemampuan berpikir kritis di sekolah, khususnya Sekolah Menengah Pertama (SMP), masih tergolong rendah pada pokok bahasan materi pencemaran air. Hal tersebut dapat diketahui dari hasil wawancara terhadap guru tentang hasil evaluasi pembelajaran siswa SMPN 23 Malang kelas VII yang rata-rata tergolong masih rendah. Kemampuan berpikir kritis siswa tergolong masih di bawah rata-rata karena mata pelajaran IPA, khususnya kegiatan menganalisis, sehingga diperlukan suatu bahan ajar dengan menggunakan model pembelajaran yang sesuai dan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal tersebut dirasakan pada materi pencemaran air, permasalahan-permasalahan menuntut siswa untuk menyelesaikannya, tetapi faktanya siswa masih merasa kesulitan dalam menganalisis permasalahan yang disajikan, dikarenakan metode dan model pembelajaran yang masih monoton.

Selain peran guru, berpikir kritis juga dipengaruhi oleh bahan ajar yang dibelajarkan kepada siswa. Penelitian yang dilakukan menurut Praninda (2018) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa SMP 2 Kota Tasikmalaya masih tergolong rendah karena guru hanya terpaku pada metode ceramah dengan permasalahan yang belum bersifat *real*, selain itu soal evaluasi yang diberikan belum menunjang berpikir kritis siswa, di mana hanya terbatas pada soal dengan taraf mengingat dan memahami saja.

Berdasarkan permasalahan di atas maka dilakukan studi literatur mengenai bahan ajar dengan model pembelajaran untuk dijadikan solusi dalam mengatasi rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMPN 23 Malang pada pokok bahasan materi pencemaran air.

METODE

Metode yang digunakan untuk penelitian ini ialah wawancara dan kajian literatur tentang model pembelajaran, bahan ajar, dan kemampuan berpikir kritis yang dapat dijadikan solusi dalam memecahkan masalah rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa. Instrumen penelitian ini yakni menggunakan tes wawancara. Wawancara dilakukan peneliti dengan guru dan siswa pada mata pelajaran IPA khususnya materi pencemaran air, kelas VII SMPN 23 Malang.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian Anggun (2019). Hal ini menunjukkan respon siswa terhadap penerapan pembelajaran berbasis android untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa bersifat sangat kuat dan menunjukkan keberhasilan yang dikatakan baik karena respon yang diperoleh lebih dari 85%.

Berdasarkan penelitian Lalu (2018). Berdasarkan hasil analisis korelasi antara kemampuan berpikir kritis dengan hasil belajar menunjukkan bahwa terdapat hubungan positif antara kemampuan berpikir kritis dengan hasil belajar. Artinya jika nilai kemampuan berpikir kritis peserta didik meningkat, maka akan disertai dengan peningkatan nilai hasil belajar peserta didik. Hal ini karena kemampuan berpikir kritis berhubungan dengan kemampuan kognitif tingkat tinggi seperti kemampuan analisis, evaluasi, dan sintesis. Berdasarkan tes kemampuan berpikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol terdapat peningkatan dari pre-test ke post-test yaitu kelas eksperimen meningkat sebesar 27,42 sedangkan kelas kontrol meningkat sebesar 18,47. Artinya terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis yang lebih baik pada kelas yang menggunakan model inkuiri terbimbing dibandingkan kelas yang menggunakan model konvensional.

IPA menurut siswa merupakan mata pelajaran yang sulit dipahami. Metode yang dilakukan oleh guru menjadikan siswa mengantuk dan bosan saat pelajaran, sehingga keaktifan menjadi berkurang dan tidak terlatih untuk membuat rumusan masalah, menganalisis, dan menyelidiki sesuatu. Selain itu, siswa tak hanya dituntut untuk menguasai konsep saja, tetapi perlu adanya tindakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Pada bahan ajar yang digunakan guru tidak ada kegiatan untuk mencari dan menyelidiki, sehingga siswa hanya mengingat dan menghafalnya. Kondisi tersebut bertentangan dengan karakteristik pembelajaran IPA yaitu aktif, dan bermakna, dengan interaktif satu sama lain (Permendikbud No. 22 Tahun 2016).

Guru masih kurang maksimal dalam memilih model pembelajaran dalam penyampaian materi dan tujuan pembelajaran, apalagi dengan bahan ajar yang belum menunjang kemampuan berpikir kritis siswa. Hal

tersebut dikarenakan guru masih menggunakan pembelajaran langsung (Tanto, et al 2015). Pembelajaran langsung, siswa tidak diberikan kesempatan untuk menganalisis dan mengkonstruksi pemahamannya, sehingga kemampuan berpikir kritis rendah. Rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa disebabkan kurang tepatnya bahan ajar yang belum menggunakan model pembelajaran yang tepat.

Merujuk pada hasil wawancara yang telah dilakukan kepada guru dan siswa untuk memecahkan permasalahan rendahnya kemampuan berpikir kritis yakni dengan cara melakukan keterbaruan dengan model pembelajaran yang diterapkan. Permasalahan yang dihadirkan dalam pembelajaran bersifat *real* dan memiliki informasi penunjang dalam menganalisis materi pencemaran air. Berdasarkan penelitian Setiawan 2015, mengatakan bahwa model PBL adalah salah satu model yang baik digunakan untuk memecahkan masalah. Sesuai dengan KD 3.8 yakni menganalisis proses terjadinya pencemaran air dan dampaknya bagi ekosistem, model PBL sangat cocok digunakan dalam proses pembelajaran.

Berpikir kritis dapat dipacu dengan menggunakan model PBL (Setiawan, 2020). PBL adalah model mengajar dengan berbasis permasalahan agar fokus siswa mengarah pada pemecahan masalah dan materi (Shofiyah, 2018). Penggunaan model berbasis masalah cocok digunakan karena saat pembelajaran siswa dihadirkan suatu masalah untuk menunjang keaktifan dalam berpikir (Tri Siwi, 2018).

Hal ini menandakan diperlukannya pemilihan model pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik materi yang akan diajarkan. Hal itu disebabkan model pembelajaran ialah aspek yang penting dalam mencapai tujuan pembelajaran. Model pembelajaran menyesuaikan dengan pendekatan pembelajaran yang diterapkan (Afandi, dkk., 2013).

IPA menekankan pada pengalaman yang nyata dalam kehidupan sehari-hari untuk mengembangkan kompetensi siswa saat memahami alam secara ilmiah. Belajar IPA akan diarahkan untuk mencari tahu dan melakukan sendiri dalam membangun pengetahuannya (Rahayu, dkk., 2012). Dalam PBL, pengetahuan dan keterampilan dalam diintegrasikan secara relevan, sesuai dengan kenyataan (Setiawan, 2015).

Berdasarkan Tri Siwi, 2018, menyebutkan bahwa PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dan memberikan motivasi untuk bekerja secara berkelompok.

Solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa dari sekian banyaknya model yang pernah ditawarkan, yang ideal adalah dengan melakukan perubahan dalam setiap proses pembelajaran, yakni dengan cara mengimplementasikan model *Problem Based Learning* yaitu model pembelajaran yang menuntut siswa aktif dalam menyelesaikan permasalahan dan memberikan pengalaman belajar (Sepriyani dkk., 2018). Model ini akan memberikan pengalaman belajar dalam menghadapi masalah dalam materi pencemaran air, termasuk masalah baru dengan pengalamannya sendiri. Diterapkannya model PBL pada bahan ajar ini dapat mengubah kemampuan berpikir kritis siswa lebih baik khususnya IPA.

Karakteristik PBL adalah sebagai berikut :

1. Masalah yang dihadirkan bersifat *real* dalam kehidupan sehari-hari.
2. Melibatkan siswa langsung sebagai pengalaman belajar.
3. Memecahkan masalah sendiri dengan bantuan informasi yang telah diselidiki.
4. Melatih kerjasama antar anggota kelompok.
5. Guru sebagai fasilitator pembelajaran.

Berikut merupakan tahap-tahap model PBL.

1. Orientasi masalah yakni kegiatan siswa dalam merumuskan permasalahan yang telah dihadirkan.
2. Pengorganisasi belajar merupakan kegiatan siswa dalam berkelompok untuk menemukan solusi dari suatu permasalahan.
3. Penyelidikan yakni kegiatan untuk menyelidiki dan menganalisis informasi yang telah disediakan.
4. Pengembangan dan penyajian hasil karya dengan menata gagasan dalam bentuk karya.
5. Analisis dan evaluasi pemecahan masalah yakni mengkaitkan hasil analisis dengan sumber lain.

(Tri Siwi, 2018).

Maqbullah dkk juga melakukan penelitian yang menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada siswa (Shofiyah, 2018). Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa model tersebut dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis yang ditunjukkan dari peningkatan setiap siklusnya. Khintan Ustino Alita, (2019) juga melakukan penelitian yang menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada siswa. *Problem Based Learning* diterapkan untuk merangsang berpikir kritis dalam situasi berorientasi masalah.



Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan peserta didik dalam menganalisis serta mengevaluasi sejumlah informasi untuk mengambil keputusan apakah informasi yang didapatkan dapat dipercaya sehingga bisa digunakan untuk menarik sebuah kesimpulan yang tepat (Fithriyah dkk., 2016). Kemampuan yang dibutuhkan dalam menyelesaikan masalah adalah dengan menganalisis, observasi, dan merefleksikan solusi terbaik. Dengan diadakannya permasalahan seperti zat pencemar, zat tercemar, proses terjadinya pencemaran, parameter zat pencemar, dan dampak ekosistem, membuat siswa mampu menyelesaikan permasalahan pada pencemaran air.

Hasil *review* jurnal Sari, 2015 mengatakan bahwa didapatkan kenaikan dari 70,1% menjadi 82,52%, sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan model PBL mampu meningkatkan berpikir kritis siswa, baik digunakan untuk bahan ajar pada kegiatan menganalisis pencemaran air. Penggunaan bahan ajar model PBL dapat diintegrasikan dengan indikator berpikir kritis siswa, sesuai dengan Ennis 2011, berpikir kritis adalah kemampuan untuk bernalar dan mampu memberikan keputusan atas apa yang ingin dilakukan Facione (2011). Kemampuan berpikir kritis menurut Ennis (2011), indikator berpikir kritis terdiri dari 12 indikator dan terdiri dari 5 kelompok, yaitu 1) memberikan penjelasan sederhana, 2) membangun keterampilan dasar, 3) menyimpulkan, 4) memberikan penjelasan lebih lanjut, dan 5) menyusun strategi dan taktik. Dari ke lima indikator tersebut dapat diterapkan pada beberapa sintak PBL dan tes evaluasi.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan di atas, solusi yang pertama dengan menggunakan aplikasi berbasis android, model pembelajaran inukiri terbimbing, *mind mapping* berpikir kritis siswa, dan bahan ajar berpikir kritis siswa. Solusi yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan menggunakan bahan ajar dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMPN 23 Malang. Diterapkannya model pembelajaran PBL pada bahan ajar mampu menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan nyata yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

B. Saran

Sebelum melakukan proses belajar, guru harus bisa melakukan pembagian waktu secara tepat saat pembelajaran, agar tahap pembelajaran terlaksana dengan baik. Kondisi kelas ketika pembelajaran harus dijaga dengan baik karena model PBL merupakan model yang menarik dan menyenangkan siswa, sehingga fokus siswa harus selalu terjaga. Selain itu, materi harus dikuasai oleh guru agar proses pembelajaran berjalan dengan baik. Mencari referensi jurnal yang banyak. Supaya hasil dari penelitian studi litelatur yang dilakukan dengan topik yang sama akan semakin valid. Teliti dalam membaca jurnal yang dibaca supaya hasil *review* sesuai dengan yang diharapkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Afandi, M., Chamalah, E., & Wardani, O. P. 2013. *Model dan Metode Pembelajaran di Sekolah*. Semarang: UNISSULA PRESS.
- Anggun Winata, Heny Sulistyawaningrum, & Sri Cacik. (2019). *Jurnal Pendidikan Dasar*. Vol 3 (2) 2019.
- Fithriyah, I., Sa'dijah, C., & Sisworo. (2016). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa kelas ix-d smpn 17 malang. Konferensi Nasional Penelitian Matematika dan Pembelajarannya (KNPMP I), 580-590.
- Yetti, E., Yufiarti, Pramitasari, M., Suharti, Iasha, V., & Setiawan, B. (2021). The Influence of Dance Instructional Strategy and Teacher's Pedagogy Competence on Classroom Climate. *Elementary Education Online*, 20(1), 642–650. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.01.5>
- Setiawan, B. (2015). Eksperimentasi Model Pembelajaran Problem Solving dengan Pendekatan Peer Tutoring Berbasis Metode Pembelajaran Eksperimen dan Demonstrasi pada Materi Fluida Statis Siswa Kelas X MIA SMA Negeri 1 Banyudono. *UNS-FKIP Jur. Pendidikan Fisika*.
- Setiawan, B., Juniarmo, T., Fanani, A., & Iasha, V. (2020). Pembelajaran Online Di Masa Pandemi Covid-19: Pengaruhnya Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 11(02), 230–236.
- Praninda, Erlynda., Surahman, Endang & Rizal, Rinaldi. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 7e Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di Kelas Vii Smp Negeri 2 Kota Tasikmalaya. *Jurnal Pendidikan : Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi*.



- Shofiyah, Noly, dan Fitria Eka Wulandari. (2018). " Model Problem Based Learning (PBL) dalam Melatih Dcientific Reasoning Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 3(1):33.
- Ennis, RH. (2011). *he Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Disposition and Abilities*. Emeritus Proffessor: University of Illinois.
- Facione, P.A.(2011). *Critical Thingking: What ItIs and Why It Counts*. Millbrae: Measured Reasons and The California Academic Press.
- Fatimah, S., Suryandari, C., & Triyono. (2014). Penerapan Paikem Model Quantum Teaching dalam Peningkatan Pembelajaran IPA kelas V Sekolah Dasar. *The Hokuriku Crop Science, Vol 3, Hal 1-3*.
- Kemendikbud. (2014). *Konsep dan Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta : Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Lalu Sunarya Amijaya, Agus Ramdani, & SI Wayan Merta. (2018). *Jurnal Pijar MIPA*. Vol 13 (2), Septermber 2018.
- Nasrul, Silviana. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Tematik Terpadu Berbasis Model Problem Based Learning di Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar* Vol 2, No. 1, Juli 2018.
- Mukhopadhyay, R. (2013). Problem Solving In Science Learning-Some Important Considerations of a Teacher. *IOSR Journal Of Humanities And Sociak Science* 8 (6) : 21-25.
- Khitan Ustino Alita, et al. (2019). Penerapan Model Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V SDN Ledok 5 Tahun Pelajaran 2018/2019. *Jurnal Basucedu*. Vol 3 (1) hal 169-173.
- Permendikbud. (2016). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Mengengah (Lamp. 6) (n.d). Standar Isi.
- Prastowo, A. (2011). *Paduan Keratif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogyakarta :Diva Press.
- Riduwan. (2013). *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Tarigan, D. & Siagian, S. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif pada Pembelajaran Ekonomi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan*, 2(2): 187-200.
- Rosida, Rosida. Fadiawati, Noor. Jalmo, Tri .(2017). Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar E Book Interaktif Dalam Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pembelajaran Pembelajaran Fisika*. Vol 5, No 1, 2017.
- Simarmata, Janner. (2020). *Elemen-Elemen Multimedia Teks, Gambar, Video, Animasi Untuk Pembelajaran*. Medan : Yayasan Kita Menulis.
- Sundaygara, Chandra. Gaharin, Denada. (2017). Pengaruh Multiple Representation Pada Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Dasar II Mahasiswa Fisika. *Momentum : Physics Eduation Journal*. Vol 1, No 2, (2017) 111-121.
- Sulaiman, F dan Eldy, E.F. (2013). Effectiveness of PBL Online on Physics Students' Effectiveness of PBL Online on Physics Students' *International Journal of Education and Research*, Vol. 1 No.3 March 2013.
- Shoimin, A. (2014). *68 Model Pembelajaran Inovatif Dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: AR-Ruzz Media.
- Tia, Ristiasari, Bambang Priyono, & Sri Sukaesih. (2012). *Unnes Journal of Biology Education*. Vol 1 (3) 2012.
- Tosun, C. dan Taskesenligil, Y. (2011). The Effect of Problem Based Learning on Student Motivation Toward Chemistry Classes and on Learning Strategies. *Journal of Turkish Science Education*. 9 (1): 104-125.
- Wulandari, I. P. (2019). Berpikir Kritis Matematis dan Kepercayaan Diri Siswa Ditinjau dari Adversit.
- Wardani, Salsabila Sina. (2018). *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Model Problem Based Learning Pada Materi Pencemaran*

STUDI LITERATUR MODEL PEMBELAJARAN *EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION* (ESII) YANG BERORIENTASI BERPIKIR KRITIS SISWA



Amalia Nur Safitri¹, Muntholib², Muhammad Fajar Marsuki¹

¹Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang, Indonesia

²Kimia, Universitas Negeri Malang, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: muntholib.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian yaitu untuk mengkaji berbagai macam literatur tentang model pembelajaran *explicit scientific inquiry instruction* (ESII) yang berorientasi berpikir kritis. Dilihat dari berbagai penelitian yang telah dilakukan masih banyak yang menunjukkan rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa. Model pembelajaran yang perlu digunakan oleh guru adalah model pembelajaran *explicit scientific inquiry instruction* (ESII). Penelitian dilakukan dengan wawancara. Metode yang digunakan adalah studi literatur dan wawancara guru mata pembelajaran IPA SMPN 11 Kota Malang. Berdasarkan penelitian dan kajian literatur yang dilakukan maka diperoleh hasil yang sesuai untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan melakukan pembelajaran menggunakan model pembelajaran *explicit scientific inquiry instruction* (ESII).

Kata kunci: Model Pembelajaran ESII, Kemampuan Berpikir Kritis.

PENDAHULUAN

Di abad-21 ini, teknologi sangat dibutuhkan untuk menyampaikan informasi, selain itu di musim pademi ini keahlian menggunakan teknologi diperlukan untuk melakukan pembelajaran secara daring. Semakin canggihnya teknologi menuntut pendidikan untuk terus berkembang untuk menghasilkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang memiliki kualitas tinggi mampu berpikir kritis, kreatif, sistematis, mampu memecahkan sebuah masalah, serta memiliki akhlak yang baik. Kemampuan berpikir kritis sangat penting dimiliki, akan tetapi di lapangan memiliki kenyataan yang belum seperti yang diharapkan. Kedudukan kemampuan siswa berpikir kritis dalam pembelajaran IPA sangat penting untuk mempersiapkan siswa yang dapat memecahkan masalah, membuat keputusan tanpa ragu-ragu, dan selalu optimis dalam belajar (Norrizqa, 2021). Kemampuan berpikir kritis siswa SMP di Indonesia masih tergolong rendah. Hal itu dapat diketahui saat studi empat tahunan internasional Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) yang diterapkan pada jenjang SMP menggunakan soal-soal dengan karakteristik level kognitif tinggi yang bisa mengukur kemampuan berpikir kritis siswa. Hasilnya menunjukkan bahwa siswa-siswi Indonesia secara konsisten berada pada urutan bawah (Karim & Normaya, 2015).

Berpikir kritis (*critical thinking*) merupakan kemampuan seseorang dalam menganalisis dan mengevaluasi informasi yang diperoleh dari hasil pengamatan, pengalaman, penalaran ataupun komunikasi untuk memutuskan apakah informasi tersebut bisa dipercaya sehingga dapat menyimpulkan dengan benar. Kemampuan berpikir kritis mempunyai 4 indikator yang pertama interpretasi yaitu memahami masalah yang ditunjukkan dengan menulis yang diketahui maupun yang ditanyakan soal dengan tepat. Kedua analisis yang berarti dapat mengidentifikasi hubungan-hubungan antara pertanyaan-pertanyaan, pernyataan-pernyataan, konsep-konsep yang diberikan dalam soal yang ditunjukkan dengan membuat model dengan tepat dan memberikan penjelasan yang tepat. Ketiga evaluasi yang berarti mampu menggunakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan soal, lengkap dan benar. Keempat adalah inferensi yang memiliki arti dapat menarik kesimpulan dari apa yang dinyatakan dengan tepat (Purwati et al., 2016). Salah satu model pembelajaran yang baik diterapkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah *Explicit Scietific Inquiry Instruction* (ESII) (Muntholib et al., 2021). Model ini termasuk model *guided inquiry* yang didalamnya menggunakan kemampuan peserta didik sendiri untuk melakukan investigasi dan memecahkan masalah (Ulandari et al., 2019).

Explicit Scientific Inquiry Instruction (ESII) adalah model pembelajaran yang memberikan pengalaman kepada siswa untuk melakukan *scientific inquiry* (inkuiri ilmiah), sebagaimana yang dilakukan oleh para ahli dalam membangun *scientific knowledge* (pengetahuan ilmiah). Model pembelajaran ini terdiri atas tiga tahap. Tahap pertama adalah mempersiapkan siswa untuk melakukan inkuiri ilmiah. Tahap kedua adalah memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan inkuiri ilmiah. Sedangkan tahap ketiga adalah memperdalam pemahaman dan memperluas cakupan pengetahuan ilmiah yang dipelajari sesuai dengan muatan kurikulum (Muntholib et al., 2021). Tahap-tahap tersebut diuraikan menjadi 6 fase diantaranya (1) orientasi, pada tahap ini siswa melakukan penyelidikan ilmiah. (2) Konseptualisasi, pada tahap ini siswa

merumuskan masalah yang muncul saat melakukan penyelidikan.(3) Investigasi, pada tahap ini siswa merancang investigasi, dan mengumpulkan data. (4) Penyusunan laporan, pada tahap ini siswa menyusun laporan, (5) Presentasi, melakukan validasi laporan investigasi dengan cara mendiskusikan dengan satu kelas. (6) Pengayaan, memperdalam pengetahuan yang telah diperoleh (Muntholib et al., 2021).

Oleh karena itu model pembelajaran ESII sangat cocok diterapkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa khususnya pada mata pelajaran IPA.

Berdasarkan survey konsep pokok materi, tujuan pembelajaran pada materi pengukuran yang sesuai dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) 3.1 dan 4.1 kelas VII SMP/MTs Kurikulum 2013, maka dapat diketahui bahwa materi konsep pengukuran adalah materi yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, yang bersifat konkret namun abstrak. Oleh karena itu, maka dalam pembelajarannya tidak hanya memerlukan penguasaan konsep saja namun juga mengarah pada proses penemuan, yaitu memberikan sebuah pengalaman langsung kepada peserta didik dengan cara melakukan suatu penyelidikan atau biasa disebut bereksperimen. Sehingga materi konsep pengukuran menuntut peserta didik memunculkan kemampuan berpikir kritis. (Ulandari et al., 2019).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literature tentang model pembelajaran yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa. Instrumen penelitian ini menggunakan tes wawancara. Wawancara dilakukan peneliti dengan guru mata pelajaran IPA di SMPN 11 Kota Malang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

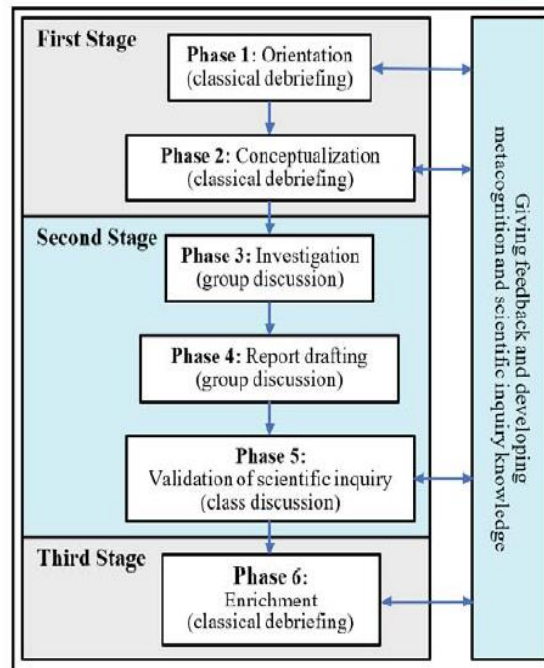
Wawancara yang telah dilakukan peneliti dengan guru menunjukkan bahwa minat belajar masih rendah khususnya pada mata pembelajaran IPA materi konsep pengukuran. Karena dimasa pandemi ini siswa sulit memahami materi apabila tidak diterangkan secara langsung. Selain itu pembelajaran yang menarik dibutuhkan siswa agar siswa tertarik dan memiliki minat untuk mempelajarinya. Selama ini guru menggunakan model pembelajaran *Discovery Learning*, namun model pembelajaran ini kurang diminati oleh siswa dan siswa tidak fokus karena hanya terfokus pada guru.

Critical thinking skills (keterampilan berpikir kritis) merupakan salah satu luaran pendidikan sekolah menengah pertama (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016), termasuk di dalamnya pembelajaran IPA yang memberikan tempat untuk siswa dalam menarik kesimpulan untuk memperoleh sebuah konsep, memberikan pengalaman langsung dengan cara mencari solusi sendiri untuk memecahkan permasalahan disekitar secara ilmiah (Prabowo, 2015).

Pembelajaran IPA sangat membutuhkan keterampilan siswa untuk itu pengalaman siswa sendiri akan mudah untuk diingat. Proses belajar pada hakikatnya merupakan interaksi seluruh aspek dan kondisi di sekitar kita dalam mencapai tujuan yang sama melalui pengalaman (Nurdyansyah, 2016). Sehingga kemampuan berpikir kritis sangat penting dimiliki seorang siswa. Hal ini menandakan diperlukannya pemilihan model pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik materi yang akan diajarkan. Hal itu disebabkan model pembelajaran adalah komponen yang penting dalam mencapai tujuan pembelajaran. Model pembelajaran menyesuaikan dengan pendekatan pembelajaran yang diterapkan (Afandi, dkk.,2013)

Solusi untuk mengatasi permasalahan rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa yang ideal dilakukan adalah dengan menerapkan model pembelajaran *Explicit Scientific Inquiry Instruction* (ESII). *Explicit Scientific Inquiry Instruction* (ESII) adalah model pembelajaran yang memberikan pengalaman kepada siswa untuk melakukan *scientific inquiry* (inkuiri ilmiah), sebagaimana yang dilakukan oleh para ahli dalam membangun *scientific knowledge* (pengetahuan ilmiah). Model pembelajaran ini terdiri atas tiga tahap. Tahap pertama adalah mempersiapkan siswa untuk melakukan inkuiri ilmiah. Tahap kedua adalah memberi kesempatan kepada siswa untuk melakukan inkuiri ilmiah. Sedangkan tahap ketiga adalah memperdalam pemahaman dan memperluas cakupan pengetahuan ilmiah yang dipelajari sesuai dengan muatan kurikulum (Muntholib et al.,2021).

Explicit Scientific Inquiry Instruction (ESII) adalah model pembelajaran yang sangat cocok untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa karena didalam model pembelajaran ini terdapat kegiatan siswa untuk memecahkan suatu permasalahan dan dapat menyimpulkan konsep sendiri berdasarkan proses dalam memecahkan masalah. Tahapan ESII dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 1. Tahap-Tahap Model Pembelajaran ESII
Sumber : (Muntholib et al., 2021)

Orientation, membekali diri dengan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk melakukan investigasi, mengkonfirmasi kebenaran pengetahuan awalnya, melakukan pengamatan awal, membangun antusiasme, dan memahami pernyataan masalah. Tahap *Conceptualization*, menegaskan konsep yang berkaitan dengan pernyataan masalah dan pertanyaan penelitian atau hipotesis. *Investigation*, merancang investigasi, menentukan data untuk menjawab hipotesis atau pertanyaan penelitian, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik kesimpulan, dan melakukan interpretasi. *Report and drafting*, menyusun laporan investigasi, menjelaskan temuan, dan mengembangkan argumentasi ilmiah. *Validation*, melakukan validasi laporan investigasi melalui kegiatan diskusi kelas serta membuat catatan atas review keseluruhan investigasi yang menekankan pada luaran pembelajaran misalnya pengetahuan, kemampuan inkuiri ilmiah, keterampilan berpikir tingkat tinggi atau keterampilan proses sains. *Enrichment*, memperdalam pengetahuan yang telah diperolehnya melalui investigasi serta memperluaskannya sesuai dengan cakupan kurikulum yang berlaku (Muntholib et al., 2021).

Fase-fase pembelajaran tersebut perlu dilakukan secara berurutan sehingga kompetensi yang dikehendaki oleh kurikulum dapat dicapai. Satu siklus pembelajaran dapat dilakukan lebih dari dua jam pelajaran. Banyaknya siklus bergantung pada kedalaman dan keluasan materi, serta luaran pembelajaran yang diharapkan (Muntholib, dkk., 2021).

Model pembelajaran ESII sangat cocok digunakan untuk pembelajaran IPA. Melalui model pembelajaran ESII siswa mampu mempraktikkan cara melakukan pengukuran dengan baik dan benar sesuai tahap dalam model pembelajaran. Dengan itu siswa dapat memecahkan masalah yang muncul dalam saat mempelajari materi pengukuran dan menemukan konsep. Maka diharapkan setelah melakukan pembelajaran siswa memiliki kemampuan berpikir kritis dan siap menghadapi abad-21 ini.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan di atas siswa membutuhkan model pembelajaran *Explicit Scientific Inquiry Instruction* (ESII) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII SMPN 11 Kota Malang. Diterapkannya model pembelajaran ini siswa akan memecahkan masalah dan memperoleh pengalaman secara langsung.

Saran



Sebelum melakukan proses belajar, alat dan media untuk pembelajaran harus benar-benar disiapkan. Guru harus bisa melakukan pembagian waktu secara tepat saat pembelajaran, agar tahap pembelajaran terlaksana dengan baik

DAFTAR RUJUKAN

- Afandi, M., Chamalah, E., & Wardani, O. P. 2013. *Model dan Metode Pembelajaran di Sekolah*. Semarang: UNISSULA PRESS.
- Karim, & Normaya. (2015). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Dengan Menggunakan Model Jucama Di Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 92–104.
- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. (2016). *Permendikbud Nomor 20 Tahun 2016 Tentang SKL Pendidikan Dasar dan Menengah*. <http://repositori.kemdikbud.go.id>
- Muntholib, M., Hidayati, K., Purnajanti, L., Utomo, Y., & Hariyanto, H. (2021). *Impact of explicit scientific inquiry instruction on students' scientific argumentation skills in salt hydrolysis*. 020045. <https://doi.org/10.1063/5.0043237>
- Norrizqa, H. (2021). Berpikir Kritis Dalam Pembelajaran IPA. *Seminar Pendidikan IPA*, 8.
- Nurdyansyah & Luly, R. 2016. *Developing ICT-Based Learning Model to Improve Learning Outcomes IPA of SD Fish Market in Sidoarjo, Proceedings of International Research Clinic & Scientific*
- Prabowo. (2015). *The Effectiveness Of Scientific Based Learning Towards Science Process Skill Mastery Of PGSD Students* / *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii/article/view/3495>

ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR *E-BOOK* BERBASIS STEAM SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENUMBUHKAN KESADARAN PESERTA DIDIK TERHADAP PENCEMARAN UDARA

Farin Natasya Panjaitan¹, Hadi Suwono^{2*}, Muhammad Fajar Marsuki³



- ^{1,3)} Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
²⁾ Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Malang

*Email : hadi.suwono.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Dalam proses pembelajaran yang berlangsung hingga saat ini peserta didik hanya datang, duduk, mendengarkan, mencatat, dan juga menghafal materi yang sedang dipelajari. Kegiatan pembelajaran tersebut akan memberikan dampak terhadap hasil belajar peserta didik, dimana peserta didik hanya paham secara teori dan tidak mampu mengaplikasikan materi tersebut ke dalam kehidupan sehari-hari. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wawancara kepada guru IPA SMPK Slamet Riyadi Ponorogo dan 16 peserta didik kelas VIII yang telah menempuh materi pencemaran lingkungan, sehingga metode yang dipakai adalah studi literatur dan wawancara. Berdasarkan hasil studi literatur, solusi yang ditawarkan antara lain : (1) Yalva (2017) dengan menggunakan kegiatan poster pada saat pembelajaran, (2) Aay Susilawati, Hernani, Parlindungan Sinaga (2016) dengan menggunakan mind maps untuk kegiatan pembelajaran, (3) Masdiana, Kusrandi, Munandar (2020) dengan menggunakan model pembelajaran Project Based Learning, (4) Sevcan Helvaci dan Ismail Helvaci (2019) dengan mengembangkan aplikasi E-STEM, dan (5) Setyowati, Parmin, Widyatmoko (2013) dengan mengembangkan modul IPA Terpadu yang dilengkapi dengan pendidikan karakter. Berdasarkan kelima solusi tersebut, peneliti telah mendapatkan solusi yang paling efektif yaitu dengan mengembangkan bahan ajar e-book berbasis STEAM pada topik pencemaran udara untuk menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar.

Kata kunci: Bahan Ajar, E-Book, STEAM, Pencemaran Udara, Kesadaran Lingkungan

PENDAHULUAN

Pada hakikatnya sains memiliki tiga aspek yakni aspek sains sebagai produk, aspek sains sebagai proses, dan aspek sains sebagai keterampilan berpikir. Sains sebagai produk membelajarkan kumpulan fakta, konsep, teori, prinsip, postulat, prosedur, dan juga informasi mengenai organisme hidup serta lingkungannya melalui kegiatan penyelidikan. Sains sebagai proses adalah keterampilan untuk berpikir dalam penyelesaian masalah dan juga kegiatan penyelidikan. Sains sebagai keterampilan berpikir adalah sikap ilmiah siswa yang mampu berpikir secara kritis, logis, dan skeptis, serta memiliki keterampilan tingkat berpikir yang tinggi (*High Order Thinking Skills*) [1].

Dalam pelaksanaan program pendidikan, maka sangat diperlukan kurikulum. Keberadaan kurikulum sangat penting dan krusial untuk mencapai sebuah target dalam dunia pendidikan karena sifatnya yang dinamis atau menyesuaikan dengan perkembangan zaman yang semakin pesat dan semakin modern. Tidak hanya itu, kurikulum juga disesuaikan dengan kebutuhan dasar setiap peserta didik [2].

Perubahan kurikulum adalah upaya yang dapat dilakukan oleh pemerintah untuk memperbaharui dan mengembangkan kurikulum yang sedang dijalankan. Berdasarkan perubahan kurikulum yang terjadi beberapa tahun sekali tidak sepenuhnya berjalan baik, tetapi juga dapat menimbulkan persoalan yang baru bagi masyarakat. Dampak yang dapat dirasakan dari adanya perubahan kurikulum yaitu terjadinya perubahan mengenai proses kegiatan pembelajaran di kelas [3]. Fakta menyebutkan bahwa tidak semua sekolah dapat menjalankan kurikulum baru dengan baik. Hal ini ditinjau dari temuan lapangan pada mata pelajaran IPA untuk tahun ajaran 2015/2016 di SMPN 1 Negara, Bali, dimana kegiatan peserta didik di dalam kelas hanya datang, duduk, mendengarkan penjelasan guru, mencatat, dan serta menghafal materi yang sedang dipelajari. Tentunya hal tersebut memberikan dampak yang buruk bagi peserta didik karena hanya memahami suatu materi secara teoritis tanpa mengetahui manfaat dan cara untuk mengaplikasikan materi tersebut ke dalam kehidupan sehari-hari [4].

Pendidikan yang baik adalah pendidikan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kesadaran mereka terhadap lingkungan sekitar. Pendidikan yang berorientasi pada lingkungan akan mempromosikan perubahan gaya hidup, menumbuhkan cinta peserta didik terhadap lingkungan sekitar, menumbuhkan kepedulian, dan juga menumbuhkan tanggung jawab. Sebagai hasil, peserta didik akan memperoleh keterampilan dalam mengambil keputusan dan mengambil tindakan terhadap apa yang terjadi di lingkungannya [5]. Menurut Meidi (2017), dalam rangka menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar maka dibutuhkan kegiatan habituasi (pembiasaan diri) yang mana dapat dilakukan

di dalam atau di luar jam pelajaran. Dengan adanya kegiatan habituasi tersebut, maka akan membantu peserta didik untuk melakukan perbuatan yang mendukungnya dalam melaksanakan pelestarian lingkungan hidup. Apabila peserta didik sudah terlatih dalam kegiatan habituasi (pembiasaan diri), maka akan terjadi sebuah transformasi dari perilaku peserta didik ke arah yang lebih baik [6].

Berkaitan dengan kesadaran setiap individu terhadap lingkungan sekitarnya, maka diperlukan hal yang mendasar untuk mencegah permasalahan kerusakan alam, terutama yang disebabkan oleh manusia itu sendiri. Kepedulian terhadap lingkungan sekitar juga termasuk dalam literasi sains, akan tetapi masyarakat Indonesia masih memiliki tingkat kepedulian dan kesadaran yang rendah. Hal tersebut tentunya difaktori oleh pelaksanaan program pendidikan, khususnya pada mata pelajaran IPA yang masih belum bermakna [7]. Menurut Sugiarto dan Gabriella (2020), faktor yang dapat mempengaruhi kesadaran setiap individu terhadap lingkungan sekitarnya yaitu [8] :

1. Faktor Ketidaktahuan

Seseorang dapat dikatakan sadar apabila mereka memiliki pengetahuan terkait dengan lingkungan sekitarnya, sedangkan seseorang yang dikatakan tidak sadar apabila orang tersebut tidak memiliki dasar-dasar pengetahuan mengenai lingkungan.

2. Faktor Kemiskinan

Miskin dapat dikatakan sebagai suatu keadaan dimana seseorang tidak dapat memenuhi kebutuhan hidupnya. Kemiskinan juga dapat menyebabkan masalah sosial di masyarakat, dimana mereka lebih terfokus pada kebutuhan hidup sehari-hari dan tidak sadar terhadap isu-isu alam yang terjadi di lingkungan sekitar.

3. Faktor Kemanusiaan

Faktor ini berkaitan dengan sifat-sifat setiap individu, dimana individu yang memiliki tingkat kemanusiaan yang tinggi akan lebih sadar terhadap apa yang terjadi di lingkungan sekitarnya sehingga mereka dapat menjaga lingkungan sesuai dengan fungsinya. Berbeda halnya dengan manusia yang memiliki tingkat kemanusiaan yang rendah, maka manusia tersebut sulit untuk memahami dan sadar mengenai lingkungannya.

4. Faktor Gaya Hidup

Gaya hidup dapat mempengaruhi tingkat kesadarannya terhadap lingkungan sekitar. Hal ini dapat dilihat jika seseorang memiliki gaya hidup hijau, maka mereka memperhatikan terkait dengan apa yang terjadi di lingkungan sekitar mereka dan tindakan yang harus dilakukan. Gaya hidup seperti itu akan tertuju pada kegiatan yang ramah lingkungan dengan didasari atas pemikiran manusia terkait dengan pandangannya untuk menyelamatkan lingkungan.

Salah satu materi IPA SMP yang sangat berkaitan dengan lingkungan sekitar adalah materi pencemaran lingkungan dengan karakteristik yang sangat konkrit. Hal ini dikarenakan pada materi pencemaran lingkungan dapat diamati. Pada dasarnya, pencemaran lingkungan dapat dibedakan menjadi pencemaran air, pencemaran tanah, dan pencemaran udara [9]. Kesadaran setiap individu terhadap lingkungan sekitar dapat ditinjau dari data indeks perilaku ketidakpedulian lingkungan hidup (IPKLH) yang dinilai dari angka 0 hingga angka 1. Nilai IPKLH yang semakin besar atau mendekati angka 1, maka akan menunjukkan semakin tinggi tingkat ketidakpedulian masyarakat terhadap lingkungan tinggalnya. Berbeda halnya dengan IPKLH yang semakin kecil atau mendekati angka 0, maka akan menunjukkan kepedulian dan kesadaran masyarakat yang tinggi terhadap lingkungan sekitarnya [7]. Jika ditinjau dari nilai indeks berdasarkan dimensi penyusun IPKLH di Indonesia, penggunaan transportasi pribadi mencapai angka 0.71. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat dari berbagai lapisan masih belum peduli terhadap dampak penggunaan transportasi pribadi bagi lingkungan sekitar, kesehatan, dan ekonomi suatu negara [7].

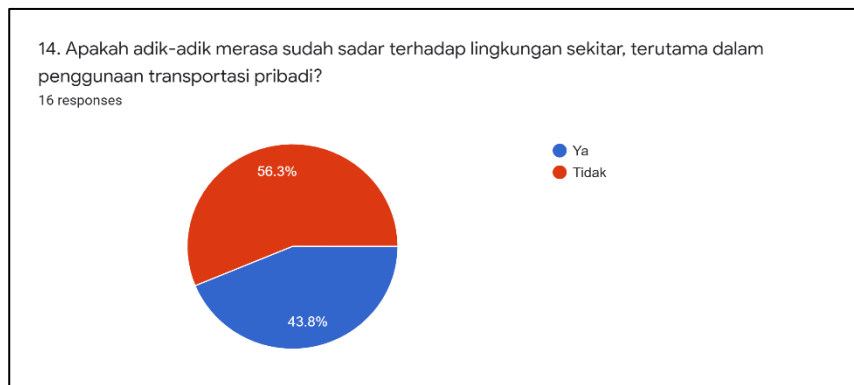
Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan studi literatur mengenai model, pendekatan, metode, dan juga pengembangan yang digunakan untuk solusi mengatasi rendahnya kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar, khususnya pada topik bahasan pencemaran udara.

METODE

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah wawancara dan kajian literatur terkait dengan model, pendekatan, metode, dan juga pengembangan yang dapat dijadikan solusi dalam memecahkan masalah rendahnya kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar, khususnya pada topik bahasan pencemaran udara. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yakni wawancara. Wawancara ditujukan kepada 1 guru IPA dan 16 peserta didik kelas VIII SMPK Slamet Riyadi Ponorogo yang telah menempuh materi pencemaran lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan, peserta didik masih dalam kategori rendah kesadaran lingkungan. Hasil tersebut diperoleh dari wawancara terhadap 16 peserta didik yang telah menempuh materi pencemaran lingkungan. Persentase sebesar 56.3% menunjukkan bahwa beberapa peserta didik masih belum sadar terkait dengan pencemaran udara, sisanya sebesar 43.8% menyebutkan bahwa mereka sudah paham akan pencemaran udara dan perlahan meninggalkan transportasi pribadi.



Gambar 1. Presentase Jawaban Wawancara Peserta Didik

Tabel 1. Tabel Rekap Jawaban Wawancara Peserta Didik yang Belum Sadar

No	Peserta Didik yang Belum Sadar
1	Saya belum merasa sadar karena masih sering pakai mobil dan motor ketika keluar rumah baik itu jarak dekat atau jarak jauh. Karena menurut saya pakai mobil dan motor lebih cepat sampai daripada bersepeda
2	Saya masih suka keluar rumah menggunakan transportasi pribadi seperti motor
3	Karena saya merasa saya masih menggunakan/membutuhkan transportasi
4	Saya masih sering pakai transportasi pribadi karena kebutuhan
5	Masih sering pakai motor karena lebih efisien
6	Karena saya terkadang masih sering menggunakan alat transportasi
7	Jujur saya masih sering pergi menggunakan alat transportasi karena lebih praktis
8	Karena saya sangat sering menggunakan transportasi yang bisa menyebabkan polusi udara
9	Masih sering pakai kendaraan pribadi karena lebih praktis digunakan
$\text{Persentase} = \frac{9}{16} \times 100\% = 56.3\%$	

Tabel 2. Tabel Rekap Jawaban Wawancara Peserta Didik yang Sudah Sadar

No	Peserta Didik yang Sudah Sadar
1	Untuk mengurangi polusi asap
2	Suka bersepeda daripada naik motor
3	Alasan mengapa saya sudah sadar terhadap lingkungan sekitar, terutama dalam penggunaan transportasi pribadi adalah karena dapat menyebabkan polusi udara.
4	Karena jika kita tidak sadar akan lingkungan maka banyak yang terjangkit penyakit. Karena polusi dari transportasi pribadi kita

-
- | | |
|---|---|
| 5 | karena saya sudah terbiasa untuk mengurangi penggunaan transportasi pribadi |
| 6 | Iya dikarenakan saya jarang menggunakan alat transportasi pribadi untuk jarak dekat, untuk mengurangi polusi udara di kota ini |
| 7 | Karena jika menggunakan kendaraan bermotor dapat menyebabkan polusi udara yang membuat bumi menjadi panas karena lubang ozon yang semakin melebar |
-

$$\text{Persentase} = \frac{7}{16} \times 100\% = 43.8\%$$

Selain itu, berdasarkan hasil wawancara dengan 16 peserta didik, pembelajaran IPA di sekolah sudah sering diajarkan untuk mencintai lingkungan sekitar, akan tetapi jika dilihat dari hasil sebelumnya terdapat 56.3% dari sampel peserta didik masih belum menyadari tentang polusi udara di lingkungan sekitar. Hal yang dikarenakan pada saat proses pembelajaran berlangsung peserta didik hanya datang, duduk, mendengarkan, mencatat, dan menghafal materi yang dibahas di dalam kelas.



Gambar 2. Persentase Jawaban Wawancara Peserta Didik

Dapat dilihat dari diagram tersebut bahwa beberapa peserta didik menjawab “Ya” pada Gambar 3.2. Di SMPK Slamet Riyadi dalam mata pelajaran IPA masih sering menggunakan metode ceramah karena dirasa memudahkan mereka untuk menanggapi dan memahami materi yang sedang dibahas. Mereka merasakan sangat senang apabila guru mengajar dengan menggunakan metode ceramah tersebut. Persentase yang menyatakan mereka senang dengan metode ceramah yaitu 60%, sedangkan 40% sisanya mereka merasa mudah bosan, mengantuk, dan sering kali tidak paham dengan penjelasan guru terkait dengan materi yang sedang dipelajari. Alasan guru menggunakan metode ceramah pada saat pembelajaran IPA yaitu ada beberapa materi yang teorinya perlu dijelaskan secara langsung dan detail kepada peserta didik.

Berkaitan dengan kesadaran setiap orang terhadap lingkungan sekitarnya dibagi atas 3 ranah antara lain kognitif, afektif, dan psikomotorik. Berdasarkan teori Bloom, kesadaran individu dapat dimodifikasi menjadi pengetahuan, sikap, dan perilaku [10]. Berikut adalah uraiannya :

a. Pengetahuan

Pengetahuan adalah hasil yang didapatkan dari pemahaman terhadap suatu hal dan akan terjadi ketika seseorang melakukan penginderaan terhadap objek yang sedang mereka amati. Penginderaan tersebut dapat melalui panca indera seperti indera penglihatan, indera penciuman, indera pendengaran, indera indera peraba, serta indera perasa. Dasarnya, pengetahuan manusia dapat diperoleh berdasarkan mata dan telinga. Artinya, pengetahuan manusia dapat dikelompokkan atas beberapa tingkatan, seperti :

a. Tahu (*know*)

Tahu merupakan sebuah tanda dimana seseorang telah mempelajari suatu materi sebelumnya. Seseorang dikatakan “tahu” apabila mereka dapat mendefinisikan materi atau objek yang sedang diamati.

b. Memahami (*comprehension*)

Memahami dapat dikatakan sebagai sebagai suatu kemampuan yang dapat menjelaskan sesuatu hal dengan benar dan dapat menginterpretasikan materi tersebut dengan tepat.

c. Aplikasi (*application*)

Aplikasi dapat diartikan sebagai sebuah kemampuan dimana seseorang dapat menggunakan materi yang telah dipelajarinya sebelumnya ke dalam kehidupan nyata untuk menghadapi situasi yang sedang terjadi.

d. Sintesis (*synthesis*)

Sintesis merupakan suatu kemampuan yang dimiliki oleh seseorang dalam menyusun formulasi yang baru dari formulasi yang telah ada sebelumnya. Contoh kegiatan sintesis yaitu dapat menyusun, merencanakan, atau yang lainnya.

e. Evaluasi (*evaluation*)

Evaluasi merupakan suatu kemampuan dimana seseorang dapat melakukan penilaian terhadap suatu materi atau suatu objek. Penilaian tersebut didasarkan atas kriteria yang telah dibuat dan ditentukan sebelumnya dengan menggunakan kriteria-kriteria yang telah tersedia.

b. Sikap

Sikap merupakan aksi atau respon seseorang terhadap stimulus ataupun objek yang sedang diamati. Newcomb merupakan seorang ahli psikologis sosial menyatakan bahwa sikap merupakan sebuah kesiapan atau kesediaan untuk melakukan sebuah tindakan. Sebenarnya, sikap belum tentu melakukan tindakan atau aktivitas melainkan hanyalah predisposisi tindakan dari suatu perilaku. Sikap dibagi menjadi beberapa tingkatan antara lain :

a. Menerima (*receiving*)

Seseorang dapat dikatakan menerima terhadap sesuatu apabila mereka mampu memperhatikan terhadap suatu stimulus yang sedang diberikan.

b. Merespon (*responding*)

Seseorang dapat dikatakan merespon apabila mereka dapat memberikan jawaban terhadap pertanyaan yang diajukan, mengerjakan, dan mampu untuk menyelesaikan tugas yang diberikan (baik pekerjaan tersebut salah ataupun benar).

c. Menghargai (*valuing*)

Seseorang dapat dinyatakan menghargai apabila mampu mengajak seseorang untuk mengerjakan ataupun mendiskusikan mengenai masalah dan menghargai pendapat orang lain.

d. Bertanggung jawab (*responsible*)

Seseorang dapat dikatakan bertanggung jawab apabila mereka mampu memberikan pertanggungjawaban terhadap segala sesuatu yang dipilihnya untuk menghadapi sebuah risiko yang terjadi.

c. Tindakan atau Perilaku

Tindakan atau perilaku juga memiliki beberapa tingkatan, antara lain :

a. Persepsi (*perception*)

Seseorang dapat mengenal dan juga memilih suatu objek apabila mereka mampu memilih berbagai objek yang berhubungan dengan tindakan yang akan dilakukan.

b. Respons terpimpin (*guided response*)

Seseorang dapat melakukan sesuatu dengan benar sesuai dengan urutan yang seharusnya.

c. Mekanisme (*mecanism*)

Seseorang dapat melakukan tindakan dengan baik dan benar secara tidak sengaja, maka sudah bisa dianggap sebagai kebiasaan.

d. Adopsi (*adoption*)

Seseorang apabila telah melakukan suatu tindakan dan berkembang sangat baik serta sudah melalui sebuah modifikasi.

Pada saat pembelajaran IPA, guru juga sering menggunakan model *Problem Based Learning*. Menurutnya, dengan menggunakan model tersebut akan memudahkan peserta didik untuk memahami materi yang sedang dipelajari. Hal ini dikarenakan, pembelajaran dengan model tersebut selalu dilandaskan pada permasalahan atau fenomena atau kejadian nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Selain menggunakan model *Problem Based Learning*, sebenarnya guru juga telah mengupayakan untuk menggunakan model lain seperti *Discovery Learning*. Berdasarkan hasil penelitian Febriana, Haryono, dan Yusri pada tahun 2017 menyatakan bahwa model pembelajaran *Discovery Learning* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan konsep, sehingga peserta didik aktif dalam proses pembelajaran [11]. Berdasarkan hasil wawancara, pembelajaran dengan menggunakan model tersebut sering mengalami kendala

karena peserta didik diharuskan untuk menemukan sebuah konsep dan prinsip secara mandiri, sehingga tidak semua siswa dapat mengikuti prosedur atau sintaks model dengan baik. Langkah-langkah dari model pembelajaran *Discovery Learning* adalah sebagai berikut [12] :

1. Stimulasi : Pada tahap ini, guru bertanya dengan mengangkat suatu permasalahan, atau kegiatan peserta didik yang membaca ataupun mendengarkan uraian permasalahan.
2. Pernyataan masalah : Pada tahap ini, peserta didik mengidentifikasi suatu masalah.
3. Pengumpulan data : Pada tahap ini, peserta didik mengumpulkan informasi untuk menjawab beberapa pertanyaan atau memverifikasi hipotesis.
4. Pengolahan data : Pada tahap ini, semua informasi yang telah didapatkan harus diproses, diklasifikasi, ditabulasi, dan bahkan perlu dihitung dalam suatu cara dan ditafsirkan berdasarkan tingkat kepercayaan.
5. Verifikasi : Pada tahap ini, setelah peserta didik mengolah dan memverifikasi, maka peserta didik harus memeriksa hasil yang telah didapat dan dibandingkan dengan hipotesis.
6. Generalisasi : Pada tahap ini, peserta didik menyimpulkan dari kegiatan belajar yang telah dilakukan.

Berdasarkan hasil wawancara di atas, maka diperlukan pertimbangan solusi yang dapat menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar. Beberapa solusi di bawah ini merupakan tinjauan dari penelitian terdahulu :

Penelitian Yalva pada tahun 2017, menyebutkan bahwa dalam dunia pendidikan khususnya kegiatan poster telah menarik perhatian di beberapa tahun terakhir. Tidak hanya itu, pembelajaran dengan menggunakan poster juga telah diselidiki efektivitasnya. Dengan kegiatan poster, maka memungkinkan peserta didik untuk melakukan penyelidikan, merangsang rasa ingin tahunya, menumbuhkan berpikir kritis, menyusun informasi secara mandiri, bertanggung jawab, mengevaluasi proses dan produk secara bersama-sama. Topik yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu pemanasan global, penipisan ozon, polusi udara, dan juga hujan asam. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa sebesar 85.71% siswa belajar melalui kehidupan, 71.42% terdapat perkembangan mental yang positif bagi siswa, 62.85% keberhasilan ujian keahlian, dan pembelajaran yang bermakna sebesar 54.28% [13].

Penelitian Aay Susilawati, Hernani, dan Parlindungan Sinaga pada tahun 2016, menyebutkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan menggunakan *mind maps* (peta pikiran) mampu meningkatkan sikap siswa terhadap lingkungan sekitar. Penelitian ini ditujukan pada peserta didik kelas VII dari dua kelas di salah satu SMP swasta kota Bandung. Hasil yang diperoleh yaitu pada kelas eksperimen mendapatkan skor rata-rata 81.62% lebih tinggi dibandingkan skor rata-rata dari kelas kontrol dengan persentase 77.39%. Sehingga, penelitian pada kelas eksperimen mampu meningkatkan sikap siswa terhadap lingkungan sekitar melalui pembelajaran berbasis proyek dengan menggunakan *mind maps* [14].

Penelitian Masdiana, Kusnadi, dan Munandar pada tahun 2020, menyebutkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan kesadaran peserta didik terhadap lingkungannya. Materi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tentang pengelolaan sampah. Penelitian ini dilakukan di salah satu SMK di kota Bogor. Berdasarkan hasil penelitian Masdiana, Kusnadi, dan Munandar menyatakan bahwa terdapat peningkatan nilai yang signifikan ketika sebelum dan sesudah melaksanakan pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* [15].

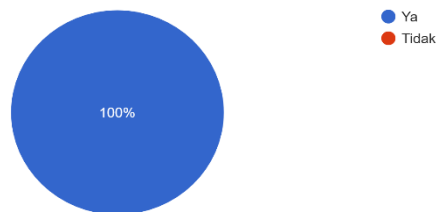
Penelitian Sevcan Helvaci dan Ismail Helvaci pada tahun 2019, pendekatan STEM diyakini sebagai pendekatan interdisipliner dengan disiplin ilmu lainnya. Penelitian ini ditujukan pada 18 peserta didik kelas 6 di sebuah provinsi yang terletak di barat *Black Sea Region* Turki pada tahun ajaran 2017/2018, selain itu hasil dari penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan berupa E-STEM memberikan efek positif bagi peserta didik. Peserta didik mampu membuat pernyataan positif mengenai lingkungan sekitar terutama mengenai daur ulang dan penggunaan berbagai disiplin ilmu secara bersama-sama, sehingga dalam penelitian ini memberikan pernyataan bahwa aplikasi E-STEM mampu meningkatkan kesadaran lingkungan bagi peserta didik [16].

Penelitian Setyowati, Parmin, dan Widiyatmoko pada tahun 2013 menyebutkan bahwa upaya untuk membuat peserta didik menjadi lebih aktif dalam mencari tahu informasi mengenai materi IPA dengan menggunakan modul IPA Terpadu. Sehingga, peserta didik dapat berpikir lebih kreatif dan mencari tahu lebih dalam. Modul yang dikembangkan dalam penelitian ini juga dilengkapi dengan pendidikan karakter. Penelitian ini ditujukan untuk peserta didik kelas XI di SMKN 11 Semarang. Rata-rata nilai hasil belajar peserta didik yaitu 80.7%, selain itu sebesar 67.87% menyatakan bahwa pengembangan modul berkarakter dengan tema polusi mampu meningkatkan karakter kepedulian peserta didik terhadap lingkungan sekitar [17].

Berdasarkan paparan hasil penelitian terdahulu, peneliti telah mengambil solusi yang paling tepat dibanding solusi lainnya. Solusi yang telah diambil oleh peneliti merupakan gabungan dari solusi yang ditawarkan oleh Helvaci & Helvaci (2019) dan Setyowati, Parmin, & Widiyatmoko (2013). Pengambilan solusi tersebut tentunya telah melalui berbagai pertimbangan. Menurut Mukhyati dan Sriyati, permasalahan yang terjadi dalam lingkungan sekitar harus diintegrasikan ke dalam bahan ajar. Berdasarkan hal tersebut, maka peserta didik dapat mengetahui dan memahami kondisi yang sebenarnya, serta dapat menumbuhkan sikap peduli peserta didik terhadap lingkungan sekitar melalui bahan ajar [18]. Pada dasarnya, bahan ajar dibedakan menjadi dua antara lain bahan ajar cetak dan bahan ajar digital. Umumnya, sumber belajar peserta didik di sekolah menggunakan buku dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang berupa cetak [19]. Hal tersebut sesuai dengan hasil wawancara peserta didik bahwa pada saat proses pembelajaran IPA sebanyak 100% menyatakan dalam pembelajaran IPA menggunakan buku cetak, akan tetapi sebanyak 12.5% peserta didik merasa bahwa dalam kegiatan pembelajaran IPA pernah menggunakan buku digital.

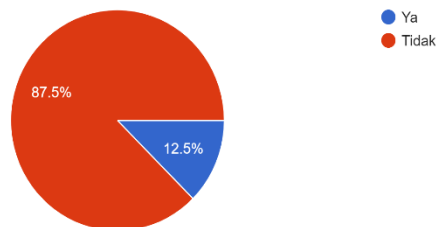
GAMBAR 3.3 Persentase Jawaban Wawancara Peserta Didik

3. Dalam proses pembelajaran IPA di kelas (baik secara daring atau luring), buku yang digunakan berupa cetak
16 responses



GAMBAR 3.4 Persentase Jawaban Wawancara Peserta Didik

4. Apakah pernah dilakukan proses pembelajaran IPA dengan menggunakan buku digital?
16 responses



Dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, para guru dituntut untuk memodifikasi suatu sumber belajar dari bentuk tercetak menjadi yang tidak tercetak, seperti contohnya buku digital atau electronic book. Penggunaan buku yang berbasis elektronik, banyak proses fisik yang mudah dan dapat dipahami dan juga divisualisasikan oleh peserta didik. Buku berbasis elektronik (electronic book) dapat dikatakan sebagai buku yang interaktif karena ditulis menggunakan berbagai macam warna, ilustrasi gerakan, video, animasi, suara, dan juga film [20]. Interaksi juga dapat terjadi apabila pengguna dan e-book mampu: (1) memberikan umpan balik pada saat menjawab soal; (2) pengguna dapat menjalankan video, animasi, dan juga berbagai fitur ataupun tools lainnya dengan baik dan lancar [21].



Dengan menggunakan buku elektronik, maka peserta didik dapat belajar secara mandiri di mana saja dan kapan saja [20]. Selain itu, bahan ajar berbentuk e-book mampu meningkatkan hasil belajar dan aktivitas belajar peserta didik [22]. Buku dalam bentuk digital mengandung informasi-informasi secara digital dengan format buku yang populer seperti PDF, JPEG, doc lit, HTML, dan EPUB [19].

Bahan ajar yang baik adalah bahan ajar yang memberikan pelajaran bermakna bagi peserta didik. Salah satu contohnya ialah dengan mengintegrasikan pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) ke dalam bahan ajar. Pendekatan STEAM bermaksud untuk memberikan pengalaman secara langsung bagi peserta didik. Istilah tersebut mengacu pada suatu pendekatan yang mengintegrasikan banyak aspek ke dalam pembelajaran. Dengan menggunakan pendekatan STEAM, peserta didik mampu untuk berpikir kritis secara menyeluruh dan juga inovatif dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Aspek seni juga turut serta dalam pendekatan tersebut karena telah dianggap sebagai aspek yang sangat berpengaruh kedepannya dan memiliki sisi kehidupan manusia, selain ilmu dan teknologi. STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) merupakan adaptasi dari STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), dengan menghubungkan dua atau lebih bidang melalui sebuah observasi, penyelidikan, dan juga pemecahan masalah [23].

PENUTUP

KESIMPULAN

Untuk mengatasi masalah rendahnya kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar maka solusi yang paling efektif adalah dengan melakukan pembelajaran menggunakan bahan ajar digital (*e-book*) berbasis STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) untuk menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar, khususnya pada pokok bahasan pencemaran udara.

SARAN

Diperlukan pengembangan bahan ajar digital (*e-book*) berbasis STEAM untuk menumbuhkan kesadaran peserta didik terhadap lingkungan, khususnya pada pokok bahasan pencemaran udara. Sehingga, dengan menggunakan pendekatan STEAM tersebut, peserta didik akan mendapatkan pengalaman secara langsung dan pembelajaran menjadi lebih bermakna.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] N. Inayah, M. T. Hidayat, and M. Nur, "Efektivitas Pembelajaran Berorientasi Pendekatan Saintifik pada Materi Hereditas terhadap Kreativitas Ilmiah Siswa SMA," *J. Penelit. Pendidik. Sains*, vol. 10, no. 01, pp. 1857–1873, 2020.
- [2] Budiyanto, "Curriculum as a Dynamic System," *Novat. Publ.*, vol. 6, no. 8, pp. 10–18, 2020, doi: 10.5840/eps202057110.
- [3] F. Hapsari, "Efektifitas Perubahan Kurikulum terhadap Kegiatan Pembelajaran di Sekolah (Studi Kasus pada SDN 03 Pagi Ciracas)," *Res. Dev. J. Educ.*, vol. 1, no. 1, pp. 26–35, 2014.
- [4] N. P. D. Efriani, D. P. Parmiti, and K. Pudjawan, "Pengembangan Modul IPA Berorientasi Pendidikan Karakter Pelajaran IPA Kelas VII Semester Genap di SMPN 1 Negara," *J. Teknol. Pendidik.*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.23887/jeu.v4i2.7612.
- [5] C. S. Dalida, G. A. O. Malto, and C. G. B. Lagunzad, "Enhancing Students' Environmental Knowledge and Attitudes Through Community-Based Learning," *KnE Soc. Sci.*, vol. 3, no. 6, p. 205, 2018, doi: 10.18502/kss.v3i6.2381.
- [6] S. Meidi, "PEMBINAAN KESADARAN LINGKUNGAN MELALUI HABITUASI BERBASIS MEDIA SOSIAL GUNA MENUMBUHKAN KEBAJIKAN MORAL TERHADAP," *J. Moral Kemasyarakatan*, vol. 2, no. 1, pp. 14–29, 2017.
- [7] Badan Pusat Statistik, *Laporan Indeks Perilaku Ketidakpedulian Lingkungan Hidup Indonesia 2018*. 2018.
- [8] A. Sugiarto and D. A. Gabriella, "Kesadaran dan Perilaku Ramah Lingkungan Mahasiswa di Kampus," *J. Ilmu Sos. dan Hum.*, vol. 9, no. 2, pp. 260–275, 2020, doi: 10.23887/jish-undiksha.v9i2.21061.
- [9] I. Suryani, Ramlawati, and S. Saenab, "Pengaruh Media Video dengan Pendekatan Kontekstual terhadap Hasil Belajar IPA Kelas VII MTS Negeri Gantarang Kab. Banteng," *J. IPA Terpadu*, vol. 1, no. 2, pp.



- 57–67, 2018.
- [10] R. Jamanti, “Pengaruh Berita Banjir Di Koran Kaltim Terhadap Kesadaran Lingkungan Masyarakat Kelurahan Termindung Permai Samarind,” *J. Ilmu Komun.*, vol. 2, no. 1, pp. 17–33, 2014.
- [11] R. Febriana, Y. Haryono, and R. Yusri, “Effectiveness of Discovery Learning-Based Transformation Geometry Module,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 895, no. 1, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/895/1/012003.
- [12] K. H. Inde, M. B. U. Kaleka, and I. Ilyas, “The Effect of Discovery Learning Model on Learning Outcome of Grade-Vii Students of SMPN 5 Nangapanda,” *J. Sci. Educ. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 11–14, 2020, doi: 10.21831/jser.v4i1.34233.
- [13] G. Yalva, “A New Approach To Environmental Education : Poster Activities,” *Int. J. Curr. Res.*, vol. 9, no. 6, 2017.
- [14] A. Susilawati, H. Hernani, and P. Sinaga, “The Application of Project-Based Learning Using Mind Maps To Improve Students’ Environmental Attitudes Towards Waste Management in Junior High Schools,” *Int. J. Educ.*, vol. 9, no. 2, p. 120, 2017, doi: 10.17509/ije.v9i2.5466.
- [15] R. Masdiana, K. Kusnadi, and A. Munandar, “Project-Based Learning to Enhance Student’s Awareness Towards the Environment,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1521, no. 4, pp. 1–4, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1521/4/042005.
- [16] S. C. Helvaci and I. Helvaci, “An Interdisciplinary Environmental Education Approach : Determining the Effects of E-STEM Activity on Environmental Awareness,” *Univers. J. Educ. Res.*, vol. 7, no. 2, pp. 337–346, 2019, doi: 10.13189/ujer.2019.070205.
- [17] R. Setyowati, Parmin, and A. Widiyatmoko, “Pengembangan Modul IPA Berkarakter Peduli Lingkungan Tema Polusi sebagai Bahan Ajar SMK N 11 Semarang,” *Unnes Sci. Educ. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 245–253, 2013.
- [18] S. Siti and Mukhyati, “Pengembangan Bahan Ajar Perubahan Lingkungan Berbasis Realitas Lokal dan Literasi Lingkungan,” *Semin. Nas. XII Pendidik. Biol. FKIP UNS*, pp. 151–161, 2015.
- [19] O. W. Astuti and D. D. Kusumajanto, “Development of Electronic Book (E-Book) EPUB-Based for Display Course,” *J. Pendidik. Bisnis dan Manaj.*, vol. 3, no. 2, pp. 157–164, 2017, doi: 10.17977/um003v3i22017p157.
- [20] A. Suyatna, H. Maulina, I. Rakhmawati, and R. A. N. Khasanah, “Electronic Versus Printed Book: A Comparison Study on The Effectivity of Senior High School Physics Book,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 7, no. 4, pp. 391–398, 2018, doi: 10.15294/jpii.v7i4.14437.
- [21] A. NFH and E. S. Rahman, “Efektivitas Penerapan Interaktif E-Book Mata Pelajaran Pemrograman Dasar pada Siswa SMK,” *J. MEDIA Elektr.*, vol. 17, no. 2, pp. 14–18, 2020.
- [22] H. Hasbiyati, D. Sudiarti, and S. R. Hikamah, “The Effectiveness of Using Smartphone-Based E-Book in Increasing Students’ Learning Outcomes in Science Learning,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 243, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/243/1/012071.
- [23] Y. Estriyanto, “Menanamkan Konsep Pembelajaran Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) pada Guru-Guru Sekolah Dasar di Pacitan,” *J. Ilm. Pendidik. Tek. dan Kejuru.*, vol. 13, no. 2, pp. 68–74, 2020, doi: 10.20961/jiptek.v13i2.45124.



KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN ALAT PENYARING KARBON MONOKSIDA PADA KNALPOT KENDARAAN BERMOTOR

Isnani Juni Fitriyah^{1*}, Audi Three Ninenova², Khomsiyah Naili³, Lutfiatul Nur Khasanah⁴, Shintia Ani Fatimatus Zahro⁵

^{1, 2, 3, 4}Jurusan Pendidikan IPA, Program Sarjana, Universitas Negeri Malang

Email : isnani.junifitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Perkembangan transportasi membarikan dampak positif dan negatif. Salah satu dampak negatifnya ialah gas emisi yang dihasilkan. Gas emisi ini memberikan dampak yang cukup berbahaya bagi kesehatan. Pohon trembesi sangat mudah ditemukan. Ekstrak daunnya memiliki banyak kandungan yang dapat menyerap emisi gas yang disebabkan oleh kendaraan bermotor salah satunya adalah karbon monoksida. Metode yang dilakukan dalam penulisan artikel ini ialah studi literatur. Artikel ini berisikan kumpulan kajian literasi terkait seperti apa alat penyaring gas emisi kendaraan bermotor, bagaimana cara pembuatannya, cara kerja, serta konsep IPA Terapan yang digunakan dalam alat penyaring tersebut. Alat bahan yang digunakan cukup mudah didapat.

Kata kunci: daun trembesi, alat penyaring, karbon monoksida

PENDAHULUAN

Di era yang kaya akan berbagai macam teknologi ini justru banyak megakibatkan keresahan seperti keadaan lingkungan yang tidak baik, banyaknya kekayaan alam yang dimanfaatkan oleh industri serta membuat kekhawatiran dalam masyarakat akan rusaknya ekosistem di di Alam kita. Teknologi yang mengalami perkembang pesat yaitu pada transportasi, baik transportasi udara, transportasi laut, dan transportasi laut. Definisi transportasi merupakan perpindahan suatu benda atau bahkan orang ke tempat yang berbeda atau lain (Jalaluddin, Gani Asri, 2013).

Selain memberikan dampak positif, transportasi juga memberikan dampak negatif. Di daerah perkotaan, memperlihatkan bahwa sering kali terjadi kemacetan terutama di jam-jam sibuk. Ini menunjukkan bahwa tingginya jumlah kendaraan bermotor di daerah perkotaan tersebut. Selain kemacetan, kendaraan bermotor juga memberikan dampak negatif lainnya berupa gas emisi buangan yang dihasilkan dari proses pembakarannya dapat merugikan lingkungan dan makhluk hidup. Emisi gas buang didefinisikan sebagai zat sisa hasil pembakaran dari bahan bakar pada mesin kendaraan yang keluar melalui mesin pembuangan atau yang disebut knalpot. Berdasarkan hasil penelitian, Emisi gas buang pada kendaraan bermotor mengandung karbon dioksida yang memberikan dampak negative khususnya pada kesehatan manusia dan apabila penggunaannya semakin meningkat maka, akan berakibat pada pemanasan global (Aisyi, 2020). Selain gas karbon dioksida, ada pula gas timbal dan gas karbon monoksida. Gas karbon monoksida merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa. Gas ini dihasilkan dari proses pembakaran tidak sempurna. Gas karbon monoksida yang terhirup dalam jumlah banyak dapat mengakibatkan hal yang fatal. Sedangkan gas timbal, jika terhirup ke dalam tubuh dalam jumlah yang banyak, maka dapat mengakibatkan gangguan permanen pada organ otak, darah, dan lainnya (Muttaqin & Suprpto, 2019).

METODE

Penulisan artikel ini menggunakan metode studi literatur. Artikel ini berisikan kumpulan kajian literasi terkait seperti apa alat penyaring gas emisi kendaraan bermotor, bagaimana cara pembuatannya, serta konsep IPA Terapan yang digunakan dalam alat penyaring tersebut. Sumber-sumber yang digunakan dalam pembuatan artikel ini berupa jurnal, artikel, dan sebagainya. Sehingga dapat memberikan gambaran terkait seperti apa alat penyaring gas emisi kendaraan bermotor.

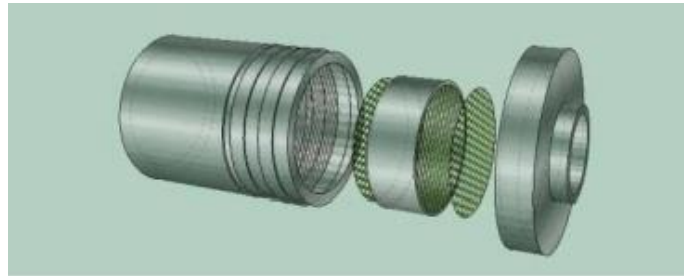
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Adsoben ekstrak daun Trembesi

Tanaman atau pohon trembesi sangat mudah ditemukan dan sangat jarang dimanfaatkan. Bagian daun trembesi merupakan salah satu bagian yang memiliki banyak manfaat, salah satunya yaitu untuk menyerap polutan atau karbon monoksida. Sehingga daun trembesi ini sangat berguna untuk mengurangi emisi gas yang diakibatkan oleh transportasi. Salah satunya yaitu sebagai pembuatan alat penyaring emisi gas. Pada ekstrak daun trembesi memiliki beberapa kandungan senyawa flavonoid, steroid, tannin, terpanoid, dan glikosinida (Pater Suteja et al., 2016). Oleh karena itu daun ini dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan alat penyaring karbon monoksida.

Sistem pembuangan pada kendaraan motor terdiri dari beberapa bagian pada knalpot, yaitu : Katup buang, pipa buang, dan Muffer. Sehingga, untuk membuat alat penyaring emisi gas ini dapat memanfaatkan daun trembesi dan diaplikasikan pada knalpot kendaraan bermotor. Selain dapat mengurangi kadar emisi gas karbon monoksida alat ini dapat digunakan untuk menambah keindahan, harga ekonomis, dan juga dapat digunakan pada transportasi yang lain seperti mobil (Sentiyaki et al., 2018).

Cara kerja dari alat penyaring ini ialah dengan meletakkan campuran adsorben yang telah kering pada tempat yang ada pada alat penyaring portable nya seperti gambar berikut.



Gambar 1. Peletakan adsorben
Sumber: (Sentiyaki et al., 2018)

Lalu, untuk menggunakannya pada knalpot kendaraan bermotor, cukup dengan cara mengaitkan alat penyaring portable dengan knalpot kendaraan. Dengan begitu alat penyaring karbon monoksida dengan adsorben ekstrak daun trembesi siap digunakan (Sentiyaki et al., 2018).

B. Adsorben Oli Bekas, Arang Aktif, dan Zeolit

1. Oli bekas

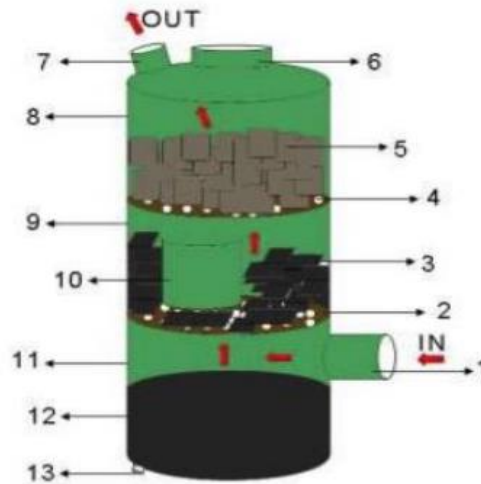
Oli bekas disini berfungsi untuk menyerab timbal dari hasil pembakaran kendaraan bermotor. Oli bekas memiliki beberapa kandungan yang bersifat asam, korosif, serta karsinogenik. Proses penyerapan timbal akan dibantu oleh kandungan hidrokarbon di dalam oli bekas tersebut.

2. Arang Aktif

Arang aktif dipercaya memiliki daya serap yang tinggi karena permukaannya yang luas sebesar 500meter persegi. Karakteristik arang yang memiliki daya serap tinggi yaitu berwarna hitam dan tidak berbau. Arang aktif berfungsi untuk menyerap sulfur dioksida, nitrogen monoksida, karbon dioksida, karbon monoksida, dan juga hidrokarbon. Sehingga, penggunaan bahan arang aktif ini diharapkan dapat meyerap kandungan gas emisi.

3. Zeolit

Pori-pori pada permukaan zeolit yang kecil menyebabkan zeolit ini berfungsi untuk menyaring molekul. Zeolit ini nantinya akan mengikat arang aktif yang sudah membawa gas emisi. Selain itu, zeolit ini memiliki sifat yang mudah melepas kation dengan menggantinya dengan kation lain sehingga dapat mengikat arang aktif.



Gambar 2.

Sumber: (Muttaqin & Suprpto, 2019)

Cara kerja pada alat ini yaitu pada proses penyaringan dilakukann melalui tiga fase. Pada fase pertama, gas emisi akan melewati oli bekas di dalam tabung yang nantinya oli bekas tersebut akan menyerap timbal, kemudian emisi tersebut dapat turun oleh bantuan gravitasi gas buang. Selanjutnya, pada fase kedua gas emisi akan memasuki arang aktif kemudian arang aktif tersebut akan menyaring sulfur dioksida, nitrogen monoksida, karbon dioksida, karbon monoksida, dan juga hidrokarbon. Pada fase terakhir yaitu zeolit yang nantinya akan mengikat arang aktif. Kemampuan alat penyaring ini dapat dikatakan cukup baik karena dapat mengurangi kadar gas emisi (Muttaqin & Suprpto, 2019).

4. Keterkaitan Alat dengan Konsep IPA Terapan

Sebagaimana proses kerja alat ini, maka konsep IPA Terapan yang digunakan ialah pada proses filtrasi (penyaringan) gas emisi kendaraan bermotor menggunakan alat penyaring portable. Proses penyaringan ini, tepatnya berlangsung pada saat gas emisi kendaraan bermotor melalui adsorben ekstrak daun trembesi yang hasil filtrasinya berupa gas emisi kendaraan bermotor dengan kadar CO yang lebih rendah. Sebagaimana fitrasi atau penyaringan merupakan proses pembersihan fluida dari partikel padat dengan cara melewatkan fluida ke medium penyaringan sehingga zat padat tersebut tertahan (Parahita, 2018).

PENUTUP

A. Kesimpulan

Permasalahan polusi udara yang tidak ditangani dapat mengakibatkan munculnya permasalahan-permasalahan baru. Salah satu cara yang dapat dilakukan ialah dengan cara mengurangi kandungan zat berbahaya dari sumber yang menyebabkan polusi udara. Salah satunya dengan menggunakan alat penyaring knalpot kendaraan. Alat penyaring ini menggunakan IPA Terapan berupa filtasi/penyaringan, yang mana pada alat ini fluida yang difiltasi berupa gas.

B. Saran

Dapat dilakukan penelitian leih lanjut guna mencari informasi yang lebih valid dan lebih efisien mengenai alat penyaring karbon monoksida. Agar produk dapat dapat diwujudkan atau diciptakan dengan baik.



DAFTAR RUJUKAN

- Aisyi, D. (2020). *Identifikasi Pengaruh Emisi Gas Buang Rumah Tangga Dan Volume Kendaraan Terhadap Kualitas Udara Identification Effect of Household Gas Emissions and Vehicle Volume on Air Quality in the Environment*. September, 131–136.
- Jalaluddin, Gani Asri, D. (2013). Analisis Karakteristik Emisi Gas Buang Pada Sarana Transportasi Roda Dua Kota Banda Aceh. *Teknik Mesin Unsyiah*, 1(4), 455.
- Muttaqin, I., & Suprpto, M. (2019). Perancangan Tabung Penyerap Dan Pembersih Gas Emisi. *Jurnal EEICT*, 2(1), 1–8.
- Parahita, C. K. (2018). PENGARUH WAKTU PENGADUKAN DAN PENGAMBILAN SAMPEL LARUTAN CaCO_3 4% TERHADAP JUMLAH ENDAPAN PADA ALAT FILTER PRESS. *Jurnal Inovasi Proses*, 3(1), 7–9.
- Pater Suteja, I. K., Susanah Rita, W., & Gunawan, I. W. G. (2016). IDENTIFIKASI DAN UJI AKTIVITAS SENYAWA FLAVONOID DARI EKSTRAK DAUN TREMBESI (*Albizia saman* (Jacq.) Merr) SEBAGAI ANTIBAKTERI *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia*, 1–8. <https://doi.org/10.24843/jchem.2016.v10.i01.p19>
- Sentiyaki, S., Ayu Astuti, A. R., Fathurrahman, I., Yani, S., Mandasini, M., Nurjannah, N., & Sabara, Z. (2018). Alat Penyaring Karbon Monoksida Pada Knalpot Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Adsorben Alami Ekstrak Daun Trembesi. *Journal Of Chemical Process Engineering*, 3(1), 33. <https://doi.org/10.33536/jcpe.v3i1.192>



KONSEP IPA TERAPAN METODE PENGERINGAN JAGUNG DENGAN PENGERING EFEK RUMAH KACA (*GREEN HOUSE EFFECT*)

Isnani Juni Fitriyah^{1*}, Nadiyyatul Husna², Yana Lazuardhana Shalsabilla³, Lutvi Indah Oktavia Riyanto⁴, Reniita Fatjah⁵

Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Pengeringan jagung dilakukan secara konvensional oleh petani dengan menjemur langsung di bawah paparan sinar matahari. Cara tersebut tergolong hemat biaya karena hanya memerlukan alas terpal dan tanah lapang atau lantai semen untuk tempat jagung dikeringkan. Namun pada proses pengeringan yang dilakukan dengan cara konvensional memiliki banyak kekurangan, antara lain tidak bisa mengontrol suhu dari lantai semen maupun sinar matahari, ketika suhu pengeringan tinggi maka dapat menyebabkan benih jagung mudah retak atau pecah serta ada kemungkinan jagung ditumbuhi bakteri dan jamur. Artikel ini akan mengkaji mengenai pengeringan jagung yang mudah, hemat tenaga, hemat waktu, higienis dan tertutup. Alat pengering tersebut tetap menggunakan energi matahari namun dengan prinsip efek rumah kaca yang memberi solusi untuk para petani yang ingin hasil pengeringan jagungnya terkontrol dan terhindar dari jamur serta bakteri

Kata kunci: Alat Pengering Jagung, Green House Effect, Sinar Matahari

PENDAHULUAN

Sebagian besar hasil pertanian yang telah dipanen memerlukan proses pengeringan terlebih dahulu sebelum dijual atau diteruskan kepada pengepul. Proses pengeringan hasil panen secara konvensional dilakukan dengan memanfaatkan panas matahari secara langsung dan umumnya memerlukan waktu beberapa hari hingga hasil panen tersebut benar-benar kering dan siap dijual.

Kadar air pada hasil panen perlu dikurangi agar memperlambat dan menghindari pembusukan sehingga hasil panen bisa tahan lama. Selain itu juga proses pengeringan juga diperlukan agar hasil panen bisa diolah dan diproduksi menjadi barang yang memiliki nilai jual yang tinggi dan menjaga kualitas benih jagung selama masa penyimpanan.

Jagung yang baru saja dipanen mengandung kadar air sebesar lebih dari 30%. Ketika kadar air pada jagung masih tinggi, jagung akan rentan terhadap kerusakan fisik maupun jamur bakteri. Sehingga diperlukan adanya penanganan pasca panen, salah satunya adalah pengeringan. Setelah dipanen dan dikupas, jagung dikeringkan untuk yang pertama kalinya, hingga kadar airnya mencapai 20-25 %. Hal ini dilakukan agar pada saat proses pengupasan jagung tidak mudah hancur. Setelah pengeringan tersebut, jagung akan dikupas dan hasilnya akan berbentuk benih jagung. Kemudian jagung yang sudah berbentuk benih dikeringkan untuk kedua kalinya, hingga kadar air mencapai 14% (Firmansyah, 2006)

Jagung merupakan hasil panen yang banyak dihasilkan setiap tahunnya dari daerah sekitar tempat saya tinggal. Jagung merupakan salah satu sumber karbohidrat atau makanan pokok pengganti nasi. Jagung juga dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak, produksi tepung maizena, produksi makanan ringan dan lain-lain.

Cara konvensional yang biasa digunakan oleh para petani selama proses pengeringan adalah *in field sun drying*, di mana proses ini memanfaatkan sinar matahari. Cara ini dilakukan pada proses pengeringan yang pertama maupun kedua. Proses pengeringan ini menerapkan konsep perpindahan suhu dari panas terik matahari ke sekitar alat sehingga air di dalam jagung menguap dan kadar airnya akan berkurang.

Cara tersebut tergolong hemat biaya karena hanya memerlukan alas terpal dan tanah lapang atau lantai semen untuk tempat jagung dikeringkan. Namun pada proses pengeringan yang dilakukan dengan cara konvensional memiliki banyak kekurangan, antara lain tidak bisa mengontrol suhu dari lantai semen maupun sinar matahari, ketika suhu pengeringan tinggi maka dapat menyebabkan benih jagung mudah retak atau pecah; Cuaca yang tidak menentu, proses pengeringan akan tertunda dan terganggu ketika mendung maupun hujan yang tiba-tiba datang; dan benih jagung belum tentu higienis, karena pada saat petani terburu-buru untuk memasukkan benih jagung ke dalam gudang penyimpanan dikarenakan hujan yang tiba-tiba turun, hal ini dapat

menyebabkan jagung menjadi lembap dan dapat memicu tumbuhnya bakteri dan jamur berkembang biak (Miskiyah, 2008).

Cara konvensional yang banyak dilakukan oleh petani ini, walaupun murah namun banyak kekurangannya seperti pada uraian diatas. Hal ini membuat penulis berminat untuk membantu petani dapat mengeringkan hasil panen berupa jagung dengan menggunakan alat pengering jagung yang sederhana, hemat energi, hemat waktu, higienis dan bersih dari bahan kimia. Alat pengering tersebut tetap menggunakan energi matahari namun dengan prinsip efek rumah kaca.

METODE

Metode penelitian yang digunakan bersifat kualitatif yaitu studi pustaka dengan menggunakan buku, jurnal, serta literatur lainnya sebagai objek utama.

Kajian literatur didasarkan atas masalah di sekitar yang ingin dicari solusinya, dalam penelitian ini yaitu masalah pengeringan jagung secara konvensional yang dinilai perlu dikembangkan dan digantikan dengan menggunakan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengeringan Jagung Menggunakan Alat

Pengeringan jagung menggunakan alat memiliki prinsip dan tujuan yang sama yaitu mengeringkan jagung dengan prinsip mengurangi kadar air dalam jagung dengan bantuan panas matahari.

Pada alat pengering jagung ini, terdapat *absorber* berbahan kaca yang berguna untuk menyerap dan memantulkan sinar matahari ke arah jagung. Sinar matahari yang melewati *absorber* akan menjadi panas dan akan menurunkan kadar air dalam jagung (Pradana, 2009)

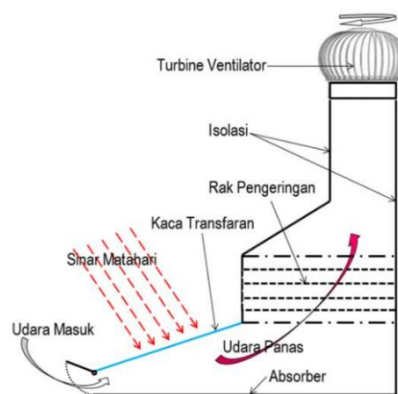
Alat pengering ini menerapkan prinsip kerja efek rumah kaca. Prinsip tersebut terjadi karena alat ini dilengkapi dengan kaca bening yang disusun miring dan kaca bening sebagai *absorber* dan sebagai *receiver* panas guna meningkatkan suhu ruangan dalam alat pengering (Syafri, 2015).

Penggunaan kaca transparan akan memungkinkan gelombang elektromagnetik masuk dan akan menyerap kaca *absorber*. Mekanisme yang terjadi adalah radiasi gelombang panjang yang terbentuk dari radiasi gelombang pendek akan terkumpul sehingga akan meningkatkan suhu udara dalam ruangan pengering. (Harianda dan Zaenuri, 2009).

Kesamaan antara pengeringan secara konvensional dan pengeringan menggunakan alat adalah keduanya sama-sama bergantung pada cuaca. Jika cuaca cerah maka proses pengeringan juga akan lebih cepat.

Pintu masuk bawah ditujukan sebagai tempat masuknya udara dari lingkungan luar. Udara luar yang masuk, suhunya akan meningkat akibat diterpa sinar matahari yang menyerap kaca dan dipantulkan oleh absorber. Udara dengan suhu yang telah meningkat akan bergerak menuju jagung yang disusun di rak kemudian keluar lewat pintu atas yang tersambung dengan turbin ventilator (Harianda dan Zaenuri, 2009).

Alat pengering ini dapat dilengkapi dengan ventilator udara yang berperan sebagai alat sirkulasi udara panas. Turbin ventilator berputar menandakan terdapat perbedaan suhu antara di dalam alat dengan lingkungan. Alat pengering yang tidak disertai dengan turbin ventilator tidak menunjukkan hasil pengeringan jagung yang signifikan dibandingkan dengan alat yang disertai dengan turbin ventilator (Harianda dan Zaenuri, 2009).



Gambar 1. Alat Pengering

Keterangan gambar :

Dimensi Alat di atas :

- Luas Ruang Rumah Kaca = 1 m²
- Ukuran Turbin Ventilator 12 inch
- Luas Rak Pengering 0,25 m²
- Tinggi total Alat 3 m

Pengembangan alat ini nantinya akan dilakukan dengan menambahkan alat pengatur suhu. Alat pengukur digunakan untuk mengontrol suhu dalam ruangan pengering dengan tujuan agar suhunya masih diambang normal. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan rusaknya struktur morfologi sel dalam jagung dan merusak daya fisiologi jagung (Taib, G. et al., 1988).

Pengeringan jagung idealnya dilakukan pada suhu 45°C – 75°C. Suhu di bawah ambang minimal akan menyebabkan tumbuhnya mikroba dan jamur, sedangkan suhu yang terlalu tinggi juga akan merusak struktur kimiawi dan fisik jagung.

B. Perbedaan Pengeringan Konvensional dengan Menggunakan Alat

Pengeringan konvensional dengan cara menjemur jagung secara langsung di bawah sinar matahari pada tempat atau lahan yang luas sudah lumrah dilakukan oleh para petani. Cara tersebut dapat mempengaruhi higienisasi jagung dimana jagung memungkinkan terkena bakteri dan jamur. Walaupun berdampak negatif seperti itu, para petani tetap mengeringkan dengan cara tersebut karena sudah menjadi tradisi turun temurun dan mudah dilakukan. Penggunaan tempat yang luas bagi jagung dimaksud agar jagung cepat kering dengan hasil maksimal.

Dengan adanya mesin pengering jagung yang menerapkan metode efek rumah kaca (*green house effect*), menjadi salah satu terobosan terkini karena dapat memudahkan para petani yang tidak memiliki lahan luas untuk menjemur jagung. Hal ini dikarenakan mesin ini didesain sesuai dengan kebutuhan para petani sehingga tidak memakan lahan luas. Selain itu, mesin ini juga mencegah dari timbulnya jamur dan bakteri pada jagung karena tempatnya tidak bersinggungan langsung dengan udara sekitar dan matahari.

Persamaan cara mengeringkan jagung secara konvensional dan menggunakan alat adalah keduanya sama-sama dipengaruhi sinar matahari, sehingga apabila cuaca tidak cerah atau cuaca mendung, maka kedua cara tidak bisa dilakukan.

C. Keterkaitan Konsep IPA dengan Alat Pengering

Alat pengering jagung ini mengadaptasi beberapa ilmu IPA (biologi, fisika dan kimia) dalam pembuatannya. Salah satu ilmu biologi yang diadaptasi adalah konsep dari pengeringan pada hasil panen. Prinsip dari pengeringan adalah dikeluarkannya kandungan air dari bahan pangan hingga tercapai mencapai batas aman kandungan air bagi bahan pangan untuk diolah maupun disimpan dalam jangka waktu tertentu. Berdasarkan standar SNI 01-4483-1998 tentang jagung sebagai bahan baku pangan, batas yang harus dipenuhi oleh jagung adalah memiliki kadar air maksimal 14%. Rata-rata kadar air dalam jagung setelah dipanen adalah 17,45% dimana angka ini menunjukkan bahwa jagung setelah dipanen belum memenuhi persyaratan mutu sehingga perlu dikeringkan terlebih dahulu (Arsyad, 2018).

Pengeringan secara konvensional memerlukan waktu sekitar 3 sampai 4 hari untuk mencapai kadar air jagung maksimal yang sesuai dengan standar. Tinggi rendahnya suhu dan kelembaban udara sangat mempengaruhi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengeringan ini. Untuk proses pengeringan maksimal, diperlukan suhu yang tinggi dan kelembaban yang rendah. Peningkatan suhu lingkungan di lokasi pengeringan menyebabkan tekanan uap air di dalam jagung meningkat yang menyebabkan terjadinya perpindahan air dari dalam jagung menuju lingkungan, perpindahan ini menjadi faktor yang mempercepat penurunan kadar air di suhu tinggi. Suhu lingkungan di lokasi pengeringan juga sangat mempengaruhi kelembaban udara di lingkungan tersebut. Suhu lingkungan berbanding terbalik dengan kelembaban udaranya. Saat aktivitas air di lingkungan rendah karena terpapar suhu tinggi, kelembaban udara di lingkungan akan menurun. Sebaliknya, tingginya aktivitas air di lingkungan saat suhu lingkungan rendah menyebabkan tingginya kelembaban udara di lingkungan (Hadi, 2013).

Berdasarkan uji terdahulu, pada rumah kaca suhu di dalam dapat mencapai 39°C sementara suhu di luar sebesar 36°C. Karena suhu di dalam lebih tinggi dibandingkan suhu di luar pada rumah kaca, maka

sesuai teori dapat disimpulkan bahwa kelembaban di dalam rumah kaca lebih rendah dibandingkan suhu di luar rumah kaca. Hal ini menjadi salah satu alasan pengeringan menggunakan alat pengering jagung berbasis rumah kaca ini lebih efisien dan efektif dari segi waktu karena pengeringannya berlangsung lebih cepat dibandingkan pengeringan jagung konvensional (Wijayanti & Hariani, 2019).

Alat pengering yang berbasis rumah kaca ini tentu bergantung pada sinar matahari. Konsep IPA berikutnya yang diadaptasi pada alat pengering ini adalah konsep fisika tentang rumah kaca itu sendiri. Prinsip alat pengering berbasis rumah kaca ini dibangun dengan fungsi tahan terhadap panas sinar matahari di dalam ruang pengeringan. Kaca transparan ruang pengeringan menjadi medium yang dilewati panas matahari di siang hari. Panas matahari yang telah masuk ke dalam rumah kaca kemudian menyebar di dalam ruang pengeringan dan membantu proses asimilasi pada jagung yang dikeringkan. Kaca sebagai penerima panas matahari ini juga berfungsi untuk mengeluarkan kembali sisa panas ke atmosfer. Pada tahap ini, suhu di dalam rumah kaca akan mengalami peningkatan yang menyebabkan jagung lebih cepat kering (Wijayanti & Hariani, 2019).

Konsep IPA lain yang diadaptasi adalah konsep dari ilmu Kimia yaitu konsep termokimia. Termokimia sendiri adalah cabang ilmu kimia fisika yang mempelajari tentang jumlah energi yang dilepaskan atau diserap ketika terjadi reaksi yang diikuti dengan perubahan fisika atau reaksi kimia. Pada pengeringan jagung menggunakan alat pengering ini, dipengaruhi oleh perbedaan suhu lingkungan dan suhu dalam jagung. Perbedaan yang besar antara suhu di luar lingkungan dengan suhu dalam jagung akan mempercepat perpindahan energi panas yang mengakibatkan proses penguapan cepat semakin cepat terjadi (Drysedale, 2016).

PENUTUP

A. Kesimpulan

Metode pengeringan jagung bisa dilakukan dengan cara konvensional atau penjemuran langsung di bawah sinar matahari dan juga dengan menggunakan alat atau mesin. Pengeringan secara konvensional memerlukan lahan yang luas dan berisiko lebih tinggi terinfeksi jamur dan bakteri.

Konsep rumah kaca (*green house effect*) yang digunakan dalam proses pengeringan jagung menjadi solusi untuk para petani yang memiliki hasil panen jagung yang berlimpah dan tidak memiliki lahan yang cukup luas untuk menjemur jagung. Alat ini menggunakan prinsip efek rumah kaca yang menyebabkan energi panas tidak bisa keluar sehingga proses pengeringan bisa berlangsung.

Alat ini dibuat dan dirancang dengan menerapkan tiga konsep ilmu dalam IPA yaitu biologi, kimia dan fisika. Konsep biologi yang digunakan adalah dalam menghambat tumbuhnya jamur pada jagung yang memiliki kadar air yang cukup tinggi. Konsep fisika yang digunakan adalah pemantulan cahaya matahari dengan kaca yang digunakan dalam alat dan juga prinsip efek rumah kaca yang ada pada alat ini. Sedangkan konsep kimia yang digunakan mengarah pada materi termokimia yaitu terjadi peningkatan suhu di dalam alat tersebut sehingga bisa menurunkan kadar air pada jagung pasca panen.

B. Saran

Kajian dan penelitian lebih lanjut sangat diperlukan untuk mengetahui dan membandingkan hasil pengeringan jagung secara konvensional dan menggunakan alat pengering efek rumah kaca.

DAFTAR RUJUKAN

- Arsyad, M. (2018). Pengaruh pengeringan terhadap laju penurunan kadar air dan berat jagung (*Zea mays L.*) untuk varietas bisi 2 dan NK22. *Agropolitan*, 5(1), 44-52.
- Drysedale, D. D. (2016). *Thermochemistry*. In *SFPE handbook of fire protection engineering* (pp. 138-150). Springer, New York, NY.
- Firmansyah, I.U., S. Saenong, B. Abidin, Suarni, dan Y. Sinuseng. 2006. Proses pascapanen untuk menunjang perbaikan produk biji jagung berskala industri dan ekspor. *Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 1-15.*



- Hadi, P. (2013). *Keterkaitan Suhu Dan Kelembaban Udara Ruang Penyimpanan Terhadap Kadar Air Jagung Pada Bangunan Penyimpanan (Studi Kasus Pada Gudang KUD Di Desa Pringgasela Kecamatan Pringgasela)* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Harianda1, I., & Agus Zaenuri2, M. (n.d.). RANCANG BANGUN PENGERING JAGUNG ENERGI SURYA DENGAN TURBIN VENTILATOR. In *Jurnal Integrasi* (Vol. 12, Issue 2).
- J.N.W Karyadi, dkk. 2019. Characteristic of Corn drying (*Zea Mays L*) using recirculated column dryer. *The 3rd International Symposium on Agricultural and Biosystem Engineering*.
- Miskiyah and Widaningrum 2008 Pengendalian aflatoxin pada pascapanen jagung melalui penerapan HACCP. *Jurnal Standarisasi*, 10, 1–10.
- Pradana, Agustinus Jati. 2009. Karakteristik Pengering Energi Surya Menggunakan Absorber Porus Dengan Ketebalan 12 cm. *Seminar Nasional-VIII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS Bandung*.
- Syafrul Hadi. 2015. Laju Pengeringan Kapulaga Menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca dengan Bantuan Tungku Biomasa. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1).
- Taib ,G., Sa'id ,E.G. , Wiraatmaja, S., 1988, *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*, Mediyatama Sarana Perkasa: Jakarta.
- Wijayanti, F., & Hariani, S. (2019). Pengaruh Pengeringan Biji Kopi dengan Metode Rumah Kaca dan Penyinaran Sinar Matahari Terhadap Kadar Air Biji Kopi Robusta (*Coffea Robusta*). In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 2, No. 1).



KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN *AUTOCLAVE* DALAM INDUSTRI PENGALANGAN IKAN SARDEN

Isnani Juni Fitriyah^{1*}, Qorina Firdausi Nuzula², Shalma Noeravizha³, Shila Dwi Pratiwi⁴, Zulfa Farikhatma⁵

Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Ikan sarden merupakan salah satu contoh bahan pangan mudah busuk atau biasa disebut dengan perishable food. Makanan yang mudah membusuk seperti ikan ini harus diolah dengan cara yang tepat. Prinsip dilakukannya pengolahan ikan sarden ini memiliki tujuan agar ikan tidak cepat mengalami pembusukan dan kerusakan. Selain itu, pengolahan ikan sarden ini dilakukan untuk memperpanjang daya awet dan mendiversifikasikan produk. Metode yang digunakan pada penulisan artikel ini adalah dengan menggunakan metode studi literatur. Artikel ini berisi tentang beberapa kajian literatur yang memuat teknologi autoclave dalam industri pengalangan ikan sarden. Tujuan dari metode yang digunakan ini adalah untuk mengetahui jenis teknologi yang bagaimana yang harus digunakan pada proses pengalangan ikan sarden dengan memanfaatkan pustaka atau literatur yang sesuai untuk mengetahui apa saja proses yang dilalui. Autoclave digunakan dalam proses pengolahan ikan sarden. Salah satu cara pengolahan ikan sarden yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengalangan. Adapun proses pengalangan ikan sarden dilalui beberapa proses yang mana salah satu dari proses tersebut membutuhkan penggunaan autoclave dalam prosesnya. Proses ini dilakukan untuk mempermudah pekerjaan manusia serta dapat memperpanjang jangka penyimpanan pada ikan karena ikan merupakan produk pangan yang mudah membusuk.

Kata kunci: Ikan sarden, autoclave, pengalangan

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, konsep pengetahuan tidak lagi hanya sekedar teori, namun juga terkait dengan penerapan dari ilmu pengetahuan itu sendiri, salah satunya adalah dalam ilmu pengetahuan alam. Ilmu pengetahuan alam yang dikembangkan dan dipelajari untuk mengatasi berbagai permasalahan praktis disebut dengan IPA terapan. Permasalahan ini biasanya bersifat dinamis yang dalam arti lain dapat berubah dan berkembang sesuai dengan berbagai permasalahan yang ada yang juga terkait dengan kemajuan teknologi.

Industri merupakan kegiatan memproduksi sesuatu memakai bahan tertentu sebagai bahan baku yang mana bahan tersebut nantinya diproses agar menjadi produk yang berguna bagi masyarakat. Intinya, proses industri merupakan kegiatan untuk menghasilkan suatu produk melalui suatu proses tertentu. Kegiatan industri ini dapat dijalankan pada berbagai sektor, misalnya industri dalam sektor pangan.

Perkembangan industri pada bidang pangan sudah banyak mengalami pembaharuan, baik berkembang dalam hal teknologi atau inovasinya. Industri pada sektor pangan saat ini sedang berlomba untuk lebih mengedepankan kualitas produk pangan guna mencukupi gizi yang dibutuhkan serta menunjang kesehatan konsumen. Dalam hal ini IPA Terapan dapat diterapkan. IPA Terapan dalam hal ini berguna membantu problem masyarakat pada bidang industri pangan kedepannya.

Seiring bertambahnya waktu, manusia berusaha menghadirkan pembaharuan dalam sektor industry, khususnya industri pangan. Contoh inovasi dalam sektor industri pangan ini merupakan makanan yang dibungkus di dalam kaleng. Salah satu produknya adalah ikan sarden kalengan. Produk ini banyak digemari masyarakat karena mudah dalam mebgkonsumsinya. Tahap pengalangan ditempuh dengan hermetis supaya ikan tidak gampang busuk dan agar tidak rusak. Tujuan pengalangan hermetis adalah agar saat tahap pengemasan kaleng ditutup dengan rapat. Jadi bahan makanan dalam kaleng tidak bisa dimasuki air dan udara agar oksidasi dapat dicegah.

METODE

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel menggunakan metode studi literatur. Artikel ini berisi tentang beberapa kajian literatur yang memuat teknologi auclave dalam industri pengalangan ikan sarden.

Tujuan dari metode yang digunakan ini adalah untuk mengetahui teknologi yang dipakai dalam proses pengalengan ikan sarden dengan menggunakan pustaka untuk mengetahui bagaimana proses-prosesnya

Adapun sumber yang digunakan yaitu meliputi berbagai jurnal ilmiah, dan sebagainya. Sumber rujukan tersebut kemudian dijadikan landasan dalam pembuatan artikel ini. Sehingga bisa memberikan gambaran bagaimana proses pengalengan ikan sarden dengan memanfaatkan suatu alat yang dikenal dengan autoclave.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Industri Pengalengan Ikan Sarden

Ikan adalah suatu bahan pangan dimana banyak dikonsumsi manusia karena pada ikan terdapat protein hewani dan asam amino esensial yang baik bagi tubuh. Disamping itu, ikan mempunyai nilai biologis yang tinggi dan mempunyai harga yang cukup ekonomis dan mudah dijangkau jika dibandingkan dengan harga jenis protein hewani lainnya (Mareta & Awami, 2011). Dengan harganya yang cukup terjangkau, ikan ini juga salah satu bahan pangan yang sangat mudah untuk membusuk sehingga harus segera ditangani (Arini & Sri, 2019). Jika dalam proses penanganannya salah, maka produk dengan bahan dasar berupa ikan ini akan menghasilkan kualitas yang tidak baik. Oleh karena itu, dalam pengolahannya harus diperhatikan dengan baik dan dilakukan dengan benar agar bisa tahan lama dan nutrisinya tidak berkurang.

Ada berbagai cara untuk mengawetkan ikan yang sudah dilakukan, namun pada sebagian prosesnya tidak dapat mempertahankan sifat-sifat alami dari ikan itu sendiri. Adapun cara yang dapat mempertahankan sifat alami ikan yaitu dengan cara pembekuan atau pendinginan (Mareta & Awami, 2011). Salah satu cara dari sekian banyak cara yang dapat dilakukan agar dapat menjaga kualitas bahan pangan ikan ini yaitu dengan melakukan proses pengalengan. Pada pengalengan ikan, dilakukan dengan cara memasukkan suatu bahan ke dalam kaleng, dan setelah dimasukkan lalu dilakukan sterilisasi. Bahan pangan yang dikemas secara hermetis, yaitu kedap air, udara, mikroba, serta zat-zat asing lainnya dan diletakkan ke dalam suatu wadah yang ditutup kemudian disterilkan sehingga dapat membunuh berbagai mikroba patogen penyebab penyakit dan mikroba pembusuk yang terdapat dalam wadah tersebut. Apabila dilakukan dengan cara ini, maka bahan pangan bisa terjaga kualitasnya dan terhindar dari berbagai kerusakan yang bisa terjadi seperti perubahan rasa, perubahan kadar air, dan mengalami oksidasi (Ndahawali et al., 2016).

Pada proses pengalengan, dilakukan dalam suhu yang cukup tinggi yaitu dengan suhu 110-120°C. Kaleng yang berisi bahan pangan tersebut dimasukkan ke dalam suhu tinggi untuk membunuh mikroorganisme seperti bakteri patogen dan bakteri pembusuk seperti *Clostridium botulinum* agar dapat menjadi sebuah produk yang lebih steril. Pengalengan ini merupakan upaya untuk menyelamatkan bahan pangan, terutama pada ikan dari pembusukan. Ikan yang diawetkan dengan proses pengalengan ini lebih baik daripada ikan yang diawetkan dengan cara lain. Pada proses pengalengan ini, penanganannya lebih intensif dan harus ditunjang dengan berbagai peralatan canggih, karena dalam prosesnya ikan sarden dimasukkan ke dalam suatu wadah yang tertutup rapat agar terhindar dari mikroorganisme perusak yang datang dari air maupun dari udara luar wadah tidak dapat merusak bahan pangan yang ada di dalam wadah tersebut. Kemudian, wadah tersebut dipanaskan dengan temperature atau suhu dengan jangka waktu tertentu sehingga mikroorganisme yang dibawa dalam produk yang sudah dikalengkan dapat dimatikan (Bangkalan, 2011).

B. Teknologi dalam Proses Pengolahan Ikan Sarden

Autoclave digunakan dalam proses pengolahan ikan sarden. *Autoclave* ini adalah sebuah bejana yang ditutup kemudian diisi dengan uap panas serta mempunyai tekanan yang tinggi sehingga dapat bekerja dengan maksimal. Suhu dalam *autoclave* ini sangat tinggi yaitu sekitar 115°C sampai dengan 125°C dengan tekanan uapnya sekitar 1-4 atm. *Autoclave* tersebut adalah ruang uap yang mempunyai dinding rangkap dan dalam penggunaannya harus diisi dengan uap jenuh bebas udara dan suhu serta tekanannya harus dapat dipertahankan sesuai dengan ketentuan dalam waktu yang sudah ditentukan pula. Sifat bahan yang disterilkan ini sangat berpengaruh pada lama waktu yang diperlukan selama proses sterilisasi dengan *autoclave*. Saat proses sterilisasi kondisi yang baik adalah pada 15 Psi dan temperatur 121°C dalam waktu 15 menit. Uap air yang digunakan dalam *autoclave* ini harus bisa menembus setiap bagian produk yang disterilkan agar penggunaan *autoclave* menjadi efektif, sehingga dalam penggunaannya *autoclave* tidak boleh terlalu banyak uap air sehingga nantinya dapat menembus seluruh area (Adji et al., 2007).

C. Proses Pengalengan Ikan Sarden

Ikan sarden merupakan salah satu contoh bahan pangan mudah busuk atau biasa disebut dengan *perishable food*. Makanan yang mudah membusuk seperti ikan ini harus diolah dengan cara yang tepat. Prinsip dilakukannya pengolahan ikan sarden ini memiliki tujuan agar ikan tidak cepat mengalami pembusukan dan kerusakan. Selain yang disebutkan dari hal tersebut, pengolahan pada ikan sarden ini dilakukan untuk memperpanjang daya simpan dari ikan sarden tersebut dan dapat digunakan untuk mendiversifikasikan produk ikan sarden tersebut. Adapun salah satu cara yang dapat dilakukan untuk melakukan pengolahan ikan sarden agar memiliki daya simpan yang lama adalah dengan dilakukannya pengalengan. Pengalengan diberlakukan pada ikan sarden secara modern menggunakan teknologi. Cara yang dilakukan pada proses pengalengan ini adalah dengan mengemas produk secara hematik dan kemudian dilakukan sterilisasi. Ikan sarden dikemas dengan cara hematik dan dimasukkan ke dalam kaleng dan ditutup secara rapat agar tidak dapat ditembus udara, air, dan agar tidak mengalami oksidasi maupun perubahan cita rasa dari ikan sarden tersebut (Arini & Sri, 2019). Adapun proses pengalengan ikan sarden dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan Pokok

Bahan pokok dari dilakukannya industri pengalengan ini adalah ikan sarden dengan jenis lemuru (*Sardenella lemuru*). Dalam persiapan bahan pokok ini, proses pengalengannya dilakukan dengan melalui berbagai tahapan. Adapun tahapan tersebut adalah sortasi diikuti oleh grading, kemudian dilakukan pencucian bahan-bahan yang akan digunakan, dan pengupasan/pemotongan bahan. Ikan sarden yang baru didapat disimpan di dalam cold storage dengan suhu -18°C untuk mempertahankan kualitas dan mutu ikan sebelum dikonsumsi. Untuk bahan pendukungnya disimpan di dalam gudang storage terpisah yang memiliki suhu ruang di dalamnya dan dilengkapi dengan alat pengendali hama. Sebelum melalui proses sortasi, ikan sarden perlu di-thawing. Hal ini dilakukan untuk mencairkan ikan yang beku karena es agar ikan dapat diproses lebih lanjut. Pada saat es yang terdapat pada ikan tersebut sudah mencair, proses sortasi dapat dilakukan dengan memilih bahan yang sudah masak dan hal ini dapat dilakukan dengan melihat ukuran atau diameter dan berat dari ikan sarden, jenis, dan warnanya. Proses yang akan setelahnya merupakan proses pembersihan bahan baku. Proses pembersihan bahan baku ini dilakukan untuk membersihkan kotoran yang terdapat pada ikan. Selain itu, pada proses ini juga dilakukan penghilangan bagian-bagian pada ikan sarden tersebut yang tidak diinginkan atau tidak memungkinkan untuk dikonsumsi. Setelah dilakukan proses pembersihan bahan baku ini, selanjutnya dilakukan dapat proses pencucian yang dilakukan dengan direndam dan disemprot bahan baku menggunakan air bersih. Jika bahan baku masih beku, dapat dicuci dengan diberi uap air panas terlebih dahulu. Untuk bahan yang proses pengolahannya dikalengkan dapat digunakan *blansing*, atau direndam di dalam air panas. Proses terakhir yang dapat dilakukan pada persiapan bahan pokok ini adalah dengan menambahkan bahan-bahan tertentu, kemudian diberikan larutan garam dengan konsentrasi sebanyak 1-3% dan diberi minyak untuk mempersiapkan ikan sarden pada proses pengalengan tersebut (Redhitasari, 2015).

2. Pengisian Ikan Sarden ke dalam Kaleng

Pada saat pengisian ikan sarden ke dalam kaleng yang akan digunakan, ruangan yang terdapat di dalam kaleng tersebut harus diperhatikan dengan baik dan seragam guna untuk mempertahankan keseragaman ruang bagian atas (*head space*). Ruang bagian atas (*head space*) yang terletak di antara permukaan ikan yang telah dimasukkan ke dalam kaleng dengan tutupnya juga harus diperhatikan dengan baik agar produk ikan sarden kalengan yang dihasilkan dapat konsisten dan massa beban yang dihasilkan pada produk ikan sarden kalengan tersebut dapat terjaga. *Head space* adalah rongga bagian atas yang kosong yang mana rongga ini merupakan ruang cadangan yang berfungsi agar pada saat melalui proses sterilisasi tidak menekan media penempatan ikan sarden tersebut dan tidak membuat media penempatan ikan sarden ini membentuk gelembung. Ukurannya harus disesuaikan dengan besarnya ikan sarden yang akan diisi. Apabila ikan sarden yang berukuran sedang hingga besar, umumnya berdiameter 3,01 inchi dengan *head space* setinggi 3-4,5 mm, sedangkan ikan sarden yang berukuran kecil, umumnya berdiameter 2,02 inchi dengan *head space* setinggi 3-4,5 mm. Hal tersebut dilakukan agar isi dari produk dapat memperoleh ruang hampa yang cukup. *Head space* dalam keadaan normal memiliki gas nitrogen dalam jumlah banyak, tetapi memiliki sedikit CO_2 dan hidrogen di dalamnya, sedangkan banyaknya jumlah O_2 akan menurun pada saat proses

penghampaan udara karena akan terjadi peningkatan korosi dari kaleng dan peningkatan oksidasi dari produk yang dikalengkan ini. Normalnya jumlah CO₂, hidrogen, dan O₂ kurang dari 1% karena selebihnya adalah nitrogen. Jika kondisi di dalam kaleng tidak seperti itu, hal ini dapat memberikan tanda-tanda petunjuk perubahan pada produk ikan kaleng tersebut, yaitu apakah terdapat aktivitas mikroba, apakah terjadi korosi yang disebabkan oleh kaleng, dan kerusakan dari ikan sarden tersebut. Oleh karenanya, sebelum melalui proses pengisian ikan sarden ke dalam kaleng ini harus benar-benar dipastikan bahwa kaleng yang akan digunakan harus bersih, kering, dan steril (Vatria, 2006).

3. Pengisian Medium

Medium pengalengan merupakan larutan atau bahan-bahan lain yang juga dimasukkan ke dalam kaleng pada proses pengisian ikan sarden yang akan dikalengkan. Adapun jenis-jenis medium yang dapat digunakan dalam pengisian ini adalah larutan garam, kaldu, minyak dan saus tomat maupun saus sambal. Medium pengalengan dilakukan agar pada produk ikan sarden kalengan ini memiliki cita rasa yang khas. Selain itu, medium pengalengan ini juga memiliki fungsi untuk mengurangi waktu sterilisasi. Cara yang dilakukan untuk mengurangi waktu sterilisasi adalah dengan meningkatkan proses perambatan panas. Dengan dilakukannya pengisian medium ini juga dapat mengurangi korosi kaleng yang mana hal ini dilakukan dengan cara menghilangkan udara. Pada pengalengan ikan sarden, medium yang adalah saus tomat, saus sambal, pengental, garam, gula, dan sebagainya dengan kisaran suhu saus yang digunakan pada saat proses ini adalah antara 70°C - 80°C (Vatria, 2006).

4. Penghampaan Udara

Proses udara dihampakan, yang biasa disebut *exhausting* adalah tahap ketika gas oksigen beserta gas lainnya dikeluarkan dari kaleng yang telah diisi medium. Hal ini bertujuan untuk mencegah supaya gas tersebut tidak bercampur dengan sarden dan tidak mengubah mutu, kadar gizi, serta umur simpan sarden nantinya. Tahap ini harus diterapkan guna menyisakan tempat untuk produk mengembang ketika tahap sterilisasi, jadi persentase kerusakan kaleng karena tekanan dari dalam dapat dikurangi. Selain itu, tahap ini juga berguna dalam peningkatan suhu sarden dalam kaleng agar sampai pada suhu awalnya (*initial temperature*). Untuk mencegah terjadinya pembusukan, setelah tahap *exhausting* kaleng kemudian di tutup (Redhitasari, 2015).

5. Sterilisasi

Sterilisasi adalah tahap terpenting dari rangkaian pengalengan makanan. Tahap ini dikatakan berhasil hanya jika produk tidak rusak selama prosesnya. Sterilisasi ini berperan dalam penghancuran mikroba pembusuk serta mikroba patogen. Selain itu, tahap ini bertujuan mengubah sarden menjadi cukup masak, dan menyesuaikan penampilan, cita rasa, serta tekstur yang dikehendaki. Pada tahap sterilisasi ini ikan sarden dipanaskan dengan temperatur tinggi guna mencegah mikroba hidup dalam kaleng. Alat yang digunakan pada tahap sterilisasi adalah *autoclave*, alat lain yang bisa digunakan adalah *retort* atau juga *pressure cooker*. Suhu yang digunakan saat mensterilkan kaleng harus sesuai (tidak terlalu tinggi) supaya ikan sarden dalam kaleng tidak terlalu matang.

Berikut adalah beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tahap sterilisasi:

- Karakteristik mikroba yang akan dituju untuk dihancurkan,
- Cepat rambat panas menuju titik dingin,
- Temperatur mula-mula sarden di dalam kaleng,
- Jenis serta ukuran wadah yang digunakan,
- Temperatur dan tekanan pada tahap sterilisasi, serta
- pH atau tingkat keasaman produk dalam kaleng (Redhitasari, 2015).

6. Pendinginan (Cooling)

Tahap pendinginan dilangsungkan sampai temperaturnya sedikit lebih tinggi dari suhu kamar (35-40°C), tujuannya supaya butiran air pada dinding-dinding kaleng segera menguap dan pengkaratan pada kaleng bisa dihindari. Tujuan lain tahap pendinginan adalah menghindari produk terlalu masak atau *over-cooking*, dan menghindari munculnya spora bakteri pembusuk atau patogen yang belum mati saat proses sterilisasi. Terdapat 2 jenis tahap pendinginan yang bisa diterapkan, yaitu

- Di dinginkan di dalam retort hingga 15 menit.
- Pendinginan tambahan pada bak cooling selama 10-15 menit (Redhitasari, 2015).

7. Penyimpanan

Temperature yang digunakan pada tahap penyimpanan sangat mempengaruhi kualitas makanan yang dikemas dalam kaleng. Temperatur yang terlalu tinggi menyebabkan kerusakan tekstur ikan, perubahan warna produk, dan merusak nilai gizi yang terkandung dalam ikan. Selain itu, temperature yang terlalu tinggi bisa menyebabkan tumbuhnya bakteri yang sporanya masih bertahan pada tahap sterilisasi dilangsungkan. Temperatur penyimpanan yang baik digunakan agar kualitas produknya tetap terjaga adalah 15 °C. Temperatur yang terlalu tinggi menyebabkan korosi lebih cepat terjadi serta dapat mengubah warna, cita rasa, aroma serta tekstur ikan sarden dalam kaleng. Guna mencegah perubahan pada produk tersebut, terdapat beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap ini, diantaranya temperatur rendah, RH atau kelembapan udara harus rendah, serta sirkulasi udara dalam ruang penyimpanan harus baik. Tujuan penyimpanan ini adalah supaya produk dalam kaleng tidak kualitas dan kenampakannya tidak berubah sampai produk berada di tangan konsumen. Pada gudang penyimpanan, produk diletakkan di atas pallet. Jadi tidak langsung bersentuhan dengan lantai. Hal yang harus diperhatikan juga adalah jarak antar pallet. Ruang penyimpanan juga harus dilengkapi dengan antihama untuk menghindari kerusakan produk oleh hama. Dan ketika produk siap didistribusikan, produk diangkat menggunakan forklift (Redhitasari, 2015).

D. Konsep IPA Terapan pada Pengalengan Ikan Sarden

Dalam proses pengalengan ikan sarden, konsep IPA yang diterapkan adalah pada saat proses sterilisasi, yang mana proses sterilisasi ini dilakukan dengan menggunakan alat *autoclave*. Proses sterilisasi dengan menggunakan *autoclave* ini memanfaatkan uap air panas (Falistin et al., 2015). Tekanan uap adalah suatu cara dari proses sterilisasi yang sangat ampuh, dikarenakan bisa melepaskan atau mengubah panas uap dengan membentuk air sehingga memiliki kemampuan untuk mematikan mikroorganisme, sementara pengurangan dari volume uap bisa memperkuat penetrasi (Djais & Theodorea, 2019).

Dalam fenomena proses sterilisasi oleh *autoclave*, yaitu dalam lingkungan yang tertutup ketika air dipanaskan, titik didih akan naik atau meningkat ini berkaitan dengan suhu uap yang diakibatkan (hasil) (Djais & Theodorea, 2019). Untuk mensterilkan media menggunakan autoclave dilakukan pada suhu sekitar 121°C selama kurang lebih 15 menit. Dalam penggunaan suhu tinggi sebesar 121°C itu diakibatkan oleh tekanan 1 atm pada ketinggian oleh permukaan air laut (Istini, 2020).

PENUTUP

C. Kesimpulan

Dari beberapa cara yang dapat dilakukan agar dapat menjaga kualitas bahan pangan ikan ini yaitu dengan melakukan proses pengalengan. Pada pengalengan ikan, dilakukan dengan cara memasukkan suatu bahan ke dalam kaleng, kemudian dilakukan sterilisasi. Dalam proses pengolahan ikan sarden menggunakan alat *autoclave*. *Autoclave* ini adalah sebuah bejana atau drum yang menggunakan penutup agar dapat ditutup lalu diisi dengan uap panas yang bertekanan tinggi sehingga dapat bekerja dengan maksimal. Proses pengalengan ikan sarden terdiri dari beberapa tahap, diantaranya meliputi persiapan bahan, pengisian bahan ke dalam kaleng, pengisian medium, *exhausting*, sterilisasi, pendinginan dan penyimpanan. Proses sterilisasi dengan menggunakan *autoclave* ini memanfaatkan uap air panas.

D. Saran

Perlu adanya pembaharuan teknologi khususnya dalam pengawetan atau sterilisasi ikan sarden selain teknologi *autoclave* yang saat ini sudah umum digunakan dalam industri, sehingga nantinya akan tercipta suatu alat yang lebih praktis dan efisien.

DAFTAR RUJUKAN

- Adji, D., Zuliyanti, & Larashanty, H. (2007). Perbandingan efektivitas sterilisasi alkohol 70%, infrared, otoklaf dan ozon terhadap bacillus subtilis.pdf. In *J. Sain Vet* (Vol. 25, Issue 1, pp. 17–24).
- Arini, & Sri, S. (2019). Proses Pengalengan Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) di CV . Pasific Harvest Banyuwangi , Provinsi Jawa Timur . *Marine and Coastal Science*, 8 (2)(June), 56–65.
- Bangkalan, K. K. (2011). Alumni Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo Dosen Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo. *Jurnal Kelautan*, 2(1), 40–49.



- Djais, A. A., & Theodora, C. F. (2019). The Effect of Presto Cooker as an Alternative Sterilizer Device for Standard Dental Equipment. *Journal of Indonesian Dental Association*, 2(1), 7.
<https://doi.org/10.32793/jida.v2i1.356>
- Falistin, N., ruf, W., & Dewi, E. (2015). Pengaruh Tahapan Pengolahan Terhadap Kualitas Kandungan Lemak Bandeng (Chanos Chanos Forks) Presto Goreng. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(2), 93–99.
- Istini, I. (2020). Pemanfaatan Plastik Polipropilen Standing Pouch Sebagai Salah Satu Kemasan Sterilisasi Peralatan Laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 41.
<https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.57424>
- Mareta, D. T., & Awami, S. N. (2011). Pengawetan Ikan Bawal Dengan Pengasapan dan Pemanggangan. *Ilmu-Ilmu Pengetahuan*, 7(2), 33–47.
- Ndahawali, D. H., Wowiling, F., Risnawati, Pongoh, S., Kaharu, S., Gani, S. H., & Sasara, S. M. (2016). Studi Proses Pengalengan Ikan Di PT . Sinar Pure Foods International Bitung. *Buletin Matric*, 13(2), 42–53.
- Redhitasari, R. (2015). Proses Produksi Pengalengan Ikan Sarden Dalam Saus Tomat Di Pt Maya Food Industries. *Laporan Kerja Praktek*.
- Vatria, B. (2006). Pengalengan Ikan Lemuru (Sardinella Lemuru Fish Canning). *Belian*, 5(3), 174–181.



KONSEP IPA TERAPAN PADA KALUNG PEMANTAU KONDISI HEWAN TERNAK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN MUTU HASIL PETERNAKAN

Isnanik Juni Fitriyah¹, Azizah Wahyuningsih², Fanny Putri Danissa³, Iin Fadilatus Sholicha⁴, Senda Tiara Putri⁵.

Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

Email : isnanik.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Peternakan merupakan salah satu sektor yang berpengaruh terhadap perekonomian Indonesia. Semakin baik produktivitas hasil peternakan maka semakin meningkat pula tingkat perekonomian yang dihasilkan dari produk peternakan. Kesehatan hewan ternak menjadi salah satu faktor yang menyebabkan menurunnya produktivitas ternak. Pemantauan dini kondisi hewan ternak menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pemantauan kondisi ternak ini bisa diperoleh dari suhu dan denyut jantung ternak melalui sensor yang nantinya akan dihubungkan dengan sistem Internet of Things (IoT). Nantinya sensor yang ada pada kalung ini akan menghubungkan informasi melalui web server. Metode yang digunakan adalah penelitian studi literatur yang menggunakan metode pengumpulan data. Diharapkan dengan adanya teknologi ini akan mampu mempermudah peternak untuk mendeteksi dini keadaan hewan ternak sehingga bisa dilakukan tindakan selanjutnya. Selain itu peternak akan dimudahkan tanpa harus mengecek satu persatu hewan ternak, karena data sudah bisa dilihat melalui grafik yang tersedia pada web atau aplikasi.

Kata kunci: Peternakan, Hewan Ternak, Pemantau, Sensor, Internet of Things (IoT)

PENDAHULUAN

Peternakan adalah salah satu faktor pendukung perekonomian di Indonesia. Dalam hal ini, budidaya hewan ternak sering kali dijumpai dengan cara melepas hewan-hewan ternak ke alam sekitar untuk mencari makan atau hanya sekedar melepas di sekitar lingkungan kandang. Pada kondisi tersebut, perubahan suhu lingkungan yang drastis dapat menyebabkan stress panas (*heat stress*) ataupun stress dingin (*cold stress*) bagi hewan ternak sehingga mempengaruhi tingkat kesehatannya. Hal ini akan berpengaruh buruk terhadap perkembangan hewan ternak jika tidak ditangani sesegera mungkin. Permasalahan tersebut dapat ditangani melalui perkembangan teknologi yang sudah berkembang. Salah satu teknologi yang sedang ramai digunakan adalah IoT.

IoT atau Internet of Things merupakan beberapa teknologi yang digunakan bersama menjadi satu kesatuan sebagai pembaca data dan koneksi internet menggunakan beberapa jaringan seperti *wireless sensor network*, *radio frequency identification* (RFID), dan teknologi yang digunakan akan bertambah disesuaikan sesuai kebutuhannya [1].

Penerapan dari Internet of Things dapat digunakan untuk mengenali, menemukan, mencari, memantau, dan juga memicu aksi secara otomatis dan terjadi saat itu juga. Hal ini sangat berdampak besar pada kehidupan bermasyarakat. Khususnya dalam bidang perekonomian, pertanian, peternakan, manajemen, kesehatan, bahkan juga pada kehidupan pribadi [2].

Sensor yang diletakkan pada tubuh hewan ini dapat digunakan untuk mengukur suhu tubuh dan denyut jantung hewan. Sensor merupakan alat yang berfungsi untuk mengukur dan mendeteksi sesuatu, yang dimanfaatkan untuk mengubah variasi magnetis, mekanis, kimia, panas, dan sinar menjadi arus listrik dan juga tegangan. Di lingkungan sistem robotika sensor berfungsi seperti panca indera yaitu lidah, mata, hidung, telinga yang kemudian datanya diolah oleh *controller* yang berfungsi seperti otak manusia [3].

Hewan dalam keadaan sakit dapat dilihat dari perilaku hewan seperti kurangnya nafsu makan, suhu tubuh, dan denyut jantung yang tidak berada pada titik normal [4]. Masing-masing hewan memiliki suhu tubuh yang berbeda-heda. Hal ini disebabkan karena hewan memiliki ketebalan bulu yang berbeda. Serta besarnya denyut jantung selalu dipengaruhi oleh aktivitas hewan, suhu tubuh, dan juga stress akibat penyakit [5]. Pada



sapi memiliki kisaran suhu tubuh normal 36,7-39,1 °C dengan kisaran denyut jantung 60-90 kali/menit, kambing memiliki kisaran suhu tubuh normal 38,5-40 °C dengan kisaran denyut jantung 68-90 kali/menit, kelinci memiliki kisaran suhu tubuh normal 38,5-40 °C dengan kisaran denyut jantung 125-304 kali/menit, dan ayam memiliki kisaran suhu tubuh normal 40,6-43,0 °C dengan kisaran denyut jantung 300-400 kali/menit [6].

Pemantauan kondisi kesehatan hewan ternak akan menjadi sangat mudah dilakukan apabila terdapat campur tangan teknologi. Mengingat para peternak tentu kesulitan mengecek kondisi hewan ternaknya satu persatu, terutama untuk peternakan besar. Kalung pemantau kondisi hewan ternak yang telah dilengkapi sensor dan terhubung dengan *smartphone* peternak ini dapat membantu untuk mengatasi masalah tersebut [7]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan salah satu gambaran pengaplikasian IPA terapan di bidang peternakan beserta cara kerja dari alat yang digunakan. Hal ini dilakukan sebagai salah satu upaya meningkatkan mutu hasil peternakan. Dengan adanya alat ini, peternak dapat memantau kondisi hewan ternaknya kapanpun dan dimanapun, serta apabila terdapat hewan ternak yang terinfeksi suatu penyakit maka dapat lebih cepat ditangani sehingga tidak menularkan penyakit pada hewan ternak lainnya.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian studi literatur yang menggunakan metode pengumpulan data dengan mengumpulkan pustaka, membaca, mencatat dan mengolah data yang diperoleh dari literatur. Adapun literatur yang digunakan adalah buku dan jurnal baik nasional maupun internasional. Langkah-langkah dalam studi literatur ini dimulai dengan mencari kata kunci, kemudian diikuti dengan pencarian subjek. Setelahnya mencari buku atau jurnal ilmiah terakreditasi dan mencari kutipan-kutipan di dalamnya. Kutipan-kutipan inilah yang digunakan sebagai data untuk diolah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaplikasian IPA terapan di bidang peternakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Melihat fenomena yang terjadi di lapangan, maka sistem pemantau kondisi hewan ternak berbasis IoT ini akan menyelesaikan masalah peternak dengan mudah. Kalung pemantau ini akan dilengkapi oleh sensor fisika yang mana akan mendeteksi adanya besaran-besaran fisika pada masing-masing hewan yang bertujuan untuk mendeteksi suhu tubuh dan detak jantung dari hewan ternak. Hasil yang diperoleh sensor ini akan dihubungkan dengan *smartphone* peternak dengan memanfaatkan IoT. IoT sendiri merupakan sistem yang berasal dari gabungan beberapa teknologi seperti sensor, koneksi internet, *radio frequency identification* (RFID), *wireless sensor network* dan teknologi lainnya sesuai dengan kebutuhan dari penggunaannya. Secara garis besar, IoT mengumpulkan data mentah yang akurat dengan cara yang lebih efisien, namun yang lebih utama adalah menganalisis dan mengolah data mentah yang telah diperoleh menjadi informasi yang lebih berharga [8].

Untuk sistem sensor dan penghubungnya akan dipasang baterai sekunder sebagai sumber energinya. Baterai yang digunakan merupakan baterai yang dapat diisi ulang, dimana ion litium bergerak antara anoda dan katoda. Anoda dan katoda mengalami reaksi kimia pada sel sekunder. Sel ini dapat di-*recharge* melalui proses elektrolisis dengan tujuan mengembalikan posisi anoda dan katoda pada kondisi awal. Anoda bukan menggunakan logam litium, namun bentuk ionnya, sehingga reaksi yang terjadi bukan merupakan reaksi redoks dan hanya pergerakan ion litium dari satu elektroda ke elektroda lainnya [9]. Ketika baterai ini digunakan, maka akan bekerja sebagai sel volta dimana elektron akan diantarkan oleh lithium dari anoda menuju alat yang seperti kapasitor dan *processor* yang membutuhkan elektron lalu akan berakhir di katoda. Dalam hal ini juga terjadi proses interkalasi yaitu proses dimana proton dari katoda menembus separator di antara katoda dan anoda. Proses ini berlangsung secara terus menerus sampai kapasitas maksimum penggunaan baterai yang ditunjukkan oleh persentase maupun garis penanda pada layar laptop maupun handphone. Pada saat di-*charge*, kerja baterai sebagai elektrolisis, berbeda ketika baterai diisi ulang atau *recharge* maka elektron akan kembali dari katoda ke anoda melalui alat pengisi ulang (*charger*). Proton akan kembali menuju katoda dibantu arus yang masuk dari *charger*. Sehingga kondisi kembali menjadi seperti semula. Selain itu, dalam penggunaan baterai sekunder ini tidak membutuhkan perlakuan spesifik apabila digunakan dalam jangka waktu yang lama sehingga sangat efisien karena tentunya alat ini digunakan secara terus menerus oleh peternak.

Dari data yang telah diolah oleh sensor dan diteruskan oleh IOT, maka peternak dapat mengetahui dari detak jantung dan suhu tubuh dari binatang ternaknya. Setiap hewan memiliki suhu tubuh yang berbeda dikarenakan hewan mempunyai ketebalan bulu yang berbeda pula, serta nilai denyut jantung yang dipengaruhi oleh suhu tubuh, aktivitas, tingkat stress atau penyakit.

Setelah mengetahui suhu normal dari binatang ternak yang dimiliki, dokter hewan atau peternak dapat menganalisis apakah hewan ternak yang dimiliki terinfeksi penyakit atau tidak melalui gejala yang ditunjukkan. Misalnya jika satu hewan memiliki suhu di atas suhu normal atau demam maka dapat dianalisis bahwa hewan ternak tersebut terinfeksi babesiosis, penyakit mulut dan kuku, atau penyakit yang lain sesuai dengan gejala pendukung yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Setelah dapat dianalisis jenis penyakit dari hewan ternak tersebut maka dapat dilakukan pengobatan agar penyakit dari beberapa hewan ternak tidak cepat menular ke semua hewan ternak. Bisa dibayangkan apabila menggunakan tenaga manual untuk memeriksa hewan ternak yang sangat banyak akan membutuhkan waktu yang sangat lama dan menjadikan semakin meluasnya penyakit tersebut ke hewan ternak yang lain [10].

PENUTUP

Aplikasi dari IPA Terapan di bidang peternakan bisa berupa sistem untuk memantau kondisi dari hewan ternak. Sistem ini melibatkan konsep dari biologi, fisika, maupun kimia. Di bidang biologi berupa menganalisis penyebab penyakit dari gejala yang telah ditunjukkan dan menentukan pengobatan yang tepat untuk mengantisipasinya. Di bidang fisika adalah menggunakan sensor untuk mengukur suhu tubuh dan detak jantung dari hewan ternak. Dan di bidang kimia berperan dalam pembentukan dan cara kerja sumber energi berupa baterai di sistem tersebut.

Cara kerja alat ini adalah dengan memasang sensor dalam bentuk kalung yang mendeteksi suhu tubuh dan detak jantung dari hewan ternak tersebut. Selanjutnya hasil dari sensor suhu tubuh dan juga detak jantung tersebut dihubungkan dengan smartphone peternak melalui IoT. Untuk sistem sensor dan juga penghubungnya akan dipasang baterai sekunder sebagai sumber energinya.

Data yang telah didapatkan dan diolah oleh sensor dan diteruskan oleh IOT, maka peternak dapat mengetahui dari detak jantung dan suhu tubuh dari binatang ternaknya. Setiap hewan memiliki suhu tubuh yang berbeda dikarenakan hewan mempunyai ketebalan bulu yang berbeda pula, serta nilai denyut jantung yang dipengaruhi oleh suhu tubuh, aktivitas, tingkat stress atau penyakit.

Setelah mengetahui suhu normal dari binatang ternak yang dimiliki, dokter hewan atau peternak dapat menganalisis apakah hewan ternak yang dimiliki terinfeksi penyakit atau tidak melalui gejala yang ditunjukkan. Setelah dapat dianalisis jenis penyakit dari hewan ternak tersebut maka dapat dilakukan pengobatan agar penyakit dari beberapa hewan ternak tidak cepat menular ke semua hewan ternak.

Sebelum alat ini direalisasikan, dapat dilakukan uji coba terlebih dahulu guna mengantisipasi adanya efek samping yang berkelanjutan dan membahayakan hewan ternak. Pengujian dapat dilakukan dengan didampingi oleh pakar ahli agar hasil yang didapat lebih akurat dan efisien.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] E. S. T. Wang, "The influence of visual packaging design on perceived food product quality, value, and brand preference," *Int. J. Retail Distrib. Manag.*, 2013.
- [2] Q. Zhou and J. Zhang, "Internet of things and geography review and prospect. Proceedings-2011 International Conference on Multimedia and Signal Processing, CMSP 2011, 2, 47–51." 2011.
- [3] D. P. Frank, "Elektronik Industri," *Andi Yogyakarta*, 2001.
- [4] O. I. D. E. (OIE), "ANIMAL WELFARE AND DAIRY CATTLE PRODUCTION SYSTEMS," pp. 1–14, 2015.
- [5] R. D. Frandson, "Anatomi dan Fisiologi Ternak (Anatomy and Physiology of Farm Animals). Terjemahan Srigandono, B dan Praseno K." Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 1996.
- [6] T. Abdisa, "Review on practical guidance of veterinary clinical diagnostic approach," *Int. J. Vet. Sci. Res.*, vol. 3, no. 1, pp. 30–49, 2017.



- [7] K. Schmidt-Nielsen, *Animal physiology: adaptation and environment*. Cambridge university press, 1997.
- [8] A. Rghioui, A. L'aaarje, F. Elouaai, and M. Bouhorma, "The internet of things for healthcare monitoring: security review and proposed solution," in *2014 Third IEEE International Colloquium in Information Science and Technology (CIST)*, 2014, pp. 384–389.
- [9] L. M. Butarbutar, "Pengaruh Solid Content pada Kinerja Elektrokimia Anoda Grafit Baterai Ion Lithium," 2021.
- [10] N. Triaksoso, *Penyakit Zoonosis Pada Ternak*. 2011.



KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGEMABANGAN MASKER ANTIVIRUS BAGI TENAGA MEDIS DALAM PENANGANAN PASIEN COVID-19

Isnanik Juni Fitriyah^{1*}, Zahra Fajarani^{A2}, Anjas Prasetyo³, Nisita Hardyanti⁴
1, 2, 3, 4Jurusan Pendidikan IPA, Program Sarjana, Universitas Negeri Malang

*Email : isnanik.juni.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Angka mortalitas tenaga medis yang terlibat dalam penanganan penderita virus Covid-19. Yang menyebabkan dari fenomena ini adalah keterbatasan APD (Alat Perlindungan Diri) atau bisa disebut Personal Protective Equipment (PPE). Artikel ini ditulis untuk mencari solusi mengenai permasalahan tersebut. Keterbatasan APD dapat diakali dengan meningkatkan efektifitasnya melalui pengembangan masker antivirus. Covid-19 disebabkan oleh virus corona, virus ini terdiri dari struktur protein yang dapat mengalami denaturasi oleh kation logam berat, beberapa zat, peningkatan suhu, ukuran asam dan basa dengan PH sangat tinggi, dan penambahan garam. Hasil dari analisis dalam artikel ini menyebutkan bahwa alcohol, triclosan, dan chlorhexidine memiliki kemungkinan untuk digunakan sebagai antiseptik pada filter di dalam masker antivirus. Masker antivirus sendiri diperkirakan akan memiliki 5 layer untuk menunjang tingkat efektifitasnya sebagai Alat Perlindungan Diri (APD) bagi tenaga medis.

Kata kunci: Corona Virus, Alat Perlindungan Diri, masker antivirus.

PENDAHULUAN

Dalam menghadapi peningkatan pasien terdampak pandemi Covid-19, ribuan tenaga medis dikerahkan sebagai upaya penanganan secara promotif dan preventif. Akan tetapi, hal tersebut justru menempatkan tenaga medis ke dalam kelompok yang berisiko tinggi tertular maupun menularkan virus. Salah satunya dipicu oleh ketersediaan Alat Pelindung Diri (APD) yang terbatas jumlahnya.

Pada Juni, 2021, Harif Fadhillah adalah Ketua Umum dari Persatuan Perawat Nasional Indonesia (PPNI), ia mengatakan bahwa sekitar 373 perawat meninggal disebabkan oleh Covid-19 dengan Jawa Timur sebagai pemegang angka tertinggi kematian perawat yaitu sejumlah 140 orang. Berdasarkan informasi terkini, sebanyak 25% perawat yang ada diseluruh rumah sakit di Indonesia telah terkonfirmasi positif Covid-19 sehingga jumlah perawat yang dapat bekerja secara optimal dalam penanganan Covid-19 berjumlah 75% padahal lonjakan jumlah pasien covid masih terus terjadi. Di sisi lain, Dr Adib Khumaidi dari Ketua Tim Mitigasi Ikatan Dokter Indonesia (IDI), ia menyatakan bahwa angka kematian dokter juga cukup tinggi. Dari data terakhir pada 8 Juli, sebanyak 458 dokter dinyatakan meninggal dunia akibat penularan Covid-19.

Angka mortalitas tenaga medis yang semakin tinggi tidak memiliki efek karena Covid-19 di Indonesia turun tidak terlalu banyak. Berdasarkan hal tersebut, Melki Laka Lena selaku Wakil Ketua Komisi IX DPR RI meminta untuk tenaga medis yang sebelumnya tidak menangani penderita Covid-19 agar dapat ikut andil. Melki juga meminta adanya kerja sama antara Kementerian Kesehatan dan organisasi profesi untuk mempermudah para tenaga kesehatan yang baru lulus kuliah untuk ikut andil dalam penanganan kasus Covid-19 secara langsung.

Salah satu penyebab dari tingginya angka mortalitas tenaga kesehatan akibat Covid-19 adalah APD (Alat Pelindung Diri) yang kurang memadai. Hal ini menyebabkan, puluhan dokter meninggal akibat COVID-19 dan ratusan lainnya terinfeksi Covid-19 dikarenakan kekurangan APD dan diganti dengan peralatan seadanya yang tidak dapat mencegah masuknya infeksi, padahal *sebuah APD harus dapat* memproteksi tenaga kesehatan dari bahaya fisik, chemical, biologis atau bahan infeksius seperti virus Covid-19. Namun hingga saat ini, upaya pemerintah untuk menekan angka mortalitas para tenaga medis penanganan Covid-19 baru dimulai dengan pemberian program vaksinasi dosis ketiga bagi 1,47 juta tenaga medis. Berdasarkan pemaparan di atas, maka masker antivirus ini

diharapkan dapat menjadi inovasi untuk menekan angka mortalitas tenaga medis yang menangani pasien Covid-19 secara langsung.

METODE

Dalam pengembangan artikel ini penulis berfokus dalam mencari solusi mengenai fenomena peningkatan angka mortalitas tenaga medis di Indonesia melalui studi literature dan menelaah berbagai artikel dan jurnal baik nasional maupun internasional untuk mengembangkan pembahasan. Artikel dan jurnal dikumpulkan dari *Google Scholar*, *Science Direct*, dan situs berita online terpercaya untuk mendapatkan jurnal atau artikel yang valid. Sumber dari pembahasan dan hasil yang diperoleh berasal dari literature pendukung seperti jurnal, berita, dan pustaka lain yang bereputasi dan kredibel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Virus Corona

Infeksi pada saluran pernapasan disebabkan oleh corona virus adalah yang biasa kita sebut dengan infeksi corona atau Covid-19. Virus corona ini dapat menyebabkan flu juga penyakit yang parah disebut Sindrom Pernafasan Timur Tengah (MERS-CoV) dan Sindrom Pernafasan Akut Parah (SARS-CoV) [1]. Virus corona ini berbentuk RNA strain dengan tunggal positif berkapsul dan juga tidak bersegmen yang mana termasuk superdomain biota, juga termasuk kingdom virus. Dengan kelompok virus terbesar dari ordo ordo Nidovirales. Dimana ordo Nidovirales adalah non-segmented positive-sense RNA viruses. Virus corona memiliki taksonomi sebagai berikut yaitu adanya familia Coronaviridae, sub familia Coronavirinae, genus Betacoronavirus, subgenus Sarbecovirus. Familia Coronaviridae itu dibagi menjadi dua sub keluarga. Selain itu juga dibedakan karakteristik genom dan berdasarkan serotipe. Alpha coronavirus, betacoronavirus, deltacoronavirus dan gamma coronavirus merupakan empat genus tersebut [1].

Pada penelitian menggunakan cryo-electron microscopy virus corona ini memiliki bentuk yang bulat dengan diameter kurang lebih 125 nm. Protein S (spike protein) dengan bentuk seperti paku pada virus corona, protein M (membrane protein), protein E (envelope protein), dan protein N (nucleocapsid protein) merupakan empat protein structural utama penyusun partikel dari virus Corona [2]. Virus corona merupakan mikroorganisme yang dapat mengalami denaturasi protein karena strukturnya yang terdiri dari protein. Yang mana adanya pemanasan, suasana asam maupun basa yang sangat ekstrim, kation logam berat dan penambahan garam jenuh adalah penyebab dari denaturasi protein yang dialami oleh virus corona.

2. Standar APD bagi Tenaga Medis Penanganan Covid-19

Usaha yang dilakukan untuk memutus rantai penularan infeksi serta upaya perlindungan diri bagi pelaku tenaga kesehatan dalam kegiatan pelayanan kesehatan yaitu menggunakan alat pelindung diri (APD) atau bisa disebut personal protective equipment (PPE). Adanya penghalang penetrasi zat, partikel padat, cair, maupun udara untuk melindungi tenaga kesehatan dari cedera atau penyebaran infeksi atau penyakit merupakan desain dari bagian-bagian APD.

Menganalisis kebutuhan, hingga jenis alat apa saja yang diperlukan dan dibutuhkan, dan sampai sejauh mana perlindungan yang diperlukan dari alat tersebut menurut standar yang berlaku adalah dasar dari pemilihan penggunaan APD. Karena jika semakin rendah kualitas alat pelindung diri, maka akan semakin tinggi tingkat keparahan jika terjadi kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Jadi mutu dan kualitas APD sangatlah penting. [3].

APD diharapkan sesuai dengan persyaratan bahwa alat pelindung diri harus dapat memberikan perlindungan baik yang terhadap bahaya dengan spesifik atau bahaya yang dihadapi oleh tenaga kesehatan. Massa alat diharapkan ringan mungkin yang mana dapat menimbulkan kenyamanan bagi pengguna, juga fleksibel dan tidak menimbulkan bahaya-bahaya bagi penggunanya yaitu tenaga medis, APD harus memenuhi standar yang telah ada, dan tidak membatasi gerakan penggunanya [4].

Penggunaan APD dibagi menjadi tiga level yaitu alat pelindung diri (APD) dengan level 1 yang biasa digunakan pada pelayanan triase, rawat jalan non COVID-19, rawat inap non COVID-19, tempat praktik umum dan kegiatan yang tidak mengandung aerosol. Penutup kepala, masker bedah atau medis, baju atau



pakaian kain untuk jaga, sarung tangan dengan bahan lateks, pelindung wajah dan pelindung kaki merupakan bagian kelengkapan APD dengan level 1. Yang digunakan pada pemeriksaan pasien yang memiliki gejala infeksi pada pernapasannya, pengambilan dengan specimen dengan non pernapasan yang tidak menimbulkan partikel zat udara dan gas yang biasa disebut aerosol, digunakan di ruang perawatan khusus pasien COVID-19, pemeriksaan kepada pasien dengan suspek COVID-19 merupakan Alat pelindung diri (APD) level 2 yang mana terdiri dari penutup kepala terbuat dari kain, pelindung mata dan wajah, masker bedah atau medis, baju atau pakaian kain untuk jaga, gown, sarung tangan dengan bahan lateks dan menggunakan pelindung kaki. Sedangkan, alat pelindung diri (APD) dengan level 3 yang biasanya digunakan pada prosedur dan tindakan operasi pada pasien suspek/probable/terkonfirmasi COVID-19, kegiatan yang menimbulkan aerosol (intubasi, eksutubasi, trakeotomi, resusitasi jantung paru, bronkoskopi, pemasangan NGT, endoskopi gastrointestinal pada pasien suspek atau pasien yang terinfeksi COVID 19. Terdiri dari penutup kepala, pelindung mata dan wajah (face shield), masker N95 atau ekuivalen yang bahannya lebih tebal daripada masker medis biasa atau terkadang masker N95 digabung dengan masker medis, baju scrub atau pakaian jaga, coverall atau gown dan apron, sarung tangan bedah dengan bahan lateks dan boots atau sepatu karet dengan pelindung sepatu sebagai pelindung alas kaki.

3. Penerapan Konsep IPA Terapan dalam Masker Antivirus

Penggunaan APD dalam penanganan kasus terkonfirmasi covid menyertakan masker N-95 ditambah dengan face shield untuk melindungi masuknya virus CoV melalui jalur pernapasan. Akan tetapi, masker konvensional seperti N-95 hanya berfungsi sebagai filter dari udara infeksius yang masuk. Dengan ini, maka diperlukan sebuah solusi baru berupa masker antivirus dimana masker tersebut akan melakukan fungsi filter dan antivirus.

Masker antivirus tersebut akan memanfaatkan konsep biologi mengenai inaktivasi virus atau mikroorganisme, dalam hal ini mikroorganisme yang akan disaring yaitu CoV. Sesuai dengan structural biologi CoV yang terdiri dari berbagai protein dan asam amino, maka diperkirakan CoV juga dapat mengalami denaturasi akibat perlakuan tertentu. Hal-hal yang dapat mengakibatkan terjadinya denaturasi adalah perubahan suhu dan temperature, perubahan pH, radiasi sinar ultraviolet, formaldehid, pelarut lemak, disinfektan, dan deterjen.

Selanjutnya, pada virus yang memiliki asam nukleat berupa DNA saja akan lebih mudah mengalami inaktivasi oleh formalin yang bereaksi dengan proteinnya. Salah satu formalin yang banyak digunakan dalam pembuatan vaksin inaktif adalah larutan formaldehid. Bahan ini bereaksi dengan menggantikan atom H pada gugus amino dari asam nukleat dan protein pada virus. Akan tetapi, DNA yang double-helix tidak memiliki gugus amino bebas untuk berikatan dengan formalin sehingga formalin akan menginaktivasi strain tunggal pada RNA virus.

Konsep kimia yang akan digunakan dalam pembuatan masker antivirus adalah sifat senyawa-senyawa kimia dan reaksinya terhadap lingkungan sekitar atau dengan senyawa lain. Senyawa kimia akan ditambahkan ke dalam filter yang nantinya akan menjadi disinfektan bagi virus dan organisme yang masuk. Terdapat beberapa bahan kimia yang dapat digunakan sebagai disinfektan virus CoV diantaranya adalah alkohol 60-90%, triclosan, dan chlorhexidine.

Alkohol sudah banyak dikenal sebagai antiseptik yang kuat. Senyawa alkohol memiliki kemampuan untuk menggumpalkan protein yang ada di dalam sel kuman. Jenis kuman yang dapat dibasmi menggunakan alkohol diantaranya adalah bakteri, virus, jamur, dan protozoa. Alkohol yang digunakan untuk sterilisasi permukaan kulit tenaga medis baik sebelum maupun sesudah memberikan suntikan dan tindakan medis lain oleh biasanya telah dicampur dengan Iodium. Di sisi lain, alkohol tidak dapat diaplikasikan pada luka terbuka karena akan memicu rasa terbakar dan peradangan. Terdapat beberapa jenis alkohol yang umum digunakan sebagai antiseptik, di antaranya ada Isopropanol (60-70%), Etanol (60-90%), dan Isopropanol (70-80%) atau bisa mengakibatkan terjadinya denaturasi adalah perubahan suhu dan temperature, perubahan pH, radiasi sinar ultraviolet, formaldehid, pelarut lemak, disinfektan, dan deterjen.

Selanjutnya, pada virus yang memiliki asam nukleat berupa DNA saja akan lebih mudah mengalami inaktivasi oleh formalin yang bereaksi dengan proteinnya. Salah satu formalin yang banyak digunakan dalam pembuatan vaksin inaktif adalah larutan formaldehid. Bahan ini bereaksi dengan menggantikan



atom H pada gugus amino dari asam nukleat dan protein pada virus. Akan tetapi, DNA yang double-helix tidak memiliki gugus amino bebas untuk berikatan dengan formalin sehingga formalin akan menginaktivasi strain tunggal pada RNA virus.

Konsep kimia yang akan digunakan dalam pembuatan masker antivirus adalah sifat senyawa-senyawa kimia dan reaksinya terhadap lingkungan sekitar atau dengan senyawa lain. Senyawa kimia akan ditambahkan ke dalam filter yang nantinya akan menjadi disinfektan bagi virus dan organisme yang masuk. Terdapat beberapa bahan kimia yang dapat digunakan sebagai disinfektan virus CoV diantaranya adalah alkohol 60-90%, triclosan, dan chlorhexidine.

Alkohol sudah banyak dikenal sebagai antiseptik yang kuat. Senyawa alkohol memiliki kemampuan untuk menggumpalkan protein yang ada di dalam sel kuman. Jenis kuman yang dapat dibasmi menggunakan alkohol diantaranya adalah bakteri, virus, jamur, dan protozoa. Alkohol yang digunakan untuk sterilisasi permukaan kulit tenaga medis baik sebelum maupun sesudah memberikan suntikan dan tindakan medis lain oleh biasanya telah dicampur dengan Iodium. Di sisi lain, alkohol tidak dapat diaplikasikan pada luka terbuka karena akan memicu rasa terbakar dan peradangan. Terdapat beberapa jenis alkohol yang umum digunakan sebagai antiseptik, di antaranya ada Isopropanol (60-70%), Etanol (60-90%), dan Isopropanol (70-80%) atau bisa juga terdiri dari campuran ketiganya. Sedangkan Metanol (Metil alkohol) telah dilarang penggunaannya karena menyebabkan gangguan saraf dan masalah penglihatan.

Triclosan merupakan antiseptic yang populer dan efektif hingga dapat dijumpai pada barang kebutuhan sehari-hari hingga sabun dan obat kumur. Daya antimikroba yang sangat tinggi pada Triclosan memiliki spectrum luas yang mampu melawan bakteri dan bersifat minim toxic. Kemampuan Triclosan untuk menghambat biosintesis lipid pada bakteri membuatnya ampuh untuk mengurangi kekuatan membran mikroba dan menyebabkan membran tersebut kehilangan fungsi.

Chlorhexidine sangat umum digunakan di berbagai rumah sakit di dunia sebagai antiseptik. Chlorhexidine juga dikenal dalam bidang kedokteran sebagai disinfektan kulit sebelum pelaksanaan operasi termasuk sebagai zat yang digunakan untuk mencuci tangan dan alat-alat kedokteran (termasuk alat operasi). Perannya sebagai antibakteri dapat dikenali dari kemampuan zat ini untuk membasmi virus, bakteri Gram (+), bakteri Gram (-), algae, bakteri ragi, maupun jamur. Kemampuan chlorhexidine dalam mengikat bakteri disebabkan oleh interaksi muatan positif (+) dan molekul chlorhexidine dengan dinding sel bakteri yang memiliki muatan negative. Selanjutnya, akan terjadi peningkatan permeabilitas pada dinding sel bakteri yang akan mempermudah penetrasi chlorhexidine ke dalam sitoplasma dan mengakibatkan kematian mikroorganisme tersebut. Bisa juga dikatakan bahwa cara kerja dari chlorhexidine hampir sama dengan bakteri yaitu mengganggu struktur membran lipid virus yang diselubungi, lalu menyebabkan kebocoran isi. Oleh karena itu, chlorhexidine memiliki aktivitas virus yang kecil pada virus yang tidak memiliki selubung, seperti enterovirus, virus polio, dan virus papiloma. Sayangnya, chlorhexidine juga tampaknya tidak efektif pada amplop coronavirus manusia, berpotensi termasuk Pernafasan Akut Parah Sindrom Coronavirus-2 (SARS-CoV-2) [5].

Penerapan konsep fisika dalam pembuatan masker ini berupa aplikasi dari teori pemuaian dan penyusutan suatu zat yaitu pada bahan kimia yang digunakan. Berbagai bahan kimia yang digunakan memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing serta titik pemuaian dan penyusutan yang berbeda-beda. Penerapan konsep fisika ini diharapkan dapat menjadi pengukur berapa jumlah zat yang harus ditambahkan pada filter agar masker dapat tetap bekerja secara optimal baik saat suhu lingkungan di sekitar tinggi maupun rendah.

4. Cara Kerja Masker Antivirus

Dengan penerapan ketiga konsep tersebut, masker antivirus ini akan bekerja layaknya air purifier berteknologi antivirus yang terbuat dari bahan polycarbonate. Memiliki 5 lapisan, dimana lapisan terluar berfungsi sebagai rangka pelindung filter yang terdapat di antara rangka luar dengan rangka dalam. Untuk mencegah iritasi dan ketidaknyamanan tenaga kesehatan saat menggunakannya dalam jangka waktu panjang, akan ditambahkan sebuah membrane yang terbuat dari latex lembut. Diharapkan pula agar masker ini tidak memiliki berat melebihi 100 gram agar tidak mengganggu tenaga medis yang harus bekerja dalam waktu lama.

Pada lapisan rangka luar, udara dan partikel asing yang terhirup saat bernafas akan langsung difilter oleh alat filtrate untuk partikel besar seperti debu. Pada lapisan kedua akan ditempatkan membrane yang berisi cairan disinfektan yang berfungsi untuk langsung melakukan denaturasi terhadap mikroba maupun CoV yang masuk sehingga udara yang akan terhirup oleh tenaga medis cukup steril dari mikroba. Pada lapisan berikutnya terdapat membrane yang membersihkan partikel udara hasil disinfeksi agar menjadi lebih netral dan tidak menyakiti saluran pernapasan para tenaga medis. Lapisan selanjutnya adalah rangka dalam untuk melindungi kedua membrane yang digunakan untuk proses filtrasi. Lapisan terakhir adalah membrane latex lembut agar tidak mengiritasi kulit para tenaga medis.

PENUTUP

A. SIMPULAN

1. Pada penelitian menggunakan cryo-electron microscopy virus corona memiliki bentuk seperti matahari memiliki diameter 125 nm. Virus corona merupakan mikroorganisme yang dapat mengalami denaturasi protein karena strukturnya yang terdiri dari protein. Yang mana kation logam berat, peningkatan suhu tinggi, ukuran asam dan basa dengan PH sangat tinggi, dan penambahan garam adalah penyebab dari denaturasi protein yang dialami oleh virus corona.
2. Masker N95, Pelindung kepala, mata dan wajah (face shield), sarung tangan berbahan lateks, baju scrub atau pakaian jaga, coverall, dan sepatu terbuat dari karet dengan pelindung sepatu adalah APD yang digunakan oleh tenaga medis yang menangani penderita covid-19.
3. Masker antivirus ini bekerja berdasarkan penerapan konsep biologi, kimia dan fisika. Konsep biologi yang digunakan berkaitan dengan proses denaturasi protein virus saat masuk ke filter disinfektan. Konsep fisika yang digunakan berupa aplikasi dari teori penyusutan dan pemuaiannya suatu zat terhadap bahan kimia yang diterapkan. Sedangkan desinfektan yang digunakan sebagai konsep kimia.
4. Masker yang mempunyai 4 lapisan ini akan menyaring partikel asing berbeda sebelum masuk ke saluran pernapasan tenaga medis. Masker ini juga didesain ringan dengan penggunaan bahan polycarbonate dengan berat tidak lebih dari 125 gram.

B. SARAN

Sebaiknya, penambahan tenaga medis yang ditugaskan untuk menangani kasus Covid-19 secara langsung diberikan APD yang memadai terlebih dahulu. Dikarenakan ruangan rumah sakit yang terkadang tertutup membuat sirkulasi udara tidak berjalan dengan baik dan akhirnya virus tersebut ditularkan kepada tenaga medis. Dengan saran pembuatan masker antivirus ini diharapkan para tenaga medis mendapatkan perlindungan yang lebih lengkap selama menjalankan pekerjaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putri Suryenti Vevi, Kartini, and A. Furqan, "PENCEGAHAN PENYEBARAN COVID-19 (Cara Mencuci Tangan Yang Baik Dan Benar)," *J. binakes*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.35910/binakes.v1i1.358>.
- [2] D. Schoeman *et al.*, "Journal Pre-proof Does the pathogenesis of SAR-CoV-2 virus decrease at high-altitude? Does the pathogenesis of SAR-CoV-2 virus decrease at high-altitude? Corresponding authors," *Cell Res.*, vol. 9, no. 1, pp. 278–280, 2020, doi: 10.3390/ijerph17082932.
- [3] Y. R. Dwiastuti, M. Pd, and B. Kurniawan, "Evaluasi Manajemen Alat Pelindung Diri (Apd) Di Instalasi Laundry Rs X," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 3, no. 3, pp. 651–663, 2016.
- [4] S. N. Fatmawati, A. Ulfah, and A. K. Rahmadhani, "Standarisasi Penggunaan APD Bagi Dokter Gigi di Masa Pandemi Covid-19 : Literature Review," *Pros. Dent. Semin.*, pp. 175–191, 2021.
- [5] Z. L. S. Brookes *et al.*, "Effects of chlorhexidine mouthwash on the oral microbiome," *J. Dent.*, vol. 113, no. July, p. 103768, 2021, doi: 10.1016/j.jdent.2021.103768.



KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI UPAYA PREVENTIF PENCEMARAN LINGKUNGAN

Isnani Juni Fitriyah^{1*}, Fianita Eka Putri², Mukrimah Rufaida Rochman³, Akhmad Khabibulloh Amir⁴,
Muhammad Zainu Fuadin⁵

Dosen Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Produksi tahu pada umumnya menggunakan bahan baku utama yaitu kacang kedelai. Industri tahu pastinya menghasilkan limbah yang berupa limbah padat dan limbah cair. Pada umumnya pabrik tahu di Indonesia merupakan pabrik kecil dan belum memenuhi standar persyaratan pabrik pada umumnya. Hal itu menyebabkan belum maksimalnya pengolahan limbah yang menyebabkan kerugian bagi masyarakat yang terkena efek dari limbah pabrik yang memproduksi tahu tersebut. Akibat permasalahan tersebut munculah ide pemanfaatan limbah industri tahu menjadi biogas yang bermanfaat serta mengurangi resiko pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri tahu. Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah dengan menggunakan studi literatur. Artikel ini memuat beberapa kajian yang mengangkat permasalahan mengenai limbah dan penerapan konsep IPA dalam pengolahan limbah. Tujuan dari penulisan artikel ini yaitu untuk mengetahui cara pengolahan limbah cair dari industri tahu menjadi biogas, dan konsep IPA terapan yang digunakan. Pengolahan limbah cair tahu dimanfaatkan sebagai biogas melalui dilakukan dengan melalui tahapan identifikasi limbah tahu dan inokulum, proses seeding dan aklimatisasi, identifikasi kebocoran gas untuk mencegah kerugian, uji perubahan setiap harinya, dan menguji kelayakan limbah cair tahu yang telah menjadi biogas.

Kata kunci: Tahu, Limbah, Industri, Biogas, Terapan

PENDAHULUAN

Menurut Darmajana (2012), tahu merupakan salah satu makanan tradisional yang banyak diminati dan dikonsumsi oleh masyarakat di Indonesia terutama di pulau Jawa. Proses pembuatan tahu relatif murah karena bahan baku yang mudah didiapatkan dan proses produksi yang sederhana. Tahu mengandung gizi yang sangat baik karena memiliki kandungan energi sebesar 68 kkal, protein 7,8g, karbohidrat 1,6 g, lemak 4,6 g, kalsium 124 mg, fosfor 63 mg, dan zat besi 1 mg. Selain itu di dalam tahu juga terkandung vitamin A, B1 dan C Alasan tahu banyak diminati karena tahu selain memiliki rasa yang enak dan dijual dengan harga yang relative terjangkau oleh seluruh lapisan masyarakat menengah kebawah. Bahan baku utama yang harus tersedia saat ingin memproduksi tahu yaitu kacang kedelai [1].

Menurut Subekti (2011), produksi tahu pasti menghasilkan limbah saat proses produksinya. Limbah tahu dapat berbentuk limbah padat dan limbah cair. Limbah padat dari proses produksi tahu didapatkan dari proses penyaringan dan penggumpalan. Limbah padat biasanya dimanfaatkan dengan cara dijual dan diolah menjadi berbagai olahan dari limbah tahu padat. Sedangkan limbah cair dari tahu ini diperoleh dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu. Karena proses tersebut limbah cair yang dihasilkan saat produksi tahu ini sangat tinggi akan tetapi pemanfaatannya kurang maksimal. Jika limbah cair ini langsung dibuang begitu saja ke saluran air, maka jelas akan mencemari lingkungan sekitar pabrik tersebut dan menyebabkan pencemaran yang merugikan masyarakat. Sehingga perlunya suatu pengolahan limbah di industri tahu yang bertujuan untuk mengurangi resiko pencemaran air [2]. Dengan permasalahan yang ada tersebut muncul lah ide memanfaatkan limbah tahu untuk menjadi biogas. karena itu melalui penelitian ini diharap dapat menemukan solusi untuk pemanfaatan limbah tahu tersebut dan menurunkan resiko pencemaran air.

Menurut Yusuf Yunuf et al (2014), biogas adalah suatu gas yang dapat dibakar seperti elpiji, karena biogas dapat hampir mirip dengan bahan bakar fosil akan tetapi memiliki hasil gas buang yang lebih baik jika dibandingkan dari bahan bakar fosil. [3]. Menurut Sunaryo (2014), selain memiliki manfaat ramah lingkungan

biogas juga memiliki manfaat ekonomis. Biogas dibuat dengan menggunakan alat digester anaerobik, digester ini sudah sangat berkembang teknologinya di seluruh dunia dengan jenis dan bentuk yang bervariasi. [4]. Komponen biogas yang terkandung memiliki senyawa seperti gas metana, gas karbondioksida, nitrogen, hidrogen, karbon monoksida, oksigen, dan hidrogen sulfide [5].

Pengolahan limbah industri tahu menjadi biogas ini menerapkan konsep dari IPA. Dalam bidang biologi yaitu dalam reaksi anaerobik digester adalah teknologi yang memanfaatkan proses biologis yang mana bahan organik oleh mikroorganisme anaerobik terurai dalam tiadanya oksigen terlarut (kondisi anaerob). Kerja mikroorganisme anaerobik adalah mencerna bahan organik yang masuk dan berubah melalui degradasi anaerobik menjadi bentuk yang lebih stabil, selain itu dapat diketahui dalam bidang kimia bahwa biogas yang terdiri dari senyawa kimia seperti metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2), dari kedua campuran gas yang dihasilkan supaya penguraian anaerobik menjadi maksimal, produk harus berada pada kondisi tingkat suhu, kelembaban dan pH yang sesuai. Hal tersebut dapat menerapkan konsep suhu pada fisika.

Limbah cair tahu memiliki protein, lemak dan 4.444 jenis karbohidrat yang kandungannya masih tinggi. Apabila senyawa organik ini terurai dalam kondisi aerob dan anaerobik, maka akan menghasilkan gas metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), gas lain dan air.

Menurut Ridhuan (2016), selain potensinya yang sangat besar, digester biogas memiliki keunggulan dalam menggunakan energi biogas, yaitu mencegah penyebaran penyakit, mengurangi efek rumah kaca, menghasilkan panas dan listrik (listrik dan mekanik). Proses anaerob adalah proses biologis yang memanfaatkan kondisi tanpa oksigen dan dibantu oleh mikroorganisme tertentu yang dapat mengubah senyawa organik menjadi metana (biogas) [6].

METODE

Pengumpulan data yang akan digunakan adalah dengan metode studi literatur dengan mencari referensi teori mengenai IPA terapan dan pengolahan limbah cair tahu sebagai biogas. Studi literatur disini bertujuan untuk mengetahui konsep IPA terapan yang digunakan dalam pengolahan limbah cair industri tahu. Berdasarkan referensi, metode percobaan untuk mengolah limbah industri tahu menjadi biogas ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi terhadap kotoran sapi dan limbah tahu menggunakan parameter COD, suhu, pH, *total* dan *volatile solid*
2. Mencampurkan kotoran sapi dan seeding inokulum dengan dan air hingga homogen dengan perbandingan 6 : 1 dan memasukannya ke dalam *drum* dengan penyaringan.
3. Melakukan aktivasi inokulum dengan cara menambahkan limbah tahu yang telah disaring sebanyak 1 liter, lalu memasukannya ke dalam *seeding drum*.
4. Mengaduknya secara berkala dan melakukan uji pH serta mengamati perubahan tekanan yang terjadi pada balon karet yang telah dipasang pada lubang control.
5. Sebanyak 14 liter cairan inokulum yang teraktivasi dimasukan ke dalam reaktor dan ditambahkan sejumlah 2 liter limbah cairan tahu.
6. Menyisakan ruang kosong sebesar 20% pada bagian dalam reaktor sebagai tempat fermentasi gas metan.
7. Melakukan pengujian terhadap pH dan suhu setiap hari dan mengukur gas yang terdapat pada *measurement glass*.
8. Membuang gas melalui kran pembuangan.
9. Mencatat penambahan volume gas setelah reaktor dalam kondisi anaerob.
10. Menambahkan 1 liter limbah tahu setiap hari dan memperhatikan keadaan mikroorganisme pada reaktor dengan pengujian pH, apabila masih berada pada rentan asam, ditambahkan lagi inokulum pada reaktor.
11. Mengidentifikasi lumpur efluen menggunakan parameter COD, suhu, pH, *total* dan *volatile solid*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Puryadi (2018) IPA Terapan adalah suatu ilmu yang mencakup rumpun IPA, yaitu Biologi, Fisika, dan Kimia. IPA terapan memiliki karakteristik yang sama dengan IPA. IPA terapan bersifat sebagai suatu ilmu yang mencari jawaban atas pertanyaan apa, mengapa, dan bagaimana gejala-gejala yang ada di alam dimana berkaitan dengan komposisi, struktur, perubahan zat, sifat, yang melibatkan antara keterampilan dan penalaran [7]. IPA terapan banyak digunakan di berbagai bidang, contohnya dalam bidang peternakan,

pertanian, industri, kehutanan, kedokteran, transportasi dan komunikasi. Pengolahan limbah cair pada industri tahu sehingga menjadi biogas merupakan contoh dari IPA terapan di bidang industri. Pada proses pengolahan limbah cair tahu ini meliputi beberapa tahapan, yaitu identifikasi limbah tahu dan inokulum, proses seeding dan aklimatisasi, identifikasi kebocoran gas untuk mencegah kerugian, uji perubahan setiap harinya, dan menguji kelayakan limbah cair tahu yang telah menjadi biogas.

E. Identifikasi Limbah Tahu dan Inokulum

Hal pertama yang dilakukan yaitu mengidentifikasi pada limbah cair tahu dan inokulum. Inokulum yang digunakan yaitu kotoran sapi. Selanjutnya diketahui bahwa identifikasi dilakukan dengan tujuan untuk mendata karakteristik apa saja yang dimiliki limbah dan inokulum sebelum dilakukan uji biogas. Dari studi literatur yang telah dilakukan didapatkan data pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi Limbah Cair Tahu dan Inokulum

Uji	Solid (g/l)		COD (mg/l)	Suhu (°C)	pH
	Total	Volatil e			
Limbah cair Tahu	16,6 3	14,85	748,75	46	4,30
Inokulum	8,3	6,5	712,75	28	6,89

Sumber: (Nisrina & Andarani, 2018: 141)

Dari hasil identifikasi dapat diketahui bahwa limbah tahu memiliki total solid 16,63 g/l dan volatile solid 14,85 g/l. Total solid disini menunjukkan kandungan padatan organik dan anorganik dalam air, sedangkan volatile solid menunjukkan kandungan padatan organik. Maka didapatkan limbah cair tahu memiliki kandungan padatan organik 89,3%. Selanjutnya pada inokulum didapatkan hasil TS dan Vs yaitu total solid 8,3 g/l dan untuk volatile solid 6,5 g/l. Maka dapat diketahui pada inokulum terdapat kandungan padatan organik 78,32%. Identifikasi selanjutnya yaitu pada nilai COD, didapatkan nilai COD limbah tahu dan inokulin sangat tinggi.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Mengenai Baku Mutu Air Limbah untuk para pengusaha pengolahan tumbuhan kedelai, khususnya pengolahan dalam pembuatan tahu sebesar 300 mg/L adalah nilai COD yang diizinkan dan untuk peternakan sapi sebesar 200 mg/L adalah nilai COD yang diizinkan. Dari identifikasi nilai COD yang telah dilakukan, didapatkan data nilai COD limbah tahu dan inokulum yang melampaui peraturan baku mutu, yaitu sebesar 748,75 untuk limbah tahu dan 712,75 mg/L untuk inokulin. Selanjutnya untuk hasil pH yang didapatkan pada limbah cair tahu sebesar 4,03 dengan suhu 46°C. dari nilai yang didapat mungkin dalam terjadinya pengasaman, sedangkan untuk inokulum pada kotoran sapi didapatkan pH 6,89 dengan suhu 28 °C masih termasuk pH netral [8].

F. Proses Seeding dan Aklimatisasi

Proses penaburan dilakukan ketika mengukur tekanan gas dengan menggunakan balon karet selain itu juga saat dilakukan pengujian pH. Hasil yang diperoleh yaitu pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji pH Seeding

	Nilai pH		
	Hari Ke-1	Hari Ke-2	Hari Ke-3
Seeding	6.58	6.62	6.56

Sumber: (Nisrina & Andarani, 2018: 141)

Proses perkembangan bakteri yang dimaksud adalah adanya pembiakan kehidupan bakteri dalam suatu zat. Bakteri yang akan dikembangkan dan menjadi metabolisme, dimana pada proses perkembangan bakteri tersebut membutuhkan zat nutrisi untuk meregenerasi sel dan menghasilkan energi atau produk lainnya. Dari Tabel 2, didapatkan pH seeding konstan netral selama 3 hari berturut-turut yaitu sebesar 6.58, 6.62, dan 6.56.

Aklimatisasi yaitu usaha untuk mendapatkan data mengenai tingkat kapasitas bakteri untuk bertahan hidup dan beradaptasi dalam suatu kondisi. Proses Aklimatisasi yang dilakukan dalam percobaan ini yaitu selama 4 (empat) hari. proses aklimatisasi tidak gagal jika pH yang didapatkan netral dan stabil. Akhir dari proses aklimatisasi nilai pH yang didapatkan yaitu 6,80.

G. Identifikasi Kebocoran Gas

Hal yang paling merugikan dalam pembuatan biogas yaitu terjadinya kebocoran biogas. Maka dilakukan identifikasi kebocoran gas untuk meminimalisir kerugian. Diketahui titik kebocoran terdapat di reaktor digester anaerobik, tepatnya di overflow dimana terhubung dengan tabung elastis dan direndam dalam ember, kemudian pada dinding penutup reaktor. Ditemukan juga, pada gelas ukur volume biogas ada titik kebocoran pada lubang inflow serta penutup gelas.

Pada titik kebocoran yang didapat, solusi yang dilakukan yaitu pertama kebocoran di overflow dengan menggunakan valve kompresor dengan dimasukkan ember yang sudah berisi air. Selanjutnya kebocoran pada lubang penutup reaktor diatasi dengan memberikan lem silikon sebagai lapisan lubang penutup reaktor. Dan yang terakhir kebocoran di selang gelas ukur volume biogas dilakukan penggantian selang yang baru yang juga dilapisi dengan lem silikon dan sealt tape.

Untuk mengetahui adanya kebocoran pada reaktor biogas dapat dilakukan dengan melakukan pengecekan tekanan, leakage spray, laser gas, dan juga dengan menggunakan kamera inframerah. Pertama pendeteksi kebocoran biogas dengan pengecekan tekanan, jika tekanan gas mengalami penurunan secara signifikan maka langsung bisa diketahui adanya kebocoran biogas. Kedua dengan leakage spray, jika ada kebocoran biogas maka semprotan busa ini akan berubah warna. Ketiga, dengan menggunakan laser gas, jika ada kebocoran gas maka laser ini dapat memonitor untuk dan memberikan informasikan. Cara terakhir dengan kamera inframerah, dengan digunakan sinyal inframerah untuk mengidentifikasi jika terjadi kebocoran.

H. Uji Perubahan Harian

Volume biogas yang telah dihasilkan menunjukkan kecenderungan mengalami peningkatan selama 14 hari. Dalam pembentukan biogas, fase awal dari pembentukan gas tersebut terjadi pada hari pertama dan hari kedua, yaitu terjadi proses hidrolisis dan asidogenesis. Dalam fase hidrolisis, terjadi suatu proses yaitu pemutusan rantai panjang senyawa kompleks dari substratnya seperti selulosa, karbohidrat, protein, dan lemak oleh bakteri. Biogas yang terbentuk telah meningkat secara signifikan dan tidak mengeluarkan bau kotoran sapi yang menyengat seperti pada fase awal pada hari ke tiga hingga hari ke sepuluh. Sehingga, dapat menunjukkan bahwa telah memasuki fase pembentukan biogas yang kedua, yaitu fase asetogenesis dan metanogenesis. Digester tidak menghasilkan biogas sama sekali pada hari ke-7. Hal tersebut disebabkan karena terjadi kebocoran pada penutup reactor dan selang menuju gelas pengukur volume dimana disebabkan karena tekanan gas yang tinggi. Dalam melakukan degradasi pada hari ke delapan hingga hari ke sepuluh, bakteri yang ada dalam digester seperti bakteri metanogenesis dan actogenesis dalam kondisi yang optimal. Namun, terjadi penurunan produksi biogas di hari ke-11 dan ke-14. Pada tahap tersebut, gas yang dihasilkan masih tidak berbau, tetapi jika dilihat dari warnanya sudah mulai menjadi hijau pucat.

Sesuai dengan tahapan identifikasi limbah tahu dan inoculum ini maka dilakukan suatu identifikasi pada lumpur buangan limbah (efluen) yang bertujuan agar mengetahui proses – proses yang saat ini sedang berlangsung saat pengujian potensi biogas. Terdapat penurunan kandungan COD pada limbah tahu yaitu sebesar 8,1%. Diindikasikan bahwa penurunan nilai COD tersebut dikarenakan kerja dari bakteri yang ada dalam digester. Bakteri tersebut bekerja dengan cara mendegradasi senyawa organik yang ada pada substrat lalu mengubahnya menjadi biogas. Penyebab dari kecilnya penurunan nilai COD karena waktu tinggal yang singkat, yaitu pada saat pengujian berhenti ketika substrat limbah belum mencapai titik loading rate. Sehingga mikroorganisme yang bekerja belum dapat mendegradasi senyawa organik secara maksimal dikarenakan kekurangan waktu.

Terjadi penurunan kandungan TS dan VS secara berturut-turut sebesar 56,9 % dan 66,3%. Hal tersebut disebabkan karena bahan organik dalam digester tersebut mengalami perombakan oleh bakteri, dan hal ini berhubungan dengan kadar gas metan yang dihasilkan. Sehingga juga terjadi peningkatan produksi biogas.

Kemudian, terdapat peningkatan pH dari 4,03 menjadi 5,82. Nilai pH selama waktu pengujian selalu menunjukkan angka yang kurang stabil karena hal tersebut dapat disebabkan oleh belum siapnya bakteri-bakteri yang terdapat dalam digester untuk beradaptasi terhadap substrat.

I. Kelayakan Limbah Tahu sebagai Biogas

Dilakukan suatu uji mengetahui kelayakan limbah tahu ini jika dijadikan suatu biogas, karena bertujuan untuk menganalisis biogas yang dihasilkan. Pengukuran komposisi metan dan karbon dioksida menggunakan suatu alat yang spesifik ini dapat dilakukan untuk mengetahui kelayakan kandungan biogas tersebut. Alternatif

lain untuk menguji kelayakan biogas adalah dengan menggunakan bara api, kita dapat membakar gas yang telah ditampung.

Berdasarkan uraian hasil penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa biogas dapat berpotensi untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut tidak hanya satu aspek saja, melainkan banyak aspek air, udara, tanah, dan sosial.

Berdasarkan aspek air, yaitu masyarakat yang bekerja atau memiliki industri tahu dapat mengurangi pembuangan limbah cair tahu ini langsung ke sungai, atau pembuangan air lainnya karena hal tersebut akan menyebabkan pencemaran air jika terjadi. Jika dilihat dari aspek udara, yaitu dapat mengurangi polusi udara yang mengganggu karena bau yang ditimbulkan dari limbah industri tahu. Jika ditinjau dari aspek tanah, yaitu dapat mengurangi tingkat kerusakan tanah karena limbah cair yang biasanya dibuang langsung ke tanah. Lalu yang terakhir adalah dari segi sosial, yaitu diharapkan masyarakat tidak akan terganggu dengan keberadaan dari industri tahu ini, dimana pada umumnya selalu mengganggu masyarakat karena menimbulkan dampak dan bau yang kurang ramah. Sehingga pada industri tahu dapat memanfaatkan pengolahan limbah cair tahu ini supaya lebih bermanfaat dan tidak mencemari lingkungan.

Menurut Yusuf Yunuf et al (2014), biogas merupakan suatu gas yang dapat dibakar seperti layaknya elpiji, namun bukan berarti biogas itu sama persis dengan gas elpiji. Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif jika dalam jumlah yang besar, misalnya seperti digunakan untuk pembangkit listrik yang ramah lingkungan, menggantikan bahan bakar fosil dan memiliki keunggulan yaitu gas hasil buangnya lebih baik jika dibandingkan dari bahan bakar fosil [3].

Biogas tidak hanya dapat bermanfaat sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan saja, namun juga dapat memberikan manfaat ekonomis. Cara memproduksi biogas yaitu dengan menggunakan alat yang bernama digester anaerobik. Alat tersebut memiliki berbagai jenis dan bentuk yang sangat bervariasi. Jenis digester ada yang berbahan fiberglass, beton dan plastik. Ada juga yang berbentuk silinder, *dome*, dan balon. Digester merupakan suatu alat untuk menghasilkan biogas yang berasal dari limbah organik melalui proses tanpa oksigen atau anaerobik, sehingga limbah organik dapat difermentasi oleh bakteri untuk menghasilkan biogas [4]. Gas metana, gas karbondioksida, nitrogen, hidrogen, karbon monoksida, oksigen, dan hidrogen sulfide merupakan beberapa komponen yang dihasilkan biogas [5].

Pengolahan limbah cair industri tahu menjadi biogas ini menerapkan konsep dari IPA terapan. Dalam rumpun biologi, yaitu dalam reaksi anaerobik digester atau biodigester adalah suatu teknologi yang memanfaatkan proses biologis dimana bahan organik oleh mikroorganisme anaerobik terurai dalam ketiadaan oksigen terlarut (kondisi anaerob). Mikroorganisme anaerobik mencerna bahan masukan organik yang diubah melalui degradasi anaerobik menjadi bentuk yang lebih stabil, selain itu dapat diketahui dalam bidang kimia bahwa gas campuran energi tinggi (biogas) yang terutama terdiri dari metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2), dari kedua campuran gas yang dihasilkan agar penguraian anaerobik terjadi maksimal, produk harus berada pada kondisi tertentu seperti tingkat suhu, kelembaban dan pH yang sesuai. Hal tersebut dapat menerapkan konsep suhu pada fisika. Secara umum, ada 3 rentang temperatur yang disenangi oleh bakteri, yaitu:

1. *Psicrophilic* (suhu $4^\circ - 20^\circ \text{C}$) -biasanya untuk negara-negara subtropics atau beriklim dingin
2. *Mesophilic* (suhu $20^\circ - 40^\circ \text{C}$)
3. *Thermophilic* (suhu $40^\circ - 60^\circ \text{C}$) – hanya untuk mendigesti material, bukan untuk menghasilkan biogas.

PENUTUP

Berdasarkan hasil kajian dan pembahasan pengolahan limbah cair industry tahu, maka dapat dibuat kesimpulan bahwa proses produksi tahu pada perindustrian melalui beberapa tahapan, yaitu merendam kedelai, menggiling kedelai, merebus kedelai, menyaring ampas tahu, menggumpalkan cairan pati tahu, mencetak dan mengepres tahu. Reaktor atau alat penghasil biogas tersebut dapat bekerja dengan saat dimasukkan limbah cairan tahu dan pada reactor dimana terdapat sebuah rongga udara yang digunakan sebagai ruang terjadinya proses fermentasi limbah cairan tahu menjadi energi biogas. Pemanfaatan dari limbah cairan tahu pada skala rumah tangga dengan kotoran sapi dan inokulum menghasilkan volume biogas sebanyak 1,525 liter dalam kurun waktu sekitar 14 hari. Pengolahan limbah cair tahu ini menerapkan konsep IPA yaitu dalam ranah biologi terdapat reaksi anaerobik digester atau biodigester adalah suatu teknologi yang memanfaatkan proses biologis dimana bahan organik oleh mikroorganisme anaerobik terurai dalam ketiadaan oksigen terlarut (kondisi anaerob). Pada ranah kimia terdapat mikroorganisme anaerobik mencerna bahan masukan organik yang diubah



melalui degradasi anaerobik menjadi bentuk yang lebih stabil. Gas campuran energi tinggi (biogas) terutama terdiri dari metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2). Pada ranah fisika yaitu dari kedua campuran gas yang dihasilkan agar penguraian anaerobik terjadi maksimal, produk harus berada pada kondisi tertentu seperti tingkat suhu, kelembaban dan pH yang sesuai.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] D. A. Darmajana, "Pengaruh Suhu dan Waktu Perendaman terhadap Bobot Kacang Kedelai sebagai Bahan Baku Tahu.," *ProsidingSNaPP2012 Sains, Teknol. dan Kesehat.*, vol. 3, no. 1, pp. 159–164, 2012, [Online]. Available: <http://prosiding.lppm.unisba.ac.id/index.php/Sains/article/view/288#.Vw8UAdR97Mw>.
- [2] S. Subekti, "Pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif," *Sains dan Teknol.*, no. 1, pp. 1–6, 2011.
- [3] M. Yusuf Yunus, R. Tandioaga, and H. Nauwir, "SISTIM PEMBANGKIT BIOGAS MODEL PORTABEL," 2014. [Online]. Available: <http://www.bakorluh-maluku.com/2012/06/biogas-sumber-energi->.
- [4] Sunaryo, "Rancang bangun reaktor biogas untuk pemanfaatan limbah kotoran ternak sapi di desa limbangan kabupaten banjarnegara," *J. PPKM UNSIQ I*, pp. 21–30, 2014.
- [5] G. Wijaya, T. T. Nindhia, and W. Surata, "Mengubah (Converting) Mesin Genset Diesel Silinder Tunggal Menjadi Berbahan Bakar Fleksibel Biogas Atau LPG Guna Wijaya , Tjokorda Tirta Nindhia dan Wayan Surata," vol. 7, no. 2, pp. 136–142, 2018.
- [6] K. Ridhuan, "Pengolahan Limbah Cair Tahu Sebagai Energi Alternatif Biogas yang ramah lingkungan," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2016, doi: 10.24127/trb.v1i1.81.
- [7] P. Puryadi, S. Rahayu, and S. Sutrio, "Pengaruh Model Pembelajaran Direct Instruction Berbantuan Bahan Ajar Berbasis Kontekstual Terhadap Hasil Belajar IPA Terapan Siswa Kelas X SMKN 4 Mataram Tahun Ajaran 2015/2016," *J. Pendidik. Fis. dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, p. 23, 2018, doi: 10.29303/jpft.v4i1.329.
- [8] H. Nisrina and P. Andarani, "Pemanfaatan Limbah Tahu Skala Rumah Tangga Menjadi Biogas Sebagai Upaya Teknologi Bersih Di Laboratorium Pusat Teknologi Lingkungan – Bppt," *J. Presipitasi Media Komun. dan Pengemb. Tek. Lingkung.*, vol. 15, no. 2, p. 139, 2018, doi: 10.14710/presipitasi.v15i2.139-140.



UPAYA PENINGKATAN NUTRISI JERAMI DENGAN FERMENTASI SEBAGAI ALTERNATIF KRISIS PAKAN TERNAK RUMINASI

Isnani Juni Fitriyah^{1*}, Ade Rizky Nanda Perdana², Arum Mulyani³

Dosen Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Kandungan jerami sebagai pakan ternak belum bisa mencukupi nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak. kandungan protein kasar dalam jerami rendah serta juga tingginya serat kasar, diantaranya adalah hemiselulosa, lignin, selulosa, dan silika. Fermentasi merupakan cara untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada jerami, dimana ikatan lignin hemiselulosa rusak dan kemudian mikroba rumen lebih mudah mencerna. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan IPA pada peningkatan nutrisi jerami hasil fermentasi. Metode yang digunakan yaitu pendekatan studi literatur, kemudian pengumpulan data dilakukan dengan telaah dari berbagai jurnal yang relevan dengan penelitian. Berdasarkan berbagai hasil penelitian mengatakan bahwa proses fermentasi mampu meningkatkan kandungan nutrisi jerami dan tingkat pencernaan ternak ruminasi. Jerami hasil fermentasi memiliki protein kasar sebesar 4,31%, serat kasar >34%, kemudian 3,88% lemak kasar, lalu 21,35%abu, dan juga 69,94% bahan organik. Perlakuan jerami dengan fermentasi mampu meningkatkan kandungan nutrisi dari jerami dibandingkan dengan jerami biasa tanpa perlakuan.

Kata kunci: Jerami, Fermentasi, Ternak Ruminasi

PENDAHULUAN

IPA merupakan cabang ilmu yang membahas tentang kehidupan baik diri sendiri maupun alam sekitar. IPA sangatlah dekat dengan kehidupan manusia, sehingga dengan mempelajari IPA berarti mempelajari segala macam peristiwa yang terjadi di kehidupan, sehingga dengan adanya IPA dapat membantu memecahkan permasalahan di lingkungan sekitar. Dalam IPA berkaitan dengan proses observasi tentang alam yang dilakukan secara sistematis, dan oleh karena itu IPA berisi kumpulan fakta, konsep, prinsip, dan produk hasil dari penemuan.

Fermentasi merupakan salah satu bentuk penerapan konsep IPA yang paling sering kita jumpai. Fermentasi ialah proses mengubah komposisi kimia dari suatu bahan organik dengan memanfaatkan mikroorganisme[1]. Dalam proses fermentasi memerlukan karbohidrat, nitrogen, dan mineral yang cukup untuk membantu pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan dalam proses fermentasi.

Limbah pertanian yang jumlahnya cukup melimpah dan jarang dimanfaatkan ialah jerami padi. Menurut Yulinas dalam artikelnya menyatakan bahwa limbah jerami padi yang dihasilkan dalam satu kali panen bisa mencapai 12-15 ton atau 4-5 ton limbah jerami dalam kondisi kering[2]. Dan selama ini limbah jerami hanya dianggap sesuatu yang tidak dapat dimanfaatkan, serta bernilai ekonomi rendah.

Limbah jerami sebetulnya dapat dimanfaatkan menjadi pakan ternak alternatif yang murah ketika musim kering, yang dimana pada musim tersebut para peternak mengalami kesukaran untuk memenuhi kebutuhan pakan ternaknya. Dengan melakukan proses fermentasi pada limbah jerami diharapkan mampu menjadi sumber pakan ternak alternatif yang relatif murah, praktis dan hasilnya cukup disukai ternak[3]. Dalam proses fermentasi ini memanfaatkan berbagai macam bakteri pengurai seperti Actinobacillus [4], Cytophaga hutchinsoi, Acidothermus cellulyticus, Bacillus sp., Pseudomonas sp. dan Serratia sp[5]. Bacillus sp[6], Pantoea sp, Bacillus pumilus strain B37[7].

METODE

Metode yang digunakan pada artikel ini ialah menggunakan pendekatan studi literatur. Pengumpulan data dilakukan dengan analisis dan juga telaah berbagai jurnal yang relevan dengan topik penelitian. Dan dari data yang sudah diperoleh tersebut selanjutnya dianalisis dan disimpulkan, kemudian hasil dari kesimpulan yang sudah diperoleh di susun sedemikian rupa secara sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kandungan Jerami

Jerami merupakan limbah hasil pertanian dari beras dimana adalah makanan utama/pokok di Indonesia. Banyak sekali variasi dari berbagai penelitian yang membahas tentang karakteristik jerami termasuk fisika, lalu biologi, dan juga kimia, bahkan juga penelitian tentang jerami padi yang digunakan sebagai pakan basal ternak. Nutrisi jerami tergantung dari varietasnya, variasi biasanya disebabkan karena proses panen atau siklus panen, kemudian jumlah hasil panen dan juga pengemasan. Ada sekitar lebih dari 90 % orang Indonesia menggunakan beras sebagai bahan pokok. Jerami sering sekali dihiraukan dan kurang dimanfaatkan potensinya, padahal jerami sendiri mempunyai potensi yang besar. Dari penelitian pencernaan jerami pada hewan bisa dipengaruhi oleh varietas. Jerami padi mempunyai ciri khusus diantaranya mempunyai kandungan rendah protein kasar juga tingginya serat kasar yaitu hemiselulosa, lignin, silika dan selulosa[8].

B. Proses Pembuatan Fermentasi Jerami

➤ Alat

1. Timbangan
2. Ember
3. Pengaduk

➤ Bahan

1. Jerami Padi yang sudah dikeringkan selama satu hari sehingga kadar airnya berkurang. Jumlah jerami padi yang digunakan adalah 100 karung gabah atau ± 2000 kg.
2. Urea; jumlah Urea yang digunakan adalah 5% dari total berat jerami padi yang akan diamoniasi
3. Tetes tebu atau molase yang mana adalah hasil dari olahan tebu saat membuat gula. Tetes tebu ini mempunyai kandungan asam-asam organik tinggi dan juga terdapat kandungan gulanya. Ada sekitar 48-55% sukrosa yang ada pada molase.
4. Microbacter Alfaafa (MA)-11, (MA)-11 merupakan kultur campuran dari berbagai mikroorganisme fermentatif dan sintetik yang menguntungkan. MA11 mengandung bakteri selulolitik, proteolitik, amilolitik, dan bakteri penambat N₂ yang bisa mencerna pati selulose, protein, gula, lemak, lebih detailnya adalah bakteri sehingga pakan yang difermentasi meningkat kecernaannya.
5. Air, dimana digunakan sebagai pelarut MA-11 dan urea serta dan nantinya ketika diaplikasikan pada amoniasi jerami dengan cara dipercikkan lebih mudah[8].

➤ Langkah-langkah

1. Jerami dihamparkan diatas lantai ruang untuk proses amoniasi jerami padi yang berukuran 3x3 meter lapis demi lapis.
2. Setiap lapisan dipadatkan dengan cara diinjak-injak dengan tebal setiap lapisan ± 30 cm.
3. Urea dan air terlebih dahulu dicampur dalam ember hingga larut, selanjutnya molases dan MA-11 ditambahkan kedalam larutan hingga seluruh bahan tercampur rata di dalam ember.
4. Selanjutnya larutan disiramkan disetiap permukaan lapisan tumpukan jerami yang telah dipadatkan dengan cara dipercik sedikit demi sedikit.
5. Proses fermentasi ini dilakukan sekitar 21 hari, dimana tumpukan jerami hanya dibiarkan saja hingga jadi
6. Jerami fermentasi yang sudah jadi kemudian diangin-anginkan sampai kering.
7. Kemudian disimpan di tempat yang kering dan bersih

➤ Penyimpanan dan pengemasan

Pengemasan diperlukan agar jerami lebih tahan lama. Jerami fermentasi bisa disimpan hingga satu tahun. Setelah jerami jadi atau masak, selanjutnya dikeringkan. Untuk lebih rapi Jerami bisa dipres agar padat dan rapi. Terakhir dimasukkan dalam karung yang kering dan bersih. Pada karung bisa ditambahkan logo dan nama yang nantinya juga bisa dijual.



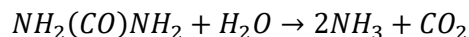
Gambar 1. Pengemasan Jerami Fermentasi menggunakan Karung

➤ **Cara penyajian**

Diberikan pada ternak secukupnya. sapi dengan bobot >400 kg bisa diberikan 6-8 kg/hari. pemberian jerami bisa dibagi dalam tiga kali dalam waktu yang berbeda. Selain itu juga bisa diberikan tambahan nutrisi lain seperti konsentrat.

C. Peningkatan Nutrisi Jerami

Urea atau nama lainnya karbamida merupakan suatu senyawa organik dimana terdiri dari unsur hidrogen, karbon, nitrogen, dan oksigen, dengan rumus molekul $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ kemudian juga memiliki kandungan nitrogen sebesar 46,7% [9]. Dalam 1 kg urea yang terhidrolisis sempurna mampu menghasilkan 0,57 kg NH_3 . Proses hidrolisis urea terjadi sebagai berikut:



Pemberian urea bisa merusak struktur bagian kristalin lignin, dan juga amorf, memisahkan sebagian lignin dan juga hemiselulosa yang menyebabkan penggembungan pada struktur selulosa. Metode atau cara demikian juga nantinya meningkatkan efektifitas dari proses hidrolisis enzimatis melalui meningkatkan aksesibilitas enzim di permukaan selulosa. Menurut Selim(2004), efek dari perlakuan alkali tersebut bisa membuat mikroorganisme pada rumen mudah mengurai struktur karbohidrat serta meningkatkan palatabilitas pada jerami padi.

Bahan pakan yang dicampurkan dengan urea ialah produk amoniasi dengan penambahan molase. Molase atau air tetes tebu merupakan hasil sisa dari pengolahan tebu menjadi gula. Dan molase ini masih mengandung gula dan asam-asam organik cukup tinggi. Kandungan sukrosa dalam molases ada kisaran 48-55%. Sehingga menjadikan molase sebagai bahan yang digunakan sebagai sumber makanan mikroorganisme dalam proses pembuatan pakan fermentasi.

Amoniasi merupakan proses kimiawi yang dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas nutrisi yang terkandung pada jerami padi. Amoniasi bersifat alkalis dan mampu melarutkan hemiselulosa, lignin dan silika, saponifikasi asam uronat dan ester asam asetat, menetralkan asam nitrat bebas serta mengurangi kandungan lignin dinding sel. Turunnya kristalinitas selulosa akan memudahkan penetrasi enzim selulosa mikrobial rumen [10].

Kelebihan dari fermentasi Jerami yaitu:

1. Jerami yang sudah difermentasi memiliki kandungan protein lebih tinggi dari jerami biasa yaitu sekitar 7 – 9%;
2. Jerami yang sudah difermentasi lebih mudah dicerna oleh hewan ternak ruminansia (sapi, kambing, kerbau, domba).
3. Dengan fermentasi jerami, angka nilai gizi yang terkandung pada pakan ternak meningkat;
4. Jerami yang sudah difermentasi memiliki aroma harum, dan tidak memiliki aroma busuk yang biasanya ada pada jerami biasa.
5. Jerami yang sudah difermentasi cenderung lebih higienis ketimbang jerami biasa;
6. Bahan baku jerami yang melimpah ketika panen raya sehingga bahan baku jerami mudah didapat dan harga yang relatif murah.

7. Fermentasi jerami dapat dijadikan sebagai cadangan pakan ternak, karena fermentasi jerami tahan lama, praktis dan murah.

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Fermentasi merupakan salah satu bentuk terapan dari IPA dimana merupakan proses metabolik yang dibantu enzim yang dihasilkan oleh mikroba untuk melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisa, sehingga terjadi perubahan komposisi kimia pada suatu bahan organik dan menghasilkan produk tertentu, dimana produk yang dihasilkan mengalami perubahan sifat dari bahan tersebut.
2. Proses pembuatan fermentasi jerami adalah dengan menambahkan urea, molase, *Microbacter Alfaafa*, dan juga air, dan didiamkan dalam 21 hari hingga tekstur dan bau berubah.
3. Bahan pakan yang dicampurkan dengan urea ialah produk amoniasi dengan penambahan molase. Amoniasi merupakan proses kimiawi yang bersifat alkalis dan dapat melarutkan hemiselulosa, lignin dan silika, saponifikasi asam uronat dan ester asam asetat, menetralisasi asam nitrat bebas serta mengurangi kandungan lignin dinding sel.
4. Kelebihan dari Fermentasi jerami ialah memiliki kandungan protein dan nilai gizi yang lebih tinggi dari jerami biasa, kemudian jerami fermentasi lebih mudah dicerna oleh ternak. Jerami fermentasi memiliki aroma harum, serta bahan baku yang mudah didapat, dan juga tahan lama.

B. Saran

Kedepannya diharapkan limbah jerami dapat dimanfaatkan secara optimal. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah jerami sebagai pakan alternatif bagi ternak.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Suprihatin., "Teknologi Fermentasi," *UNESA Press. Surabaya*, 2010.
- [2] Yunilas., "Karya Ilmiah. Bioteknologi Jerami Padi Melalui Fermentasi sebagai Bahan Pakan Ternak Ruminansia," *Fak. Pertanian, Univ. Sumatera Utara, Medan.*, 2009.
- [3] A. Stanbury, P.F., and Whitaker, "Principle of Fermentation Technology," *Elsevier Sci. Ltd*, 1984.
- [4] S. Mirni, L., Puspaningsih, N.N.T., Chusniati, "Penggunaan bakteri xilanolitik asal rumen sebagai inokulum pada jerami padi sebagai upaya peningkatan mutu pakan ternak ruminansia," *Lemb. Penelitian. Univ. Airlangga, Surabaya*, 2006.
- [5] A. K. Khatiwada, P., Ahmed, J., Sohag, M. H., Islam, K., and Azad, "Isolation, Screening and Characterization of Cellulase Producing Bacterial Isolates from Municipal Solid Wastes and Rice Straw Wastes," *J Bioprocess Biotech*, 2016.
- [6] A. A. Abd-Elsalam, H. E., and El-Hanafy, "Lignin Biodegradation with Ligninolytic Bacterial Strain and Comparison of *Bacillus subtilis* and *Bacillus sp.* Isolated from Egyptian Soil. American Eurasian'," *J. Agric. Environ. Sci*, 2009.
- [7] Z. Kausar, H., Sariah, M., Ismail, M.R., Saud, H.M., Habib, S.H., and Berahim, "Development of a potential lignocellulolytic resource for rapid bioconversion of rice straw," *Afr J Biotechnol*, 2012.
- [8] E. Ilham, F., Sayuti, M., Ananda, T., & Nugroho, "Potong Melalui Amoniasi Menggunakan Urea Di Desa Timbuolo Tengah Provinsi Gorontalo," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, 2018.
- [9] P. M. Kurzer, F. and Sanderson, "Urea in the history of organic chemistry: Isolation from natural sources," *J. Chem. Educ*, 1956.
- [10] Y. Suryani, I. Hernaman, and N. Ningsih, "Pengaruh Penambahan Urea Dan Sulfur Pada Limbah Padat Bioetanol Yang Difermentasi Em-4 Terhadap Kandungan Protein Dan Serat Kasar," *J. Ilm. Peternak. Terpadu*, vol. 5, no. 1, p. 13, 2017, doi: 10.23960/jipt.v5i1.p13-17.



KONSEP IPA TERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH PLASTIK RAMAH LINGKUNGAN

Isnani Juni Fitriyah^{1*}, Ilzha Akbar Muharomi Wicaksono², Ratna Dewi Firdaus³, Ulin Nuha Hanifah⁴

Dosen Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Sampah selalu menjadi permasalahan utama yang wajib kita perhatikan baik di negara Indonesia maupun dunia. Seiring berjalannya waktu, volume sampah kian meningkat. Ditambah dengan permasalahan yaitu sedikit jumlahnya atau bahkan tidak adanya tempat pembuangan sampah akhir yang tentunya akan berdampak hal buruk jika tidak segera diantisipasi dengan seksama. Berdasarkan potensi sampah yang kian meningkat ini, perlu diadakan suatu kajian analisa potensi sampah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa). Dengan adanya penerapan ini, diharapkan dapat mengurangi serta menanggulangi sampah yang ada. Pada penerapan ini mengidentifikasi dan mengukur potensi sampah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit dengan teknologi *landfill* atau dengan teknologi *thermal* sebagai sumber energi listrik alternatif berbasis *renewable energy*. Metode yang kami gunakan adalah studi literatur. Artikel ini berisikan latar belakang serta bagaimana proses pembuatan penerapan IPA dalam bidang lingkungan dan pengaplikasiannya.

Kata kunci: Sampah, landfill, potensi, energi.

PENDAHULUAN

Permasalahan di Indonesia sampai sekarang masih seputar perkara primer yaitu mengenai sampah. Dimana perkara sampah masih sangat kompleks lantaran kurangnya pengertian dan perhatian warga terhadap dampak-dampak yang disebabkan oleh banyaknya sampah. Faktor lain yang bisa menyebabkan kurangnya perhatian warga yaitu kurangnya keseimbangan hayati warga dan kurangnya pemahaman mengenai persampahan dan juga partisipasi warga yang kurang untuk memelihara kebersihan dan membuang sampah dalam tempatnya. Sebagai akibatnya warga sering membuang sampah di sungai, selokan, dan jurang. Kurangnya pencerahan ini lah yang berdampak tidak baik di masa yang akan mendatang. (Rochman et al., 2013).

Sampah selalu sebagai persoalan utama yg harus kita perhatikan. Volume sampah yg kian semakin tinggi, & tidak hanya sedikit, atau bahkan adanya loka pembuangan sampah akhir tentunya akan sebagai kasus yg cukup besar apabila ditangani secara benar. Berdasarkan menurut potensi sampah yang kian semakin tinggi ini, perlu adanya kajian analisa potensi sampah yg bisa dijadikan menjadi bahan standar Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa). Sampah bisa sebagai sebuah tenaga terbarukan dikarenakan kita bisa memanfaatkannya dengan baik, contohnya yaitu misalnya yg berada pada kota Pekanbaru, Mojokerto, & Surabaya. Mengidentifikasi & mengukur potensi sampah yg bisa dimanfaatkan menjadi bahan bakar pembangkit, baik menggunakan teknologi landfill atau dengan teknologi thermal sebagai sumber energi listrik alternatif berbasis renewable energy. Potensi energi listrik yang mampu dibangkitkan sebagai bahan baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) sebagai sumber energi alternatif ini adalah 9 MW.

METODE

Penelitian ini termasuk penelitian studi literatur dengan metode kualitatif. Perlu diketahui bahwa penelitian ini berangkat dari data, memanfaatkan teori yang ada sebagai bahan penjas dan berakhir dengan sebuah teori. Penelitian ini menggunakan lingkungan sebagai target. Dengan latar belakang isu lingkungan saat ini diadakan penelitian ini agar isu lingkungan ini memberi dampak baik pada lingkungan. Untuk memperoleh data perlu untuk diadakan survey guna mengetahui persentase sampah plastik yang ada, dan juga lokasi strategis sampah plastik ini berada. Pengolahan sampah harus tetap dilakukan yaitu untuk memilah sampah-sampah yang dapat dijadikan sebagai bahan baku sumber Energi. Setelah survei dilakukan maka dapat diambil langkah-langkah selanjutnya, yaitu menggunakan metode *Thermal* atau metode *Sanitary Landfill*. Sampah ditimbun di

tanah yang berlekuk. Penimbunan ini dilakukan berulang-ulang seperti kue lapis. Lalu untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) ada beberapa hal yang harus dilakukan, yaitu:

1. Menghitung berapa jumlah timbunan sampah
2. Menguji kalor
3. Menghitung jumlah kalor
4. Menghitung kapasistas boiler
5. Menghitung kapasitas turbin
6. Menghitung kapasitas generator
7. Menghitung ekonomis

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Potensi Sampah

Pemanfaatan sampah plastik menjadi sumber energi listrik masih terus dikembangkan. Dengan pengolahan limbah sampah plastik ini dapat menjadi solusi yang terbaik untuk mengurangi dan mengelola limbah dengan baik, agar dapat menghasilkan lingkungan yang terus hidup sehat bertahu-tahun kedepan.

Pemasokan jumlah limbah juga terus meningkat seiring berjalannya waktu sehingga hal tersebut dapat menjadikan sampah menjadi energi yang dapat dikategorikan sebagai energi terbarukan, dikarenakan sampah merupakan sebuah energi yang dapat dikategorikan tidak akan habis dan jumlahnya akan terus bertambah dan menjadi pencemaran apabila tidak diolah dengan baik. Pemanfaatan sampah ini dilakukan dengan menggunakan rancangan PLTSa, atau pembangkit listrik tenaga sampah. Sampah yang diolah dapat dijadikan sebuah energi listrik yaitu dengan memanfaatkan sebuah teknologi dan pengolahan secara fisika kimia dan biologi.

B. Pengolahan Limbah Sampah

Pengolahan sampah dilakukan terlebih dahulu sebelum diolah menjadi tenaga listrik yaitu dibagi menjadi beberapa tahapan diantaranya yaitu

- a. Pengumpulan
Pada tempat ini sampah akan dikumpulkan dan dilakukan pengeringan terhadap kadar air dengan cara mesin press. Kemudian dipisahkan antara yang baru dengan yang sudah dipress dikarenakan akan dipisahkan kedalam ruangan yang suhunya akan diatur hal ini dinamakan dengan *treatment* pertama pengeringan.
- b. Pemindahan
Pemindahan dilakukan untuk sampah yang sudah dilakukannya press dan pengeringan tahap pertama agar dapat dibawa ke proses Flail Mill
- c. Pengelompokan dan Pemisahan
Sampah yang sudah dikumpulkan dan dikelompokkan akan dipisah menggunakan mesin magnetic separator, belt conveyor, dan shredder. Sampah basah dan tidak berukuran akan bercampur dengan organik dan anorganik sehingga akan berubah menjadi serbuk kering yang siap untuk dijadikan bahan bakar pemanasan boiler
- d. Perubahan sampah ke perubahan energi
Bahan bakar yang sudah menjadi serbuk dimasukkan kedalam ruang pembakaran atau Chamber
- e. Pengolahan Kimia dan Pengolahan Fisika
Sisa bahan bakar dalam bentuk padat dan cair akan diolah secara kimia dan fisika agar dapat dijadikan sebagai bahan bakar kembali.
- f. Pengolahan Biologi
Pada tahap ini sampah-sampah basah yang tidak ekonomis dapat dijadikan sebagai bahan bakar yang akan diolah secara biologis untuk penggunaan kompos
- g. Pengolahan Khusus
Sampah yang tidak dapat didaur ulang akan diberikan sebuah pengelolaan khusus.

Dalam pengolahan limbah plastik menjadi sebuah energi listrik menggunakan suatu metode yaitu metode *Thermal* atau metode *Sanitary Landfill*. Metode *Sanitary Landfill* ini bekerja dengan cara menimbun sampah kedalam tanah yang berlekuk agar tertutup dengan lapisan tanah. Penimbunan ini dilakukan secara berulang-ulang. Tanah yang sebelumnya berlekuk akan menjadi rata oleh sanitary

landfill. Sistem *sanitary landfill* merupakan sebuah pengelolaan sampah yang dilakukan dengan cara mendesain agar kandungan air didalam sampah tidak akan masuk kedalam tanah

C. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA)

Pembangkit listrik tenaga sampah ini memanfaatkan sampah sebagai bahan bakar yang nantinya akan digunakan untuk memanaskan air dalam boiler sehingga uap panas yang dihasilkan boiler dapat dimasukkan ke turbin uap yang akan memutar generator sehingga dapat menghasilkan sebuah energi kinetik yang akan menjadi sebuah energi listrik.

Agar dapat diketahui besarnya daya listrik yang dihasilkan PLTSA, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan yaitu

1. Perhitungan Jumlah Penimbunan Sampah

Jumlah penimbunan sampah perlu dilakukan agar dapat diketahuinya jumlah untuk menghitung stok sampah yang akan dijadikan bahan bakar nantinya dan akan berhubungan dengan kelangsungan pasokan daya listrik dan jumlah energi yang akan dihasilkan (kWh)

2. Tahap Pengujian Kalor

Sampah yang telah diperoleh dari pemukiman warga, pasar, pertokoan, jalan raya dll akan disatukan pada tempat pengumpulan sementara (TPS) atau di tempat pengumpulan akhir (TPA). Sampah akan dilakukan uji kalor dan kandungan gas yang dihasilkan agar nantinya dapat digunakan sebagai PLTSA

3. Tahap Perhitungan Jumlah Kalor

Hasil uji kalor sampah yang sudah dilakukan akan dihitung jumlah kalor total yang dihasilkan dari pembakaran tersebut

4. Perhitungan Kapasitas dari Boiler

Kalor total yang dihasilkan digunakan dalam menentukan kapasitas boiler dan jumlah air yang akan dipanaskan untuk uap

5. Perhitungan Kapasitas Turbin

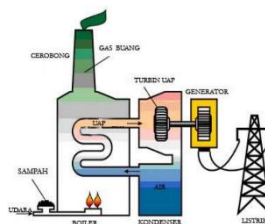
Setelah kapasitas boiler diperoleh maka selanjutnya dapat dihitung kapasitas turbin yang akan digunakan dalam memutar generator

6. Perhitungan Kapasitas Generator

Hal ini dilakukan agar data turbin yang diperoleh dapat ditentukannya jenis dan kapasitas generator apakah dapat digunakan dalam basis unit kecil atau satu unit besar

7. Perhitungan Ekonomis

Hal ini dilakukan untuk melihat total biaya yang dikeluarkan dalam pembangunan PLTSA ini, waktu pengembalian nilai sekarang dan tarif listrik yang digunakan. PLTSA secara sederhana dapat diilustrasikan seperti gambar berikut



Gambar 1. Rancangan PLTSA

PLTSA ini memiliki cara kerja dengan sistem pembakaran sampah yang nantinya uap dari hasil pembakaran pada boiler dapat menggerakkan turbin uap dan generator yang tersambung pada pemasok sumber listrik.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pembangkit Listrik Tenaga Sampah ini memanfaatkan proses filtrasi pada limbah plastik untuk mengurangi kandungan air yaitu dengan cara di press dengan mesin. Kemudian di gabungkan dan di uraikan dengan menggunakan magnetic separator, belt conveyor, shredder. Selanjutnya produk yang berupa butiran serbuk kering siap dibuat untuk bahan bakar untuk memanaskan menggunakan boiler.



Kemudian bahan bakar tersebut yang nantinya dimasukkan kedalam ruang pembakaran. Dari ruang pembakaran tersebut terjadi pengolahan secara kimia dan fisika dimana sisa bahan bakar dalam bentuk padat dan cair akan diolah kembali. Kemudian produk yang sudah dihasilkan akan diolah kembali secara biologis untuk dijadikan kompos. Pada tahap pengolahan biologi terdapat sampah- sampah basah yang tidak ekonomis bila dijadikan bahan bakar akan diolah secara biologis untuk dijadikan kompos. Kemudian dilanjutkan dengan pengelolaan material, pada proses ini pallete-pallete plastik akan di proses dan di gunakan menjadi beragam peralatan rumah tangga yang bahan utamanya dari limbah plastik.

B. Saran

PLTSA merupakan suatu alat yang masih perlu dikembangkan lagi. Dikarenakan masih terdapat kekurangan didalam PLTSA sendiri yaitu dampak yang ditimbulkan dari uap yang dihasilkan akan mencemari udara. Oleh karena itu diperlukan pengembangan yang lebih jauh lagi untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan dari PLTSA. Dalam merumuskan artikel ini juga masih berupa asumsi dengan membaca studi literatur dan belum dilakukan praktik sehingga belum diketahui secara pasti keberhasilan datanya baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

DAFTAR RUJUKAN

- Monice, & Perinov. (2017). Analisis Potensi Sampah Sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (Pltsa) Di Pekanbaru. *SainETIn*, 1(1), 9–16. <https://doi.org/10.31849/sainetin.v1i1.166>
- Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., & Kaye, S. (2013). Classify plastic waste as hazardous (types of externalities caused by consumption of plastic bags). *Environmental Science and Technology*, 47(3), 1646–1654.
- Setyowati, R., & Mulasari, S. A. (2013). Pengetahuan dan Perilaku Ibu Rumah Tangga dalam Pengelolaan Sampah Plastik The Level of Housewife ' s Knowledge and Behavior in Managing Plastic Waste. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 7(12), 562–566.
- Wibisono, A. F., & Dewi, P. (2014). Sosialisasi Bahaya Membuang Sampah Sembarangan dan Menentukan Lokasi TPA di Dusun Deles Desa Jagonayan Kecamatan Ngablak. *Jurnal Inovasi Dan Kewirausahaan*, 3(1), 25.



KONSEP IPA TERAPAN DALAM UPAYA PENANGANAN WABAH COVID DENGAN WORMVIT (SUPLEMEN EKSTRAK CACING DAN KUNYIT) SEBAGAI ALTERNATIF PENGOBATAN PEREDA DEMAM

Isnani Juni Fitriyah¹, Fira Naimatul Husna², Meirna Rahayu³, Natalie Pniel Dipa P⁴

Pendidikan IPA Fakultas MIPA Universitas Negeri Malang

*Email : isnanik.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Saat ini menjaga kesehatan adalah kebutuhan paling penting terlebih pada masa pandemic dan perubahan musim yang tidak bisa diprediksi. Penelitian ini bertujuan untuk dapat menuangkan ide – ide inovasi dalam keadaan pandemic saat ini. Salah satunya adalah dengan melihat keadaan sekitar, misalnya masih banyak orang yang belum mengonsumsi vitamin atau suplemen tubuh agar tubuhnya menjadi lebih vit. Banyak juga yang masih belum divaksin , karena alasan yang tidak masuk akal. Maka dari itu kami mencetuskan ide untuk membuat obat berupa suplemen berupa pencegah atau penangkal virus dari dalam tubuh. Suplemen ini merupakan campuran antara cacing tanah dengan obat herbal, yaitu kunyit yang akan menjadi wormvit suplemen. Wormvit suplemen ini ditujukan untuk semua kalangan usia karena aman bagi tubuh dan terbuat dari bahan yang herbal. Kami memilih cacing tanah karena banyak orang yang menganggap remeh cacing tanah dengan alasan kotor, namun di beberapa negara banyak yang menggunakan cacing tanah ini sebagai bahan pangan. Maka dari itu, kami ingin mencoba dengan mengeluarkan ide-ide yang seperti ini agar kami juga tahu bahwa cacing tanah memiliki nutrisi yang cukup baik bagi tubuh dengan campuran kunyit untuk membuat wormvit suplemen.

Kata kunci: suplemen, cacing tanah, kunyit

PENDAHULUAN

Banyak sekali manfaat dari kekayaan alam yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan misalnya penggunaan organisme terutama hewan, salah satunya adalah cacing tanah atau *Lumbricus rubellus* dan rempah-rempah yaitu kunyit. Cacing tanah biasanya dapat ditemukan di sawah, kebun ataupun taman karena cacing dapat hidup di iklim tropis. Begitu pula kunyit yang mudah ditemui karena banyak orang yang menanamnya dan memanfaatkannya untuk keperluan rempah-rempah. Pemanfaatan cacing tanah ini dapat digunakan sebagai penghasil pupuk organik, daur ulang limbah, bahan dasar pakan ternak, dan sebagai bahan dasar makanan masyarakat Jepang. Salah satu fungsi yang dapat menggemparkan adalah cacing tanah sebagai obat untuk penyakit demam tifoid dengan cara mengonsumsi air rebusan cacing tanah atau serbuk tanah. Kemudian untuk kelebihan penggunaan kunyit dibandingkan rempah lain yaitu merupakan salah satu rempah yang sangat mudah ditemui dan biasa dimanfaatkan oleh masyarakat. Kunyit memiliki rasa petar dan pahit jika dikonsumsi secara langsung, namun jika dijadikan bahan tambahan makanan atau minuman maka rasa tersebut akan ternetralisir karena penggunaannya yang tidak banyak, dan kunyit merupakan rempah yang sering digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan atau minuman karena rasanya yang cukup disukai oleh anak-anak sampai dewasa. Kunyit juga mengandung pewarna alami yaitu kuning yang dapat digunakan untuk makanan atau minuman. Lalu kunyit juga memiliki kandungan senyawa didalamnya yaitu kurkumin yang dibutuhkan dalam penurunan suhu tubuh pada saat keadaan demam.

Dari sumber yang sudah kami teliti tersebut, maka kami ingin membahas pemanfaatan cacing tanah dalam pembuatan suplemen kesehatan bagi tubuh. Dengan menggabungkan berbagai ide dan sumber, suplemen kesehatan berbentuk serbuk cacing tanah yang akan ditambahkan dengan ekstrak kunyit dan ditujukan untuk semua usia.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Serbuk cacing terbuat dari materi dasar yaitu berupa cacing tanah. Agar menghasilkan suplemen serbuk yang berkualitas, maka harus dilakukan pembuatan serbuk tersebut yang baik dan benar.

Proses utama dalam pembuatan suplemen serbuk cacing:

- a. Pencucian - bertujuan untuk membersihkan cacing dari sisa-sisa tanah yang melekat di badan cacing

- b. Perebusan - merupakan proses untuk menghilangkan lendir cacing. Proses ini tidak memerlukan waktu lama di suhu yang panas
- c. Pencincangan atau pemotongan - untuk mengeluarkan isi dari perut cacing yang dicincang dengan panjang sekitar 3 cm. Proses ini dilakukan untuk mendapat hasil yang lebih higienis dari ekstrak cacing
- d. Pencucian ke 2 - supaya lebih gampang untuk mengeluarkan isi dari perut cacing, dilakukan pencucian kembali karena isi perut cacing akan larut dalam air (akan lebih efektif bila kita sambil mengaduk-aduk saat pencucian berlangsung)
- e. Pengeringan - proses untuk mengurangi kadar air cacing. Proses ini dapat dilakukan dengan dipanggang atau menjemurnya di bawah terik matahari secara langsung atau menggunakan alat oven.
- f. Penumbukan - cacing yang sudah kering selanjutnya akan dihancurkan agar menjadi serbuk. Penumbukan bisa dilakukan dengan cara manual atau dengan mesin penggiling yang biasanya di gunakan untuk membuat tepung beras.
- g. Hasil akhirnya berupa butiran lembut dengan tekstur sedikit berserat.

Proses pembuatan serbuk kunyit:

- a. Pembersihan kunyit - Mencuci kunyit dengan air bersih dengan digosok hingga kotorannya hilang. Tiriskan, kemudian biarkan hingga mengering.
- b. Iris tipis - Iris-iris setipis mungkin (semakin tipis kunyit, maka akan semakin cepat kering)
- c. Pengeringan - Jemur kunyit hingga benar-benar kering. Waktu pengeringan tergantung pada teriknya sinar matahari. Jika sinar matahari cukup panas, kunyit dapat kering dalam waktu 2-3 hari.
- d. Sangrai - Sangrai kunyit dengan api kecil. Waktu menyangrai kurang lebih satu jam.
- e. Penumbukan - Haluskan kunyit dengan ditumbuk atau menggunakan blender. Setelah itu, kunyit diayak seperti tepung.

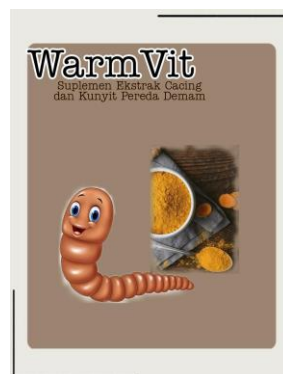
Proses pencampuran serbuk WarmVit:

- a. Pencampuran serbuk cacing dan serbuk kunyit menjadi satu dengan takaran 60% : 30% kemudian ditambahkan sedikit gula sebesar 10% untuk memberikan rasa sedikit manis.
- b. Suplemen serbuk cacing ini siap dikonsumsi untuk usia dari anak-anak hingga lansia.

Proses Pengemasan :

- a. Pengemasan produk dilakukan dalam botol kaca (jar). Sebelumnya pada botol dilakukan proses sterilisasi.
- b. Memasukkan campuran serbuk WarmVit ke dalam jar.
- c. Melakukan proses pengepakan supaya botol tertutup rapat. Selanjutnya
- d. Pemberian logo WarmVit dan informasi lain seperti komposisi dan tanggal kadaluarsa sehingga kemasan produk inovasi ini akan lebih menarik.
- e. Produk siap dipasarkan

Rencana Logo Kemasan



Gambar. Logo WarmVit

METODE

Menggunakan studi Literatur yang dilakukan menggunakan cara menghimpun keterangan relevan topik yg sebagai objek penelitian menurut buku-buku, karya ilmiah, tesis, disertasi, dan jurnal. Kemudian, data tersebut akan dijadikan bahasan dan dianalisis supaya ditemukan titik terangnya untuk hasil ide yang ditelaah. Karena kami hanya mengutarakan ide ide sebagai IPA Terapan dalam bidang kedokteran untuk di teliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Menganalisis kandungan manfaat dalam cacing tanah

Cacing tanah yang berpotensi menjadi bahan pakan adalah yang memiliki kandungan protein tinggi hingga 58 – 78 % dilihat dari bobot keringnya. Komposisi dari gizi cacing tanah sendiri adalah protein kasar 60 – 72 %, lemak 7 – 10 %, abu 8 – 10 %, dan energi 900 – 1400 kalori g^{-1} . Setelah menelaah banyak sumber yang menurut kami terpercaya dapat disimpulkan bahwa cacing tanah memiliki kandungan asam amino cacing tanah lebih tinggi. Cacing tanah juga dapat berperan sebagai zat aditif pemacu pertumbuhan, juga berperan sebagai pemaksimalan absorsi nutrisi dalam saluran pencernaan sehingga dapat mengefisienkan konsumsi makanan dalam tubuh.

Dari beberapa rangkaian pengujian yang dilakukan para ahli dapat diketahui bahwa senyawa aktif ekstrak cacing tanah adalah antipiretik (obat anti nyeri) yang merupakan golongan senyawa alkaloid. Golongan alkaloid sendiri mempunyai ciri mengandung atom nitrogen jika dibandingkan dengan paracetamol. Kandungan yang diuji ini memiliki sifat basa ($pH > 7$). Namun, jika cacing tanah ini dikonsumsi terlalu banyak akan menyebabkan racun bagi tubuh karena merupakan golongan alkaloid.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Waluyo, et. Al, 2007) ekstrak air cacing tanah mengandung protein antimikroba. Protein cacing tanah selain memiliki efek antibakteri juga memiliki efek anti-inflamasi, anti-oksidatif, anti-tumor, dan aktivitas fibrinolitik. Protein bertindak sebagai pertahanan pertama terhadap serangan mikroorganisme. Dengan adanya antiinflamasi inilah yang berguna untuk mengobati nyeri dan menurunkan demam. Cacing tanah bekerja sebagai obat tidak memiliki efek samping, aman untuk dikonsumsi oleh segala usia (sangat baik untuk orang dewasa dan anak-anak), aman untuk dikonsumsi dalam jangka panjang dan terus-menerus, aman digunakan bersamaan dengan obat dokter dan juga meningkatkan obat yang bekerja.

b. Menganalisis kandungan manfaat dalam kunyit

Seperti yang banyak orang ketahui bahwa kunyit dapat bermanfaat bagi tubuh karena memiliki kandungan antioksidan yang tinggi. Kunyit memiliki kandungan lain juga seperti kurkumin, demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin. Semua itu mengandung antioksidan untuk tubuh, dan terlebih lagi diteliti memiliki kandungan anti inflamasi, antibakteri dan kardioprotektif.

Antioksidan tersebut apabila dicampurkan dengan asam maka akan menghasilkan adanya sinergisme antioksidan tertinggi. Penelitian para ahli telah mengatakan jika ekstrak bubuk kunyit dan asam tersebut memiliki perbandingan 55 % ekstrak kunyit dan 45 % ekstrak daun asam. Senyawa tersebut adalah fenolik dan vitamin C. Dari nilai sinergisme sebesar 4,844 % antara perbandingan di atas juga bermanfaat sebagai menangkal radikal bebas dengan jumlah fenol yang lebih banyak. Fenolik tersebut dapat menghambat pertumbuhan kanker dan menyebabkan aktivitas antimutagenik.

Selain itu, kunyit memiliki manfaat nyata bagi tubuh seperti untuk menghilangkan kerutan bagi tubuh, untuk obat maag dan diare. Kunyit tersebut dapat menjadi produk antiaging. Kunyit juga dianggap sebagai bahan antibiotik untuk sebagian besar pengobatan tradisional di daerah tertentu. Dapat meningkatkan imunitas agar tetap sehat di masa sekarang ini.

c. Menganalisis pengertian penyakit tipes / tifus untuk menguji kandungan suplemen

Penyakit tifus atau demam typhoid merupakan penyakit menular yang menyebabkan infeksi akut pada usus dengan penyebab utamanya berasal dari infeksi bakteri *Salmonella typhi*. Penularan penyakit ini biasanya melalui konsumsi makanan atau minuman yang telah terkontaminasi oleh bakteri tifus. Penyakit tipes termasuk penyakit endemik di daerah yang memiliki iklim tropis dan dapat menyerang banyak orang dari berbagai usia mulai dari balita, anak-anak, remaja, dewasa, hingga lansia. Gejala awal penyakit tipes ditandai dengan demam, mual, muntah, sakit kepala, nafsu makan berkurang, hingga diare.

Seseorang yang mengalami tifus memiliki gejala – gejala sebagai berikut:

1. Panas yang semakin hari semakin tinggi terutama pada sore dan malam hari. Terjadi selama 7 sampai 10 hari kemudian panasnya menjadi konstan dan kontinyu. Biasanya ketika pagi akan merasa baik namun menjelang malam kondisi mulai menurun kembali.
2. Pada fase awal timbul gejala seperti lemah, sakit kepala, infeksi tenggorokan, rasa tidak enak di perut, sembelit.
3. Nyeri perut diare batuk dan sakit tenggorokan mengakibatkan usus terluka sampai bisa mengalami pendarahan. Dalam hal ini tinja penderita berwarna kehitaman. Pada kasus lebih parah, dinding usus bisa sampai berlubang. Demam tifoid ini umumnya berlangsung selama seminggu atau lebih, tergantung jumlah kuman yang menyerbu semakin banyak kuman, tentu semakin cepat muncul gejalanya.

Pengobatan pada penyakit tifus ini bisa dilakukan dengan cara sederhana yaitu istirahat total selama beberapa minggu. Bisa juga dengan mengonsumsi obat-obatan berupa antibiotik untuk meredakan gejalanya. Fungsi dari antibiotik itu sendiri adalah untuk membunuh bakteri yang ada di dalam tubuh. Dari gejala dan cara pengobatan tersebut maka kami terpikir untuk membuat suplemen yang dapat meredakan gejala penyakit tifus tersebut.

d. Konsep Ipa Terapan Dalam Produk WarmVit

Dari segi aspek biologi dalam produk ini dapat dilihat dari kandungan manfaat bagi kesehatan yang ada di dalam produk (cacing dan kunyit). Untuk aspek kimianya berupa zat aditif yang terdapat di dalam kunyit yaitu berupa warna alami, dan untuk aspek fisiknya dapat berupa pengaruh suhu yang digunakan dalam pemanasan dan pengeringan pada produk. Pada dasarnya pembuatan produk ini melewati proses perebusan, pengeringan, dan sterilisasi. Ketiga langkah tersebut merupakan pula penerapan dalam konsep ipa terapan. Perebusan sendiri merupakan suatu proses pemasakan dalam air mendidih dengan suhu sekitar 100°. Perebusan berguna untuk membersihkan tubuh dari sisa kotoran yang masih menempel. Kemudian untuk pengeringan adalah proses perpindahan massa air atau pelarut lainnya dari suatu zat padat dengan menggunakan penguapan. Pengeringan bertujuan untuk memudahkan dalam proses pembentukan serbuk pada cacing maupun kunyit serta memperpanjang umur simpan produk. Lalu sterilisasi merupakan upaya untuk membunuh mikroorganisme seperti virus dan bakteri. Sterilisasi dilakukan dengan menempatkan jar dalam air yang mendidih dengan suhu kira-kira mencapai 100° selama sekitar 10 menit. Dengan tujuan supaya sudah steril saat digunakan sebagai wadah produk nantinya.

PENUTUP

Kesimpulan

Pada cuaca yang terjadi pada saat ini membuat ketahanan tubuh berkurang sehingga tubuh rawan terkena penyakit salah satunya tifus ini. Untuk itu perlu adanya upaya meningkatkan ketahanan tubuh supaya terhindar dari berbagai macam penyakit. Kelebihan dari produk inovasi WarmVit ini adalah pemanfaatan kunyit sebagai sumber daya alami yang tersedia di sekitar kita dapat diolah menjadi minuman herbal dapat meningkatkan ketahanan tubuh. Sama halnya dengan kunyit, cacing tanah pun memiliki segudang manfaat dan jika diolah akan menghasilkan manfaat yang melimpah. Sasaran dari produk serbuk cacing ini adalah dari semua kalangan baik anak-anak maupun dewasa. Dalam cara mengkonsumsinya serbuk suplemen ini dapat dicampurkan ke dalam minuman atau makanan atau dikonsumsi secara langsung dengan menyeduhnya dengan air putih hangat atau dingin. Produk inovasi WarmVit ini memiliki kekurangan masih perlu penelitian lebih lanjut untuk mengkaji kandungan-kandungan manfaat di dalamnya. Selain itu tidak semua orang menyukai obat herbal dari rempah-rempah ini karena pada dasarnya produk ini juga terdiri dari salah satu rempah yaitu kunyit.

Saran

Berdasarkan pengalaman saat melakukan penelitian melalui studi literatur, peneliti mencoba memberikan saran agar produk yang akan dihasilkan lebih baik lagi. Dan sebaiknya pada penelitian selanjutnya juga dapat melakukan wawancara kepada pihak yang lebih tahu atau yang sudah mencoba dalam hal pembuatan bahan baku cacing tanah sebagai pangan untuk dikonsumsi.



DAFTAR RUJUKAN

- Aslamyah, S., & Karim, M. Y. (2013). Potensi Tepung Cacing Tanah *Lumbricus* sp. Sebagai Pengganti Tepung Ikan Dalam Pakan Terhadap Kinerja Pertumbuhan, Komposisi Tubuh, Kadar Glikogen Hati dan Otot Ikan Bandeng *Chanos chanos* Forsskal. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(1), 67–76.
- Feblidiyanti, N., Pitono, W., Teknik, F., Studi, P., Industri, T., Pamulang, U., & Damai, B. (2021). Pelatihan pembuatan minuman serbuk kunyit instan untuk meningkatkan imun dan membangun ekonomi mandiri pada koperasi selaras hati utama. *ADIBRATA Jurnal*, 1(April), 80–86.
- Firmansyah, M. A., Wigena, I., Subowo, & Subowo. (2014). Karakterisasi Populasi dan Potensi Cacing Tanah Untuk Pakan Ternak dari Tepi Sungai Kahayan dan Barito [Characterization of Population and Potential of Earthworm for Animal Feed from Riverside Kahayan and Barito]. *Berita Biologi*, 13(3), 9.
- Helmalia, A. W., Putrid, P., & Dirpan, A. (2019). Potensi Rempah-Rempah Tradisional Sebagai Sumber Antioksidan Alami Untuk Bahan Baku Pangan Fungsional). *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 2(1), 26–31. <https://doi.org/10.20956/canrea.v2i1>.
- 113
- Muzaiyanah. (2017). *Pengaruh Serbuk Cacing Tanah (Pheretima Javanica K.) Terhadap Penyembuhan Penyakit Tifus pada Tikus Putih (Rattus Norvegicus) Jantan dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer*. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/83145>
- Suryani, L. (2010). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Cacing Tanah (*Lumbricus* sp) terhadap Berbagai Bakteri Patogen secara Invitro The Antibacterial Activity of Earthworm (*Lumbricus* sp) Extract against Several Pathogen Bacteria Invitro. *Mutiara Medika :Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 10(1), 16–21.
- Waluyo, J., Sugiharto, B., Noor, D., & Zaini, C. (2007). Purifikasi dan Karakterisasi Protein Antibakteri dari *Pheretima javanica* (Purification and Characterization of Antibacterial Protein from *Pheretima javanica*). *Jurnal ILMU DASAR*, 8(1), 37–44.
- Winarti, C., & Nurdjanah, N. (2005). Peluang tanaman rempah dan obat sebagai sumber pangan fungsional. *Jurnal Litbang Pertanian*, 24(12), 47–55.



ELEKTROKOAGULASI, SEBAGAI SUATU TEKNOLOGI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH HASIL INDUSTRI ELEKTROPLATING

Isnani Juni Fitriyah*, Wan Eka Yusi Saputri, Indrasta Wahyu Bagus Prasojo, Muhammad Nurul , Rayhan Osla Auditia

Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.juni@um.ac.id

Abstrak

Perindustrian merupakan sesuatu yang berkaitan dengan industri. Industri adalah suatu kegiatan yang mengolah atau memproses suatu barang dengan menggunakan suatu sarana maupun peralatan yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengolah limbah hasil industri elektroplating menggunakan teknologi elektrokoagulasi. Metode analisis yang digunakan dalam artikel ini adalah metode studi literatur. Berdasarkan hasil analisis, Elektrokoagulasi atau dikenal dengan Elektrolisis Gelombang Pendek adalah proses dari mengolah suatu limbah dari hasil elektroplating atau penyepuhan yang mengandung beberapa bahan berbahaya seperti limbah logam berat nikel, tembaga, krom dimana elektrokoagulasi disini dilakukan dengan menghilangkan kadar limbah tersebut dengan mengaplikasikan arus listrik dalam mengelola kontaminan tersebut tanpa adanya tambahan koagulan. Teknologi elektrokoagulasi sangat bermanfaat di bidang industri terutama industri logam karena dapat membuat logam yang berkarat menjadi kembali mengkilat dan mengurangi adanya limbah hasil industri elektroplating.

Kata kunci: Limbah Elektroplating; Elektrokoagulasi

PENDAHULUAN

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mendefinisikan perindustrian adalah suatu sesuatu atau suatu urusan yang berikatan dengan industri. Sedangkan, industri sendiri adalah bagian dari perindustrian. Industri dalam KBBI dijelaskan sebagai suatu kegiatan yang mengolah atau memproses suatu barang dengan menggunakan suatu sarana maupun peralatan yang tersedia. Di Indonesia sendiri, pembangunan ekonomi nasional menjadikan sektor perindustrian menjadi suatu komponen yang utama. Banyak yang telah dikontribusikan oleh sektor perindustrian ini kepada ekonomi di Indonesia.

Indonesia dapat dikatakan salah satu negara dengan industri yang terbilang cukup banyak. Sektor perindustrian di Indonesia diantaranya tersebar dalam sektor pertanian, mineral, migas, dan transportasi. Sektor-sektor tersebut tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Salah satu teknik dalam industri adalah elektroplating, yaitu teknik pelapisan. Limbah yang dihasilkan merupakan limbah B3 dan berbahaya. Dengan adanya studi literatur ini, diharapkan mengetahui teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah limbah berbahaya hasil elektroplating. teknologi tersebut adalah elektrokoagulasi.

METODE

Artikel ini ditulis dengan menggunakan metode studi literatur. Pengumpulan data diperoleh dengan mengumpulkan materi-materi yang sesuai. Proses diawali dengan mencari artikel-artikel dari jurnal maupun buku online. Langkah selanjutnya yaitu membaca, memahami, dan menuliskan hasilnya dalam pembahasan. Studi literatur ini diperoleh hasil mengenai industri, jenisnya, elektroplating, hingga teknologi elektrokoagulasi seperti yang tertera dalam artikel berikut ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri dan Perindustrian

Segala sesuatu atau urusan yang berkaitan (bertalian) dengan industri merupakan makna perindustrian dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Industri sendiri dalam KBBI bermakna suatu kegiatan guna memproses atau mengolah suatu barang dengan menggunakan peralatan maupun sarana yang tersedia [1]. Dari pengertian tersebut, dapat dikatakan bahwa industri merupakan bagian dari perindustrian dan merupakan suatu kegiatan untuk mengolah suatu bahan menjadi barang yang memiliki nilai jual tinggi dan bermanfaat nantinya bagi kehidupan sehari-hari.

Industri yang tersebar di seluruh Indonesia, bahkan dunia terbagi menjadi berbagai jenis industri. Industri yang tersebar diantaranya didasarkan atas bahan baku, klasifikasi, hasil produksi, bahkan produktivitasnya[2].

1. Berdasarkan Bahan Baku

a. Industri ekstraktif

Industry ini merupakan industry yang bahan baku utamanya berasal dari alam. Pertanian, pertambangan, perikanan, dan kehutanan merupakan contoh indutri ekstraktif dengan bahan baku utamanya diambil langsung dari alam.

b. Industri nonekstraktif

Industry ini berkebalikan dengan industri ekstraktif, industri nonekstraktif merupakan industry yang bahan baku utamanya bukan dari alam. Industri ini terbagi menjadi 3 bagian, diantaranya sebagai berikut.

- 1) Industri reproduksi, merupakan industri yang melakukan pemulihan kembali setelah mengambil bahan baku yang berasal dari hasil alam.
- 2) Industri fasilitas, nama lain dari industri ini adalah jasa yang produk utama industri ini adalah jasa yang dijual pada konsumen. Contohnya adalah jasa yang bergerak di bidang perbankan, transportasi pendidikan, dan sebagainya.



Gambar 1: Contoh Industri Jasa

Sumber: smkbelajar.com

- 3) Industri manufaktur, secara sederhana industri ini dimaknai sebagai proses pembuatan produk menggunakan tangan. Namun, saat ini dimaknai sebagai memproduksi suatu produk dengan mesin tetapi masu dalam pengawasan secara manual. Obat-obatan, pakaian, tekstil, barang-barang rumah tangga merupakan contoh industri manufaktur.



Gambar 2: Contoh Industri Manufaktur

Sumber: pelajaran.co.id

2. Berdasarkan Klasifikasi

Klasifikasi ini didasarkan pada Surat Keputusan Menteri Perindustrian Indonesia No. 19/M/I/1986. Dalam SK Menteri Perindustrian tersebut jenis-jenis industri dibagi menjadi berikut.

- a. Industri kimia dasar, seperti industri obat-obatan (farmasi), industri pupuk, industri ban, industri kertas.
 - b. Industri mesin dan logam dasar, seperti industri pesawat terbang, industri mesin, industri alat komunikasi.
 - c. Industri kecil, seperti industri makanan ringan, industri minyak goreng, industri roti.
 - d. Aneka industri, semua industri yang tidak termasuk dalam 3 jenis industri di atas, seperti industri pakaian.
3. Berdasarkan Hasil Produksi
- a. Industri berat, industri ini menghasilkan mesin dan/ alat produksi, seperti alat transportasi dan alat berat (kontruksi).
 - b. Industri ringan, industri ini menghasilkan barang jadi langsung pakai, seperti makanan dan minuman serta obat-obatan (farmasi).
4. Berdasarkan Produktivitas Perorangan
- a. Industri primer, merupakan industri yang barang produksinya bukan hasil olahan langsung atau tanpa diolah terlebih dahulu. Industri ini terbagi menjadi dua industri yaitu industri ekstraktif dan industri genetik. Kedua industri tersebut termasuk industri primer karena barang produksinya tidak diolah terlebih dahulu.
 - 1) Industri ekstraktif, menggunakan SDA (Sumber Daya Alam) seperti air, tanah udara. Contohnya penebangan, pertambangan.
 - 2) Industri genetik, berhubungan dengan tumbuh dan kembang hewan maupun tumbuhan. Contohnya pembibitan tanaman.
 - b. Industri sekunder, merupakan industri yang mengolah bahan mentah menjadi bahan yang dapat diolah kembali. Industri ini melalui dua proses pengolahan untuk memperoleh barang jadi, yang diawali dengan pengolahan bahan mentah akan menjadi bahan setengah jadi akan diolah lagi menjadi bahan jadi. Contohnya industri pemintalan benang sutra, komponen elektronik dan sebagainya.
 - c. Industri tersier, hasil industri berupa layanan yang bergerak dalam bidang jasa. Contohnya seperti telekomunikasi, transportasi, perbankan, perawatan kesehatan dan sebagainya.
 - d. Industri kuartier, merupakan industri yang melibatkan penelitian (riset) dan pengembangannya, seperti informasi teknologi atau TI.

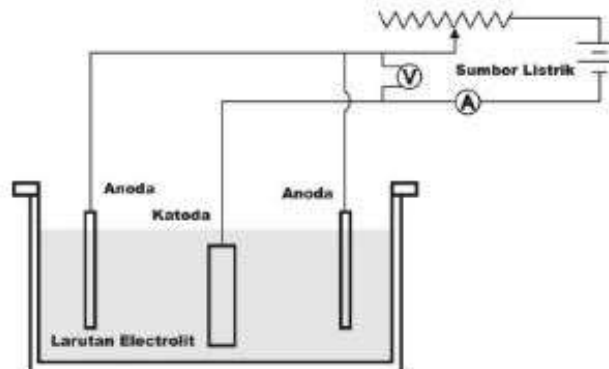
Elektroplating

Salah satu bidang industri yang termasuk ke dalam industri manufaktur adalah industri elektroplating yang mana kegiatan yang dilakukan adalah kegiatan elektroplating. Disebutkan oleh Nurhasni, dkk (2013) elektroplating bermakna sebagai proses yang dilakukan yang diupayakan sebagai pelindung dari proses redoks, dalam konteks ini adalah perkaratan pada baja maupun besi sehingga efek yang ditimbulkan adalah kilapan [3]. Industri ini banyak tersebut di seluruh bagian Indonesia. Teknik elektroplating yang berkembang pesat di Indonesia, sering diaplikasikan pada beberapa industri, layaknya industri kontruksi pabrik, industri peralatan rumah tangga, bahkan industri otomotif [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Anisa, dkk pada tahun 2020 memberikan suatu contoh daerah yang dalam industrinya menggunakan teknik atau teknologi elektroplating. Salah satunya berada di Kotagede tepatnya di Kota Yogyakarta, yaitu kerajinan yang terbuat dari perak dengan nama sehari-harinya penyepuhan [5]. Umumnya, caranya yakni dengan proses koagulasi logam yang dipakai untuk melapisi logam atau plastik yang akan dilakukan elektroplating, prosesnya dengan cara elektrolitik [6]. Utamanya, kegiatan elektroplating ini dilakukan dengan tujuan utama dalam hal penampilan produk yang dihasilkan, misalnya bagus, mengkilap, atau sebagai unsur dekoratif dari sebuah hasil produk, tujuan selanjutnya yaitu penting dalam hal perlindungan produk dari adanya korosi, bisa pula hal ini menjadi sifat yang khas dari sebuah permukaan produk yang dihasilkan [7].

Komponen utama dari elektroplating adalah arus listrik yang searah atau DC (*direct current*) dan larutan kimia elektrolit [8]. Pertama-tama, disiapkan sebuah bejana atau wadah yang diisi dengan larutan kimia yang digunakan, bahan kimia ini disesuaikan dengan apa yang akan dilapiskan. Selanjutnya, arus listrik dialirkan melalui kutub positifnya menuju kutub negatifnya. Bagian kutub positif ini disebut sebagai anoda yang berisikan logam yang digunakan untuk melapisi seperti perak, tembaga, maupun krom. Sedangkan pada bagian negatifnya atau disebut katodanya berupa benda atau logam yang ada dilapisi oleh pelapisnya. Hasilnya,

logam yang sudah terlapisi [5]. Kedua elektrode tersebut, dicelupkan (dimasukkan) dan merendamnya dalam larutan elektrolit tersebut. Sesaat setelah arus DC dialirkan, pada bagian katodanya, akan dihasilkan endapan yang disebut sebagai pelapisan logam. Aliran arus DC itu, menyebabkan adanya elektron mengalir menuju katoda, ion logam akan didapat dari elektrolit, hal itulah yang menjadikan perpindahan logam yang akan melapisi logam lainnya [8].



Gambar 3: Skema Proses Elektroplating

Sumber: Prasetyaningrum & Dharmawan, 2018.

Elektroplating, sebuah teknik yang dapat dikatakan sebagai prosedur positif dalam perindustrian di era modern ini, disisi lainnya, jika dilihat, positifnya dari suatu teknik tidak selalu seperti itu, sesuatu hal juga bisa bernilai negatif. Sebuah proses didalam industri, pasti menghasilkan suatu limbah. Limbah bermakna sebagai suatu benda yang boleh dianggap tidak ada gunanya, tidak ada yang menginginkan, tidak disenangim bahkan limbah harus segera dihilangkan keberadaannya, limbah ini ada akibatnya lingkungan masyarakat yang normal, yang bentukannya atau wujudnya padat, cair, bahkan bisa gas [9]. Hasil elektroplating tidak hanya berupa lapisan pada bahan yang dilapisi, tetapi juga limbah jenis limbah cair yang dihasilkan. Limbah-limbah elektroplating masuk dalam limbah kategori bahan beracun dan berbahaya atau B3. Fe, Ni, Cu, Mn, dan Cr adalah beberapa dari banyak unsur logam yang ada dalam limbah cair [3]. Adanya daya racun yang cukup tinggi dimiliki oleh Ni (nikel) dan Cu (tembaga), akibatnya unsur-unsur fisiologis dalam tubuh manusia akan berinteraksi dengan itu. Jika demikian itu terjadi, metabolismenya akan mengalami gangguan [10]. Selain itu pula, Cr^{6+} pada limbah tersebut kandungannya cukup tinggi dan menyebabkan kesehatan manusia bisa memburuk, tidak hanya itu, organisme akuatikpun juga bisa terganggu [5]. Oleh sebab dampak yang ditimbulkan cukup serius untuk kelangsungan hidup ini, maka diperlukan adanya suatu proses yang digunakan untuk mengolah hasil-hasil limbah elektroplating ini. Suatu cara yang dianggap bisa sebagai referensi yaitu elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi ini adalah teknologi yang dapat diterapkan untuk mengurangi berbahaya limbah tersebut [11].

Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi atau dikenal dengan Elektrolisis Gelombang Pendek adalah proses dari mengolah suatu limbah dari hasil elektroplating atau penyepuhan yang mengandung beberapa bahan berbahaya seperti limbah logam berat nikel, tembaga, krom dimana elektrokoagulasi disini dilakukan dengan menghilangkan kadar limbah tersebut dengan mengaplikasikan arus listrik dalam mengelola kontaminan tersebut tanpa adanya tambahan koagulan. Koagulan yang dimaksud disini yakni Elektrokoagulasi tidak menggunakan bahan kimia sebagai bahan pengendapan dalam pengolahan limbah tersebut. Elektrokoagulasi disini menggunakan alat berupa elektroda anoda dan katoda sebagai lempengan logamnya, dimana anoda dan katoda disini dialiri oleh arus listrik searah (DC) yang juga menerapkan prinsip elektrokimia. Prinsip elektrokimia yaitu anoda yang teroksidasi, air limbah tereduksi sehingga mampu menjadikan air limbah terolah dan mampu menurunkan konsentrasi dari kandungan limbah electroplating kepada konsentrasi yang sangat rendah. Keunggulan dari proses elektrokoagulasi disini adalah dari segi penggunaan peralatan yang sederhana serta tidak komplikatif dalam pengoperasiannya, tidak memakai koagulan atau bahan kimia berbahaya dalam pengolahannya sehingga termasuk ke dalam pengolahan limbah yang ramah lingkungan[12].

Prinsip Elektrokoagulasi

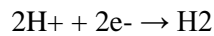
Prinsip dari Elektrokoagulasi berdasarkan konsep fisika dasar, yakni pengaruh oleh gaya magnet terhadap ion pada medan magnet yang nantinya akan ditarik oleh plat. Dalam elektrokoagulasi juga terdapat aliran listrik searah atau yang dikenal dengan arus DC yang mengakibatkan destabilisasi unsur partikel yang terikat didalamnya yakni bisa berupa logam, hidrokarbon bahkan senyawa organik. Disaat tidak stabil, muatan pada partikel serta ion akan menarik unsur dari partikel dan senyawa lainnya hingga membentuk senyawa yang sangat stabil. Elektrokoagulasi menerapkan proses dengan penggunaan sebuah plat logam berupa elektroda yakni anoda dan katoda yang diletakkan pada suatu wadah yang sudah diisi dengan limbah yang akan diolah. Elektroda tersebut nantinya akan dimasukkan ke dalam wadah berupa bejana yang dialiri arus listrik searah (DC) sehingga terjadilah proses elektrokimia yang secara konsep kation menuju katoda dan anion menuju anoda yang membentuk flokulan. Flokulan hasil elektrokimia ini nanti bisa mengikat kontaminan partikel pada limbah dari hasil electroplating [12][13].

Reaksi Pada Katoda dan Anoda

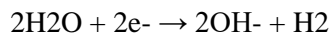
Secara konsep dari reaksi yang terjadi, terbagi kedalam 2 bagian

Katoda

Pada katoda, akan terjadi reduksi ion H^+ dari suatu asam yang menjadi gas H_2 (hydrogen) yang nantinya bebas dan menjadi gelembung gas. Berlaku persamaan =



Untuk larutan yang mengalami reduksi adalah pada pelarutnya yakni berupa air dari limbahnya yang dimana akan terbentuk gas H_2 (hydrogen) pada katodanya. Berlaku persamaan



Anoda

Pada anoda, terkandung atas logam yang akan teroksidasi. Berlaku persamaan

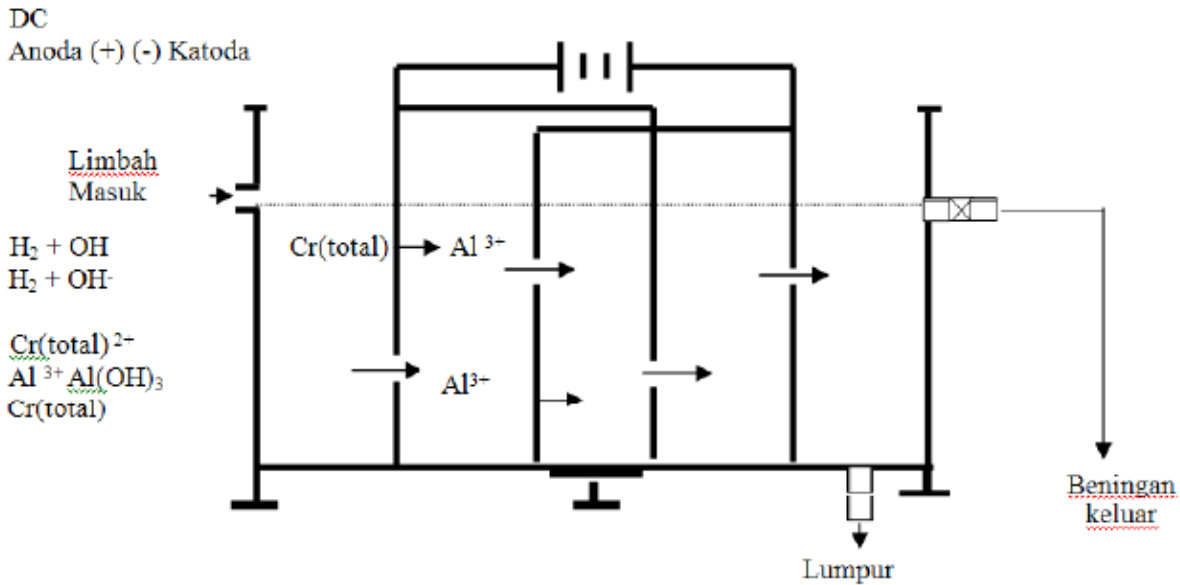


Dan pada ion OH^- dari basa mengalami oksidasi yang membentuk gas O_2 (oksigen). Berlaku persamaan



Dari persamaan diatas, maka pada anoda terbentuklah gas H_2 dan flok logam hidroksida[12].

Proses Elektrokoagulasi



Gambar 4: Proses Elektrokoagulasi
Sumber: Prayitno & Kismolo, 2012.

Tahapan yang bisa dilakukan dalam proses Elektrokoagulasi disini adalah =

1. Limbah cair yang akan di olah dipisah sesuai dengan kandungan senyawa kimianya sehingga tidak terjadi reaksi kimia yang tidak diinginkan. Setelah itu dipompa untuk masuk dalam bak equalisasi sesuai dengan debit yang ditentukan.
2. Setelah bak equalisasi penuh, kemudian dimasukkan aliran arus listrik searah dengan menghidupkan melalui adaptor yang sudah disetting didalamnya.
3. Kemudian limbah dari bak equalisasi dialirkan menuju bak sedimentasi dengan melalui rangkaian elektroda yang sudah dialiri arus listrik searah dan dilanjutkan menuju bak media filtrasi untuk menyaring beberapa partikel yang lolos.

Jika dilihat dari reaksi-reaksi diatas, anoda akan menghasilkan gas, gelembung (buih), dan flok $Al(OH)_3$. Logam Pb pada limbah akan terikat oleh flok yang terbentuk. Ketika ada ikatan antara flok dan logam Pb akan menimbulkan kecenderungan membentuk endapan (mengendap). Endapan hasil ikatan flok terhadap logam Pb akan diletakkan pada bak sedimentasi (mengalami proses sedimentasi) dan sisa-sisa buih akan terpisah pada bagian filtrasi (penyaringan)[14].

Kelebihan dan Kekurangan Elektrokoagulasi

Proses pengolahan limbah dengan menggunakan elektrokoagulasi memiliki beberapa kekurangan, diantaranya sebagai berikut [15][16].

- Teknik ini tidak bisa digunakan untuk mengolah limbah cair yang memiliki sifat elektrolit yang tinggi. Hal ini sebab akan terjadi reaksi antar elektroda.
- Kekuatan reduksi dari logam berat dalam limbah cair dipengaruhi oleh besar maupun kecilnya dari arus voltase listrik searah yang ada pada elektroda.
- Mahalnya penggunaan listrik yang bisa terjadi.
- Anoda yang berbentuk batangan sehingga berpotensi untuk mengalami korosi. Hal ini menyebabkan harus selalu diganti.
- Terbentuknya lapisan di elektroda dapat mengurangi efisiensi dari pengolahan limbah.

Disisi lain, kelebihan-kelebihan juga dimiliki dalam teknik elektrokoagulasi ini, diantaranya sebagai berikut [16][17].

- Peralatan yang dibutuhkan dalam teknik ini sederhana.
- Selain sederhana, teknik ini juga dinilai mudah dalam pengoperasiannya.
- Hasil olahan dari air limbah ini adalah *effluent* yang jernih atau tidak berwarna serta tidak berbau.



- Bisa digunakan untuk mengurangi pencemaran yang berskala besar. pH yang cenderung konstan karena kandungan garam yang tidak bertambah secara signifikan yang seperti pada pengolahan kimiawi.

PENUTUP

Kesimpulan

Industri merupakan bagian dari perindustrian dan merupakan suatu kegiatan untuk mengolah suatu bahan menjadi barang yang memiliki nilai jual tinggi dan bermanfaat nantinya bagi kehidupan sehari-hari. Industri yang terdapat di Indonesia diklasifikasikan berdasarkan bahan baku, klasifikasi, hasil produksi, bahkan produktivitasnya. Limbah yang dihasilkan dari industri sebagian besar merupakan limbah anorganik dan bisa berbahaya bagi lingkungan, sehingga diperlukan pengolahan limbah sebelum adanya pembuangan. Elektroplating merupakan suatu proses yang memiliki tujuan sebagai perlindungan dari perkaratan dan pada baja dan besi akan terlihat efek mengkilapnya. Teknologi yang dapat digunakan dalam mengolah limbahnya yaitu koagulasiflokulasi dan elektrokoagulasi.

Keterbatasan

Studi literatur ini telah dilaksanakan sesuai dengan prosedur ilmiah, namun demikian masih memiliki keterbatasan. Dimana pada masa pandemic covid-19 ini anggota kelompok tidak dapat berkumpul dan melakukan observasi langsung terkait pengolahan sampah dengan teknik elektrokoagulasi ini.

Saran

Bagi pabrik yang menggunakan bahan-bahan yang berpotensi berbahaya dapat menggunakan teknik-teknik tersebut untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari limbah tersebut terhadap lingkungan disekitarnya. Dengan adanya artikel ini, diharapkan dapat menjadi acuan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait efektivitas teknik elektokoagulasi dalam pengolahan limbah berbahaya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] “Arti kata industri - Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online.” <https://kbbi.web.id/industri> (accessed Sep. 08, 2021).
- [2] “Industri Olahraga - Google Books.” https://www.google.co.id/books/edition/Industri_Olahraga/RiAPEAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&dq=Nugroho,+Sigit.+2020.+Industri+Olahraga.+Yogyakarta:+UNY+Press&pg=PR4&printsec=frontcover (accessed Sep. 08, 2021).
- [3] N. Nurhasni, Z. Salimin, and I. Nurfitriyani, “Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi,” *J. Kim. Val.*, vol. 3, no. 1, pp. 305–314, 2013, doi: 10.15408/jkv.v3i1.328.
- [4] G. Murdikaningrum, D. Djaenudin, K. Kencanawati, and W. Hermawan, “Sistem Pengolahan Air Limbah Elektroplating Berbasis Nikel,” *Sainteks J. Sains dan Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 57–68, 2019, doi: 10.37577/sainteks.v1i2.126.
- [5] A. H. Jauharoh, A. Nurmiyanto, and A. Yulianto, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Kegiatan Pelapisan Logam (Elektroplating) Skala Kecil Dan Menengah (IKM X) di Daerah Istimewa Yogyakarta,” *J. Sains dan Teknol. Lingkung.*, vol. 12, no. 1, pp. 25–44, 2020, [Online]. Available: <https://journal.uin.ac.id/JSTL/article/view/14427>.
- [6] R. Triwulandari, N. Pahlevi, M, and A. Mirwan, “PENGAMBILAN LOGAM Cr6+ DAN Cr TOTAL DARI LIMBAH INDUSTRI ELEKTROPLATING SECARA ELEKTROKOGULASI,” *Konversi*, vol. 1, no. 1, pp. 45–49, 2012, doi: 10.20527/k.v1i1.117.
- [7] N. Effendi, “Pengaruh Variasi Rapat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan Elektroplating Seng Pada Baja Karbon Rendah,” *Traksi*, vol. 9, no. 1, pp. 18–24, 2009.
- [8] A. Prasetyaningrum and Y. Dharmawan, “Aplikasi Teknologi Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Industri Elektroplating sebagai Upaya Menghasilkan Produksi Kerajinan Logam Berbasis Green Technology,” vol. 12, no. 1, pp. 37–44, 2018.
- [9] M. Rizal, “ANALISIS PENGELOLAAN PERSAMPAHAN PERKOTAAN (Studi kasus pada



- Kelurahan Boya Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala),” *Smartek*, vol. 9, pp. 155–172, 2011.
- [10] R. Nofitasari, G. Samudro, J. T. Lingkungan, F. Teknik, and U. Diponegoro, “Studi Penurunan Konsentrasi Nikel Dan Tembaga Pada Limbah Cair Elektroplating Dengan Metode Elektrokoagulasi,” *Tek. Lingkung.*, vol. 9, no. 2, pp. 96–106, 2012, doi: 10.14710/presipitasi.v9i2.96-106.
- [11] T. Hernaningsih, “Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Dengan Reviews of Electrocoagulation Process on Waste Water Treatment,” *J. Rekayasa Lingkung.*, vol. 9, no. 1, pp. 31–46, 2016.
- [12] A. R. Pratika, B. Widiono, J. T. Kimia, and P. N. Malang, “Studi Literatur Pengolahan Limbah Cair Elektroplating Untuk Mengurangi Kadar Logam Nikel Dan Tss (Total Suspended Solid) Menggunakan Elektrokoagulator,” *Distilat J. Teknol. Separasi*, vol. 6, no. 2, pp. 346–353, 2020, doi: 10.33795/distilat.v6i2.120.
- [13] N. Puspita Sari, L. Santoso, and S. Hudaidah, “e-JRTBP Volume 1 No 1 Oktober 2012,” *J. Rekayasa dan Teknol. Budid. Perair.*, vol. I, no. 1, pp. 31–38, 2012.
- [14] Prayitno and E. Kismolo, “Percobaan awal proses elektrokoagulasi sebagai metode alternatif pada pengolahan limbah cair,” *Pros. Pertem. dan Present. Ilmiah-Penelitian Dasar Ilmu Pengetah. dan Teknol. Nukl.*, pp. 94–99, 2012.
- [15] E. Wardhani, M. Dirgawati, and K. P. Valyana, “Penerapan Metode Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit,” *Semin. Ilm. Nas.*, pp. 1–16, 2012.
- [16] B. Rachmawati, Y. Surya, P, and M. Mirwan, “Proses Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Laundry,” *J. Ilm. Tek. Lingkung.*, vol. 6, no. 1, pp. 15–22, 2014, doi: 10.26578/jrti.v6i1.1505.
- [17] E. Wiyanto, B. Harsono, A. Makmur, R. Pangputra, and M. Stefanus Kurniawan, “Penerapan Elektrokoagulasi Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair,” *JETri*, vol. 12, no. 1, pp. 19–36, 2014.



ANALISIS MODEL PEMBELAJARAN SEARCH SOLVE CREATE AND SHARE (SSCS) DALAM MELATIH KETRAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMP

Amri Yahya^{1*}, Habiddin Habiddin², Muhammad Fajar Marsuki³

¹ Pendidikan IPA, FIMPA, Universitas Negeri Malang.

² Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang.

³ Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Malang.

Email : amri.yahya.1703516@students.um.ac.id^{1}; habiddin.wuni@um.ac.id²; muhammad.fajar.fmipa@um.ac.id.³

Abstrak

Tujuan Penelitian ini yaitu untuk menganalisis model pembelajaran *search, solve, create, and share (SSCS)* dalam melatih ketrampilan proses sains siswa SMP. Dimana diketahui bahwasanya ketrampilan sains siswa SMP masih rendah, yang dibuktikan dengan tes *Programme for international student assessment (PISA)* pada tahun 2018, hasilnya pada skor sains siswa mendapat nilai 389 dengan rata-rata keseluruhan 489. Pentingnya proses sains siswa SMP dapat membantu menumbuhkan sikap ilmiah dalam kegiatan segala hal, sehingga menumbuhkan rasa keingintahuan dalam belajar secara menyeluruh, selain itu juga dapat meningkatkan pengetahuan dan pengalaman dalam belajar memecahkan permasalahan. Sehingga dari rendahnya ketrampilan proses sains siswa, perlu model pembelajaran yang membantu dalam melatih ketrampilan sains pada kegiatan belajar mengajar. Dalam hal ini yang mana adalah model pembelajaran berbasis *search, solve, create, and share (SSCS)*, yang merupakan model pembelajaran berkaitan dengan ketrampilan proses dalam kegiatan belajarnya. Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data berupa lembar angket wawancara yang dilakukan di SMPN 1 Dau. Metode penelitian yang digunakan berupa kegiatan studi literatur dan wawancara dengan guru matapelajaran IPA sebanyak 2 guru. Dari studi literatur dan hasil wawancara didapatkan solusi yang sesuai untuk memecahkan permasalahan siswa dalam kegiatan berproses sains, yaitu berupa pengembangan perangkat pembelajaran IPA berbasis *search, solve, create, and share (SSCS)* dalam melatih proses sains siswa SMP.

Kata kunci: Model SSCS, Ketrampilan proses sains, IPA

PENDAHULUAN

IPA merupakan keilmuan yang berfokus pada proses, didalamnya terdapat fakta, metode ilmiah, dan sikap ilmiah. Hal ini berkaitan dengan hakikat IPA yang merupakan keilmuan dalam mencari tahu fenomena alam secara sistematis, dan meningkatkan pemahaman penerapan konsep dalam sebuah produk ilmiah [1]. Di Indonesia sendiri pengintegrasian kurikulum 2013 memiliki tujuan, para pendidik pembelajaran diharapkan dapat mengontrol dan mengolah kelas seefektif mungkin, dalam proses belajar siswa sesuai standar proses yang ditetapkan. [2]. Sedangkan kondisi belajar dalam kelas masih tergantung pada sumber belajar yaitu guru, akibatnya ketrampilan dalam proses sains siswa SMP masih di bawah rata-rata, perlu adanya perhatian khusus dalam menyelesaikan permasalahan tersebut, supaya meningkatkan pengalaman dalam belajar siswa.

Di Indonesia pendidikan sendiri masih banyak melakukan perbaikan teknis dan sistem, untuk meningkatkan proses implementasi kurikulum yang baik dalam meningkatkan kualitas pendidikan, problematika yang masih cukup terlihat dari siswa sendiri dapat diketahui dari hasil tes *Programme for international student assessment (PISA)* pada tahun 2018, yang diadakan oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)*, hasilnya pada skor sains siswa mendapat nilai 389 dengan rata-rata keseluruhan 489 [3]. Dengan demikian dapat diketahui kemampuan proses sains di Indonesia perlu ditingkatkan, dengan memperbaiki dan membuat inovasi dalam proses belajar, sehingga meningkatkan ketrampilan siswa dalam berproses sains.

Hasil wawancara guru IPA di SMPN 1 Dau Kabupaten Malang, menyatakan dalam kegiatan belajar di kelas khususnya siswa kelas VII masih banyak siswa yang memiliki kekurangan pengalaman dalam belajar IPA, karena kendala pelaksanaan pembelajaran yang masih belum ditunjang dengan perangkat pembelajaran yang baik dan sesuai dengan kondisi sekolah" [4]. Mengetahui fakta tersebut perlu pengembangan kegiatan belajar mengajar untuk menunjang tercapainya tujuan dari pembelajaran, yang mana mengintegrasikan pada kondisi lingkungan sekolah dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar yang meninggalkan kesan pengalaman belajar bagi siswa. Menurut Joyce dan Weil salah satu pola yang harus dikembangkan dalam merencanakan pembelajaran didalam kelas perlu pengaturan dan tata cara melalui perangkat pembelajaran yang memiliki model yang mengaitkan fakta dan fenomena [5].



Dalam melatih ketrampilan proses sains siswa guru harus mempersiapkan perlengkapan dalam belajar, akan tetapi sarana dari sekolah harus terpenuhi secara lengkap, tidak lain meliputi perlengkapan pembelajaran didalam kelas, sehingga mempermudah guru dalam menjadikan siswa mengikuti pembelajaran sesuai dengan model yang digunakan. Dalam mengembangkan ketrampilan sains siswa, hal yang utama yaitu terkait kondisi dari sekolah, kelengkapan yang ditunjang untuk mempermudah siswa dalam belajar [6]. Kelengkapan dalam melaksanakan pembelajaran juga efisiensi pembelajaran juga harus dipersiapkan oleh guru melalui perangkat belajar yang disusun dengan baik mulai dari persiapan sampai dengan evaluasi hasil belajar [7].

Latar belakang rendahnya ketrampilan sains siswa SMP yaitu tidak hanya disebabkan oleh faktor internal saja, akan tetapi juga dari faktor internal siswa dalam melaksanakan pembelajaran dengan antusiasme yang tinggi, sehingga faktor tersebut juga salah satu yang menunjang berhasilnya dalam pembelajaran IPA dalam berproses sains [8]. Hasil wawancara dengan guru IPA, pada hasil belajar siswa kelas VII masih berada dibawah rata-rata nilai ketuntasan minimum, terutama pada nilai ketrampilan siswa, dan yang paling rendah pada materi pencemaran lingkungan karena dalam materi ini siswa dituntut dalam melakukan ketrampilan sainsnya dalam memecahkan sebuah masalah [9]. Pada materi pencemaran lingkungan menurut [10] merupakan topik materi yang banyak melatih ketrampilan siswa dalam memecahkan problematika lingkungan dengan berfikir secara ilmiah. Tidak hanya itu dalam materi pencemaran lingkungan, konsep yang dipelajari berupa permasalahan lingkungan sekitar. Sehingga peserta didik dapat mengetahui terkait dengan kasus dilingkungannya, faktor yang harus dipelajari oleh peserta didik berupa komponen yang dapat menyebabkan adanya kerusakan lingkungan (pencemaran), macam-macamnya bersumber dari pencemaran yang alami dan pencemaran akibat tangan manusia pada konsep ini yang dapat menjadi acuan siswa dalam mengklasifikasikan jenis pencemaran secara umum, dengan melibatkan proses sains didalamnya [11].

Keberhasilan dalam hasil belajar merupakan tolak ukur yang digunakan dalam melatih ketrampilan siswa untuk memecahkan suatu masalah, akan tetapi perlu dukungan adanya ketrampilan proses sains yang baik dalam siswa, sehingga meningkatkan hasil belajar [12]. Dengan mengetahui permasalahan pembelajaran tersebut peneliti akan melakukan suatu kajian terkait rendahnya ketrampilan siswa dalam berproses sains, dengan penelitian ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan tersebut, yang dirancang dalam bentuk produk ilmiah untuk melatih ketrampilan siswa dalam berproses sains. Dikuatkan dengan melatih siswa berproses sains untuk mengidentifikasi dan menganalisis masalah, menemukan dan menjabarkan solusi serta mengkomunikasikan hasil temuannya, yang mana aspek tersebut berpihak pada kegiatan peserta didik untuk menimbulkan proses sains siswa yang muncul pada proses pembelajaran [13].

Ketrampilan proses sains siswa sangat penting karena kemampuan siswa dalam menerapkan metode ilmiah dalam memahami pengetahuan seperti mengidentifikasi masalah dengan cara mengamati dan menanya, mengelompokan, meramalkan, merencanakan, membuat suatu konsep penyelesaian dan menyampaikan hasil dari temuan yang diidentifikasi akan membantu meningkatkan hasil belajar [14]. untuk itu perlu dilakukan analisis pada model pembelajaran yang dapat meningkatkan ketrampilan proses sains siswa SMP.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa wawancara guru IPA dan studi literatur tentang proses kegiatan belajar IPA, ketrampilan proses sains, dan hasil belajar siswa. Dimana dijadikan sebagai acuan dasar dalam penelitian ini untuk mencari solusi yang tepat dan sesuai dalam meningkatkan ketrampilan proses sains. Wawancara dilakukan oleh peneliti dengan guru matapelajaran IPA di SMPN 1 Dau kabupaten Malang sebanyak 2 guru dengan menggunakan lembar wawancara yang berisikan pertanyaan seputar perangkat pembelajaran yang digunakan pada saat mengajar serta hasil belajar siswa kelas VII.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil wawancara dengan guru IPA di SMPN 1 Dau, diketahui bahwasanya siswa masih rendah dalam ketrampilan sainsnya, yang dibuktikan dengan hasil belajar serta kondisi sarana yang belum memadai, sehingga hal tersebut berdampak pada guru harus memberikan pengolahan kelas yang maksimal untuk melaksanakan kegiatan belajar di kelas, untuk meningkatkan ketrampilan sains siswa SMP kelas VII pada matapelajaran IPA. Proses sains merupakan alur berfikir dalam mempelajari fakta dan fenomena yang terjadi, dengan melakukan analisa yang tersetuktur pada konsep yang berkaitan dengan fenomena yang terjadi [15]. Kurangnya kegiatan siswa dalam melatih ketrampilan sains juga akibat dari penyusunan model belajar yang masih kurang efektif dalam belajar IPA, tentunya perlu model yang efektif dan efisien untuk diterapkan kepada siswa pada proses belajar [12].

Guru dalam menyusun kegiatan belajar siswa yang dapat melatih proses sains, harus memilih model pembelajaran yang efektif dan sesuai sehingga memudahkan siswa dalam melaksanakan pembelajaran, keefektifan tersebut terlihat dari penyusunan perangkat pembelajaran khususnya pemilihan model pembelajaran. Model pembelajaran merupakan prosedur dalam melaksanakan kegiatan belajar, yang tersusun atas langkah-langkah yang runtut dalam pelaksanaannya [16]. Pelaksanaan pembelajaran di SMPN 1 Dau masih banyak menggunakan model ceramah sehingga guru yang sangat dominan memberikan penjelasan kepada siswa, sehingga ketrampilan sains siswa tidak terlatih, untuk itu perlu pengembangan model pembelajaran yang meningkatkan ketrampilan sains siswa.

Ketrampilan proses sains juga berpengaruh pada hasil belajar siswa, dikarenakan dalam berproses sains siswa akan menemukan kerangka berfikir pada konsep materi yang dipelajari, untuk itu perlunya perpaduan model yang efektif dalam meningkatkan proses sains siswa. Menurut [15] ketrampilan proses sains akan membantu siswa dalam menemukan konsep secara menyeluruh dari kegiatan belajar, sehingga akan mempermudah siswa dalam mengkonsep pemikirannya. Dari penjelasan tersebut proses sains selain mempermudah dalam menemukan konsep akan tetapi juga dapat meningkatkan hasil belajar.

Solusi dari permasalahan tersebut yaitu, menemukan model belajar yang efektif, dapat meningkatkan proses sains, perlunya model pembelajaran untuk memecahkan permasalahan dalam proses belajar, upaya ini perlu dilakukan dengan terus mengembangkan variasi kegiatan belajar yang efektif. Model pembelajaran yang efektif menurut [17] yaitu pembelajaran yang mempermudah siswa dalam menemukan pengetahuan baru dan memperoleh pengalaman siswa sehingga meningkatkan pemahaman siswa pada pembelajaran. Dalam model pembelajaran yang mengacu pada kurikulum 2013, yaitu pembelajaran yang melatih siswa memecahkan permasalahan, yang dapat diukur dari aspek pengetahuan, ketrampilan siswa, dan sikap dalam proses belajar.

Dari beberapa penelitian yang berkaitan dengan pembelajaran untuk melatih ketrampilan proses sains dengan pembelajaran model *discovery learning* yaitu penelitian dari Ivana, 2019. Dimana hasilnya diperoleh, dari ketrampilan proses sains siswa muncul didalam kegiatan belajar, akan tetapi pengalaman siswa masih diarahkan oleh guru karena dari keterbatasan kegiatan belajar yang cukup didominasi oleh pengajar, sehingga siswa masih belum menemukan pengalaman secara pribadi dalam kegiatannya [18].

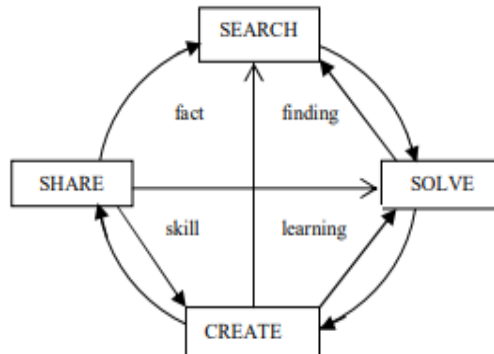
Kemudian dari kegiatan melatih ketrampilan sains siswa juga dimuat dalam kajian penelitian yang dilakukan oleh Prayitno, 2018 dimana penelitian ini merancang kegiatan belajar menggunakan model saintifik, yang mana bertujuan dalam memunculkan kegiatan siswa dalam mencari sikap ilmiah atau proses sains untuk hasil belajar. Hasilnya proses sains sangat terlihat dalam langkah pembelajarannya karena mengacu dalam langkah-langkah berproses sains, namun dalam implementasinya masih membutuhkan waktu yang cukup panjang sehingga kurang efektifitasnya jika diterapkan dalam belajar pada materi yang memiliki waktu yang sedikit [19].

Selanjutnya pada penelitian yang menerapkan model pembelajaran *problem base learning* (PBL), dimana hasilnya pada proses pembelajarannya memunculkan siswa dalam berproses ilmiah/berproses sains, akan tetapi dalam implementasinya jika diterapkan dalam materi yang berkaitan dengan konsep masih kurang mendukung dalam pembelajarannya karena menungging siswa untuk berfikir kreatif dalam mengolah permasalahan yang dipecahkan, sehingga membutuhkan penjelasan konsep terlebih dahulu untuk menjadi dasar dalam kegiatan belajarnya untuk menyukseskan tujuan dari pembelajaran [8].

Penelitian selanjutnya dari Sugiyanto, 2015 dimana pada penelitian meningkatkan ketrampilan proses sains siswa diterapkan langkah dalam memecahkan permasalahan secara menyeluruh dalam kegiatan belajarnya, sehingga dalam aspek ketrampilan sains siswa diujikan dalam setiap langkah pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik, hasilnya didapatkan ketrampilan sains siswa terlatih dalam memecahkan permasalahan, dan pengalaman siswa dalam belajar diperoleh dalam setiap langkahnya, akan tetapi pada pendekatan ini memunculkan aspek yang sangat kompleks dalam menungging keberhasilannya seperti dari karakteristik siswa, latarbelakang sekolah juga mempengaruhi, dan karakteristik dari materi, sehingga perlu kajian yang lebih mendalam lagi terkait dengan hal tersebut untuk dikembangkan kembali [20].

Kemudian terakhir model pembelajaran yang efisien dalam melatih ketrampilan sains siswa yaitu model pembelajaran berbasis *Search, Solve, Create and Share* (SSCS). Model ini merupakan model kegiatan belajar yang proses belajarnya berkaitan dengan permasalahan, dan cara mencari solusi dengan menggunakan proses dalam pembelajaran [16]. Selain itu model pembelajaran berbasis permasalahan ini menumbuhkan sikap ilmiah siswa dalam berproses sains, kegiatan yang ada didalamnya juga terdapat langkah-langkah yang struktur dan sistematis, hal ini dapat melatih siswa berproses sains dalam belajarnya.

Langkah model pembelajarannya menurut [21] dapat diketahui fase pada kegiatan belajar model SSCS, terdapat 4 fase yang memiliki batasan dan aturan dalam kegiatan belajar yang dijelaskan dalam setiap fase berikut, yang diuraikan dari kegiatan belajar menggunakan model SSCS ini memiliki siklus dalam tahapan setiap perencanaan pembelajaran dapat diketahui dari gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Siklus model pembelajaran SSCS

Fase *search* terdapat kegiatan memahami permasalahan dan kondisi belajar yang diberikan kepada siswa, yang berupa hal yang diketahui, apa yang tidak diketahui, dan apa yang ditanyakan. Fase *solve* terdapat kegiatan mengembangkan pemikiran yang kritis dan ketrampilan kreatif untuk mencari solusi. Fase *create* terdapat kegiatan menciptakan produk yang berupa solusi dari masalah berdasarkan dugaan yang telah dipilih pada fase sebelumnya. Dan fase *share* berkaitan dengan komunikasi dengan guru dan teman sekelompok dan kelompok lain atas temuan, solusi masalah.

Dalam setiap langkah tersebut memberikan pengalaman belajar siswa yang berpatokan pada kegiatan sains, sehingga menumbuhkan siswa dalam ketrampilan dalam berproses sains, perlunya kegiatan yang membantu dalam kegiatan proses sains siswa dapat dilakukan dengan menggunakan model SSCS ini. Model pembelajaran ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan secara ilmiah, hal ini dapat menumbuhkan siswa dalam berproses sains, khususnya dalam membantu menkonstruksi berfikir siswa dan juga meningkatkan hasil belajar siswa [22].

Permasalahan lainnya dari hasil belajar siswa yang masih dibawah rata-rata khususnya pada materi pencemaran lingkungan, materi ini seharusnya paling banyak melibatkan siswa dalam berproses sains, dan materi pencemaran lingkungan. Menurut [10] pencemaran lingkungan merupakan topik materi yang banyak melatih ketrampilan siswa dalam memecahkan problematika lingkungan dengan berfikir secara ilmiah. Tidak hanya itu dalam materi pencemaran lingkungan, konsep yang dipelajari berupa permasalahan lingkungan sekitar. Sehingga perlu solusi dalam kegiatan belajar yang sesuai, dari latarbelakang tersebut peneliti memberikan solusi menyusun rencana pembelajaran yang berupa perangkat pembelajaran, dengan memadukan model *Search, Solve, Create and Share* (SSCS) untuk melatih ketrampilan sains siswa.

Hubungan materi dengan model pembelajaran yang dikembangkan sangat sesuai dengan kompetensi dasar yang dibutuhkan, dan yang paling dasar dalam penelitian ini yaitu mengembangkan model pembelajaran pada kegiatan belajar dalam kelas oleh guru untuk memudahkan peserta didik dalam mengembangkan ketrampilan proses sains yang meliputi aspek kognitif, afektif dan psikomotorik. Perpaduan tersebut membantu siswa dalam melatih ketrampilan sainsnya, dengan dikembangkan produk berupa perangkat pembelajaran yang berbasis *Search, Solve, Create and Share* (SSCS). Pembelajaran yang melibatkan permasalahan dengan terlibatnya siswa dalam memecahkannya sangat baik untuk meningkatkan proses sains, untuk itu pembelajaran diharuskan memberikan pengalaman belajar bagi siswa (Hastuti et al., 2015).

Model pembelajaran *Search, Solve, Create and Share* (SSCS), sangat cocok dikembangkan dalam materi pencemaran lingkungan, karena karakteristik dari materi didalamnya banyak menyajikan permasalahan lingkungan, hal ini memberikan ketrampilan siswa dalam berproses sains untuk memecahkan permasalahan, sehingga siswa dapat memperoleh pengalaman belajar yang utuh.

PENUTUP

Kesimpulan



Berdasarkan uraian permasalahan diatas untuk melatih ketrampilan proses sains siswa kelas VII SMPN 1 dau Kabupaten Malang, perlu dikembangkan perangkat pembelajaran *search, solve, create, and share* (SSCS) untuk melatih ketrampilan proses sains yang meliputi isi dalam kegiatan belajar berupa Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, *Handout*/Bahan ajar, Media Pembelajaran, Lembar Kerja Siswa, dan Instrumen penilaiannya.

Saran

Pembelajaran IPA perlu diketahui dalam prosesnya merupakan suatu kesatuan yang utuh dan berkesinambungan, sehingga dalam menyusun kegiatan belajar yang melatih proses sains siswa menggunakan model pembelajaran *search, solve, create, and share* (SSCS), perlu disusun dengan baik seperti pengembangan IPKD, sumber belajar, serta penilaian proses dan hasil kegiatan belajar, sampai dengan evaluasinya, yang dimuat pada perangkat pembelajaran IPA. Dalam menunjang perangkat pembelajaran yang sesuai dengan permasalahan tersebut penguasaan materi oleh guru lebih diutamakan dan kondisi lingkungan yang terdapat disekitar sekolah dan lingkungannya. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai permasalahan rendahnya ketrampilan proses sains siswa SMP dengan menggunakan model pembelajaran *search, solve, create, and share* (SSCS)

DAFTAR RUJUKAN

- [1] R. Satriawan, "Keefektifan model *search, solve, create, and share* ditinjau dari prestasi, penalaran matematis, dan motivasi belajar," *J. Ris. Pendidik. Mat.*, vol. 4, no. 1, p. 87, 2017,
- [2] R. Yanti, "Penyusunan Instrumen Tes Keterampilan Proses Sains Pada Mata Pelajaran Ipa Di Smpn 14 Kota Bengkulu," *JPPS (Jurnal Penelit. Pendidik. Sains)*, vol. 9, no. 1, p. 1763, 2020,
- [3] Kemendikbud, "Pelaksanaan Pendidikan Indonesia," Jakarta, 2018.
- [4] Susiani, "Pelaksanaan Pembelajaran di Smpn 1 Dau," Malang, 2021.
- [5] D. Zuhdan Kun Prasetyo, *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sains Terpadu Untuk Meningkatkan Kognitif, Keterampilan Proses, Kreativitas serta Menerapkan Konsep Ilmiah Peserta Didik SMP*. Yogyakarta: Program Pascasarjana UNY., 2018.
- [6] P. Anjarsari, "Literasi Sains Dalam Kurikulum Dan Pembelajaran Ipa Smp," *Pros. Semnas Pensa VI "Peran Literasi Sains"*, 2014.
- [7] Y. Wijanarko, "Model Pembelajaran Make a Match Untuk Pembelajaran Ipa Yang Menyenangkan," *Taman Cendekia J. Pendidik. Ke-SD-an*, vol. 1, no. 1, p. 52, 2017,
- [8] I. W. Merta, I. P. Artayasa, K. Kusmiyati, N. Lestari, and D. Setiadi, "Profil Literasi Sains dan Model Pembelajaran dapat Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains," *J. Pijar Mipa*, vol. 15, no. 3, p. 223, 2020,
- [9] J. Pendidikan *et al.*, "Penerapan Model Problem Based Learning Pada Pembelajaran Materi Sistem Tata Surya Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa," *J. Pendidik. Sains Indones. (Indonesian J. Sci. Educ.)*, vol. 5, no. 1, pp. 27–35, 2017.
- [10] D. Kurniawan, M. H. Irawati, and F. Rohman, "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Ekosistem Dan Pencemaran Lingkungan Berbasis Inkuiri Serta Pengaruhnya Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis, Pemahaman Konsep, Dan Sikap Siswa Kelas X SMA," *Malang Univ. Negeri Malang*, vol. 3, no. 3, pp. 137–148, 2015.
- [11] S. P. Hartono, *Sains Biologi Satu*, 2nd ed. Jakarta: Bumi Aksara, 2016.
- [12] D. Rahmawati, "Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Head Together Berbasis Eksperimen Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Smp," *UPEJ Unnes Phys. Educ. J.*, vol. 3, no. 1, 2014,
- [13] A. Abdullah, "Kurikulum Pendidikan Di Indonesia Sepanjang Sejarah," *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 2016.
- [14] Sugiyono, "Pengaruh Model Pembelajaran *Search, Solve, Create And Share* (Sscs) Terhadap Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas Viii Pada Mata Pelajaran Ipa Di Smp Negeri 7 Pesawaran," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2016,
- [15] S. Ramdan, "Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Smp Melalui Penerapan Levels of Inquiry Dalam Pembelajaran Ipa Terpadu," *Edusains*, vol. 7, no. 2, pp. 105–113, 2016,
- [16] P. S. Hartanti, "Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Melalui Model Pembelajaran *Search, Solve, Create and Share* (Sscs) Menggunakan Media Lkpd Pada Materi Penyajian Data Untuk Siswa Kelas Vii Smp Negeri 3 Kepanjen," *JPM J. Pendidik. Mat.*, vol. 4, no. 2, p. 62, 2019,



- [17] N. W. Y. Amanda, I. W. Subagia, and I. N. Tika, "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek Self Efficacy Siswa," *e-Journal Progr. Pascasarj. Univ. Pendidik. Ganesha Progr. Stud. IPA*, vol. 4, no. 1, pp. 1–11, 2014.
- [18] U. Ivana, Amanda, "Pengembangan LKPD Berbasis Search, Solve, Create and Share (SSCS) untuk Melatih Keterampilan Proses Sains pada Materi Arthropoda Kelas X SMA," *J. Ris. Biol. dan Apl.*, vol. 1, no. 1, p. 9, 2019,
- [19] D. Cahyani and E. Roviati, "Penerapan Pembelajaran Ipa Berbasis Keterampilan Proses Sains Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Mata Pelajaran Ipa Di Kelas Vii Materi Pokok Pencemaran Lingkungan Di Smpn 1 Cikijing," *J. Sains dan Pendidik. SainsPd.I; Jur. Tadris IPA Biol. Jalan Perjuangan Bypass Sunyaragi Cirebon*, vol. 5, no. 45132, pp. 122–135, 2016, [Online]. Available: www.syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/sceducatia
- [20] N. Imamah, "Peningkatan hasil belajar IPA melalui pembelajaran kooperatif berbasis konstruktivisme dipadukan dengan video animasi materi sistem kehidupan tumbuhan," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 1, no. 1, pp. 32–36, 2012,
- [21] and D. S. S. Pizzini, Edward L, Sandra K Abell, *Rethinking Thinking in the Science Classroom*. Amerika serikat: The Science Teacher, 1998.
- [22] N. Hatari, A. Widiyatmoko, and S. Artikel, "Unnes Science Education Journal KEEFEKTIFAN MODEL PEMBELAJARAN SEARCH, SOLVE, CREATE, AND SHARE (SSCS) TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA Info Artikel Abstrak," *Unnes Sci. Educ. J.*, vol. 5, no. 2, pp. 70805795–50229, 2016, [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/usej>



KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK SEBAGAI TEKNOLOGI TRANSPORTASI MASA DEPAN YANG RAMAH LINGKUNGAN

Isnani Juni Fitriyah*, Nurul Azmi Listyani, Ilham Qoriatul Lailah, Novi Eka Putri

Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Transportasi merupakan kendaraan yang memegang peranan penting dalam kegiatan masyarakat. Hampir semua kegiatan antar manusia membutuhkan transportasi. Penggunaan alat transportasi darat berbahan bakar fosil akan menghasilkan gas buangan yang sangat berbahaya bagi lingkungan sehingga untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil pada alat transportasi darat dibutuhkan suatu teknologi alternatif. Salah satu alternatif yang digunakan yaitu penggunaan listrik pada mobil listrik sebagai alat transportasi darat. Mobil listrik merupakan mobil yang menggunakan suatu alat yaitu motor listrik sebagai tenaga atau sumber energi yang menggerakkan mobil tersebut dan baterai sebagai tempat untuk menyimpan energi serta tidak menghasilkan gas buangan berbahaya. Penulisan artikel ini bertujuan untuk mengetahui konsep IPA terapan pada cara kerja mobil listrik, jenis-jenis mobil listrik, dan potensi mobil listrik sebagai solusi dalam mengurangi masalah emisi gas kendaraan penyebab pencemaran lingkungan. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah studi literatur. Hasil yang diperoleh yaitu cara kerja mobil listrik, jenis-jenis mobil listrik, dan potensi mobil listrik sebagai solusi dalam mengurangi masalah emisi gas penyebab pencemaran lingkungan.

Kata kunci: Mobil Listrik, Transportasi, Ramah Lingkungan

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan kendaraan yang memegang peranan penting dalam kegiatan masyarakat, hampir semua kegiatan antar manusia membutuhkan transportasi. Selain itu, transportasi juga berfungsi sebagai alat untuk memudahkan orang dalam memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain. Transportasi adalah instrumen penting yang berperan dalam pembangunan suatu negara dimana transportasi merupakan salah satu pilar pembangunan ekonomi dan pembangunan masyarakat, serta pertumbuhan industrialisasi. Pembangunan transportasi itu sendiri akan mendorong kegiatan ekonomi dan pembangunan di suatu wilayah atau negara. Transportasi berguna untuk menciptakan kegunaan tempat (*place utility*) karena perbedaan nilai barang lebih besar di tempat tujuan daripada tempat asal serta kegunaan waktu (*time utility*) karena hal ini dapat sangat mengefisienkan waktu yang diperlukan untuk sampai pada tempat yang dituju. Penggunaan transportasi juga diperlukan untuk memudahkan aktivitas pada sektor komersial, pertambangan, konstruksi, keuangan, pemerintahan dan lain-lain untuk memindahkan barang dan orang dari satu tempat ke tempat lain. Permintaan akan layanan tentu juga akan meningkat karena dibutuhkan untuk melayani berbagai kegiatan ekonomi dan juga untuk meningkatkan pembangunan. Oleh karena itu, adanya kemajuan ilmu pengetahuan akan sangat membantu perkembangan teknologi dalam bidang transportasi dari transportasi konvensional hingga transportasi modern [1].

Jenis-Jenis transportasi, terdiri atas transportasi darat, transportasi laut, dan transportasi udara, dijelaskan sebagai berikut:

1. Transportasi darat. Transportasi darat merupakan alat transportasi yang paling banyak digunakan dan berjalan di darat. Seiring perkembangan zaman, manusia berhasil menciptakan beragam jenis transportasi darat serta lokomotif yang semuanya berhasil memenuhi kebutuhan kapasitas angkut, kecepatan pergerakan, jarak tempuh, dan kenyamanan serta keselamatan.
2. Transportasi laut. Transportasi laut merupakan alat transportasi yang menggunakan alat angkutan berupa perahu, kapal api/uap, dan kapal mesin. Laut atau samudera dan teluk merupakan jalan yang dilalui oleh transportasi laut ini. Transportasi laut menggunakan tenaga penggerak berupa tenaga uap, BBM, dan diesel [2].
3. Transportasi udara. Transportasi udara adalah alat transportasi yang paling aman dan paling cepat. Transportasi udara menggunakan alat berupa pesawat terbang dengan berbagai jenisnya sebagai alat transpor untuk melewati udara atau pun ruang angkasa. Sumber energi yang digunakan oleh pesawat sebagai penggerak berupa BBM dengan berbagai jenis alat yang digerakkannya [2].

Mobil listrik merupakan mobil yang menggunakan suatu alat yaitu motor listrik sebagai tenaga atau sumber energi yang menggerakkan mobil tersebut dan baterai sebagai tempat untuk menyimpan energi [3]. Gas hasil pembakaran bahan bakar fosil yang digunakan sebagai bahan bakar utama kendaraan dapat menimbulkan pemanasan global. Penggunaan mobil listrik memberikan beberapa solusi terhadap masalah yang ditimbulkan oleh mobil yang menggunakan bahan bakar minyak bumi.

METODE

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk penulisan artikel ini adalah studi literatur. Pengumpulan data dengan studi literatur ini, yakni mengkaji suatu hal atau topik yang didasarkan dari mengumpulkan data berupa dari beberapa jurnal ilmiah dan buku. Metode studi literatur ini dilakukan dengan membaca, mengkaji, dan mengungkap teori yang relevan dari buku dan jurnal yang berhubungan dengan mobil listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan jumlah penduduk yang sangat cepat memiliki dampak yang sangat besar terhadap kesehatan bumi ini. Di perkotaan dapat dijumpai banyak pembangunan yang dilakukan, lahan-lahan yang semula adalah hutan kini ditebang dan didirikan menjadi sebuah bangunan yang dijadikan sebagai tempat tinggal manusia. Selain itu, di daerah perkotaan sangat jarang sekali ditemui daerah yang dipenuhi dengan tanaman-tanaman hijau, dibandingkan dengan gedung-gedung yang tinggi. Padatnya penduduk di perkotaan dengan segala aktivitas yang dilakukan juga menyebabkan menurunnya kualitas udara yang ada di perkotaan. Udara merupakan sesuatu yang paling penting bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Namun dengan padatnya jumlah penduduk yang ada di dunia membuat udara yang sebelumnya segar menjadi udara yang tidak segar karena telah bercampur dengan gas-gas berbahaya yang dihasilkan dari kegiatan manusia. Pencemaran udara yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satu faktor yang menyebabkan pencemaran udara sehingga terjadinya penurunan kualitas udara yaitu disebabkan oleh penggunaan alat transportasi. Karena alat transportasi yang digunakan akan menghasilkan gas buangan yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Penggunaan mobil sebagai alat transportasi utama di perkotaan tidak dapat dipungkiri. Hal ini disebabkan oleh perubahan gaya hidup masyarakat akibat meningkatkan jumlah pendapat dan daya beli masyarakat [4]. Padatnya transportasi yang ada di perkotaan juga menjadi sumber utama terjadinya pencemaran udara yang paling besar. Gas hasil pembakaran bahan bakar fosil yang digunakan sebagai bahan bakar utama kendaraan juga dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global [5].

Mobil listrik adalah kendaraan beroda empat yang memakai suatu alat utama yaitu motor listrik yang menjadi energi atau sumber tenaga yang menggerakkan mobil tersebut, sedangkan baterai yang menjadi tempat untuk menyimpan tenaga [3]. Penggunaan mobil listrik ini dapat memberikan beberapa solusi terhadap masalah yang disebabkan mobil konvensional yang masih menggunakan bahan bakar berupa minyak bumi. Pemanfaatan listrik sebagai sumber energi pada mobil listrik ini sangat membantu mengurangi penggunaan bahan bakar minyak dan emisi yang mengakibatkan polusi yang menaruh imbas negatif terhadap kelestarian lingkungan. Dampak negatif yang diberikan pada penggunaan mobil listrik terhadap lingkungan tidak sebanyak mobil konvensional yang memakai bahan bakar minyak yang akan menimbulkan asap dari proses pembakaran tidak sempurna. Asap yang ditimbulkan menurut pembakaran yang tidak sempurna tersebut mengandung gas berupa gas CO yang sangat berbahaya dan merusak lingkungan serta mengganggu proses pernapasan manusia [6].

Energi pada mobil listrik diperoleh dari perubahan energi listrik menjadi energi mekanik. Perubahan energi ini sesuai dengan bunyi dari hukum kekekalan energi, dimana hukum ini menyatakan suatu energi tidak dapat dimusnahkan, melainkan energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya [7]. Perubahan ini juga memerlukan motor listrik. Perubahan energi listrik menjadi energi mekanik dapat dilakukan dengan mengubah energi listrik menjadi magnet atau elektromagnet. Kerja dari kutub-kutub magnet adalah ketika kutub yang sama/sejenis didekatkan maka kutub-kutub tersebut akan saling tolak-menolak, sedangkan ketika kutub yang berbeda saling didekatkan maka kutub-kutub tersebut akan saling tarik-menarik. Proses tersebut menghasilkan suatu gerakan jika magnet-magnet tersebut diletakkan pada sebuah poros yang dapat berputar dan magnet yang lain pada kedudukan yang tetap [8].

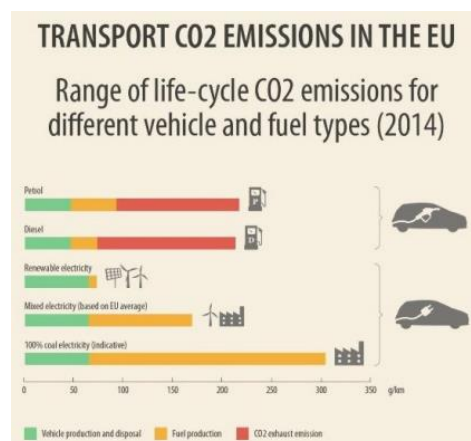
Adapun jenis-jenis dari mobil listrik, beberapa diantaranya yaitu mobil listrik *Battery Electric Vehicle* (BEV) dan *Hybrid-Electric Vehicles* (HEV). Mobil listrik jenis *Battery Electric Vehicle* (BEV) yaitu mobil listrik yang dapat mengandalkan energi baterai saja untuk menggerakannya. Mobil ini dapat menempuh jarak sekitar 100 Km sampai dengan 250 Km. Mobil jenis ini tidak menghasilkan emisi gas CO₂ dan emisi polutan

yang lainnya. Komponen yang terdapat pada mobil ini yaitu electric motor, inverter, battery, control module, dan drivetrain [9]. Jenis mobil listrik kedua adalah *Hybrid-Electric Vehicles* (HEV). Mobil HEV adalah kendaraan yang memadukan teknologi motor berbahan bakar fosil dan motor listrik. Mobil HEV memberi efisiensi dalam penggunaan bahan bakar konvensional (bensin) dihemat 50% dengan menggunakan penggerak motor listrik. HEV bisa dijalankan dengan menggunakan sumber energi dari pembakaran bahan bakar minyak dan juga memiliki sumber energi listrik yang di simpan pada baterai sehingga penggunaan bahan bakar konvensional (bensin) dapat tereduksi dan berkontribusi menurunkan pencemaran udara karena polusi suara yang dihasilkan akan lebih kecil dari mobil konvensional [10].

Salah satu alternatif yang akhir-akhir ini digencarkan adalah penggunaan mobil listrik sebagai pengganti mobil konvensional untuk mengurangi dampak negatif yang diberikan oleh mobil konvensional terhadap lingkungan. Penggunaan mobil listrik memanfaatkan baterai sebagai bahan bakar utamanya. Jenis mobil listrik yang memanfaatkan baterai sebagai bahan bakar utamanya adalah mobil listrik jenis *Battery Electric Vehicle*. Mobil listrik yang menggunakan bahan bakar utama baterai dapat menempuh jarak sekitar 100 Km – 250 Km. Penggunaan baterai pada mobil listrik ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi yang digunakan untuk mobil listrik berjalan. Pada baterai yang digunakan terdiri dari dua elektroda, di dalam elektroda tersebut nantinya akan terjadi pertukaran ion. Pertukaran ion-ion yang terjadi nantinya akan menghasilkan listrik yang dapat digunakan untuk menjalankan mobil listrik tersebut [9]. Dari banyaknya jenis mobil, mobil listrik yang menggunakan baterai dinilai lebih baik dibandingkan jenis yang lainnya terutama mobil yang menggunakan bahan bakar fosil. Hal ini karena mobil listrik yang menggunakan baterai menghasilkan emisi atau gas buangan berbahaya yang sangat sedikit dibandingkan dengan mobil yang menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utamanya. Penggunaan baterai sebagai bahan bakar utama pada mobil listrik memberikan dampak positif yang lebih jika dalam sumber pembangkitnya dengan menggunakan energi terbarukan [11].

Pemanfaatan listrik menjadi tenaga penggerak kendaraan roda empat (mobil) sejauh ini membantu mengurangi penggunaan BBM dan mengurangi polusi yang menaruh efek negatif terhadap lingkungan. Hal itu karena kendaraan roda empat yang digerakkan motor listrik ini tidak menggunakan bahan bakar bensin seperti mobil pada umumnya. Mobil listrik memiliki keunggulannya sendiri yaitu menggunakan suatu motor listrik sebagai tenaga atau energi penggeraknya dengan baterai sebagai penyimpanan energinya tidak seperti kendaraan bermotor roda empat berbahan bakar fosil yang menghasilkan kandungan gas mesin atau gas buang ke udara hingga memproduksi asap dari hasil pembakaran tidak sempurna [3]. Asap ini sangat berbahaya karena mengandung gas karbon yang membentuk polusi hingga *global warming* meningkat.

Meski gas buangan mobil listrik memang lebih rendah atau bahkan tidak ada sama sekali jika dibandingkan dengan mobil berbahan bakar fosil/minyak umumnya, tetapi ada salah satu faktor yang dapat menjadikan mobil listrik tidak ramah lingkungan. Jika dilihat dari penggerakannya yaitu motor listrik dan penggunaan baterai, gas emisi dari mobil listrik tidak ada dan suara mesinnya pun tidak ada, tidak seperti mobil yang digerakkan dengan mesin bakar, sehingga tidak menimbulkan pencemaran udara dan polusi suara. Namun, itu hanya dilihat dari penggerakannya saja. Dapat berbeda lagi jika melihat dari cara memperoleh listriknya. Ketika listriknya diperoleh dari PLTU yang bahan bakarnya batubara maka pembakaran batubara akan menimbulkan pencemaran ke lingkungan sehingga mobil listrik dapat dianggap tidak ramah lingkungan.



Gambar 1. Data Emisi CO₂ Transportasi di Eropa (Sumber:[12]).

Dengan melihat diagram diatas, dapat diketahui emisi CO₂ dari mobil listrik per kilometer yang listriknya berasal dari PLTU batubara jauh lebih besar dari mobil berbahan bakar minyak. Hal itulah yang dapat menimbulkan dampak negatif dari mobil listrik berupa pencemaran udara. Sumber listrik untuk kendaraan listrik seperti mobil listrik harus berasal dari pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (PLTB, PLTA, PLTS) untuk menghindari hal seperti itu terjadi sehingga mobil listrik ini tetap ramah lingkungan [12].

PENUTUP

Mobil listrik adalah kendaraan beroda empat yang memakai suatu alat utama yaitu motor listrik yang menjadi energi atau sumber tenaga yang menggerakkan mobil tersebut dan baterai menjadi tempat untuk menyimpan tenaga. Energi pada mobil listrik diperoleh dari perubahan energi listrik menjadi energi mekanik. Perubahan energi listrik menjadi energi mekanik dapat dilakukan dengan mengubah energi listrik menjadi magnet atau elektromagnet. Beberapa jenis mobil listrik, diantaranya mobil listrik jenis Battery Electric Vehicle (BEV) dan Hybrid-Electric Vehicles (HEV). Penggunaan mobil listrik dinilai dapat mengurangi pencemaran udara, karena mobil listrik tidak menghasilkan gas emisi seperti mobil yang menggunakan bahan bakar fosil. Hanya saja, jika listriknya diperoleh dari PLTU yang bahan bakarnya batubara maka pembakaran batubara akan menimbulkan pencemaran ke lingkungan sehingga mobil listrik dapat dianggap tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, sumber listrik untuk kendaraan listrik seperti mobil listrik harus berasal dari pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (PLTB, PLTA, PLTS) sehingga mobil listrik ini tetap ramah lingkungan. Dalam penyusunan artikel ini terdapat keterbatasan, yaitu kurangnya sumber yang menunjang terkait mobil listrik dan keterbatasan penulis dalam melakukan penelitian terhadap mobil listrik secara langsung. Saran dalam penelitian selanjutnya, perlu dilakukan kegiatan mengamati dan menggunakan secara langsung mobil listrik.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] S. Fatimah, *Pengantar Transportasi*. Ponorogo: Myria Publisher, 2019.
- [2] A. Kadir, "Transportasi: Peran dan Dampaknya Dalam Pertumbuhan Ekonomi Nasional," *J. Perenc. Pengemb. Wil. WAHANA HIJAU*, vol. 1, no. 3, pp. 121–131, 2006.
- [3] A. Efendi, "Rancang Bangun Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri Subang," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 17, no. 1, pp. 75–84, 2020, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v17i1.23057.
- [4] Ismiyati, D. Marlita, and D. Saidah, "Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor," *J. Manaj. Transp. Logistik*, vol. 01, no. 03, pp. 241–248, 2014.
- [5] L. Parinduri, Yusmartato, and T. Parinduri, "Kontribusi Konversi Mobil Konvensional ke Mobil Listrik Dalam Penanggulangan Pemanasan Global," *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 116–120, 2018.
- [6] A. Budiarto and O. Judianto, "Perancangan Mobil Listrik Ramah Lingkungan," *J. Inosains*, vol. 14, no. 2, pp. 37–43, 2019.
- [7] Kandi and Y. Winduono, *Energi dan Perubahannya*. Bandung: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA), 2012.
- [8] I. M. Parsa and I. N. Bagia, *Motor-Motor Listrik Untuk Mahasiswa dan Umum*. Bandung: CV. Rasi Terbit, 2018.
- [9] M. Aziz, Y. Marcellino, I. A. Rizki, S. A. Ikhwanuddin, and J. W. Simatupang, "Studi Analisis Perkembangan Teknologi dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, pp. 45–55, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7898.
- [10] K. Rihendra dantes, "PERENCANAAN FRAME DAN RANGKAIAN ELECTRIC BERBASIS HYBRID-ELECTRIC VEHICLES (HEVs) MENUJU UNDIKSHA GO GREEN," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.)*, vol. 2, no. 2, pp. 221–230, 2014, doi: 10.23887/jst-undiksha.v2i2.2898.
- [11] Toyota, "Mengenal Teknologi Kendaraan Bermotor Listrik," *Toyota Indonesia*, no. January, 2020.
- [12] A. A. Raksodewanto, "Membandingkan Mobil Listrik dengan Mobil Konvensional," pp. 89–92, 2020.



KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGGUNAAN BIOFILTRASI UNTUK MENGURANGI POLUTAN AIR LIMBAH

Isnanik Juni Fitriyah*, Cantik Azzaroiha, Nindy Eklesia Madelu, Nur Eva Ekasari Putri Madi, Nur Lailatul Fajri

Prodi Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang, Indonesia

Email: isnanik.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Kegiatan industri memberikan dampak buruk yaitu membuat sumber daya air sebagai sumber daya alam terbaharui menjadi tercemar. Limbah industri ketika tidak diolah sebelum dibuang ke lingkungan menjadi salah satu penyebab tercemarnya sumber air. Berbagai limbah yang dihasilkan oleh aktivitas ini mengganggu kelestarian ekosistem perairan serta mengganggu keindahan yang telah dibentuk oleh alam dan mengganggu kesehatan manusia. Masalah ini bisa diatasi dengan pengolahan limbah industri sebelum dibuang ke lingkungan. Limbah industri tersebut akan diubah menjadi limbah yang tidak berbahaya terhadap lingkungan. Artikel ini berisikan kajian literatur mengenai proses penggunaan biofiltrasi untuk mengurangi polutan dalam air limbah beserta potensinya apabila digunakan. Dikumpulkan beberapa sumber atau teori yang berhubungan dengan masalah dan solusi dibuat berdasarkan konsep IPA Terapan yang diperoleh.

Kata kunci: Biofiltrasi, Pencemaran, Air Limbah

PENDAHULUAN

Air ialah salah satu sumber energi alam yang bisa diperbarui, maksudnya air akan menghadapi suatu siklus yang akan terus ada keberadaannya sepanjang digunakan dengan sewajarnya. Fungsi air dalam kehidupan ini sangatlah beragam, mulai dari digunakan untuk makan, mandi, mencuci, dan yang lainnya. Manusia harus dapat menjaga kelestarian air supaya ketersediaan air bersih terus ada serta bisa digunakan dalam jangka waktu yang sangat lama. Apabila kelestarian air tidak dijaga, maka akan mengakibatkan pencemaran air yang akan membuat air tidak dapat dimanfaatkan dengan baik sesuai fungsinya. Perihal ini diakibatkan sebab air merupakan sumber energi alam yang sangat gampang terkontaminasi oleh bermacam zat yang ditimbulkan oleh pencemaran [1].

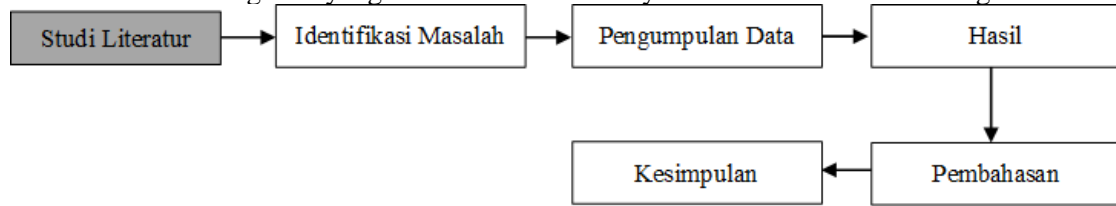
Pencemaran air bisa diakibatkan oleh sebagian perihal, antara lain merupakan sebab kegiatan manusia. Salah satu penyebab pencemaran air adalah penanganan limbah pabrik yang kurang hati-hati oleh pihak pabrik. Pada dasarnya, limbah industri tidak akan menjadi masalah jika dapat dikelola dan dibuang dengan baik, namun di berbagai industri di Indonesia masih banyak pabrik yang membuang limbahnya ke sungai tanpa perlu diolah terlebih dahulu. Hal itulah yang membuat air menjadi tercemar dan kehilangan fungsinya [2].

Karena pencemaran air semakin banyak terjadi, maka untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu alat atau teknologi yang dapat membantu mengurangi permasalahan pencemaran air sehingga setiap orang bisa memanfaatkan air yang benar-benar layak untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Teknologi yang dapat digunakan adalah biofiltrasi. Teknologi biofiltrasi adalah sebuah teknologi yang menggunakan mikroorganisme yang hidup di air untuk mengurangi bakteri di dalam air dan dapat digunakan untuk mengontrol pembentukan produk samping dari proses desinfeksi pada air, sehingga biofilter dapat menjadi alternatif yang dapat digunakan untuk memproduksi air minum [3].

Penulisan artikel ini dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan dan informasi kepada semua orang tentang adanya suatu teknologi yang dapat digunakan untuk mengubah air tercemar menjadi air baku layak pakai dan konsumsi. Teknologi tersebut adalah teknologi biofiltrasi. Penulisan artikel ini dapat dimanfaatkan sebagai media referensi bagi pembaca yang tertarik untuk mengurangi pencemaran air dan dapat menjadi pengingat bagi industri-industri di Indonesia yang masih membuang limbah secara sembarangan yang mana limbah tersebut dapat menyebabkan pencemaran air. Adapun fokus penulisan artikel ini adalah membahas tentang kegunaan teknologi biofiltrasi, mekanisme biofiltrasi aerob-anaerob dalam mengurangi polutan air, kendala dan potensi penggunaan biofiltrasi dalam mengurangi polutan air, kelebihan teknologi biofiltrasi, dan juga kekurangan teknologi biofiltrasi.

METODE

Secara sistematis kegiatan yang dilakukan dalam menyusun artikel ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan Studi Literatur

Studi literatur digunakan dalam pembuatan artikel ini. Studi literatur adalah serangkaian kegiatan dimulai dari mengumpulkan daftar pustaka, melakukan kegiatan membaca dan mencatat dan mengolah hasil yang diperoleh. Metode ini dilakukan untuk memperoleh dan mengungkapkan teori-teori yang relevan sebagai bahan menyelesaikan masalah. Secara garis besar studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan beberapa sumber atau teori yang berhubungan dengan masalah dan mencari solusi yang akan digunakan. Langkah-langkah sistematis dalam kegiatan dimulai dengan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan pengumpulan data dan penulisan hasil yang diperoleh. Data tersebut akan dibahas lebih mendalam kemudian yang terakhir penyusunan kesimpulan guna menyelesaikan masalah yang telah diperoleh. Sumber dan teori diambil dari buku maupun jurnal yang memuat konsep IPA terapan mengenai proses dan potensi dari biofiltrasi untuk mengolah air limbah industri sebelum dibuang ke lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

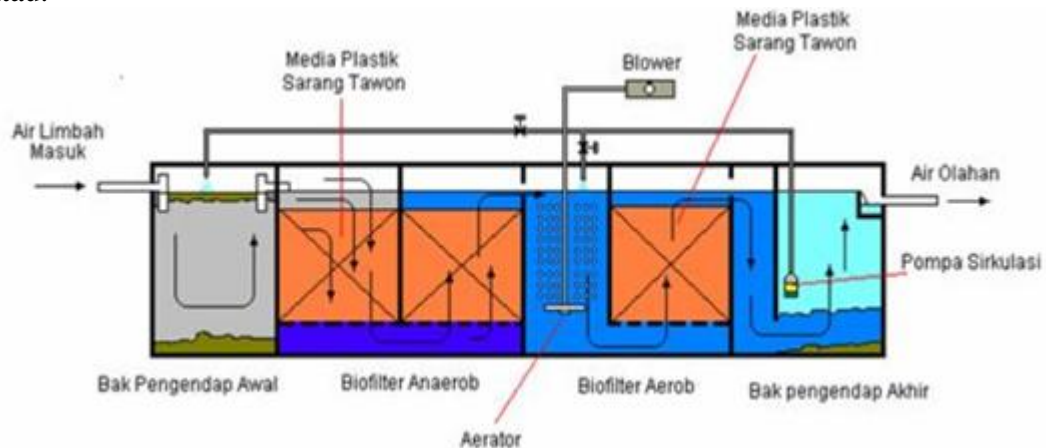
Dihampir seluruh permukaan bumi dikelilingi oleh air, tanpa air maka sebagian besar aktivitas kita akan terhambat. Manusia membutuhkan air yang bebas dari segala kontaminan, untuk berbagai keperluan dan aspek hidup. Pada masa ini, pemenuhan akan air bersih menjadi masalah yang perlu untuk diperhatikan. Air yang bersih dengan standar yang telah ditetapkan tidak mudah ditemukan, hal ini dikarenakan air sudah banyak tercemar dengan berbagai macam cemaran dari aktivitas manusia. Akibatnya kualitas dan kuantitas air menurun.

Menurut [4] pencemaran air adalah suatu kondisi dimana air memiliki komponen-komponen lain diluar komponen air itu sendiri yang melewati batas maksimum yang telah ditetapkan. Pencemaran air terjadi pada sumber-sumber dimana air ditemukan, dan merupakan akibat dari aktivitas makhluk hidup terutama manusia, ketika air tidak lagi bisa digunakan seperti seharusnya air itu digunakan, maka pada titik inilah air tersebut dikatakan tercemar. Pencemaran tersebut bisa disebabkan oleh hasil pembuangan akhir dari industri, pertanian, hasil pembuangan skala rumah tangga, dan praktik penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak yang tidak ramah lingkungan.

Berbagai limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia, memberi dampak yang besar bagi keberlangsungan hidup manusia, dan juga terjadinya ketidakseimbangan pada sistem ekologi di dalam air. Teknologi biofiltrasi menjadi solusi alternatif, dalam mengeliminasi polutan dari air baku, biofiltrasi merupakan perlakuan yang diberikan pada suatu matriks padat, perlakuan tersebut adalah pemberian mikroba dan dibiarkan berkembangbiak hingga membentuk lapisan biofilm. Dengan menggunakan metode biofiltrasi ini maka persentase eliminasi dari bahan organik dan amonia pada air polutan mencapai lebih dari 50%, namun hal ini tidak semerta-merta dapat dicapai karena beberapa hal mempengaruhinya misalnya konsentrasi dari air polutan ini, lama waktu air polutan ini untuk melakukan sentuhan dengan media, jenis dari mikroba yang digunakan, juga media. Biofiltrasi juga dapat menyisihkan polutan lainnya, yang akan memberi kemudahan dalam melakukan pengolahan air selanjutnya. Suprihatin, [5] menyebutkan bahwa penggunaan metode ini sebelum mengelola air dapat meningkatkan kestabilan dari air tersebut.

Pada dasarnya mekanisme kerja dari biofilter adalah menggunakan mikroba yang memiliki kemampuan mendegradasi suatu bahan yang tidak diperlukan pada air. Kemampuan mikroba ini digunakan sehingga setiap komponen yang tidak dikehendaki tetapi ada di dalam air akan diuraikan oleh mikroba ini sehingga air yang melewati proses biofilter ini bebas dari komponen yang tidak diinginkan (kotoran). Mikroba yang memiliki kemampuan mendegradasi ini ditumbuhkan pada suatu media yang selanjutnya diletakkan pada tempat dimana air ini akan lewat atau mengalir pada jalur tersebut. Mikroba tersebut tumbuh dan berkembang pada habitat yang terbangun oleh media. Media yang akan dilalui oleh air polutan didesain dengan

bentuk yang berongga, hal ini dilakukan agar ketika terjadi proses filtrasi oleh mikroba hal tersebut dapat dipantau.



Gambar 1. Mekanisme Kerja Biofiltrasi

Pada prosesnya air polutan ataupun limbah ini, akan dialirkan masuk pada tangki awal atau yang disebut dengan tangki pengendapan. pada tahapan awal ini terjadi suatu proses yaitu diendapkannya partikel-partikel yang massanya lebih berat daripada massa air yang bisa terendap, partikel tersebut akan mengendap dan berada pada sara dari tangki pengendapan ini. selanjutnya aliran air ini akan dialirkan melewati tangki anaerob dengan aliran dari atas menuju kebawah dan sebaliknya. Proses degradasi ini dilakukan oleh mikroba anaerob dan fakultatif aerob. mikroba ini yang akan melakukan proses degradasi pada bahan organik yang belum terurai sebelumnya di tangki pengendapan. setelah melewati tahapan ini, selanjutnya air akan dialiri ketangki aerob yang berisi media berbentuk sarang tawon, dengan secara terus-menerus dilakukan aerasi agar mikroba dapat melakukan degradasi zat dalam limbah dan juga mikroorganisme tersebut dapat tumbuh pada permukaan media. Dari situ kemudian selanjutnya air polutan akan dialirkan pada tangki pengendapan akhir, dalam tangki ini ada lumpur aktif yang mengandung massa mikroba dan dibawa kembali pada tangki aerasi dengan bantuan pompa. sedangkan air polutan yang sudah melalui beberapa tahapan tersebut, akan dialirkan ke tangki klorinasi. air limpasan yang berada pada tangki klor ini akan dibunuh mikroba patogennya dengan senyawa klor. hasil akhir air yang telah diolah dengan tangki klor ini dapat langsung dibuang ke saluran umum maupun sungai. dengan perlakuan proses anaerob dan aerob tersebut maka akan terjadi penurunan derajat zat organik, deterjen, padatan tersuspensi dan lainnya. Perubahan parameter setelah proses biofiltrasi kadar COD menurun dari 585 mg/l menjadi 62 mg/l dengan efisiensi sebesar 89,4%, kadar BOD menurun dari 1252 mg/l menjadi 148 mg/l dengan efisiensi sebesar 88,2%, kadar TSS menurun dari 429 mg/l menjadi 26 mg/l dengan efisiensi sebesar 94%, kadar NH₄-N menurun dari 33,03 mg/l menjadi 15,6 mg/l dengan efisiensi sebesar 53% dan pH dari air limbah juga berubah dari 7,4 menjadi 8,2. Penggunaan proses anaerob saja memiliki efisiensi pengolahan hanya sekitar 70-80% dan air yang dihasilkan masih mengandung kadar polutan organik. Penggabungan antara proses anaerob dan aerob akan membuat air olahan memiliki ppm sebesar 60 ppm[6].

Menurut [6] manfaat dari proses biofilter antara lain:

1. Biaya operasi rendah
2. Pengoperasian yang mudah
3. Lumpur yang dihasilkan tidak banyak
4. Dapat mengolah air limbah konsentrasi tinggi dan rendah
5. Membutuhkan sedikit lahan

Selain biofilter bermanfaat bagi manusia, biofilter juga memiliki efek samping, antara lain:

1. Sistem tidak dapat bekerja dengan benar akibat sampah yang tersumbat pada sistem
2. Kinerja biofilter dapat berkurang akibat minyak dan lemak serta oli bekas

PENUTUP

Pemanfaatan teknologi biofiltrasi merupakan teknologi yang dapat menjadi alternatif penanggulangan pencemaran air dengan memanfaatkan mikroorganisme yang hidup dalam air untuk mengurangi bakteri dalam air, dan dapat digunakan sebagai sarana pengendalian pembentukan produk samping desinfeksi air. Mekanisme kerja teknologi biofiltrasi dimulai dengan menjaga agar bakteri pengurai tetap terpelihara di media

kontak, kemudian media tersebut ditempatkan pada lokasi sumber air yang terkontaminasi. Bakteri pengurai selanjutnya akan tumbuh dan berkembang pada habitat yang terbangun oleh media kontak, hal ini ditandai dengan adanya lapisan seperti lendir (biofilm). Media kontak didesain memiliki rongga supaya aliran fluida cair (limbah) dapat berjalan dengan baik. Tugas biofiltrasi adalah menggantikan senyawa terlarut akibat aktivitas mikroba. Efisiensi filtrasi akan sangat tinggi karena biofiltrasi dilengkapi oleh biofilter *up flow* yang dapat menyaring dengan sistem aliran balik untuk mengurangi kecepatan partikel di dalam air. Kelebihan atau keuntungan dari biofiltrasi adalah seluruh air yang terkontaminasi akan terurai secara biologis, bisa menurunkan padatan tersuspensi, membersihkan amonium fosfor, menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi atau BOD, TSS, serta COD dalam limbah. Selain itu, tidak memerlukan tempat yang luas, efisien dan menghasilkan lumpur yang relatif sedikit. Tidak hanya memiliki kelebihan saja, teknologi ini juga tidak lepas dari kekurangan seperti limbah yang terbuang pada media dapat menyebabkan penyumbatan sistem sehingga mencegah sistem bekerja dengan baik, pembuangan minyak dari aktivitas dapur dan oli bekas bisa menurunkan kinerja biofilter, serta kapasitas bak penampungan dapat menyempit karena tersumbat tanah, batu, dan pasir.

Penulisan artikel ini bersumber dari studi literatur dikarenakan penulis mengalami keterbatasan dalam melakukan penelitian secara langsung pada kondisi pandemi *covid-19*. Namun, meskipun tidak melakukan penelitian secara langsung artikel ini dapat digunakan sebagai referensi bagi pembaca karena sumber yang digunakan dalam artikel ini merupakan sumber yang valid. Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dibuat, penulis dapat membuat usulan bahwa perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai penurunan konsentrasi zat dalam air yang terkontaminasi setelah dilakukannya tahapan pemurnian air menggunakan teknologi biofiltrasi

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. K. Sallata, "Konservasi dan Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Keberadaannya sebagai Sumber Daya Alam," *Info Tek. EBONI*, vol. 12, no. 1, pp. 75–86, 2015, [Online]. Available: http://balithutmakassar.org/wp-content/uploads/2014/11/7_Konservasi-Air-berdasarkan-SDA_Info-Teknis-Eboni-Vol-12-No-1-2015.pdf.
- [2] A. F. Widiyanto, S. Yuniarno, and Kuswanto, "Land Water Pollution From Industrial Waste and," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 10, no. 2, pp. 246–254, 2015.
- [3] I. W. Husada, "Pengolahan Air Minum dengan Teknologi Biofiltrasi," *Zenodo.org*, p. 6, 2017, [Online]. Available: <http://doi.org/10.5281/zenodo.1134211>.
- [4] P. Pemerintah, "Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," *Sekr. Negara Republik Indones.*, vol. 1, no. 078487A, p. 483, 2021, [Online]. Available: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>.
- [5] dan M. Y. Suprihatin, Muhammad Syifa, "PRA-PENGOLAHAN AIR BAKU DENGAN PROSES BIOFILTRASI UNTUK PENYISIHAN BAHAN ORGANIK DAN AMONIUM DALAM AIR BAKU Suprihatin1*," *Peran PERTETA dalam Mendukung Swasembada Pangan Nas. 2017*, pp. 611–621, 2015.
- [6] L. P. Astuti and I. Indriatmoko, "Kemampuan Beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air," *J. Teknol. Lingkung.*, vol. 19, no. 2, p. 183, 2018, doi: 10.29122/jtl.v19i2.2063.



KONSEP IPA TERAPAN PADA PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI PADI DENGAN TEKNOLOGI AMONIASE SEBAGAI SUMBER PAKAN TERNAK

Isnani Juni Fitriyah^{1*}, Rif'atul Himmah², Desi Anggraini³, Yurike Utari⁴

Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

*Email : isnani.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Pada saat ini, pemanfaatan limbah pertanian jerami padi masih belum diolah secara maksimal, yakni hanya berkisar 31-39%, sedangkan 36-62% lainnya masih belum dimanfaatkan secara maksimal. Padahal jika dimanfaatkan dengan benar jerami padi dapat membantu peternak untuk memenuhi kebutuhan gizi ternak. Salah satu upaya dalam memanfaatkan limbah jerami padi adalah dengan teknologi amoniase dengan penambahan urea pada jerami untuk meningkatkan pencernaan dengan melonggarkan ikatan lignoselulosa sehingga karbohidrat jerami mudah dicerna oleh ternak dan meningkatkan palabilitas pakan. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengkaji efek penggunaan teknologi amoniase pada pemanfaatan limbah jerami padi, dengan metode kajian literatur yang dilakukan dari berbagai sumber relevan. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah dapat dibuktikan bahwa pemanfaatan limbah jerami padi dengan teknologi amoniase dapat meningkatkan pencernaan jerami, menurunkan serat kasar, dan meningkatkan protein kasar, yang berpengaruh terhadap produktivitas ternak. Amoniase menggunakan urea sebagai campuran pada pengolahan jerami padi dan hasilnya dapat dimanfaatkan peternak untuk sumber pakan bagi ternak.

Kata kunci: amoniase, jerami padi, pencernaan pakan, produktivitas ternak.

PENDAHULUAN

Salah satu sektor unggul dalam meningkatkan pendapatan khususnya di daerah pedesaan adalah sektor peternakan. Sektor ini memiliki peran yang penting dalam menyediakan produk pangan hewani. Salah satu hal yang dapat mempengaruhi perkembangan ternak adalah pakan. Pakan ternak harus memenuhi nutrisi yang dibutuhkan ternak untuk dapat meningkatkan produktivitasnya. Dalam hal ini, penting untuk memberikan pakan ternak yang mempunyai nilai gizi yang cukup, misalnya dari pengolahan jerami padi. Menurut Hisanah (2007) menyatakan bahwa pemanfaatan limbah jerami pada saat ini kurang dimanfaatkan secara optimal, yakni hanya sekitar 31-39% saja, sedangkan 36-62% masih belum dimanfaatkan secara optimal. Kebanyakan limbah jerami padi tidak dimanfaatkan adalah karena mempunyai kandungan protein kasar yang rendah serta protein kasar yang rendah. Selain itu disebabkan pula karena pada musim hujan, produksi hijauan sangat melimpah, sedangkan pada musim kemarau produksi hijauan sangat berkurang sehingga pemanfaatan limbah pertanian jerami padi tidak dapat diabaikan begitu saja.[1]

Menurut Sriyani (2016), jerami padi adalah limbah padi yang bisa ditemui dalam jumlah yang melimpah dan mudah diperoleh. Oleh sebab itulah, jerami padi dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak dengan mengurangi kandungan serat kasar dan meningkatkan protein kasar. Adapun jerami padi memiliki karakter yang mempunyai kandungan serat kasar yang tinggi, namun rendah dalam kandungan nitrogen, kalsium, fosfor. Hal inilah yang menyebabkan jerami padi memiliki daya cerna yang rendah dan dikonsumsi ternak secara terbatas. Namun, jerami padi tetap memiliki potensi sebagai sumber pakan ternak dengan cara diolah dengan teknologi amoniase. Dengan teknologi amoniase, serat-serat kasar pada jerami padi dapat lunak dan menyebabkan mudah untuk dikonsumsi ternak. Selain itu, dengan teknologi amoniase menjadi mudah didegradasi oleh ternak sebagai sumber energi. Penurunan serat kasar jerami ini tidak hanya bisa dilakukan melalui proses fermentasi jerami padi namun juga adanya hidrolisis basa lemah atau disebut proses amoniase. Dengan teknologi amoniase merubah tekstur jerami menjadi mudah dicerna, meningkatkan kadar protein, serta meningkatkan nutrisi pada jerami. Teknologi amoniase juga dapat menjadi penghambat pertumbuhan jamur pada jerami sehingga daya simpan jerami menjadi lebih tahan lama dari biasanya. Sehingga sangat diperlukan pemanfaatan limbah jerami padi sebagai sumber pakan ternak dengan menerapkan teknologi amoniase. Hal ini nantinya juga akan mengatasi permasalahan persediaan pakan ternak sapi terutama saat musim kemarau [2].

METODE

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah studi literatur dari sumber-sumber yang relevan dengan permasalahan. Studi literatur adalah metode penyelesaian masalah dengan mencari teori yang ada pada penelitian sebelumnya yang kemudian dikaitkan dengan permasalahan yang diangkat. Penulis merujuk dari studi literatur, menurut Zulaikhah (2020) dalam pemanfaatan limbah jerami padi menggunakan teknologi amoniase adalah dengan melakukan beberapa cara, diantaranya adalah sebagai berikut.

Bahan yang dibutuhkan

1. Jerami padi
2. Plastik untuk membungkus jerami
3. Urea
4. Air

Alat yang dibutuhkan

1. Pemotong Jerami
2. Botol penyemprot
3. Rafia
4. Timbangan duduk.

Langkah-Langkah

1. Disiapkan alat dan bahan
2. Ditimbang jerami sesuai yang diperlukan
3. Jerami dipotong-potong dengan ukuran 5-10 cm
4. Dilarutkan urea 6% dari bobot jerami dengan air bersih
5. Jerami yang telah dipotong kemudian disebar menjadi lapisan dengan tebal 10-12 cm
6. Larutan urea disemprotkan merata pada lapisan jerami
7. Setelah merata, jerami dapat disusun menumpuk ke atas
8. Lapisan jerami kemudian ditutup rapat dengan menggunakan plastik lalu dapat disimpan sekitar 4 minggu
9. Setelah penyimpanan selama 4 minggu, jerami kemudian dikeringkan
10. Jerami amoniase dapat digunakan sebagai pakan ternak [2].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses amoniase pada jerami padi berlangsung selama kurang lebih 4 minggu dalam kondisi anaerob. Hasil yang diperoleh dari proses tersebut menunjukkan adanya bau dan aroma yang menyengat seperti aroma amonia yang menguap dan menjadi tanda bahwa proses amoniase jerami padi yang telah dilakukan berhasil. Selain berbau menyengat, setelah beberapa saat dianginkan di udara terbuka warna jerami padi yang semula kuning berubah menjadi kecoklatan. Menurut Aprintasari et al. (2012) perubahan warna jerami padi disebabkan oleh adanya penambahan unsur N sehingga menyebabkan perubahan pada struktur jerami padi. Perubahan bau disebabkan oleh mikroba yang mempunyai sifat fermentatif yang dapat mengubah karbohidrat dan turunannya menjadi alkohol, asam, dan CO₂. Proses fermentasi mengakibatkan suasana pada lingkungan menjadi panas yang dapat memberikan efek pada struktur Jerami[3].



Gambar 1. Proses Pengolahan Pakan Ternak dengan Amoniasi

Menurut Suningsih (2019), jerami padi sebagian besar tersusun dari lignoselulosa dan lignohemiselulosa yang sukar dicerna oleh ternak ruminansia, selain itu juga mengandung silikat dan oksalat tinggi. Silika dalam jumlah yang tinggi dapat menghalangi kemampuan mikroba rumen untuk mencerna jerami padi tersebut. Lignoselulosa sendiri tersusun atas selulosa 35-50%, hemiselulosa 25-30% dan lignin 25-30%. Sedangkan jerami padi mengandung selulosa 30-35%, hemiselulosa 25-30%, lignin 15-28% dan abu 4-7%. Jerami padimempunyai kandungan PK 2-7%, lignin 6-7% dan silika 12-16%. Jerami juga memiliki kandungan selulosa (25-45%), hemiselulosa (25-30%) dan lignin (10-15%) namun kandungan vitamin, nitrogen dan mineral rendah[3]

Menurut Martawidjaja (2003) kandungan protein yang terdapat pada jerami padi berkisar antara 4,5-4,5%, lebih rendah jika dibandingkan dengan kandungan protein rumput (5-9%) oleh karena itu jika digunakan untuk pakan ternak dalam jangka waktu yang cukup lama maka kemungkinan akan berdampak buruk. Karakteristik jerami padi dengan kandungan serta kasar yang cukup tinggi dan mengandung mineral esensial yang rendah dapat menjadikan sentuhan teknologi yang tepat guna menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan nilai pada jerami padi. Pemanfaatan sebuah teknologi untuk meningkatkan kandungan nutrisi dari Jerami dapat dilakukan dengan teknik amoniase[4] Menurut Suyitno (2006) Amoniasi adalah sebuah perlakuan kimia terhadap limbah-limbah pertanian, seperti pada jerami padi kering dengan cara menambahkan bahan kimia, bahan kimia yang digunakan berupa NaOH atau urea. Fungsi dari urea adalah untuk meningkatkan daya konsumsi dan juga kandungan nitrogen. Prinsip pada teknik amoniase adalah pemutusan ikatan lignin dengan selulosa atau hemiselulosa melalui perlakuan dengan bahan-bahan kimia yang bersifat alkalis[5]. Ilham, dkk (2018) menyatakan bahwa Amoniasi ini bertujuan meningkatkan pencernaan dengan cara melonggarkan ikatan lignoselulosa sehingga karbohidrat mudah untuk dicerna oleh mikroba rumen dan dapat meningkatkan palatabilitas pakan. Dengan teknik ini terjadi peningkatan daya cerna dari 35% menjadi sebesar 43,6% dan kandungan nitrogen dari 0,48% menjadi sebesar 1,55% pada jerami padi yang diberi perlakuan dengan urea (4%) dan disimpan selama kurang lebih satu bulan (4 minggu)[6].

Menurut Suyitno (2006) Amoniasi dapat dilakukan dengan cara basah dan cara kering. Cara basah dengan cara melarutkan urea ke dalam air lalu dicampurkan dengan Jerami padi tersebut. Sedangkan untuk cara kering yaitu dengan urea yang langsung ditabur pada Jerami secara berlapis. Proses pencampuran urea dengan Jerami harus dilakukan secara anaerob dan dibiarkan atau disimpan dalam jangka waktu yang lama kurang lebih satu bulan. Urea yang digunakan dalam proses amoniase berfungsi untuk membantu menghancurkan ikatan-ikatan lignin, silika, dan selulosa yang menjadi factor penyebab daya cerna pada Jerami rendah. Proses amoniase juga memberikan keuntungan yang meningkatkan pencernaan pada pakan. Setelah terurai menjadi CO₂ dan NH₃, maka dengan molekul air NH₃ tersebut akan mengalami hidrolisis menjadi OH dan NH₄⁺. NH₃ akan mempunyai pKa sebesar 9,26 yang berarti bahwa dalam suasana atau keadaan netral (pH =7) akan lebih banyak terdapat NH₄⁺. Maka, amoniase akan serupa dengan perlakuan alkali. Amoniasi juga menurunkan kadar zat makanan yang sukar bahkan tidak dapat dicerna oleh ternak, yang mengakibatkan pada meningkatkan pencernaan pakan lebih jauh. Perlakuan alkali pada bagas dengan cara menggunakan urea (CO(NH₂)₂) sebesar 6% BK, dapat secara nyata meningkatkan pencernaan baik itu bahan kering ataupun bahan organik, yaitu sekitar 22,29% menjadi sebesar 29,58% atau terjadi peningkatan pencernaan -32,7% [5].

Amin et al.(2015) menyatakan bahwa amonia jerami yang dilakukan selama 30 jam dapat meningkatkan kadar PK sebesar (9,31%), pencernaan bahan kering (38,40%), dan bahan organik (42,93%), selain itu juga menurunkan NDF sebesar (73,45%), ADF sebesar (55,45%), selulosa sebesar (13,81%), hemiselulosa sebesar (18,00%) dan lignin sebesar (16,77%). Penurunan pada kandungan NDF pada jerami padi hasil amoniase kemungkinan diakibatkan oleh aktivitas enzim selulase yang dihasilkan mikroba. Enzim yang dihasilkan tersebut dapat mendegradasi, melonggarkan, merombak serta memutuskan ikatan lignoselulosa dan ikatan lignohemiselulosa. Fermentasi pada jerami padi juga dapat meningkatkan protein kasar (PK) menjadi 9,09% serta menurunkan serat kasar menjadi 18,44%. Teknologi amoniase akan membuat jerami padi dapat meningkatkan kandungan PK menjadi 8,79% dan kandungan serat kasar turun menjadi 39,96%. Jerami padi kering dapat difermentasi dan kemudian diolah menjadi complete feed (pakan komplet) dengan cara menambahkan bekatul atau bahan-bahan lain sehingga kadar protein mengalami peningkatan dari 3-4% menjadi sekitar 7-8% [7].

Menurut Ilham (2018) teknologi amoniase ini akan meningkatkan produktivitas ternak karena dapat meningkatkan penambahan bobot badan dan dapat memperbaiki reproduksi. Amoniasi ini akan memanfaatkan limbah-limbah pertanian terutama Jerami padi sebagai pakan ternak sapi sebagai alternatif yang



terbaik untuk meningkatkan produktivitas pada ternak sapi. Dan pada akhirnya dapat meningkatkan kesejahteraan petani di desa tersebut [6]. Suyitno (2006) menyatakan bahwa pakan jerami dengan teknologi amoniase yang dikombinasikan dengan hijauan ditambah dengan 1 kg dedak padi/ekor/hari serta ditambahkan probiotik mampu meningkatkan pertambahan berat badan harian sapi dara betina, body condition score (BCS), berat lahir anak sapi, menurunkan angka Service per conception (S/C) tubuh ternak serta jika dibandingkan dengan pakan rumput. Jerami padi yang ditambah dengan urea molase dapat meningkatkan berat badan, status gizi, konsumsi pakan domba Corriedale.

PENUTUP

Salah satu teknologi yang digunakan untuk meningkatkan sumber pakan ternak adalah teknologi amoniase. Teknologi amoniase ini dilakukan dengan menambahkan NaOH atau urea pada limbah jerami padi. Prinsip kerja pada teknologi amoniase yaitu dengan memutus ikatan Lignin dan selulosa lewat perlakuan kimiawi yang bersifat alkalis sehingga menurunkan kadar zat makanan yang sukar diproses oleh sistem pencernaan hewan ternak. Dengan demikian, pakan dapat dicerna dengan mudah oleh hewan ternak ruminansia. Hal ini tentunya memberikan dampak positif yaitu memungkinkan terjadinya peningkatan pada bobot dan produktivitas sapi.

Pada penelitian selanjutnya, perlu diadakan evaluasi lanjutan terkait produktivitas sapi ternak yang diberi pakan jerami padi menggunakan teknologi amoniase ini agar diketahui efektivitas amoniase jerami padi sebagai pakan alternatif. Selain itu, pakan alternatif ini nantinya diharapkan dapat membantu para peternak untuk mengatasi kurangnya pakan yang berkualitas saat musim kemarau tiba.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] S. Hidanah . "Isolasi Bakteri dan Jamur Selulolitik Feses Jerapah sebagai Inokulum untuk Meningkatkan Kualitas Jerami Padi dan Produktivitas Domba," *ADLN-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA*
- [2] S. R. Zulaikhah, F. R. Fauziah, and B. R. Japutra, "Penyuluhan Pembuatan Amoniasi Jerami Padi Pada Kelompok Tani Terus Jaya Dusun Cunil Desa Pegalongan Kecamatan Patikraja," *Cendekia J. Pengabdian Masyarakat.*, vol. 2, no. 1, p. 33, 2020, doi: 10.32503/cendekia.v2i1.730.
- [3] N. Suningsih, W. Ibrahim, O. Liandris, and R. Yulianti, "Kualitas Fisik dan Nutrisi Jerami Padi Fermentasi pada Berbagai Penambahan Starter Physical and Nutrition Quality of Fermented Rice Straw in Various Starter Additions N. Suningsih, W. Ibrahim, O. Liandris, dan R. Yulianti," *J. Sain Peternak. Indonesia.*, vol. 14, no. 2, pp. 191–200, 2019.
- [4] M. Martawidjaja, "Pemanfaatan Jerami Padi sebagai Pengganti Rumput," *Wartazoa*, vol. 13, no. 3, pp. 119–127, 2003.
- [5] M. Suyitno, "Amoniasi Jerami Padi Kering Sebagai Pakan alternatif Ternak Sapi Pada Musim Kemarau di Kabupaten Gunungkidul," *Pelita*, vol. I, no. 2, pp. 29–35, 2006.
- [6] F. Ilham, M. Sayuti, T. Ananda, and E. Nugroho, "Potong Melalui Amoniasi Menggunakan Urea Di Desa Timbuolo Tengah Provinsi Gorontalo," *Jurnal. Pengabdian. Kepada. Masyarakat.*, vol. 24, no. 2, pp. 717–722, 2018.
- [7] M. Amin, S. D. Hasan, O. Yanuarianto, and M. Iqbal, "Penggunaan Jerami Padi Amoniasi Fermentasi (Amofer) Pada Sapi Bali (Using The Rice Straw Ammoniation Fermentation To Bali Cattle)," *J. Ilmu dan Teknoogi. Peternakan. Indonesia.*, vol. 4, no. 1, pp. 172–180, 2018.



KONSEP IPA TERAPAN DALAM BRIKET ARANG AKTIF SEBAGAI PENYARING KARBONMONOKSIDA

Isnani Juni Fitriyah^{1*}, Wulidah Ainur Rokhmah², Hesti Fajar Lestari³, Erly Agustina Neta⁴

Dosen Jurusan Pendidikan IPA, Progam Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Progam Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Progam Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang
Jurusan Pendidikan IPA, Progam Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang

*Email: isnani.fitriyah.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Polusi udara yang mengandung senyawa CO merupakan gas beracun yang terbentuk akibat pembakaran tidak sempurna dalam proses kerja motor. Adanya alat penyaring karbon monoksida pada knalpot ini berguna untuk mengurangi polutan karbon monoksida yang ditimbulkan dari kendaraan bermotor dengan menggunakan bahan batok kelapa yang ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai pengaruh penggunaan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot terhadap emisi gas buang sepeda motor berupa penurunan konsentrasi emisi gas buang CO yang dihasilkan sepeda motor. Langkah penelitian dilakukan dengan studi literatur yang mengambil dari beberapa jurnal nasional dan internasional. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kalor briket bahwa semakin banyak komposisi bahan yang memiliki kalor lebih tinggi maka nilai kalor campuran briket akan semakin tinggi. Nilai kalor briket sampel tidak memenuhi syarat untuk briket arang buatan Amerika, Inggris, dan Jepang namun diantaranya memenuhi syarat standar nasional Indonesia.

Kata kunci: *Penyerap (adsorben), briket arang tempurung kelapa, karbon monoksida*

PENDAHULUAN

Penyebab pencemaran udara di Indonesia adalah emisi gas buang kendaraan bermotor terutama di kota-kota besar. Menurut laporan lembaga pemantau kualitas udara, IQAir, menunjukkan Indonesia berada di urutan ke-9 sebagai negara dengan kualitas udara paling buruk sepanjang 2020. Konsentrasi tahunan rata-rata PM_{2,5} di Indonesia sebesar 40,7 per meter kubik udara. Kualitas udara tersebut termasuk dalam kategori tidak sehat bagi kelompok sensitif serta menyebabkan gangguan pernapasan.

Polusi udara dapat mengakibatkan berbagai masalah bagi kesehatan manusia maupun lingkungan, seperti adanya efek rumah kaca yang dihasilkan dari gas emisi kendaraan bermotor berupa gas karbon dioksida (CO₂). Efek rumah kaca ini dapat mengakibatkan terjadinya pemanasan global atau global warming. Selain itu, polusi udara yang menghasilkan gas karbon monoksida (CO) akan berdampak pada gangguan kesehatan manusia terutama pada sistem pernapasan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak polusi udara yaitu dengan meminimalisir gas emisi buang yang dihasilkan dari kendaraan bermotor. Adsorben yang dipasang di knalpot dapat digunakan untuk menyerap gas emisi buang pada kendaraan bermotor. Pemanfaatan batok kelapa menjadi arang aktif berfungsi sebagai adsorben emisi gas buang berupa karbon monoksida (CO) yang dikeluarkan melalui knalpot motor.

Batok kelapa sebagai karbon aktif didukung dengan produksi kelapa di Indonesia yang melimpah. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), Riau merupakan penghasil kelapa terbesar di Indonesia dengan produksinya yang mencapai 387,9 ribu ton pada tahun 2020. Kementerian Pertanian mengatakan bahwa estimasi luas perkebunan kelapa di Riau sebesar 418.270 hektare. Wilayah penghasil kelapa terbesar di Riau terletak di Kabupaten Indragiri Hilir. Penelitian yang dilakukan dengan studi literatur ini memiliki tujuan diantaranya yaitu :

- Mengetahui apakah campuran antara arang batok kelapa dan serbuk gergaji kayu sengon dapat digunakan sebagai penyaring gas emisi pada kendaraan bermotor.
- Mengetahui komposisi bahan arang batok kelapa yang efektif digunakan dalam penyaring gas emisi pada kendaraan bermotor.

- c. Mengetahui komposisi perekat yang efektif digunakan dalam penyaring gas emisi pada kendaraan bermotor.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur untuk mengumpulkan dari beberapa jurnal nasional dan internasional tentang penggunaan karbon aktif tempurung kelapa pada knalpot terhadap emisi gas buang sepeda motor berupa penurunan konsentrasi emisi gas buang CO yang dihasilkan sepeda motor.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut (Yulistina, 2001) umumnya kualitas briket arang ditentukan berdasarkan sifat fisik dan kimianya antara lain ditentukan oleh kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, kadar karbon terikat, kerapatan, keteguhan, tekan, dan nilai kalor. Sedangkan standar kualitas secara baku untuk briket arang Indonesia mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan juga mengacu pada sifat briket arang buatan Jepang, Inggris, dan USA seperti pada Tabel 1.

Sifat arang briket	Jepang	Inggris	Amerika	SNI
Kadar air (moisture content) %	06-08	3,6	6,2	8
Kadar zat menguap (volatile matter content) %	15-30	16,4	19-28	15
Kadar abu (ash content) %	003- 006	5,9	8,3	8
Kadar karbon terikat (fixed carbon content) %	60-80	75,3	60	77
Kerapatan (density) g/cm ³	1,0-1,2	0,46	1	-
Keteguhan tekan g/cm ²	60-65	12,7	62	-
Nilai Kalor (Calorific Value cal/g)	6000- 7000	7289	6230	5000

Sumber : (Anggoro dkk., 2017)

Hasil percobaan ini sendiri menunjukkan bahwa pencampuran arang serbuk gergaji kayu sengon dan tempurung kelapa memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kalor briket arang. Hal ini terlihat dimana nilai kalor paling tinggi didapat sebesar 5732 kal/gr. Nilai kalor terendah dihasilkan yaitu 4402 kal/gr. Tinggi rendahnya nilai kalor dipengaruhi oleh komposisi dari briket itu sendiri. Semakin tinggi komposisi tempurung kelapa maka nilai kalor akan semakin tinggi. Hal ini karena nilai kalor tunggal untuk tempurung kelapa lebih besar yaitu 5780 kal/gr dibanding kayu sengon yang hanya 4248 kal/gr. Komposisi di dalam campuran lebih banyak dibandingkan dengan perekat kanji, yang berarti bahwa kandungan karbon terikat di dalam briket semakin tinggi pula, sehingga sebagian gas CO yang melewati arang aktif yang terikat akan semakin tinggi dan menyebabkan penurunan kadar konsentrasi CO yang dikeluarkan oleh Knalpot.

Hasil ini bisa dibandingkan dengan nilai kalor briket buatan Jepang (6000 kal/gr -7000 kal/gr), Amerika (6230 kal/gr), Inggris (7289 kal/gr), dan Indonesia (5000 kal/gr). Merujuk kepada standar-standar ini maka diketahui bahwa nilai kalor briket arang serbuk gergaji kayu tidak memenuhi syarat untuk briket arang buatan Amerika, Inggris, dan Jepang. Walaupun demikian, briket ini memenuhi syarat untuk briket arang buatan Indonesia sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, yaitu untuk briket dengan komposisi nomor 1,2,3,5,6,7, dan 8.

Tabel 2. Hasil analisis nilai kalor masing-masing sampel

No Sampel	Komposisi Bahan Baku Kelapa (gr)	Komposisi Bahan Baku Serbuk Sengon (gr)	Konsentrasi Perekat (%)	Nilai Kalor (kal/gr)
1	2,56	2,44	2	5457
2	2,31	2,69	4,15	5263



3	3,45	1,55	3,17	5311
4	1	4	4,68	4402
5	4	1	5,45	5699
6	3,1	1,9	7	5298
7	2,31	2,69	4,15	4961
8	4	1	2	5732
9	2,05	2,95	6,08	4692
10	1	4	2	4638
11	1	4	7	4402

Sumber : (Anggoro dkk., 2017)

Pengujian nilai kalor yang telah dilakukan oleh (Anggoro et al., 2017) pada (Tabel 2) menunjukkan bahwa briket yang mempunyai nilai kalor paling tinggi adalah briket dengan komposisi perekat tepung kanji 2 % sebesar 5732 kalori/gram. Sedangkan nilai kalor yang paling rendah adalah briket dengan perekat 7% sebesar 4402. Hal ini sesuai dengan pendapat (Gandhi, 2009) bahwa hasil uji semakin banyak komposisi perekat, maka nilai kalor akan semakin rendah yang terjadi karena bahan perekat memiliki sifat sukar terbakar dan membawa lebih banyak air sehingga panas yang dihasilkan terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air dalam briket .

(Sudrajat, Soleh, 1994) berpendapat bahwa briket arang dengan tepung kanji sebagai bahan perekatnya akan sedikit menurunkan nilai kalornya bila dibandingkan dengan nilai kalor kayu dalam bentuk aslinya. Kelemahan perekat kanji atau tapioka mempunyai sifat tidak tahan terhadap kelembaban. Hal ini disebabkan tapioka mempunyai sifat dapat menyerap air dari udara. Kadar perekat dalam briket tidak boleh terlalu tinggi karena dapat mengakibatkan penurunan briket arang dalam mengikat karbon yang dikeluarkan knalpot dan akan sering menimbulkan banyak asap.

PENUTUP

Briket campuran ini memiliki potensi untuk mengikat gas emisi buang berupa gas karbon monoksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor. Semakin tinggi komposisi briket arang aktif maka nilai kalor akan semakin tinggi. Jika nilai kalor semakin tinggi, maka akan semakin baik proses penyaringan gas karbon monoksida yang dilakukan oleh briket arang, karena sebagian gas karbon monoksida yang melewati briket arang aktif yang terikat akan semakin tinggi dan menyebabkan penurunan kadar konsentrasi karbon monoksida yang dikeluarkan oleh knalpot. Namun, semakin tinggi komposisi perekat yang digunakan, maka akan menyebabkan kualitas briket arang semakin buruk. Hal tersebut dikarenakan perekat yang digunakan adalah tepung kanji yang memiliki daya serap air yang baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggoro, D. D., W, M. D. H., Fathoni, M. Z., Kimia, D. T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2017). *Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Sengon*. 38(2), 76–80.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2020. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia Tahun 2020*. Jakarta
- Gandhi, A. (2009). *Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Kelapa, B., Kertas, B., Buang, E. G., Studi, P., Sipil, T., Islam, U., & Ulama, N. (2017). *STUDI PENYARING EMISI PADA KNALPOT SEPEDA MOTOR DENGAN BRIKET ARANG BATOK KELAPA* Sena Mahendra 1 , Mochammad Qomaruddin 2 , Maria Yekiana Mulyahati 3 *ABSTRAK*. 17(2), 1–7.
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & Syafitri, R. (2015). *Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan*. *Jurnal Konversi*, 4(2), 16–21.



- Sudrajat, R., Soleh, S. (1994). Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Aktif. Bogor: Badan Peneliti dan Pengembangan Kehutanan Departemen Kehutanan
- Yulistina ND. (2001). Analisis Energi dan Biomassa dalam Proses Pembuatan Briket Arang. Skripsi. Bogor: Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.



RUMAH SEBAGAI LABORATORIUM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK DI ERA PANDEMI

Sri Endarwati 1^{*}

MTs Negeri 6 Malang

*Email : putrineendar2@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keterampilan proses sains hasil belajar siswa dan respon siswa terkait kegiatan praktikum yang dilaksanakan di rumah. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas 7A tahun pelajaran 2021 yang berjumlah 31 siswa. Indikator keterampilan proses sains yang diamati meliputi observasi, menginferensi, mengukur, kesimpulan, dan komunikasi. Data keterampilan proses sains diukur melalui lembar observasi pada saat praktikan mengirimkan foto/ video dan laporan kegiatan praktikum penyelidikan IPA dan pengukuran satuan baku dan tak baku. Data keterampilan proses sains yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan keterampilan proses sains siswa kelas 7A bervariasi dari kategori sangat baik yaitu observasi 87,50%, kategori baik mengukur 76,14% dan menginferensi 69,32 % dan kategori tidak baik yaitu menyimpulkan 40,91% serta komunikasi 62,50%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa kelas 7A belum menguasai keterampilan proses sains pada beberapa indikator. Analisis hasil penilaian belajar menunjukkan adanya kenaikan nilai hasil belajar setelah siswa melakukan kegiatan praktikum. Respon siswa terkait kegiatan praktikum yang telah dilakukan di rumah mayoritas adalah menyenangkan, mudah dilakukan, alat dan bahan mudah didapatkan, kegiatan praktikum yang dilakukan tergantung situasi dan kegiatan praktikum yang dilaksanakan di rumah membantu memahami materi pembelajaran.

Kata kunci: *Praktikum, Keterampilan proses sains, Pandemi covid, Hasil belajar*

PENDAHULUAN

Tahun pelajaran baru 2021/2022 disambut dengan SKB 4 menteri dan aturan PPKM darurat Jawa - Bali. Penyelenggaraan kegiatan belajar mengajar masih dilakukan secara daring atau *on line*. Kegiatan pembelajaran yang dilakukan secara daring telah berlangsung hampir 2 tahun sejak wabah covid 19 terjadi. Sebagai salah satu upaya untuk pencegahan penularan virus corona jenis baru atau covid-19 pemerintah memberlakukan kebijakan belajar di rumah, hal tersebut untuk mengurangi interaksi fisik. Kondisi ini mengajarkan kepada kita untuk melek IT dan berusaha untuk menemukan berbagai cara sistem pengajaran yang tepat dan efektif. Mendikbud berharap dengan pembelajaran daring atau jarak jauh ini siswa juga mendapatkan pengalaman baru dalam proses belajar (Fajar, 2020).

Proses pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) seharusnya menekankan pada pemberian pengalaman langsung kepada siswa sehingga siswa memperoleh pemahaman mendalam tentang alam sekitar dan prospek pengembangan lebih lanjut dapat menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari. Aspek sikap, proses, produk, dan aplikasi merupakan hal utama yang harus dilibatkan dalam pembelajaran IPA di sekolah sehingga siswa dapat mengalami proses pembelajaran secara utuh. Kegiatan pemecahan masalah, metode ilmiah, dan meniru kerja ilmunan dalam menemukan fakta baru diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami fenomena alam. Kecenderungan pembelajaran IPA saat ini, siswa hanya mempelajari IPA sebagai produk, menghafalkan konsep, teori dan hukum, serta berorientasi pada hafalan.

Strategi belajar dan metode yang digunakan guru merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kesuksesan seseorang belajar IPA. Seorang guru dalam proses pembelajaran tidak hanya dituntut untuk memiliki kemampuan dalam pengalaman teoretis tetapi juga harus memiliki kemampuan praktik. Kedua hal tersebut sangat penting karena seorang guru dalam pembelajaran tidak sekadar menyampaikan materi semata tetapi juga berupaya agar mata pelajaran yang sedang disampaikan menjadi menyenangkan, mudah dipahami, dan dapat membuat peserta didik lebih aktif dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, untuk mencapai tujuan tersebut, strategi, metode atau teknik pembelajaran yang tepat perlu diupayakan.

Metode praktikum merupakan salah satu alternatif untuk dapat mencapai tujuan tersebut. Pembelajaran praktikum memiliki peran dalam pengembangan keterampilan proses sains (Subiantoro, 2005). Pada kegiatan praktik sangat dimungkinkan mengembangkan keterampilan proses sains dan sikap ilmiah yang

ada dalam diri siswa. Usman dan Setiawati (2008) menyatakan bahwa keterampilan proses sains mampu mengembangkan kemampuan mengamati, mengklasifikasikan, menginterpretasi, meramalkan, menerapkan konsep, merencanakan penelitian, dan mengkomunikasikan. Keterampilan proses sains juga memberikan pengaruh positif terhadap (1) motivasi dan hasil belajar siswa, (2) ketuntasan hasil belajar siswa, baik keterampilan produk, proses, maupun kinerjanya, (3) pemahaman konsep siswa, (4) pengembangan konsep dan keterampilan dalam hidup bermasyarakat (Trianto, 2014).

Pada masa pandemi saat ini pemanfaatan laboratorium virtual menjadi salah satu pilihan yang digunakan sebagai sarana pembelajaran IPA agar siswa dapat memiliki pemahaman yang baik terkait dengan konsep yang dipelajari. Laboratorium virtual yang mengedepankan tayangan berupa simulasi memang dapat meningkatkan minat belajar peserta didik (Tuysuz, 2010), dapat memberi akses kepada peserta didik jarak jauh (Sony, 2014), dan ekonomis karena tidak memerlukan alat dan bahan praktikum. Menggantungkan penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran tidak akan memberikan pengalaman yang menyeluruh kepada siswa (*meaningfull*). Hal tersebut karena tidak semua materi dapat dipahami melalui laboratorium virtual. Selain itu jika hanya mengandalkan laboratorium virtual siswa akan kehilangan pengalaman keterampilan yang hanya dapat dilakukan melalui percobaan langsung, misalnya merangkai alat (2020). Siswa juga akan banyak kehilangan karakter atau sikap ilmiah yang biasanya melekat pada kegiatan praktikum misalnya ketelitian, tanggung jawab dan jujur.

Berdasarkan fenomena di atas maka penerapan pembelajaran berbasis praktikum yang dilaksanakan di rumah perlu dilakukan agar pembelajaran IPA bisa bermakna. Guru dapat mendesain lembar kerja yang simpel dan sederhana berbasis alat dan bahan yang secara umum berada di rumah atau bisa memodifikasi dari bahan yang tersedia di rumah. Kegiatan praktikum yang dilaksanakan di rumah dengan memanfaatkan bahan atau peralatan yang memang sudah tersedia. Harapannya ditengah pandemi corona ini kegiatan pembelajaran tetap dapat menyenangkan dan siswa memiliki kompetensi yang bermakna dan menyeluruh.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang menggambarkan kegiatan praktikum di rumah yang telah didesain oleh guru melalui lembar kerja yang sederhana dengan memanfaatkan alat dan bahan praktik yang ada di rumah. Pada penelitian ini sasarannya adalah peserta didik MTsN 6 Malang kelas 7A tahun pelajaran 2021/2022 yang berjumlah 31 siswa. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2021.

Tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Perencanaan lembar kerja praktikum yang didesain oleh guru
2. Pelaksanaan kegiatan praktikum yang dilakukan oleh siswa
3. Penilaian keterampilan proses
4. Penilaian hasil belajar
5. Pengisian kuisisioner kegiatan praktikum di rumah melalui *Google Form*

Perencanaan lembar kerja praktikum berupa lembar kerja (LK) yang simpel dan praktis dengan menggunakan alat dan bahan yang mudah didapat atau sudah ada di rumah. Pelaksanaan kegiatan praktikum dilaksanakan oleh siswa di rumah masing-masing secara mandiri. Penilaian keterampilan proses yang diamati dalam penelitian ini adalah observasi, mengukur, komunikasi, dan kesimpulan. Materi praktikum yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah obyek IPA dan pengamatannya. Kegiatan praktikum dilaksanakan sebanyak dua kali yaitu pada sub materi penyelidikan IPA dan pengukuran. Data yang diperoleh pada penguasaan keterampilan proses sains dicari persentasenya kemudian dinyatakan dalam beberapa kategori seperti pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Penguasaan Keterampilan Proses Sains Siswa

No	Rentang (%)	Kategori
1	25,00 – 43,75	Sangat tidak baik
2	43,76 – 62,50	Tidak Baik
3	62,51 – 81,25	baik
4	81,26 – 100,00	Sangat Baik

(Darmaji, 2018:348)

Penilaian hasil belajar kognitif siswa ditinjau berdasarkan nilai tes. Pada setiap kali kegiatan praktikum dilakukan dua kali tes yaitu tes awal (*pre test*) sebelum praktikum dan tes akhir (*pos test*) setelah praktikum. Ketercapaian nilai siswa secara individual di dasarkan pada nilai tes akhir siswa. Peningkatan hasil belajar aspek kognitif ditunjukkan dengan membandingkan hasil nilai *pre test* dan *pos test*.

Pengisian kuisioner terkait keterlaksanaan pembelajaran praktikum di rumah melalui *gogle form*. Aspek respon siswa terkait kegiatan praktikum meliputi kegiatan praktikum menyenangkan/ tidak, kemudahan untuk dilakukan, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, kegiatan praktikum yang dilakukan tergantung situasi dan kegiatan praktikum yang dilaksanakan di rumah membantu memahami materi pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Praktikum dan Lembar Kerja Praktikum

Lembar kerja praktikum yang digunakan dalam penelitian ini dibuat simpel dan sederhana. Lembar kerja terdiri dari alat dan bahan yang dibutuhkan dalam kegiatan praktikum, prosedur kerja, tabel hasil pengamatan dan soal terkait pemahaman materi. Diharapkan dengan LK yang simpel dan sederhana tersebut siswa lebih mudah dalam memahami dan menjalankan kegiatan praktikum. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Fetro Dola Syamsu (2017) yang menyatakan bahwa penuntun praktikum yang jelas dapat mempermudah peserta didik dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Lembar kerja praktikum dapat dilihat pada gambar 1.

KEGIATAN

Siapkan alat dan bahan

1. Kertas tisu atau buram
2. Gunting
3. Gelas
4. Air
5. spidol

Prosedur Kerja:

1. Potong kertas dengan ukuran 5 x 10 cm
2. Beri garis dengan pensil 2 cm dari bagian bawah
3. Totolkan spidol hitam pada kertas ditempat yang ada garisnya.
4. Masukkan kertas yang sudah bertotol kedalam air (tinggi air dibawah garis yang ada totolannya). Lihat gambar!

4. Amati, dan tuliskan hasil pengamatanmu pada buku kalian
5. Presentasikan hasil kegiatan kalian dengan menggunakan pesan suara dan kirim melalui WA (pesan suara diberi keterangan nama dan no. Absen)

Kegiatan praktik di foto/ dividio dan dikirim ke (WA).

Guru Pengajar : Sri Endarwati

Lengkapi tabel di bawah ini berdasarkan hasil percobaan yang telah kalian lakukan!

No	Langkah Penyelidikan	Hasil
1	Pengamatan	
2	Inferensi	
3	Komunikasi	

Buat tabel seperti diatas pada buku kalian, kirimkan kegiatan jawaban tugas pada WA

Gambar 1. Lembar Kerja Praktikum Penyelidikan IPA

Pada penelitian ini kegiatan praktikum yang dilaksanakan di rumah memilih materi yang mudah untuk dilakukan secara mandiri begitu pula dengan alat dan bahan yang digunakan dapat diperoleh dengan mudah/ atau sudah tersedia di rumah. Pemilihan kegiatan praktikum yang sesuai dengan alat dan bahan yang ada di rumah membuat peserta didik lebih kreatif dan mandiri (Hendriyani & Novi, 2020). Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa 15 siswa mengikuti kegiatan praktikum secara lengkap, 7 siswa mengikuti 1 kegiatan praktikum dan 9 siswa tidak melaksanakan kegiatan praktikum. Rincian data siswa yang melaksanakan ataupun yang tidak melaksanakan kegiatan praktikum dapat dilihat dari Tabel 2.

Tabel 2. Data Siswa yang Mengikuti dan Tidak Kegiatan Praktikum

Jumlah Siswa	Persentase (%)	Keterangan
15	48	Mengikuti kegiatan Praktikum
7	23	Satu kali mengikuti kegiatan praktikum
9	29	Tidak mengikuti kegiatan praktikum

Siswa yang tidak melaksanakan kegiatan praktikum, sebagian besar adalah siswa pondok. Para siswa tersebut menyatakan bahwa mereka kesulitan meluangkan waktu dalam melaksanakan kegiatan praktikum karena keterbatasan waktu pembelajaran daring yang mereka miliki. Siswa pondok diizinkan mengikuti kegiatan pembelajaran daring mulai pukul 07.00 sampai dengan menjelang sholat dhuhur. Sementara jam pembelajaran daring mereka rata-rata sampai dengan pukul 11.05. Siswa yang hanya melakukan satu kegiatan praktikum hal tersebut dikarenakan kemandirian belajar yang masih kurang dan manajemen waktu dalam pengaturan tugas yang belum maksimal. Rusdiana dan Nugroho (2020) juga menyatakan bahwa kemandirian siswa memang berperan dalam terciptanya keberhasilan pembelajaran daring.

Untuk siswa yang tidak dapat memenuhi tugas praktikum tepat waktu, menjadi catatan bagi guru untuk selalu mengingatkan siswa tersebut dan memberikan jangka waktu yang lebih panjang dalam pengumpulannya. Koordinasi antara wali kelas, guru BK dan orang tua juga menjadi salah satu alternatif agar siswa dapat memenuhi tugas yang diberikan.

Penilaian Keterampilan Proses

Hasil observasi 5 indikator keterampilan proses sains pada materi penyelidikan IPA dan pengukuran ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas 7A

Keterampilan Proses Sains	Rata-rata penilaian KPS (%)	Kategori
Observasi	87,50	Sangat Baik
Mengukur	76,14	Baik
Menginferensi	69,32	Baik
Menyimpulkan	40,91	Tidak baik
Mengkomunikasikan	62,50	Tidak baik

Deskripsi hasil keterampilan proses sains siswa kelas 7A MTs Negeri 6 Malang pada Tabel 3 dapat diketahui memiliki keterampilan proses sains observasi yang sangat baik. Ketercapaian indikator observasi sebesar 87,50% dari 22 siswa yang melaksanakan kegiatan praktikum. Hal tersebut didasarkan dari indikator observasi pada materi penyelidikan IPA dan pengukuran. Para siswa memiliki kemampuan dalam menggunakan satu atau lebih indera untuk mengumpulkan informasi tentang objek atau peristiwa yang diamati dan dapat mencocokkan objek pengamatan dengan deskripsi melalui penjelasan yang telah diberikan. Para siswa tersebut melakukan pengamatan untuk menemukan fakta terkait materi praktikum yang dilaksanakan. Contoh kegiatan pembelajaran observasi adalah siswa mengamati perambatan warna spidol pada kertas yang dicelupkan dalam air, siswa mengamati pengukuran waktu, pengukuran panjang dan pengukuran volum. Hal tersebut dapat juga diketahui dari kemampuan siswa dalam menuliskan deskripsi dari hasil pengamatan. Para siswa memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi karakteristik objek (bentuk, warna, ukuran). Siswa juga memiliki kemampuan untuk mendeskripsikan peruraian warna hitam saat terkena pelarut, mampu menentukan hasil pengukuran volume dan panjang suatu obyek. Selain dari hasil deskripsi pengamatan, hal tersebut juga diketahui dari kemampuan mereka dalam menjawab pertanyaan. Sejalan dengan pendapat Sahnaz, Harlita, dan Ramli (2018) yang menyatakan bahwa “ *Observing skills in identifying differences and similarities in an object*”. Proses pengamatan bermanfaat untuk pemenuhan rasa ingin tahu. Penguasaan keterampilan observasi memberikan dampak yang baik bagi siswa, karena dapat membantu menghubungkan pengalaman langsung dengan teori yang siswa ketahui (Dari dan Nasih, 2020).

Ketercapaian indikator keterampilan proses mengukur 76,14% dan menginferensi 69,32% dari 22 siswa telah tergolong dalam kategori baik. Indikator pengukuran dalam percobaan IPA dapat dilihat ketika siswa mampu mengukur panjang, menentukan volume benda, menentukan waktu dengan satuan yang tepat dan pemilihan alat ukur yang benar. Contoh kegiatan mengukur adalah ketika siswa melakukan pengukuran meja dengan menggunakan alat ukur penggaris, mengukur volume batu dengan menggunakan gelas ukur dan menghitung waktu tempuh ketika berjalan dalam rumah dengan menggunakan *stopwatch*.

Menginferensi merupakan keterampilan membuat kesimpulan sementara berdasarkan informasi yang dimiliki sampai suatu waktu tertentu, dan bukan merupakan kesimpulan akhir. Kemampuan siswa dalam menghubungkan hasil pengamatan dan pengetahuan yang mereka miliki dalam penelitian ini kategori baik. Siswa mampu mengembangkan data hasil pengamatan dan menghubungkannya dengan pengetahuan yang

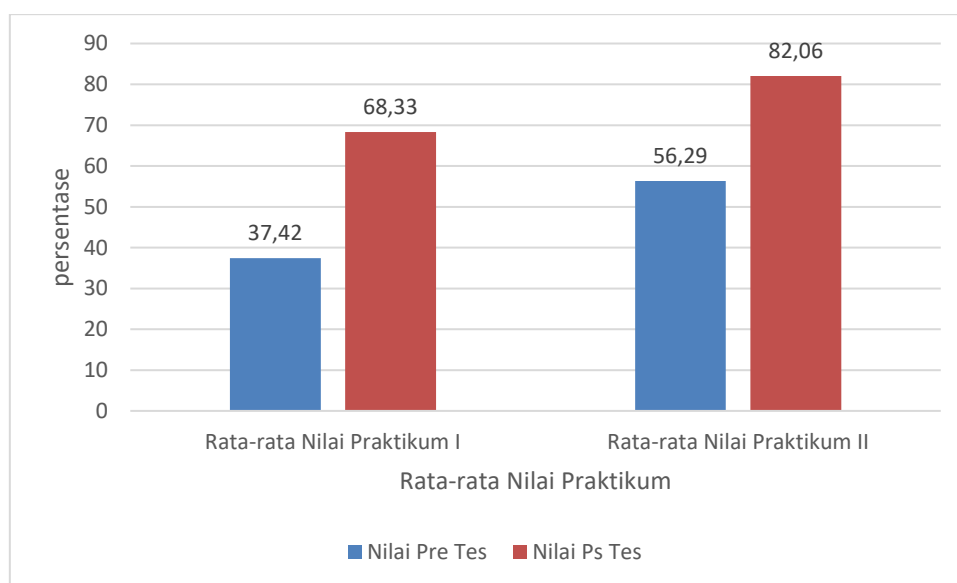
mereka miliki. Bahkan ada siswa yang juga memiliki kemampuan memprediksi hasil percobaan yang mereka lakukan. Kemampuan menginferensi juga dapat diketahui dari jawaban pertanyaan pada lembar kerja. Kegiatan siswa yang menunjukkan kemampuan mereka dalam menginferensi adalah deskripsi yang mereka tuliskan pada saat pengamatan warna pada spidol. Sebagian siswa menyatakan perambatan warna spidol disebabkan karena peristiwa kapilaritas. Pada percobaan pengukuran siswa hampir semua siswa menyatakan bahwa pengukuran menggunakan satuan tidak baku akan menghasilkan hasil pengukuran yang berbeda.

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa dua indikator keterampilan sains yang lain yaitu menyimpulkan dan komunikasi masuk dalam kategori tidak baik. Rendahnya keterampilan proses sains menyimpulkan karena sebagian besar siswa merasa bingung apa yang harus dituliskan dalam kesimpulan. Kecenderungannya siswa menuliskan kesimpulan sama dengan deskripsi hasil pengamatan. Siswa masih belum memiliki keterampilan yang cukup dalam mengenali pola dan asosiasi data (Rahayu dan Anggraeni, 2017). Data yang diperoleh dari hasil pengamatan seringkali memberikan pola. Pola dari data tersebut dapat ditafsirkan lebih lanjut menjadi penjelasan yang logis. Kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan dalam melatih keterampilan siswa menyimpulkan adalah siswa melakukan kegiatan praktikum pengukuran dengan menggunakan berbagai satuan pengukuran dan membandingkan hasil pengukuran yang telah dilakukan dengan pengukuran yang dilakukan oleh orang lain atau rekan praktikum. Setelah siswa melakukan pengukuran dan membandingkan data hasil pengukuran siswa menemukan pola pada data yang diperoleh, sehingga dapat menyimpulkan mengenai jenis satuan baku dan tak baku yang digunakan dalam kegiatan pengukuran.

Keterampilan komunikasi yang dilatihkan dalam penelitian ini adalah kemampuan siswa dalam menyampaikan hasil penelitiannya melalui presentasi. Media presentasi yang digunakan dalam penelitian ini melalui *voice not* (vn) pada WhatsApp. Hasil rata-rata kemampuan komunikasi siswa sesuai dengan Tabel 3 yaitu 62,50% dengan kategori tidak baik. Rata-rata siswa ketika presentasi hanya menyampaikan hasil observasi saja atau menjelaskan kembali prosedur praktikum yang telah dilaksanakan. Para siswa masih belum mengkaitkan antara hasil observasi dengan pemahaman konsep atau prinsip materi pembelajaran yang diketahui. Pada presentasi kebanyakan siswa tidak menyampaikan kesimpulan dari hasil kegiatan praktikumnya.

Penilaian Hasil Belajar

Hasil belajar kognitif diperoleh dari rata-rata nilai *pre test* dan *post tes*. Hasil analisis menunjukkan terdapat peningkatan pada nilai dari *pre test* ke *pos test* pada sub materi penyelidikan IPA dan pengukuran. Grafik peningkatan nilai *pre test* dan *post tes* dapat dilihat pada Gambar 2 yang menjelaskan peningkatan hasil belajar kognitif siswa.

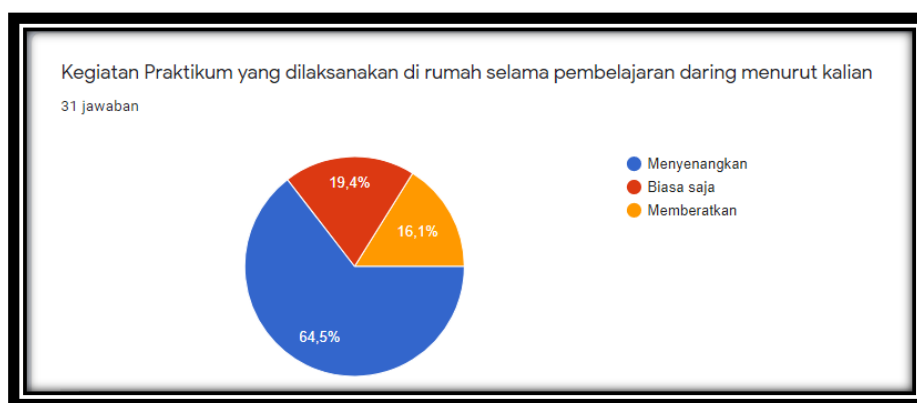


Gambar 2. Rata-rata Nilai Pos Tes dan Pre Tes Praktikum I dan II

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan hasil belajar kognitif pada nilai *pre test* dan *post test* kegiatan praktikum I dan II. Pada kegiatan praktikum I diketahui rata-rata nilai *pre test* siswa adalah 37,42 dan nilai *post tes* 68,33. Nilai *pre test* kegiatan praktikum II rata-rata sebesar 56,29 dan nilai *pos test* naik menjadi 82,06. Terjadi kenaikan nilai rata-rata sebesar 30,91 persen pada kegiatan praktikum 1 dan 25,77% pada kegiatan praktikum II.

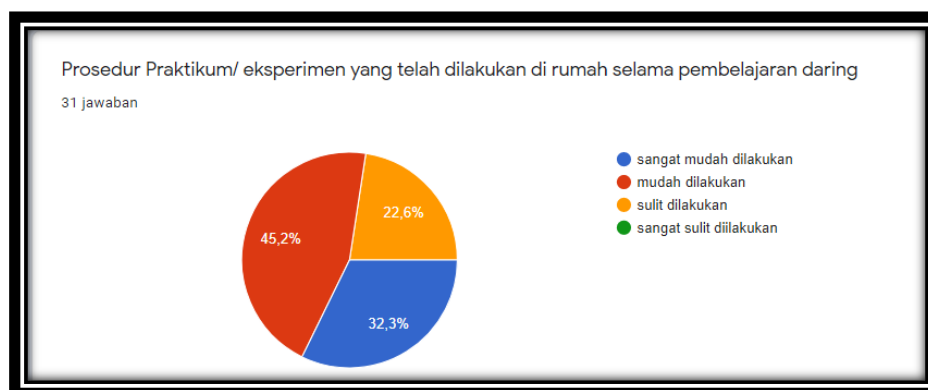
Kuisisioner Keterlaksanaan Kegiatan Praktikum

Hasil studi eksplorasi keterlaksanaan kegiatan praktikum di rumah yang telah dilakukan siswa kelas 7A pada saat pandemi covid 19 secara umum menyenangkan. Hal tersebut dapat diketahui pada gambar 2, sebanyak 64,5% menyatakan bahwa pembelajaran praktikum di rumah menyenangkan, 19,4% biasa saja dan 16,1 % memberatkan. Kegiatan pembelajaran praktikum yang dilakukan di rumah semasa pandemi dapat mengurangi tingkat kebosanan siswa yang setiap harinya dihadapkan pada HP dan laptop ketika pembelajaran daring.



Gambar 3. Pendapat Siswa Terkait Keterlaksanaan Kegiatan Praktikum di Rumah

Mayoritas responden menyatakan bahwa prosedur praktikum pada sub materi penyelidikan IPA dan pengukuran mudah dilakukan. Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui 45,2% siswa menyatakan bahwa prosedur praktikumnya mudah dilakukan, 32,3% sangat mudah dilakukan dan 22,6% sulit dilakukan. Kemudahan prosedur praktikum dilakukan pada kedua materi tersebut karena kedua materi tersebut merupakan materi yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari terutama pada materi pengukuran. sehingga siswa mudah dalam memahami prosedur praktikumnya.



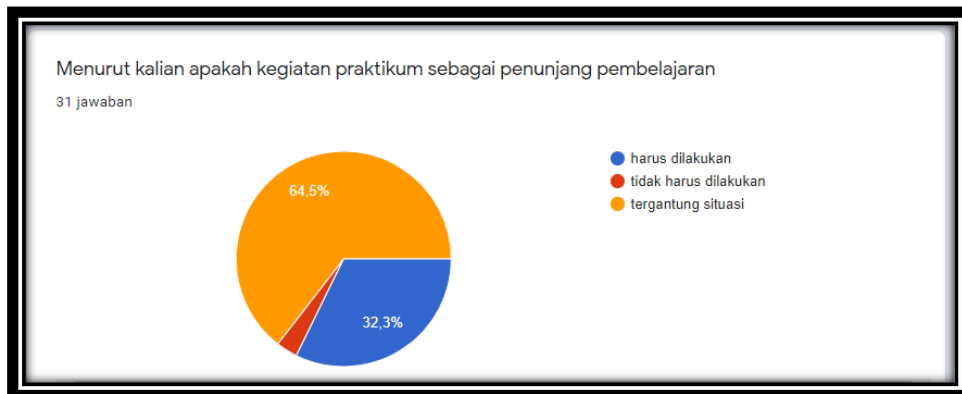
Gambar 4. Prosedur Pelaksanaan Praktikum

Berdasarkan dari hasil studi eksplorasi sebagian besar responden yaitu sekitar 83,9% menyatakan mudah untuk mendapatkan alat dan bahan praktikum pada materi pengukuran dan penyelidikan IPA. Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam kedua praktikum tersebut merupakan alat dan bahan yang biasa kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pada peralatan tertentu semisal gelas ukur kita bisa membuatnya sendiri dari gelas yang ada di rumah dan memberikan nilai pengukuran menggunakan taksiran volume yang sudah tersedia.



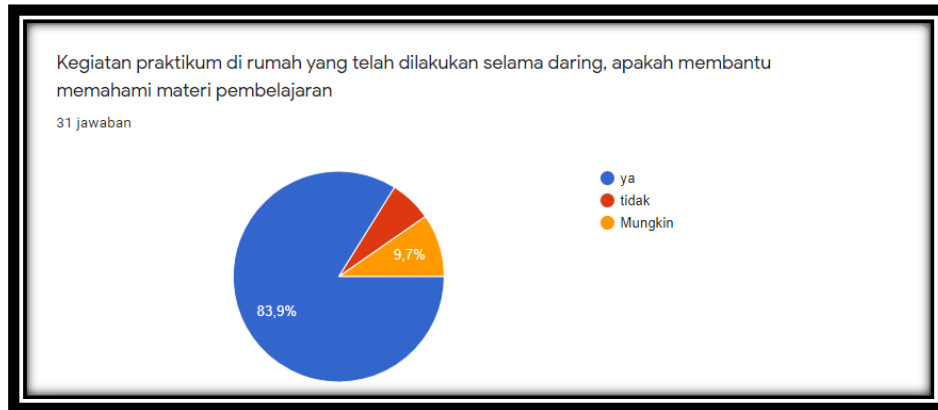
Gambar 5. Ketersediaan Alat dan Bahan Praktikum

Berdasarkan respon siswa terkait pelaksanaan kegiatan praktikum diketahui 32,3% menyatakan kegiatan praktikum harus dilakukan dan 64,5% tergantung situasi dan 3,2% tidak harus dilakukan. Pada saat pandemi covid saat ini kegiatan praktikum memang sulit dilakukan, sehingga mayoritas responden menyatakan bahwa untuk melaksanakan kegiatan praktikum tergantung situasi. Salah satu bentuk alternatif agar kegiatan praktikum dapat dilaksanakan adalah praktikum percobaan dengan alat dan bahan yang sederhana, bentuk praktikum menggunakan aplikasi online seperti Phet Colorado. Sholikah, dkk. menyatakan kegiatan praktikum yang paling diminati yang telah dilaksanakan mahasiswa selama daring yaitu eksperimen dengan menggunakan alat dan bahan sederhana yang dapat dengan mudah dilaksanakan, namun tidak mengurangi esensi dari tujuan praktikum



Gambar 6. Kegiatan Praktikum Penunjang Pembelajaran

Respon siswa sebanyak 83,9% menunjukkan bahwa kegiatan praktikum membantu memahami materi pembelajaran. Pada kegiatan praktikum siswa dapat mengembangkan keterampilan psikomotorik, kognitif, dan juga afektif. Praktikum merupakan salah satu sarana terbaik untuk mengembangkan keterampilan proses sains dan sekaligus pengembangan sikap ilmiah yang mendukung proses perolehan pengetahuan (produk keilmuan) dalam diri siswa (Daniah, D. 2020). Hal tersebut sejalan dengan Rizkiana (2019) yang menyatakan bahwa kegiatan praktikum sebagai sarana untuk memaksimalkan hasil belajar dan pemahaman konsep.



Gambar 7. Kegiatan Praktikum Membantu Memahami Materi Pembelajaran

PENUTUP

Kegiatan Praktikum yang dilaksanakan di rumah berpengaruh pada keterampilan proses sains pada mata pelajaran IPA. Keterampilan proses sains observasi pada kategori sangat baik, mengukur dan menginferensi kategori baik sedangkan menyimpulkan dan mengomunikasikan kategori tidak baik. Kegiatan praktikum dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Darmaji, Kurniawan, D. A., Parasdila, H., Irdianti. 2018. *Deskripsi Keterampilan Proses Sains Mahasiswa pada Materi Termodinamika*. Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika. 6 (3), 345-353.
- Daniah, D. 2020. *Pentingnya Inkuiri Ilmiah Pada Praktikum Dalam Pembelajaran IPA untuk Peningkatan Literasi Sains Mahasiswa*. Pionir: Jurnal Pendidikan (9) 1
- Fajar, T. 2020, March 25. Arti belajar di rumah di tengah wabah virus corona. *Okezone News*. Retrieved from <https://news.okezone.com/read/2020/03/25/65/2188872/arti-belajar-di-rumah-di-tengah-wabah-virus-corona>
- Hendriyani, M. E., & Novi, R. (2020). *Laporan Praktikum Mandiri Dalam Bentuk Video Presentasi Untuk Mengembangkan Kreativitas Dan Komunikasi Lisan Di Masa Pandemi Covid-19*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 3(1), 328–339.
- Masita, S. I., Donuata, P. B., Ete, A. A., & Rusdin, M. E. 2020. *Penggunaan Phet Simulation dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik*. Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika, 5(2), 136-141.
- Rizkiana, F. 2019. *Studi Komparasi Keterampilan Proses Sains Melalui Praktikum Dan Demonstrasi Berbasis Inkuiri Terbimbing*. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*. Vol. 10 No. 1 (84-92)
- Rusdiana, E., & Nugroho, A. (2020). *Respon pada Pembelajaran Daring bagi Mahasiswa Mata Kuliah Pengantar Hukum Indonesia*. 31(1), 1–12.
- Soni, S., & Katkar, M. 2014. *Survey Paper on Virtual Lab for E-Learner*. International Journal of Application or Innovation in Engineering and Management, 3(1), 108-110.
- Subiantoro, A.W. 2005. *Pentingnya Praktikum dalam Pembelajaran IPA. Makalah disampaikan pada Kegiatan PPM "Pelatihan Pengembangan Praktikum IPA Berbasis Lingkungan"*. Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UNY. Yogyakarta.



Syamsu, F. D. (2017). *Pengembangan Penuntun Praktikum Ipa Berbasis Inkuiri Terbimbing Untuk Siswa SMP Siswa Kelas VII Semester Genap. BIONatural*, 4(2), 13–27.

Tuysuz, C. (2010). *The Effect of Virtual Laboratory on Students Achievement and Attitude in Chemistry. International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37-53.



KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI BATERAI SKUTER ELEKTRIK LUMAKSANA

Isnani Juni Fitriyah¹, Anas Tasia Ory Zasativa², Brilliana Ghorbiy³, Cherry Salmaliana Lucky⁴

^{1, 2, 3, 4}Jurusan Pendidikan IPA

Universitas Negeri Malang

Email: isnani.juni.fmipa@um.ac.id

Abstrak

Tenaga surya yang merupakan hasil pemanfaatan panas matahari ini memang telah banyak digunakan sebagai sumber energi bagi bermacam alat atau produk teknologi. Salah satunya adalah alat transportasi skuter yang menggunakan panas matahari sebagai penggerakannya. Penggunaannya yang ramah lingkungan dan tentunya tidak terbatas menjadi salah satu alasan digunakan dan dikembangkannya sumber energi matahari ini. Metode penelitian yang digunakan yaitu studi literatur dimana penulis mengumpulkan pustaka data, membaca dan mengolah data yang berkaitan dengan permasalahan dan tujuan dari penelitian. Data penelitian bersumber dari beberapa jurnal atau buku terkait penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep IPA terapan pada skuter tenaga surya yang meliputi pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi baterai skuter, komponen yang diperlukan, serta daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan skuter. Penelitian mengenai rancangan model skuter tenaga surya ini mendapatkan hasil bahwa dalam pembuatan skuter bersumber energi tenaga surya ini membutuhkan beberapa komponen listrik, motor listrik, panel surya, dan baterai. Serta dalam pembuatannya membutuhkan perhitungan dan kalkulasi yang tepat sehingga penggunaannya dapat maksimal.

Kata kunci: tenaga surya, teknologi, komponen listrik.

PENDAHULUAN

Energi surya adalah energi alternatif yang ramah lingkungan serta sumber daya energinya melimpah atau tidak akan habis. Sel surya ialah salah satu perangkat yang dapat mengubah energi panas matahari menjadi energi listrik. Melimpahnya sinar matahari di daerah tropis terutama Indonesia membuat sel surya menjadi alternatif sumber energi masa depan yang tepat dan menjanjikan. Penggunaannya yang menggunakan panel surya di mana tidak membutuhkan bahan bakar apapun untuk menggerakkan alat tersebut juga menjadikannya ramah lingkungan. Di mana proses yang terjadi yaitu perubahan energi panas dari matahari yang lalu akan dikonversi hingga menjadi energi listrik untuk menggerakkan mesin-mesin.

Pemanfaatan panas surya sebagai sumber energi ini juga sangat cocok dengan wilayah yang mendapatkan sinar matahari yang mendukung. Di mana di Indonesia sendiri lama siang dan malam seimbang sehingga rata-rata lamanya terdapat sinar matahari yaitu 12 jam per-hari jika tidak terhalang mendung dan lainnya.

Sebagai mahasiswa yang setiap hari pergi ke kampus dengan berjalan kaki, ide pembuatan alat transportasi sederhana akan berguna bagi mahasiswa pejalan kaki. Dimana alat yang digunakan adalah skuter yang bertenaga surya. Mahasiswa tidak perlu mendorong untuk menggerakkan skuter ataupun mengisi ulang bahan bakar skuter mesin. Penggunaan panas matahari sebagai bahan penggerak skuter adalah solusi untuk permasalahan tersebut.

Proses perancangan skuter bertenaga surya sendiri diawali dengan pencarian daya yang dibutuhkan oleh skuter dan daya solar dari sel. Selain itu juga merangkai controller surya dan merangkai baterai untuk mempercepat proses pengisian panel surya. Data-data yang diperlukan untuk merancang skuter tenaga surya meliputi durasi waktu yang dibutuhkan untuk pengisian baterai menggunakan panel surya, kecepatan skuter, jarak yang ditempuh, serta berapa besar daya yang dibutuhkan motor atau mesin untuk menggerakkan skuter. Dengan adanya berbagai komponen pembuatan skuter serta perhitungan yang baik maka juga akan menghasilkan produk yang baik dan maksimal pula.

METODE ILMIAH

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur yang merupakan bentuk penelitian yang dilakukan dengan menghimpun data-data terkait konsep IPA terapan dalam bidang transportasi khususnya pembahasan pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi baterai skuter elektrik Lumaksana. Data-data yang dihimpun, melalui penelusuran buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan penelitian sebagai referensi yang diambil dari *Google scholar*, dan beberapa situs yang mendukung konsep IPA terapan dalam bidang transportasi khususnya pembahasan pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi baterai skuter elektrik Lumaksana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

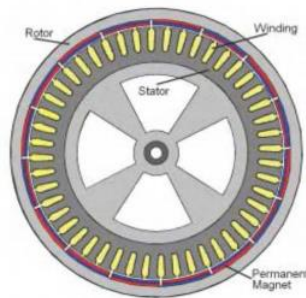
Menurut Nainggolan (2016) komponen dan perhitungan dalam rancangan skuter tenaga tenaga surya dapat diuraikan sebagai berikut.

A. MOTOR LISTRIK BLDC

Motor listrik BLDC merupakan jenis motor listrik sinkronus. Motor ini berupa mesin yang terdiri atas rotor atau magnet permanen yang kutubnya tetap, serta stator atau berupa kawat sehingga kutub magnetnya nanti dapat diubah tergantung polaritas arus dari belitan stator yang diatur.

Beberapa alat kendaraan listrik serta industri lainnya banyak yang menggunakan motor ini. Beberapa alasannya yaitu karena alat ini karakteristiknya sama dengan motor DC, lalu biaya perawatannya murah dan praktis, serta kecepatan yang dihasilkan bahkan lebih baik daripada torsi, serta respon dinamisnya lebih besar.

Motor Brushless DC (BLDC) merupakan salah satu pilihan yang ideal untuk alat atau aplikasi yang memerlukan keandalan, efisiensi, dan rasio power-volume yang tinggi (Singh and Pandey 2013).



Gambar 1. Struktur Motor BLDC (Nadolski et al. 2012)

B. Mencari Daya yang Dibutuhkan

Proses merancang skuter tenaga surya dapat dimulai dari mencari daya yang dibutuhkan agar skuter dapat bergerak. Caranya adalah dengan menghitung massa sistem dan menentukan torsi minimal dengan menggunakan pendekatan gaya angkat ke atas (F_a) dan momen gaya (F_r). Berikut adalah persamaan matematisnya:

a. Menghitung Massa Sistem

$$m_{skuter} = m_{motor\ BLDC} + m_{panel} + m_{baterai} + m_{mahasiswa}$$

b. Tarikan aerodinamik (F_a)

$$F_a = \frac{1}{2} \rho A C_d (v_1 + v_2)^2$$

Keterangan:

F_a = aerodinamik (N)

ρ = massa jenis udara (kg/m^3) = 1,202 kg/m^3

A = luas permukaan (m^2) = 1,2 : 3,2 m^2

C_d = koefisien tarikan = 1,1

v_1 = kecepatan skuter (m/s)

v_2 = kecepatan angin (m/s)

c. Hambatan Gaya Gesek (F_r)

$$F_r = \mu N = \mu(m \cdot g)$$

Keterangan:

F_r = hambatan gaya gesek (N)

μ = koefisien hambatan gaya gesek = 0,015 : 0,02

N = berat skuter (N)

m = massa skuter (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

d. Gaya Total (F_{tot})

$$F_{tot} = F_a + F_r$$

e. Torsi Minimal untuk Menggerakkan Skuter

$$\tau = F_{tot} \times R_{roda}$$

Keterangan:

$\tau = torsi\ minimal\ (Nm)$

$R_{roda} = jari - jari\ roda\ skuter\ (m)$

C. Controller Motor BLDC

Controller atau pengontrol motor BLDC ini menjadi bagian yang sangat penting karena motor BLDC tadi untuk mengatur besar kecilnya arus yang mengalir ke mesin, sehingga putaran motor yang didapatkan nanti akan sesuai dan akurat (Purwadi, 2013).

Kontroler ini akan secara berlanjut menghitung nilai atas kesalahan sebagai beda antara setpoint yang diinginkan dengan variabel yang akan diukur. Serta nanti akan meminimalisir kesalahan pada penyetyelan variabel kontrol.



Gambar 2. Controller Motor BLDC (Bitar, Sandouk, and Jabi 2015)

Hubungan terkait putaran motor yang diatur oleh kontroler dengan kecepatan skuter dapat dituliskan dengan persamaan berikut ini:

a. Kecepatan Maksimum yang Dapat Dicapai Skuter

$$P_{motor} = \tau \times \omega$$

$$v_{maks} = \omega \times R_{roda}$$

Keterangan:

$P_{motor} = daya\ motor\ (W)$

$\omega = kecepatan\ sudut\ (rad/s)$

$v_{maks} = kecepatan\ translasi\ maksimum\ (m/s)$

b. Jarak Tempuh

$$s = v \cdot t$$

Keterangan: KON

$s = jarak\ tempuh\ skuter\ (m)$

$v = kecepatan\ skuter\ (m/s)$ $t = waktu\ tempuh\ skuter\ (s)$

D. Sel Surya

Panel sel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel surya. Yang kemudian digabungkan menjadi bentuk hubungan seri maupun paralel yang dapat disesuaikan dengan ukuran dan kapasitas yang diperlukan. Modul sel surya ini nanti akan menghasilkan energi listrik yang proporsional atau sesuai dengan luas permukaan panel (yang digunakan) yang terkena sinar matahari (Sunaryo, 2014). Jenis sel surya yang akan digunakan pada skuter adalah *Polycrystalline* sebagai sumber pengisi baterai.



Gambar 3. Panel Surya (Nainggolan et al. 2016)

Durasi waktu yang diperlukan panel surya agar dapat mengisi baterai sampai penuh dapat dituliskan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$t_{panel} = \frac{P_{baterai}}{P_{panel}}$$

E. Controller Surya

Solar charge controller berfungsi untuk mengatur arus listrik dari panel sel surya yang masuk ke baterai. Sehingga dengan adanya *solar charge controller* kita bisa menghindari terjadinya *overcharging* dan *overvoltage*. Selain itu, *solar charge controller* juga dapat mengontrol temperatur baterai agar tidak sampai terlalu panas (Sunaryo, 2014). Teknologi yang diterapkan pada *solar charge controller* adalah *Pulse Width Modulation (PWM)* yang berfungsi untuk mengatur lalu lintas pengisian baterai meliputi arus yang dibebaskan atau diambil dari baterai menuju beban.



Gambar 4. *Solar charge controller* (Sadad and Iswanto 2011)

F. Baterai

Baterai berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi listrik yang diperoleh dari panel sel surya. Energi listrik tersebut kemudian disalurkan dari baterai ke beban. Ketika tidak ada cahaya matahari, maka baterai berperan sebagai penyedia daya yang kemudian disalurkan ke beban dan baterai juga harus bisa meratakan perubahan energi yang terjadi pada beban (Naingolan et al. 2016).



Gambar 5. Baterai (Purwadi, Dozeno, and Heryana 2013)

Penentuan daya baterai merupakan perkalian tegangan dengan arus, persamaan matematisnya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P_{baterai} = V \cdot I$$

Keterangan:

$P_{baterai}$ = daya baterai (W)

V = tegangan (V)

I = kuat arus (A)

G. Hasil Perhitungan Rancang Bangun Skuter

Hasil Perhitungan Rancangan Skuter

massa sistem = $m_{skuter} = 94 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \text{tarikan aerodinamik } (F_a) &= \frac{1}{2} \rho A C_d (v_1 + v_2)^2 \\ &= \frac{1}{2} (1,202 \text{ kg/m}^3) (3,84 \text{ m}^2) (1,1) (5,556 \text{ m/s} - 3,532 \text{ m/s})^2 \\ &= 2,539 (4,097 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2) \\ &= 10,402 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{hambatan gaya gesek } (F_r) &= \mu(m \cdot g) \\ &= 0,02 (94 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2) \\ &= 18,424 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{total gaya } (F_{total}) &= F_a + F_r \\ &= 10,402 \text{ N} + 18,424 \text{ N} \\ &= 28,826 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{torsi min. untuk menggerakkan skuter } (\tau) &= F_{tot} \times R_{roda} \\ &= 28,826 \text{ N} \times 0,32 \text{ m} \\ &= 9,224 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan Rancangan Panel Surya

Durasi yang diperlukan panel sel surya untuk mengisi baterai hingga penuh apabila baterai dalam kondisi kosong yaitu:

$$t_{panel} = 145 \text{ menit} = 2 \text{ jam } 25 \text{ menit}$$

Penentuan Daya Baterai

$$P_{baterai} = 468 \text{ Wh}$$

Kecepatan Maksimum Skuter

$$\omega = 26,26 \text{ rad/s}$$
$$v_{maks} = 8,666 \text{ m/s} = 31,197 \text{ km/jam}$$

Waktu Tempuh

Waktu tempuh efektif skuter besarnya diasumsikan $5,556 \text{ m/s}$ atau setara dengan 20 km/jam . Di mana nilai ω sebesar $16,836 \text{ rad/s}$. Maka daya yang dipakai untuk menggerakkan skuter dengan kecepatan $5,556 \text{ m/s}$ adalah $P_{motor} = 160,2778 \text{ Watt}$

Waktu tempuh skuter apabila kecepatan skuter $5,556 \text{ m/s}$ dan daya yang dibutuhkan skuter sebesar $160,2778 \text{ Watt}$ adalah

$$t = 2021,478 \text{ detik}$$

Jarak Tempuh

Dengan rata-rata kecepatan $5,556 \text{ m/s}$, maka jarak yang dapat ditempu oleh skuter adalah

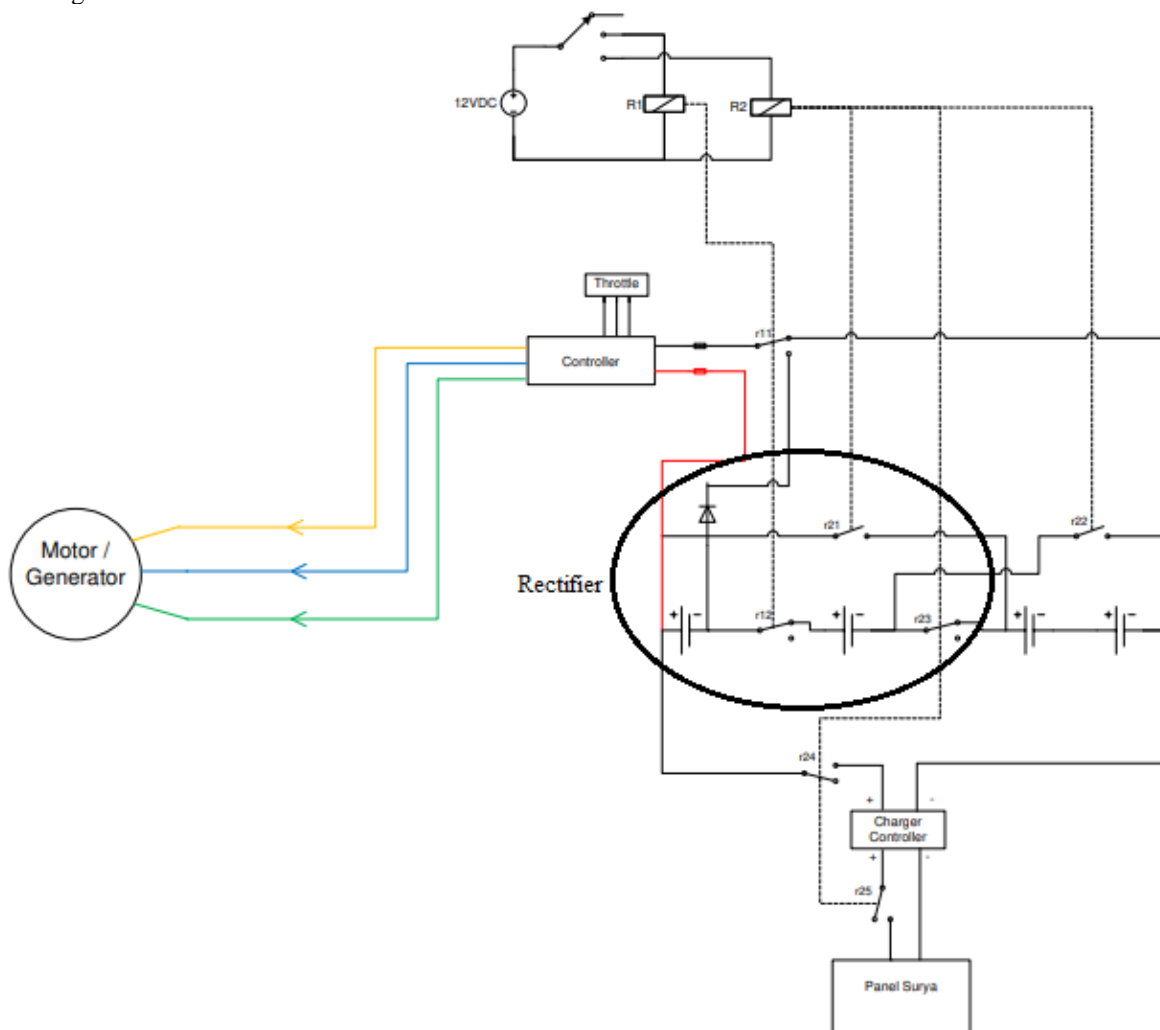
$$s = 11231,335 \text{ m} = 11,231 \text{ km}$$

Konsumsi Baterai

$$\text{konsumsi energi pada baterai} = \frac{11,231 \text{ km}}{0,09 \text{ kWh}} = 125 \frac{\text{km}}{\text{kWh}}$$

H. Rangkaian Sistem dan Rancangan Prototipe Skuter

a. Rangkaian Sistem Skuter



Gambar 6. Diagram Rangkaian Sistem pada Skuter (Herdito et al. n.d.)

Diagram rangkaian sistem pada skuter tenaga surya Lumaksana ini terdiri atas motor, *controller*, empat baterai, sistem *rectifier*, dan *throttle*. Penyusunan empat baterai yang secara seri bertujuan agar memperoleh tegangan sebesar 48 volt . Agar arus dalam rangkaian dan baterai menjadi lebih stabil, maka diperlukan sistem *rectifier* yang

dapat mengubah arus AC (*Alternating Current*) menjadi arus DC (*Direct Current*). Kecepatan skuter dapat diatur dengan bantuan *throttle*, hal tersebut dikarenakan *throttle* berfungsi untuk mengatur tegangan yang masuk ke *controller*.

b. Rancangan Prototipe Skuter

Untuk rancangan prototipe skuter tenaga surya akan terlihat seperti pada gambar berikut.



Gambar 7. Skuter Surya

I. Konsep IPA Terapan pada Skuter Tenaga Surya

Konsep IPA terapan pada skuter tenaga surya dapat dibedakan menjadi tiga bidang, yaitu bidang fisika, kimia, dan biologi. Konsep IPA terapan dalam bidang fisika meliputi perubahan energi yang terjadi pada skuter, konsep listrik dinamis, serta rangkaian yang ada dalam rancangan skuter sehingga dapat menggerakkan skuter. Konsep IPA terapan dalam bidang kimia terletak pada baterai yang digunakan sebagai tempat penyimpanan energi panas yang kemudian diubah menjadi energi listrik melalui reaksi kimia. Konsep IPA terapan dalam bidang biologi terletak pada prinsip pemanfaatan tenaga surya yang digunakan sebagai sumber energi atau bahan bakar dari skuter. Yang mana prinsip tersebut terinspirasi dari tumbuhan yang memanfaatkan cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut, (1) energi matahari dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kegiatan manusia dengan mengubah sinar matahari menjadi energi panas atau energi listrik, (2) komponen yang diperlukan dalam pembuatan skuter tenaga surya adalah motor listrik BLDC, controller motor BLDC, sel surya, controller surya, dan baterai, (3) skuter elektrik Lumaksana dapat bergerak dengan pengisian daya pada baterai kosong dalam waktu 2 jam 25 menit dengan daya baterai 468 Wh.

SARAN

Penelitian ini perlu disempurnakan untuk meningkatkan efektifitas dari penggunaan tenaga surya sebagai sumber energi baterai pada skuter elektrik Lumaksana, daya baterai, konsumsi baterai, ataupun proses perawatan skuter elektrik Lumaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Bitar, Zeina, Abbas Sandouk, and Samih Al Jabi. 2015. "Testing the Performances of DC Series Motor Used in Electric Car." *Energy Procedia* 74: 148–59.
- Herdito, Muhammad, Wahyu Pamungkas, Ekki Kurniawan, and Cahyantari Ekaputri. *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI TENAGA SURYA SEBAGAI CATU DAYA PADA SKUTER BERODA DUA SEIMBANG OTOMATIS UNIVERSITAS TELKOM (DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SOLAR ENERGY AS POWER SUPPLY ON SELF BALANCED TWO-WHEELED SCOOTER)*.
- Nadolski, Roman, Krzysztof Ludwinek, Jan Staszak, and Marek Jaśkiewicz. 2012. "Utilization of BLDC Motor in Electrical Vehicles." *Przegląd Elektrotechniczny* 88(4 A): 180–86.



- Nainggolan, Benhur, Fadhilla Inaswara, Gilang Pratiwi, and Hirzan Ramadhan. 2016. "Rancang Bangun Sepeda Listrik Menggunakan Panel Surya Sebagai Pengisi Baterai." *Politeknologi* 15(3): 263–72.
- Purwadi, Agus, Jimmy Dozeno, and Nana Heryana. 2013. "Testing Performance of 10 KW BLDC Motor and LiFePO4 Battery on ITB-1 Electric Car Prototype." *Procedia Technology* 11(Iceei): 1074–82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.296>.
- Sadad, Rif'an Tsaqif As, and Iswanto. 2011. "Peranan Teknologi Solar Cell Dalam Peningkatan Daya Saing Usaha Kecil Dan Menengah." *Semesta Teknika* 14(1): 58–63.
- Singh, Kr, and Patel K Pandey. 2013. "Modeling and Simulation of Brushless DC Motor Using PWM Control Technique." *International Journal of Engineering Research and Applications* 3(3): 612–20.