



Excellence in
Learning Innovation



SEMINAR
NASIONAL
PEMBELAJARAN IPA



INOVASI BERNAS



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

PEMBELAJARAN IPA

*“Peran Pendidik IPA di Era Merdeka Belajar
Peluang dan Tantangan”*

Universitas Negeri Malang (UM)
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Oktober 2021
Terbit 2022



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 KEPLER 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, 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
ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS IX	117
Dwi Tina Arianti ¹ , Parno ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	117
PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS POE (<i>PREDICT, OBSERVE, DAN EXPLAIN</i>) DENGAN PENDEKATAN LITERASI SAINS	124
Cindy Audia Sahara ^{1*} , Syaiful Arif ²	124
PENGARUH MODEL PROJECT BASED LEARNING (PJBL) TERHADAP KETERAMPILAN CRITICAL THINKING, CREATIVE THINKING, COLLABORATION & COMMUNICATION (4C) SISWA DI SMP	136
Beatrik Nova ^{1*}	136
STUDI LITERATUR <i>E-MODUL</i> BERBASIS <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> (pbl) PADA MATERI SISTEM EKSKRESI MANUSIA UNTUK SISWA KELAS VIII SMP	141
Anisah Hanun ¹ , Hadi Suwono ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ¹	141
STUDI LITERATUR KEBUTUHAN PENGEMBANGAN BAHAN AJAR UNTUK MEMFASILITASI SISWA SMP/MTs DALAM MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN	147
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	154
Ahmad Rizal Barozi Ilmi ¹ , Sugiyanto ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	154
ANALISIS KEBUTUHAN MULTIMEDIA INTERAKTIF BERBASIS APLIKASI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA	160
Hindun Mar'atus Sholihah ^{1*} , I Wayan Sumberartha ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	160
<i>FORMATIVE FEEDBACK</i> BERBASIS SOAL PILIHAN GANDA ISOMORFIK PADA TOPIK PEMBENTUKAN BAYANGAN PADA CERMIN UNTUK SISWA SMP	165
Nur Hidayati Rifa'i ¹ , Sentot Kusairi ^{2*} , Erti Hamimi ¹	165
ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP FISIKA PADA MAHASISWA PROGRAM STUDI PENDIDIKAN FISIKA UNIVERSITAS HAMZANWADI	175
Laxmi Zahara ^{1*} , Bq. Aryani Novianti ² , Tsamarul Hizbi ³	175
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	179
Aulia Zaldiana ¹ , Muntholib ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	179
STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN IPA BERBASIS APLIKASI ANDROID BERBANTUAN HOLOGRAM 3D SEBAGAI SOLUSI UTAMA DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA PADA MATERI SISTEM PERNAPASAN MANUSIA	185
Natasia Paramita ¹ , Munzil ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	185
PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN IPA DENGAN PENDEKATAN STEAM BERMETODE BRAINSTORMING PADA KEGIATAN MENGANALISIS	191



Dinik Afrianingsih, Sugiyanto*, Erti Hamimi.....	191
STUDI LITERATUR MEDIA PEMBELAJARAN E-LEARNING SEBAGAI SOLUSI DALAM MENINGKATKAN MINAT BELAJAR PESERTA DIDIK.....	204
Nuvira Maulidia ^{1*} , Arif Hidayat ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	204
STUDI LITERATUR PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA	208
Galuh Rizky Titania 1*, Sugiyanto 2, Muhammad Fajar Marsuki 3 ³	208
ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF MODEL PBL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA KEGIATAN MENGANALISIS PENCEMARAN AIR	213
Dyah Fitrianiingsih ^{1*} , Sugiyanto 2 ² , Muhammad Fajar Marsuki 3 ³	213
Santi Ramadhani Putri 1 ¹ , Sugiyanto 2 ² , Muhammad Fajar Marsuki 3 ³	216
STUDI LITERATUR MODEL PEMBELAJARAN <i>EXPLICIT SCIENTIFIC INQUIRY INSTRUCTION</i> (ESII) YANG BERORIENTASI BERPIKIR KRITIS SISWA.....	221
Amalia Nur Safitri ¹ , Muntholib ² , Muhammad Fajar Marsuki ¹	221
ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR <i>E-BOOK</i> BERBASIS STEAM SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENUMBUHKAN KESADARAN PESERTA DIDIK TERHADAP PENCEMARAN UDARA	225
Farin Natasya Panjaitan ¹ , Hadi Suwono ^{2*} , Muhammad Fajar Marsuki ³	225
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN ALAT PENYARING KARBON MONOKSIDA PADA KNALPOT KENDARAAN BERMOTOR	234
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Audi Three Ninenova ² , Khomsiyah Naili ³ , Lutfiatul Nur Khasanah ⁴ , Shintia Ani Fatimatus Zahro ⁵	234
KONSEP IPA TERAPAN METODE PENGERINGAN JAGUNG DENGAN PENGERING EFEK RUMAH KACA (<i>GREEN HOUSE EFFECT</i>)	238
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Nadiyyatul Husna ² , Yana Lazuardhana Shalsabilla ³ , Lutvi Indah Oktavia Riyanto ⁴ , Reniita Fatjah ⁵	238
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN <i>AUTOCLAVE</i> DALAM INDUSTRI PENGALENGAN IKAN SARDEN.....	243
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Qorina Firdausi Nuzula 2 ² , Shalma Noeravizha 3 ³ , Shila Dwi Pratiwi 4 ⁴ , Zulfa Farikhatma 5 ⁵	243
KONSEP IPA TERAPAN PADA KALUNG PEMANTAU KONDISI HEWAN TERNAK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN MUTU HASIL PETERNAKAN	249
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Azizah Wahyuningsih ² , Fanny Putri Danissa ³ , Iin Fadilatus Sholicha ⁴ , Senda Tiara Putri ⁵	249
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGEMABANGAN MASKER ANTIVIRUS BAGI TENAGA MEDIS DALAM PENANGANAN PASIEN COVID-19	253
Isnanik Juni Fitriyah *, Zahra Fajarani A, Anjas Prasetyo, Nisita Hardyanti	253
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU SEBAGAI UPAYA PREVENTIF PENCEMARAN LINGKUNGAN	258
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Fianita Eka Putri ² , Mukrimah Rufaida Rochman ³ , Akhmad Khabibulloh Amir ⁴ , Muhammad Zainu Fuadin ⁵	258
UPAYA PENINGKATAN NUTRISI JERAMI DENGAN FERMENTASI SEBAGAI ALTERNATIF KRISIS PAKAN TERNAK RUMINASI.....	264
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Ade Rizky Nanda Perdana 2 ² , Arum Mulyani 3 ³	264



KONSEP IPA TERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH PLASTIK RAMAH LINGKUNGAN	268
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Ilzha Akbar Muharomi Wicaksono ² , Ratna Dewi Firdaus ³ , Ulin Nuha Hanifah ⁴	268
Dosen Jurusan Pendidikan IPA, Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang	268
KONSEP IPA TERAPAN DALAM UPAYA PENANGANAN WABAH COVID DENGAN WORMVIT (SUPLEMEN EKSTRAK CACING DAN KUNYIT) SEBAGAI ALTERNATIF PENGOBATAN PEREDA DEMAM	272
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Fira Naimatul Husna ² , Meirna Rahayu ³ , Natalie Pniel Dipa ⁴	272
ELEKTROKOAGULASI, SEBAGAI SUATU TEKNOLOGI DALAM PENGOLAHAN LIMBAH HASIL INDUSTRI ELEKTROPLATING	277
Isnanik Juni Fitriyah*, Wan Eka Yusi Saputri, Indrasta Wahyu Bagus Prasajo, Muhammad Nurul , Rayhan Osla Auditia	277
ANALISIS MODEL PEMBELAJARAN SEARCH SOLVE CREATE AND SHARE (SSCS) DALAM MELATIH KETRAMPILAN PROSES SAINS SISWA SMP	285
Amri Yahya ^{1*} , Habiddin Habiddin ² , Muhammad Fajar Marsuki ³	285
KONSEP IPA TERAPAN PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK SEBAGAI TEKNOLOGI TRANSPORTASI MASA DEPAN YANG RAMAH LINGKUNGAN	291
Isnanik Juni Fitriyah*, Nurul Azmi Listyani, Ilham Qoriatul Lailah, Novi Eka Putri	291
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PENGGUNAAN BIOFILTRASI UNTUK MENGURANGI POLUTAN AIR LIMBAH	295
Isnanik Juni Fitriyah*, Cantik Azzaroiha, Nindy Eklesia Madelu, Nur Eva Ekasari Putri Madi, Nur Lailatul Fajri	295
KONSEP IPA TERAPAN PADA PEMANFAATAN LIMBAH JERAMI PADI DENGAN TEKNOLOGI AMONIASE SEBAGAI SUMBER PAKAN TERNAK	299
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Rif'atul Himmah ² , Desi Anggraini ³ , Yurike Utari ⁴	299
KONSEP IPA TERAPAN DALAM BRIKET ARANG AKTIF SEBAGAI PENYARING KARBONMONOKSIDA	303
Isnanik Juni Fitriyah ^{1*} , Wulidah Ainur Rokhmah ² , Hesti Fajar Lestari ³ , Erly Agustina Neta ⁴	303
RUMAH SEBAGAI LABORATORIUM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS DAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK DI ERA PANDEMI	307
Sri Endarwati ^{1*}	307
KONSEP IPA TERAPAN DALAM PEMANFAATAN TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI BATERAI SKUTER ELEKTRIK LUMAKSANA	316
Isnanik Juni Fitriyah ¹ , Anas Tasia Ory Zasativa ² , Brilliana Ghorbiy ³ , Cherry Salmaliana Lucky ⁴	316



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, Kusnadi, 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].

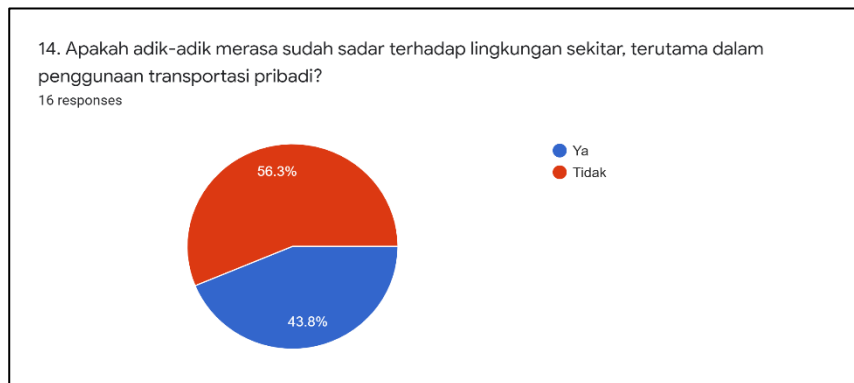
Berdasarkan permasalahan di atas, maka diperlukan studi literatur mengenai model, pendekatan, metode, dan juga pengembangan yang digunakan untuk solusi mengatasi rendahnya kesadaran peserta didik terhadap lingkungan sekitar, khususnya pada topik bahasan pencemaran udara.

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].

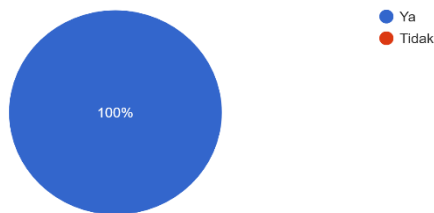
Penelitian Setyowati, Parmin, dan Widiatmoko pada tahun 2013 menyebutkan bahwa upaya untuk membuat peserta didik menjadi lebih aktif dalam mencari tahu informasi mengenai materi IPA dengan menggunakan modul IPA Terpadu. Sehingga, peserta didik dapat berpikir lebih kreatif dan mencari tahu lebih dalam. 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.

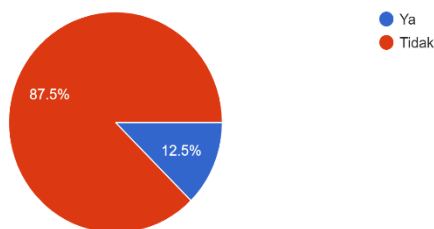
GAMBAR 3.3 Persentase Jawaban Wawancara Peserta Didik

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.



Program Studi Pendidikan IPA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang No. 5 Malang
ipa.fmipa.um.ac.id

