



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 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 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
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



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 menunjang 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

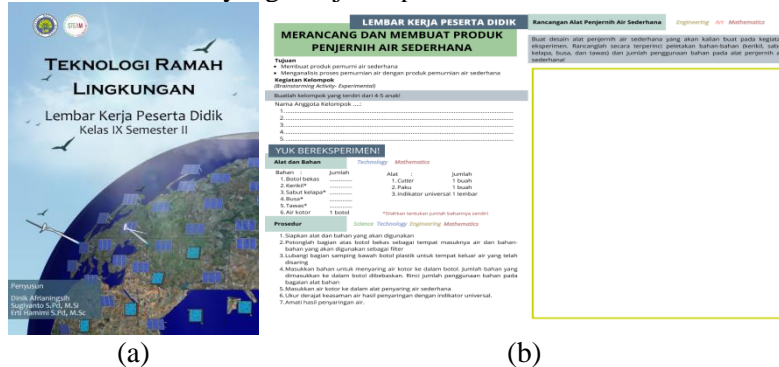
Sumber: (Riduwan, 2012)

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.

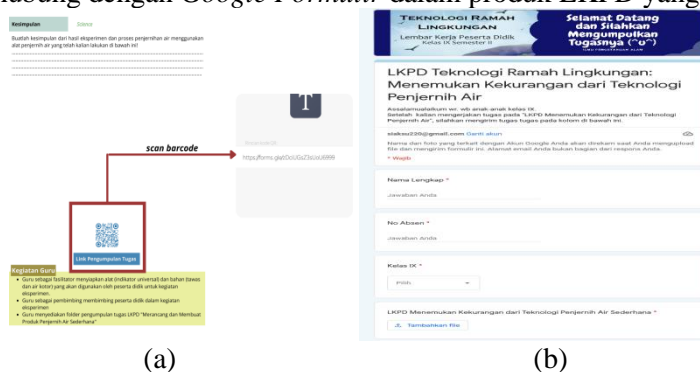
Sebagai fasilitator maka guru harus dapat menyiapkan media dan bahan ajar yang dapat digunakan oleh peserta didik salah satunya adalah LKPD. Hal ini diperkuat oleh pernyataan [39], guru harus dapat

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	Persentase 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	Persentase 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.



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

