



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 DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KELAS IX

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

¹Progam Studi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang, Indonesia

²Progam Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Malang, Indonesia

³Progam Studi Pendidikan IPA, Universitas Negeri Malang, Indonesia

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

Abstrak

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

Kata kunci: Berpikir kritis, Bahan ajar, Bioteknologi

PENDAHULUAN

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

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



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

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

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

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

METODE

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

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

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



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

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

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

Tabel 1. Model Pembelajaran SETS

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

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

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

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

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

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



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

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

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

PENUTUP

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

DAFTAR RUJUKAN

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



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



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



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

