

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS MODEL
PEMBELAJARAN RADEC (*READ, ANSWER, DISCUSS,
EXPLAIN, CREATE*) TERINTEGRASI *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE*
UNTUK MELATIH KETERAMPILAN ARGUMENTASI ILMIAH
SISWA KELAS X**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Biologi



Oleh:
WILDA LAILATUL BAROKAH
NIM: 2108086048

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS MODEL
PEMBELAJARAN RADEC (*READ, ANSWER, DISCUSS,
EXPLAIN, CREATE*) TERINTEGRASI *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE*
UNTUK MELATIH KETERAMPILAN ARGUMENTASI ILMIAH
SISWA KELAS X**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Biologi



Oleh:
WILDA LAILATUL BAROKAH
NIM: 2108086048

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Wilda Lailatul Barokah
NIM : 2108086048
Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran
RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*)
Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih
Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 3 Juli 2025

Pembuat Pernyataan



Wilda Lailatul Barokah

NIM.2108086048

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id. Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Nama : Wilda Lailatul Barokah

NIM : 2108086048

Jurusan : Pendidikan Biologi

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains dalam bidang ilmu pendidikan biologi.

Semarang, Juli 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I

Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
NIP. 198908212019032013

Penguji III

Drs. H. Achmad Hasmi Hasyim, M.Pd.
NIP. 19640308199301001

Pembimbing I

Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
NIP. 198908212019032013

Penguji II

Dr. H. Ruswan, M.A.
NIP. 196804241993031004

Penguji IV

Rizni Latifatur Rohmah, M.Pd.
NIP. 199204292019032025

Pembimbing II

Dr. H. Ruswan, M.A.
NIP. 196804241993031004



NOTA DINAS I

NOTA DINAS

Semarang, 1 Juli 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi Socio-Scientific Issue untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Nama : Wilda Lailatul Barokah

NIM : 2108086048

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pembimbing I,



Hafidha Asni Akmalia, M.Sc
NIP.198908212019032013

NOTA DINAS II

NOTA DINAS

Semarang, 26 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Nama : Wilda Lailatul Barokah

NIM : 2108086048

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqsyah.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pembimbing II,



Dr. H. Ruswan, M.A.
NIP.196804241993031004

ABSTRAK

Pendidikan di abad ke-21 perlu menekankan pengembangan *The 4C Skills* salah satunya yaitu keterampilan argumentasi ilmiah. Keterampilan argumentasi ilmiah siswa di SMA Negeri 12 Semarang masih tergolong rendah dengan rata-rata 46% yang didapatkan dari hasil tes keterampilan argumentasi ilmiah. Salah satu penyebab rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah yaitu belum adanya bahan ajar dan model pembelajaran yang dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kevalidan E-LKPD yang dikembangkan. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, dan Dissaminate*), namun dibatasi hingga tahap *Develop* karena keterbatasan waktu. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini berdasarkan hasil wawancara, angket, dan tes. Penelitian dilakukan di SMA Negeri 12 Semarang. Sampel pada penelitian ini yaitu 34 siswa kelas X dan teknik sampling yang dipakai yaitu *purposive sampling*. Hasil validasi menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan sangat valid dan baik digunakan dengan persentase dari validasi ahli media sebesar 87,5%, ahli materi sebesar 97,2%, ahli metodologi pembelajaran sebesar 87,5%, ahli keterampilan argumentasi ilmiah sebesar 90,6%, dan penilaian guru biologi sebesar 98%. Uji keterbacaan siswa menunjukkan persentase 88% dan memperoleh respon positif dari siswa.

Kata kunci : E-LKPD, Keterampilan Argumentasi Ilmiah, RADEC, *Socio-Scientific Issue*

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	f
ح	H}	ق	q
خ	Kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z\	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	y
ض	d}		

Bacaan Madd:

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong:

au = اُوْ

ai = اِيْ

iy = اِيْ

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat, taufiq dan inayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir berupa skripsi dengan judul "Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X".

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, dorongan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. H. Listyono, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Walisongo Semarang.
4. Ibu Hafidha Asni Akmalia, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. H. Ruswan, M.A., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan memberikan arahan peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Arifah Purnamaningrum, M.Sc., selaku dosen wali yang telah memberikan arahan, motivasi, dan semangat baik dalam penulisan skripsi maupun selama proses perkuliahan.
6. Ibu Bunga Ihda Norra. M.Pd., selaku dosen ahli media.
7. Bapak Eko Purnomo, M.Si., selaku dosen ahli materi.

8. Ibu Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd., selaku dosen ahli metodologi pembelajaran.
9. Ibu Elina Lestariyanti, M.Pd., selaku dosen ahli argumentasi ilmiah.
10. Segenap dosen dan staff Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang turut memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini.
11. Bapak Abdur Rouf dan Ibu Jabiyah selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan baik secara moral maupun materi kepada penulis selama ini.
12. Chafidotus Sholikhah selaku adik penulis yang selalu memberi semangat dan menghibur penulis.
13. Ibu Mukhlas, Bapak Muthohar, Bapak Yahya, Ibu Muntakimah, Bapak Slamet, Ibu Riyanti, dan Chamid selaku keluarga besar yang senantiasa mendukung penulis mulai dari awal kuliah hingga sekarang.
14. Dr. Endah Dyah Wardani, M.Pd., selaku kepala sekolah SMA Negeri 12 Semarang yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
15. Ibu Erni Restyani, S.Pd., M.Pd., dan Bapak Fajrul Falakh, S.Pd., selaku guru biologi SMA Negeri 12 Semarang dan guru pembimbing dalam penelitian skripsi ini.
16. Peserta didik kelas X SMA Negeri 12 Semarang yang telah membantu penulis selama penelitian skripsi ini.
17. Safarina Husna, Novita Laila Ramadhani, Sumaroh, Devi Nurliyawati, Melysa Septiana, Alisa Hayatun Nufus, Salsanas Lingga Widiasasti, Umi Ngazizatul Mauludiyah, dan Wahyu Agus Alvian selaku sahabat yang telah kebersamaan dan memberikan dukungan kepada penulis.

18. Rizka Indah Nur'aini, Nur Fadhillah, Tri Ariyani, dan Arum selaku keluarga pertama kali di Semarang yang sampai sekarang masih selalu mendukung penulis.
19. Teman-teman kelas Pendidikan Biologi B angkatan 2021 yang telah kebersamai penulis selama perkuliahan berlangsung dan memberikan pengalaman berharga kepada penulis.
20. Semua pihak yang memberikan dukungan dan bantuan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Penulis berharap skripsi ini dapat membawa manfaat dan dampak positif bagi para pembaca dan masyarakat luas.

Semarang, 3 Juli 2025

Wilda Lailatul Barokah

NIM.2108086048

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PENGESAHAN	iv
NOTA DINAS I.....	v
NOTA DINAS II.....	vi
ABSTRAK	vii
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	12
C. Pembatasan Masalah.....	12
D. Rumusan Masalah	13
E. Tujuan Pengembangan.....	13
F. Manfaat Pengembangan.....	14
G. Asumsi Pengembangan	15
H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	16
BAB II.....	16

KAJIAN PUSTAKA	16
A. Kajian Teori	16
B. Kajian Penelitian yang Relevan	36
C. Kerangka Berpikir	40
BAB III.....	41
METODE PENELITIAN.....	41
A. Model Pengembangan.....	41
B. Prosedur Pengembangan.....	41
C. Desain Uji Coba Produk.....	47
D. Subjek Penelitian.....	47
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	48
F. Teknik Analisis Data	51
BAB IV	56
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	56
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	56
B. Hasil Uji Coba Produk.....	66
C. Revisi Produk.....	77
D. Kajian Produk Akhir	94
E. Keterbatasan Penelitian	111
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	112
A. Simpulan Tentang Produk.....	112
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	114
DAFTAR LAMPIRAN	124

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Indikator Argumentasi Ilmiah	20
Tabel 2.2	Sintaks Model Pembelajaran RADEC	23
Tabel 2.3	Kriteria SSI	26
Tabel 2.4	Materi dan Tujuan Pembelajaran	34
Tabel 3.1	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	50
Tabel 3.2	Kategori Skor dalam Skala Likert	53
Tabel 3.3	Kriteria Validitas E-LKPD	54
Tabel 3.4	Kriteria Keterbacaan (Respon) Siswa terhadap E-LKPD	55
Tabel 4.1	Hasil Validasi Ahli Media	66
Tabel 4.2	Hasil Validasi Ahli Materi	68
Tabel 4.3	Hasil Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran	69
Tabel 4.4	Hasil Validasi Ahli Argumentasi Ilmiah	70
Tabel 4.5	Hasil Penilaian Guru Biologi	71
Tabel 4.6	Hasil Uji Keterbacaan Siswa	73
Tabel 4.7	Hasil Pengumpulan Data Kualitatif	74
Tabel 4.8	Hasil Penilaian Validator Ahli dan Uji Keterbacaan	76
Tabel 4.9	Revisi Cover	78
Tabel 4.10	Revisi Peta Konsep	80
Tabel 4.11	Revisi Apersepsi	82
Tabel 4.12	Revisi Gambar	83
Tabel 4.13	Revisi Materi	84
Tabel 4.14	Revisi Daftar Pustaka	85
Tabel 4.15	Revisi Tujuan Pembelajaran	87
Tabel 4.16	Revisi Tahapan Pembelajaran	90
Tabel 4.17	Revisi Sintaks <i>Create</i>	92
Tabel 4.18	Revisi Refleksi Pembelajaran	93
Tabel 4.19	Revisi Bagian <i>Reasoning</i>	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Skema Kerangka Berpikir Peneliti	40
Gambar 4.1	Diagram Skema Validator Ahli dan Uji Keterbacaan	76
Gambar 4.2	Cover E-LKPD	95
Gambar 4.3	Kata Pengantar	96
Gambar 4.4	Daftar Isi	97
Gambar 4.5	Peta Konsep	98
Gambar 4.6	Petunjuk	99
Gambar 4.7	Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran	99
Gambar 4.8	Pertanyaan Pemantik	101
Gambar 4.9	Materi	103
Gambar 4.10	Sintaks <i>Read</i>	104
Gambar 4.11	Sintaks <i>Answer dan Discuss</i>	106
Gambar 4.12	Sintaks <i>Explain</i>	107
Gambar 4.13	Sintaks <i>Create</i>	108
Gambar 4.14	Refleksi Pembelajaran	109
Gambar 4.15	Daftar Pustaka	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Instrumen dan Hasil Wawancara Guru Biologi	124
Lampiran 2	Instrumen dan Hasil Wawancara Siswa Kelas X	128
Lampiran 3	Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa	131
Lampiran 4	Hasil Tes Argumentasi Ilmiah Siswa	137
Lampiran 5	Hasil Jawaban Siswa dalam Menjawab Soal Agumentasi Ilmiah	140
Lampiran 6	Penggunaan Soal pada Modul dan LKS	142
Lampiran 7	Kisi-Kisi Soal Uji Argumentasi Ilmiah	144
Lampiran 8	Soal dan Kunci Jawaban Argumentasi Ilmiah	147
Lampiran 9	Instrumen Validasi Ahli Media	166
Lampiran 10	Hasil Validasi Ahli Media	168
Lampiran 11	Instrumen Validasi Ahli Materi	172
Lampiran 12	Hasil Validasi Ahli Materi	176
Lampiran 13	Instrumen Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran	180
Lampiran 14	Hasil Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran	183
Lampiran 15	Instrumen Validasi Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah	187
Lampiran 16	Hasil Validasi Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah	190
Lampiran 17	Instrumen Penilaian Guru Biologi	194
Lampiran 18	Hasil Penilaian Guru Biologi	197
Lampiran 19	Instrumen Uji Keterbacaan Siswa	201

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 20	Sampel Uji Keterbacaan Siswa	204
Lampiran 21	Hasil Uji Keterbacaan	207
Lampiran 22	Kunci Jawaban E-LKPD yang Dikembangkan	209
Lampiran 23	Dokumentasi Pra-Riset	237
Lampiran 24	Dokumentasi Riset	239
Lampiran 25	Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing	241
Lampiran 26	Surat Permohonan Validator	242
Lampiran 27	Surat Izin Riset	244
Lampiran 28	Surat Keterangan Selesai Penelitian	245
Lampiran 29	Nilai Bimbingan I	246
Lampiran 30	Nilai Bimbingan II	247
Lampiran 31	Riwayat Hidup	248

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan di abad 21 perlu menekankan pengembangan *The 4C Skills* yang meliputi *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (berkomunikasi), *creativity* (kreativitas), dan *collaboration* (bekerja sama) (Mardhiyah et al., 2021). Keterampilan argumentasi ilmiah merupakan proses yang dilakukan oleh siswa dalam menyatakan suatu analisis secara ilmiah berdasarkan bukti. Keterampilan argumentasi ilmiah termasuk dalam dua *c skills* utama yaitu *critical thinking* (berpikir kritis) dan *communication* (komunikasi) (Limbong, 2023). UNESCO juga mencanangkan adanya 4 pilar pendidikan di abad ke-21 yakni *learning to know*, *learning to be*, *learning to do* and *learning to live together* (Zubaidah, 2016). Keterampilan argumentasi termasuk dalam salah satu unsur *learning to know* (belajar untuk mengetahui) yaitu keterampilan dalam menyampaikan pendapat yang disertai dengan fakta-

fakta yang mendasari pendapat tersebut (Anila et al., 2015).

Keterampilan argumentasi ilmiah sangat penting dalam suatu pembelajaran karena mendukung siswa dalam mengambil keputusan yang tepat ketika dihadapkan pada suatu permasalahan. Pada pembelajaran ilmu alam seperti biologi, keterampilan ini mendorong siswa untuk berpikir kritis. Selain itu, keterampilan berargumentasi menjadi dasar bagi siswa untuk belajar berkomunikasi, berpikir, dan bertindak secara ilmiah (Tanfizyah & Rochintaniawati, 2021). Keterampilan argumentasi juga mempengaruhi proses pembelajaran, jika keterampilan argumentasi rendah, maka hasil belajar juga akan terpengaruh. Penalaran dan pemahaman konsep seseorang dapat dilihat dari keterampilan mereka dalam menyusun dan menjelaskan argumentasi dengan susunan kalimat yang jelas (Rahayu et al., 2020).

Keterampilan argumentasi ilmiah menjadi salah satu tujuan utama dalam pembelajaran sains. Siswa yang mempelajari sains harus mengetahui penjelasan secara ilmiah tentang fenomena alam dan menggunakan argumen untuk memecahkan masalah sehingga mereka mampu memahami temuan-temuan

lainnya. (Probosari et al., 2016). Adanya keterampilan argumentasi ilmiah dapat menjadikan siswa untuk memunculkan suatu ide-ide baru dalam bidang pendidikan khususnya sains, memperdalam pemahaman dan pemikiran siswa terhadap materi yang dipelajari (Anita et al., 2019). Selain itu, keterampilan argumentasi ilmiah juga dapat menjadikan siswa untuk mengonstruksi, menyampaikan, dan mengevaluasi suatu argumen berdasarkan konsep dan fakta ilmiah secara mendalam (Amelia et al., 2025).

Keterampilan argumentasi ilmiah siswa di Indonesia masih tergolong rendah. Menurut penelitian dari Wibawa et al., (2019) menyatakan bahwa keterampilan argumentasi ilmiah siswa di kelas X SMA Negeri 2 Boyolali masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan karena siswa belum bisa memberikan jawaban berupa *evidence* (bukti) dan *reasoning* (alasan) secara tepat. Pemberdayaan argumentasi ilmiah selama proses pembelajaran berlangsung masih kurang optimal karena pembelajaran masih berpusat pada guru, sehingga siswa tidak mampu membangun pemahaman dan menguasai konsep secara mandiri. Hal ini juga serupa dengan penelitian dari Hardini dan

Alberida (2022) bahwa keterampilan argumentasi ilmiah siswa di SMA N 1 V Koto Kampung masih tergolong rendah dikarenakan kegiatan pembelajaran masih bersifat *teacher centered* (berpusat pada guru). Selain itu, pembelajaran di sekolah hanya fokus pada aspek kognitif namun belum melatih siswa dalam berpikir kritis.

Berdasarkan hasil pra-riset melalui wawancara dan pengujian keterampilan argumentasi ilmiah siswa kelas X di SMAN 12 Semarang pada tanggal 16 Desember 2024, dengan salah satu guru biologi kelas X bahwa keterampilan argumentasi ilmiah siswa selama pembelajaran tergolong rendah. Hal ini terjadi karena mereka belum mengetahui tentang argumentasi ilmiah sesuai indikator yang ada dan masih takut untuk mengemukakan argumennya apabila argumentasi yang dikemukakannya itu salah (Lampiran 1). Hal ini serupa dengan hasil wawancara perwakilan siswa dari kelas X yang menyatakan bahwa mereka masih ragu untuk mengemukakan argumentasinya karena takut apabila argumen yang mereka kemukakan itu salah (Lampiran 2).

Berdasarkan angket analisis kebutuhan siswa di kelas X dengan total 33 siswa didapatkan hasil

bahwa 58,8% siswa belum memiliki pemahaman mendalam tentang argumentasi ilmiah (Lampiran 3). Hal ini juga dibuktikan dengan uji coba soal argumentasi ilmiah menggunakan empat indikator dari McNeill & Krajcik (2011), yaitu didapatkan persentase keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik sebesar 46% yang terbagi pada indikator klaim (53%), bukti (50,5%), alasan (40,3%), dan sanggahan (40,3%). Tingkat argumentasi ilmiah siswa pada keempat indikator tersebut tergolong rendah (Lampiran 4). Rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah dapat diketahui dari hasil jawaban siswa dalam menjawab soal terkait argumentasi ilmiah yang diberikan yaitu mereka dapat menjawab soal tetapi tanpa memberikan alasan dan bukti yang kuat bahkan mereka hanya memberikan klaim, sedangkan dari indikator argumentasi ilmiah berupa bukti, alasan, dan sanggahan tidak dijawab secara benar (Lampiran 5).

Penelitian dari Nisak & Suprpto (2022), menyatakan bahwa salah satu penyebab keterampilan argumentasi ilmiah siswa tergolong rendah yaitu karena muatan soal yang digunakan selama proses pembelajaran belum menggunakan indikator keterampilan argumentasi ilmiah secara umum. Siswa

belum bisa menjawab pertanyaan pada tahap *evidence* (bukti) untuk mendukung klaim yang diberikan, sehingga mengakibatkan argumentasi ilmiah siswa tergolong masih rendah. Hal ini serupa dengan hasil penelitian di SMA Negeri 12 Semarang bahwa rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah siswa kelas X di SMAN 12 Semarang juga disebabkan karena belum adanya soal yang bermuatan indikator argumentasi ilmiah berupa *claim* (klaim), *evidence* (bukti), *reasoning* (alasan), dan *rebuttal* (sanggahan) pada bahan ajar berupa LKS dan buku paket biologi yang digunakan (Lampiran 6).

Faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya argumentasi ilmiah di atas juga dikuatkan oleh penelitian dari Rahayu et al. (2020) yaitu rendahnya keterampilan argumentasi ilmiah berasal dari pemahaman siswa yang kurang terhadap ide dan konsep materi yang dipelajari. Faktor lainnya yaitu siswa jarang mendapatkan pelatihan dalam berargumentasi karena selama proses pembelajaran mereka belum difasilitasi untuk berargumen dengan baik secara lisan dan tertulis, sehingga siswa belum terbiasa dalam mengerjakan tes argumentasi. Menurut Pritasari et al. (2016) apabila siswa tidak terbiasa

berlatih dalam berargumen, mereka akan kesulitan dalam merumuskan pertanyaan serta menyusun jawaban, padahal keterampilan argumentasi adalah salah satu aspek penting dari proses pembelajaran untuk mengembangkan argumen yang berkualitas.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka guru sebagai fasilitator perlu melakukan upaya dalam melatih keterampilan argumentasi yaitu dengan memilih model pembelajaran dan penggunaan bahan ajar yang tepat. Hasil wawancara guru biologi kelas X bahwa terdapat beberapa model pembelajaran yang telah dilakukan di kelas yaitu *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL) dan *Discovery Learning* (Lampiran 1). Model pembelajaran yang digunakan lebih menekankan pada proses pemecahan masalah bukan pembentukan argumentasi. Oleh karena itu, peneliti memilih model pembelajaran yang lain untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa yaitu model pembelajaran RADEC.

Model pembelajaran RADEC dirancang mengembangkan keterampilan abad ke 21 dan penguasaan konsep pada peserta didik. Model ini dikenalkan oleh Sopandi (2017) untuk memfasilitasi

siswa menjadi individu yang aktif, kreatif, dan bertanggung jawab berdasarkan teori konstruktivisme. RADEC merupakan model pembelajaran yang tahapannya sesuai dengan singkatannya yaitu *Read, Answer, Discuss, Explain, dan Create*. Model pembelajaran ini dapat melatih komunikasi dan keterampilan berpikir tingkat tinggi bagi siswa (Widodo et al., 2024). Menurut penelitian Iwanda et al. (2022), model ini dirancang untuk mendorong siswa agar aktif dalam belajar, gemar membaca, mengemukakan pendapat atau berargumentasi, berdiskusi, dan memiliki kekreatifan.

Model pembelajaran RADEC perlu diintegrasikan dengan suatu pendekatan pembelajaran agar dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa secara spesifik dikarenakan model pembelajaran RADEC lebih menekankan pada literasi sains (Sopandi, 2017). Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan model RADEC yaitu *Socio-Scientific Issue*. Pendekatan pembelajaran ini menghubungkan antara materi dengan isu-isu sosial di masyarakat yang dapat mendukung perkembangan keterampilan intelektual, sikap sosial, komunikasi, kepedulian, serta partisipasi

siswa (Zeidler et al., 2005). *Socio-Scientific Issue* sangat cocok diterapkan dalam sains dikarenakan dapat mengaitkan permasalahan nyata di masyarakat sebagai dasar bagi siswa untuk mengeksplorasi konten sains. Selain itu, siswa yang menggunakan isu-isu sosial dan sains dalam proses pembelajaran akan membuat siswa aktif, sadar lingkungan, dan mampu menghubungkan teori atau konsep yang mereka pelajari (Rizkita et al., 2016). Menurut Britt et al. (2011) integrasi *Socio-Scientific Issue* dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, argumentasi, dan literasi media.

Keterampilan argumentasi ilmiah dapat dilatih melalui model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang dapat dikemas dalam suatu bahan ajar berupa modul, LKPD, artikel, video dan lainnya. Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan peneliti, bahan ajar berupa LKPD elektronik menjadi pilihan bahan ajar yang digunakan untuk siswa dalam melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa (Lampiran 3). Bahan ajar berupa E-LKPD ini dapat memfasilitasi komunikasi antara guru dengan siswa, melatih siswa bereksplorasi terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diberikan, dan melatih siswa untuk

terlibat aktif selama proses pembelajaran berlangsung (Wahyuni et al. 2024). Hal ini serupa dengan penelitian dari Umbaryati (2022), bahwa LKPD digunakan sebagai pedoman bagi pendidik dan siswa dengan model RADEC karena pada setiap tahapannya dapat dirancang dengan instruksi dan format tugas sesuai tahapan pada model ini.

Berdasarkan penelitian Wahyuni et al. (2024), E-LKPD berbasis *Socio Scientific Issue* dapat meningkatkan argumentasi ilmiah siswa. E-LKPD merupakan media pembelajaran online yang mencakup soal, suara, gambar, serta ringkasan materi dan petunjuk tugas yang sesuai dengan tujuan pembelajaran (Awe & Ende, 2019). Penggunaan E-LKPD pada dasarnya membantu siswa dalam menyelesaikan soal, sehingga peran guru sebagai fasilitator menjadi penting untuk menciptakan suasana belajar yang menyenangkan. E-LKPD bersifat fleksibel, mudah diakses kapan saja dan di mana saja, dan menjadikannya sarana hiburan sekaligus alat bantu belajar (Khoerunnisa et al., 2023).

Penelitian terdahulu oleh Febrianti (2022) yaitu pengembangan LKPD koloid berbasis model pembelajaran RADEC di salah satu SMA Kota Bandung

untuk melatih keterampilan 4C menunjukkan kriteria sangat baik. Penelitian Syafitri (2023) tentang pengembangan E-LKPD berbasis SSI pada konsep sistem reproduksi di SMAN 9 Kota Tangerang Selatan untuk melatih kemampuan argumentasi menunjukkan kriteria sangat baik dan valid. Penelitian lainnya oleh Freani (2024) tentang model RADEC terintegrasi SSI dapat meningkatkan keterampilan siswa terkhusus pada aspek *higher order thinking skills* (HOTS) dalam pembelajaran biologi abad ke-21.

Perbedaan dari pengembangan yang telah disebutkan di atas, yaitu bahwa penelitian yang dilakukan ini menggunakan model pembelajaran yang diintegrasikan dengan suatu pendekatan pembelajaran yang dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah, sedangkan penelitian terdahulu hanya menggunakan model atau pendekatan yang belum dapat melatih keterampilan arumentasi ilmiah siswa. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan suatu bahan ajar menggunakan model pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issues* (SSI) untuk kelas X SMA semester 2 yaitu pada materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi teknologi biologi

yang nantinya diharapkan dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa. Maka pada penelitian ini akan diteliti mengenai pengembangan bahan ajar berupa E-LPKD dengan judul **"Pengembangan E-LPKD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X"**.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

1. Tingkat argumentasi ilmiah siswa kelas X di SMAN 12 Semarang tergolong rendah dengan total persentase 46%, yaitu pada indikator klaim (53%), bukti (50,5%), alasan (40,3%), dan sanggahan (40,3%).
2. Belum tersedia bahan ajar yang dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa.

C. Pembatasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Materi yang akan dikembangkan dalam E-LPKD ini adalah materi biologi kelas X semester 2 yaitu

ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi teknologi biologi.

2. Implementasi produk dibatasi hingga tahap *develop* (pengembangan) yang mencakup validasi ahli dan uji coba skala kecil.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi SSI untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa kelas X yang dikembangkan?
2. Bagaimana validitas produk E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi SSI untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa kelas X?
3. Bagaimana respon peserta didik dan guru biologi terhadap penggunaan E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi SSI untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah yang dikembangkan?

E. Tujuan Pengembangan

1. Mengembangkan E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi SSI untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa kelas X.

2. Mendeskripsikan uji validitas produk E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi SSI untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa kelas X.
3. Mendeskripsikan respon peserta didik dan guru biologi terhadap pengembangan E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC SSI untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa kelas X.

F. Manfaat Pengembangan

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan keterampilan argumentasi ilmiah siswa dan dapat menjadi bahan kajian lebih lanjut.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Sekolah

Sebagai referensi E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue* (SSI) untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik di mata pelajaran lain.

b. Bagi Pendidik

Sebagai salah satu alternatif pengembangan bahan ajar yang dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa khususnya bagi guru biologi.

c. Bagi Siswa

Sebagai bahan ajar guna melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa dan menambah motivasi siswa dalam proses pembelajaran agar siswa lebih mencintai diri sendiri serta lingkungannya.

d. Bagi Peneliti

Mendapat pengalaman dan pengetahuan terkait dengan pengembangan E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue* (SSI).

G. Asumsi Pengembangan

Pengembangan E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue* (SSI) ini didasarkan pada asumsi-asumsi berikut :

1. E-LKPD dapat digunakan menjadi alternatif bahan ajar di sekolah.

2. E-LKPD yang dikembangkan dapat digunakan oleh semua siswa tanpa memandang latar belakang dan tingkat akademik yang berbeda.
3. Soal-soal yang dikembangkan dalam E-LKPD memenuhi aspek keterampilan argumentasi ilmiah

H. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Beberapa spesifikasi E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue* (SSI) diantaranya:

1. E-LKPD yang dikembangkan peneliti adalah E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue* (SSI) untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa.
2. E-LKPD dikemas dalam bentuk elektronik yang dapat dioperasikan melalui hp atau PC.
3. Didesain menggunakan aplikasi canva, *topworksheets*, dan *heyzine flip* karena mudah digunakan dan fitur di dalamnya beragam.
4. Komponen E-LKPD meliputi: cover, petunjuk penggunaan E-LKPD, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), ringkasan materi, kegiatan peserta didik, penilaian, dan daftar pustaka.

5. E-LKPD yang dikembangkan memuat ringkasan materi, gambar, video terkait materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi teknologi biologi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Keterampilan Argumentasi Ilmiah

a. Pengertian Argumentasi Ilmiah

Argumentasi merupakan keterampilan penting yang harus dimiliki seseorang untuk mendukung klaim, menghubungkan fakta yang dipelajari, dan menerapkan pengetahuan dalam situasi kehidupan sehari-hari (Erduran, 2018). Keterampilan argumentasi ilmiah merujuk pada keterampilan siswa dalam menyusun pernyataan yang didukung oleh alasan beserta bukti yang rasional, dengan tujuan meyakinkan orang lain dan membenarkan pendapat mereka sendiri (Fadlika et al., 2022). Keterampilan argumentasi memberikan landasan dasar bagi siswa untuk memahami cara berpikir dan berkomunikasi dalam konteks ilmiah dengan menggunakan data, bukti, dan berdasarkan pengetahuan ilmiah (Suraya et al., 2019).

Menurut Muslim et al. (2015), melalui argumentasi siswa tidak hanya belajar, tetapi juga mendapatkan kesempatan untuk mempraktikkan metode ilmiah saat mempertahankan atau menolak ide. Keterampilan argumentasi dapat mendukung perkembangan kompetensi abad 21, seperti berkomunikasi secara efektif dan berpikir kritis. Selain itu, keterampilan argumentasi juga dapat mendorong pertumbuhan pengetahuan ilmiah dan meningkatkan pemahaman konseptual siswa, serta sangat penting untuk menciptakan dan menerapkan kegiatan argumentasi ilmiah dalam kegiatan pembelajaran (Siregar & Pakpahan, 2020).

Di dalam Al-Quran telah dijelaskan bahwasanya Allah SWT membatasi fenomena yang memerlukan penjelasan manusia dalam penyelidikan ilmiah. Penelitian ilmiah harus didasarkan pada argumen yang benar bukan dugaan, perkiraan, maupun fantasi. Ilmiah adalah ilmiah dalam hal pengetahuan harus memenuhi empat persyaratan diantaranya bersifat objektif, sistematis, metodik, dan

berlaku universal (Agustin, 2023). Kebenaran yang sejati semata-mata berasal dari Allah SWT, sebagaimana tercantum dalam al-Qur'an Surat Al-Baqarah ayat 147:

الْحَقُّ مِنْ رَبِّكَ فَلَا تَكُونَنَّ مِنَ الْمُمْتَرِينَ ﴿١٤٧﴾

Artinya: "Kebenaran itu adalah dari Tuhanmu, sebab itu jangan sekali-kali kamu termasuk orang-orang yang ragu"

Menurut Tafsir Muhammad Quraissy Shihab menjelaskan bahwa yakinlah akan adanya kebenaran dari Allah dan janganlah meragukan-Nya karena kebenaran itu datang dari Allah bukan yang menyesatkan Ahl al-Kitab. Tetaplah patuhi perintah itu dan abaikan orang-orang yang tidak setuju dengan-Nya, karena pernyataan tentang arah kiblat adalah bagian dari kebenaran (Qs. Al-Baqarah ayat 147). Sedangkan menurut tafsir Ibnu Katsir menjelaskan bahwa kebenaran bersumber dari Allah SWT sehingga janganlah ragu terhadap kebenaran, karena tidak ada landasan rasional yang dapat dijadikan alasan untuk meragukan wahyu yang sumbernya telah terbukti jelas.

Berdasarkan tafsir tersebut kaitannya dengan argumentasi ilmiah yaitu bahwasanya suatu kebenaran (fakta) diterima karena sumber data valid atau penelitian yang relevan, bukan dugaan semata. Ayat di atas juga menjelaskan bahwasanya kita sebagai seorang hamba hendaknya janganlah ragu atas kebenaran Allah SWT, contohnya dalam pemberian argumentasi ilmiah kita harus memiliki keyakinan dengan apa yang kita kemukakan berdasarkan bukti yang kita temukan. Kebenaran dalam ilmu pengetahuan bersumber dari keyakinan kepada Allah SWT yang diperoleh melalui penelitian secara mendalam. Allah SWT mengingatkan serta melarang hamba-Nya untuk membahas sesuatu tanpa landasan ilmu. Hal ini merupakan prinsip dasar dalam penelitian ilmiah dan argumentasi ilmiah (Zulham, 2022).

b. Indikator Argumentasi Ilmiah

Argumentasi ilmiah memiliki indikator berupa komponen-komponen argumentasi Toulmin (1958) yang direduksi oleh Krajcik & McNeill (2011) agar sesuai dengan

kemampuan siswa dan mendapatkan 4 komponen argumentasi, diantaranya berupa *claim*, *evidence*, *reasoning*, dan *rebuttal* (Kristiani, 2019). Berikut adalah tabel 2.1 indikator argumentasi ilmiah.

Tabel 2.1 Indikator Argumentasi menurut McNeill dan Krajcik (2011)

Indikator Komponen	Deskripsi Indikator
<i>Claim</i> (klaim)	Siswa dapat membuat argumen berdasarkan pengetahuan yang dimiliki atau dapat memberikan jawaban atas pertanyaan yang disampaikan.
<i>Evidence</i> (bukti)	Siswa dapat menjawab pertanyaan berupa data kuantitatif atau kualitatif yang digunakan untuk membuktikan sebuah klaim. Seperti informasi yang tersedia secara online atau buku.
<i>Reasoning</i> (alasan)	Siswa menghubungkan informasi yang dimiliki dengan klaim, dapat berupa hubungan matematis, menuliskan persamaan atau menuliskan contoh.
<i>Rebuttal</i> (sanggahan)	Siswa dapat memberikan argumen yang menyanggah atau pengecualian terhadap elemen-elemen argumen. Bukti untuk mendukung klaim sanggahan yang mencakup identifikasi kemungkinan kelemahan dalam klaim, data, atau asumsi yang berlawanan.

Sumber: (McNeill & Krajcik, 2011)

c. Kelebihan Argumentasi Ilmiah

Menurut Faize et al. (2018), terdapat kelebihan dari argumentasi ilmiah yang diterapkan dalam pembelajaran sains diantaranya yaitu:

- 1) Dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa
- 2) Dapat melatih komunikasi siswa.
- 3) Dapat meningkatkan motivasi dalam melakukan penyelidikan suatu masalah yang sedang ditelusuri.
- 4) Dapat membantu meningkatkan pemahaman konseptual dan hasil belajar siswa.
- 5) Dapat mengaplikasikan ilmu yang telah dipelajari dalam kehidupan sehari-hari mereka.

2. Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*)

a. Pengertian Model Pembelajaran RADEC

Pada tahun 2017 dalam suatu seminar internasional di Kuala Lumpur Malaysia, seorang tokoh dari Indonesia yaitu Sopandi memperkenalkan model pembelajaran

bernama RADEC. Model pembelajaran ini dianggap ideal karena mampu menampung berbagai isu utama dalam pembelajaran. Model ini bertujuan untuk menyiapkan siswa dengan kompetensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang diperlukan di abad 21 (Sopandi et al., 2021).

Model pembelajaran RADEC merupakan alternatif suatu model pembelajaran yang sesuai dengan kondisi pendidikan di Indonesia. Sintaks dari model pembelajaran ini mudah dipahami dan dihafal oleh guru mulai dari tingkat dasar hingga menengah, sehingga cocok digunakan sebagai model pembelajaran di Indonesia yang kreatif dan inovatif. Model pembelajaran ini menjadi terobosan baru dalam pendidikan dan berupaya mengembangkan keterampilan di abad 21, seperti literasi dan karakter, sekaligus mempersiapkan siswa menghadapi ujian yang akan mereka ikuti di sekolah maupun perguruan tinggi (Pratama et al., 2019).

b. Sintaks Model Pembelajaran RADEC

Berikut adalah Tabel 2.2 sintaks model pembelajaran RADEC:

Tabel 2.2 Sintaks Model Pembelajaran RADEC		
No.	Sintaks	Deskripsi Sintaks
1.	<i>Read</i> (Membaca)	Siswa mengumpulkan informasi dari beberapa sumber seperti internet, buku, jurnal, ataupun lainnya.
2.	<i>Answer</i> (Menjawab)	Siswa menjawab pertanyaan berdasarkan pengetahuan yang diperoleh dari tahap <i>read</i> yang diajukan oleh guru. Pertanyaan dapat dijawab di dalam E-LKPD.
3.	<i>Discuss</i> (Berdiskusi)	Siswa secara berkelompok mendiskusikan jawaban yang telah mereka jawab.
4.	<i>Explain</i> (Menjelaskan)	Siswa melakukan kegiatan presentasi.
5.	<i>Create</i> (Mengkreasikan)	Siswa diminta untuk mencetuskan ide atau gagasan yang sifatnya kreatif dalam bentuk karya.

Sumber : (Sopandi et al., 2021)

c. Kelebihan dan Kekurangan Model Pembelajaran RADEC

1) Kelebihan Model Pembelajaran RADEC

Berikut adalah kelebihan dari model pembelajaran RADEC menurut Iwanda et al. (2022):

- a) Merangsang siswa untuk terlibat aktif selama proses pembelajaran.
- b) Sesuai dengan kondisi pendidikan di Indonesia yang menuntut siswa mempelajari banyak materi dalam waktu yang singkat.
- c) Mendorong dan mengembangkan kapasitas siswa untuk memiliki keterampilan abad 21.
- d) Melatih keterampilan *public speaking* atau komunikasi pada tiap individu

2) Kekurangan Model Pembelajaran RADEC

Menurut Yulisdiva et al. (2023), kekurangan dari model pembelajaran RADEC diantaranya yaitu:

- a) Penggunaan model pembelajaran ini sebagian besar hanya digunakan pada bidang tertentu seperti sains.

- b) Model pembelajaran ini lebih spesifik pada soal cerita.
- c) Guru harus benar-benar dalam merencanakan pembelajaran.

3. *Socio-Scientific Issue (SSI)*

a. *Pengertian Socio Scientific Issue (SSI)*

Socio-Scientific Issue (SSI) adalah suatu pendekatan pembelajaran yang mengacu pada masalah sosial ilmiah yang muncul akibat perkembangan teknologi dan penelitian yang berdampak langsung pada masyarakat (Sadler & Zeilder, 2004). *Socio-Scientific Issue (SSI)* melibatkan isu ilmiah berupa politik, agama, dan etika. *Socio-Scientific Issue (SSI)* sangat menarik untuk dijadikan tema dalam kegiatan diskusi ilmiah karena bersifat terbuka, sehingga memungkinkan siswa untuk berpikir kritis terhadap isu tersebut dengan beberapa orang yang memiliki pendapat yang berbeda (Sismawarni et al., 2020).

Pembelajaran *Socio-Scientific Issue (SSI)* membantu siswa dalam memahami baik antara pro dan kontra sains maupun isu-isu sosial di masyarakat. Kehadiran SSI ini dalam

proses pembelajaran mendorong siswa untuk memiliki tingkat rasa ingin tahu yang tinggi terhadap berbagai isu kontroversial yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Keterampilan berpikir kritis siswa dan argumentasi ilmiah terhadap isu yang dihadapi di dunia nyata dapat dikembangkan melalui pembelajaran berbasis sosiosaintifik (Siska et al., 2019).

b. Karakteristik *Socio Scientific Issue* (SSI)

Socio Scientific Issue memiliki beberapa karakteristik. Berikut Tabel 2.3 karakteristik SSI:

Tabel 2.3 Karakteristik SSI	
Karakteristik SSI	Keterangan
Nyata	Masalah yang dihadapi merupakan kejadian yang nyata bukan fiksi.
Relevansi Kontemporer	Konten dalam bahan ajar bersifat terkini, eksis, dan masih digunakan hingga saat ini.
Kontroversial	Masalah yang diangkat dalam materi bersifat terbuka dan memicu terjadinya perdebatan.

Karakteristik SSI	Keterangan
Sifat dan Proses Sains	Sains memerlukan adanya bukti, menggunakan pemikiran kritis sebagai dasar penjelasan ilmiah yang bersifat sementara, bersifat sekuler.
Kompleks dan Terbuka	Permasalahan disajikan dalam bahan ajar saling berhubungan dan saling tergantung antar bidang ilmu, kompleks, dan terbuka untuk jawaban.
Memadukan ilmu pengetahuan, teknologi, dan masalah sosial	Permasalahan yang disajikan merupakan gabungan antara teknologi, sains, dan sosial.
Mempertimbangkan dimensi etika	Permasalahan yang disajikan menimbulkan cara pandang manusia dalam berperilaku.

Sumber: (Alfitriyani et al., 2021)

c. Kelebihan dan Kekurangan *Socio-Scientific Issue (SSI)*

1) Kelebihan *Socio-Scientific Issue (SSI)*

Pada penelitian (Selpiyanti, 2022) ada beberapa kelebihan dalam SSI yaitu:

- a) Meningkatkan keterampilan dalam mempelajari dan menerapkan berbagai konsep sains dalam kehidupan sehari-hari.
- b) Adanya kesadaran sosial yang memungkinkan siswa mempertimbangkan hasil pemikiran mereka.
- c) Meningkatkan pengembangan keterampilan argumentasi menuju pemikiran ilmiah dan proses penalaran tentang fenomena di masyarakat.
- d) Melatih keterampilan berpikir kritis seperti pengendalian diri, analisis, pengambilan kesimpulan, penjelasan, evaluasi, dan interpretasi.

2) Kekurangan *Socio-Scientific Issues* (SSI)

Menurut Martika (2023),

kekurangan dari SSI yaitu:

- a) Pada saat melaksanakan diskusi, *Socio-Scientific Issues* membutuhkan waktu yang lebih lama.
- b) Pada saat kegiatan diskusi hanya mampu mengeksplorasi pro-kontra.
- c) Proses penalaran individu menjadi kurang terfasilitasi dalam diskusi isu sosiosaintifik apabila anggota kelompok merasa tidak nyaman saat diskusi di kelas.

4. E-LKPD

a. Pengertian E-LKPD

Bahan ajar berupa lembar kerja peserta didik merupakan suatu bahan ajar yang berisi ringkasan materi, petunjuk, dan tahapan kegiatan untuk siswa dalam kegiatan pembelajaran (Dachi & Perdana, 2021). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menjadi perangkat pembelajaran yang digunakan untuk meningkatkan partisipasi peserta didik dalam mencapai indikator belajar (Noprinda & Soleh

2019). Bahan ajar ini umumnya digunakan di sekolah dalam bentuk cetak, seiring dengan perkembangan teknologi, LKPD kini juga tersedia dalam bentuk elektronik yang biasa disebut E-LKPD (Kholifahtus et al., 2021).

E-LKPD merupakan perangkat pembelajaran berisi beberapa langkah kegiatan yang harus diselesaikan siswa dalam proses belajar, mencakup tugas, soal, dan materi (Siregar, 2023). Sebagai sarana pembelajaran digital, E-LKPD dapat diakses melalui PC dan smartphone dengan dilengkapi gambar, video, dan pertanyaan lisan yang dapat dijawab langsung (Zein & Musyarofah, 2024).

b. Fungsi E-LKPD

E-LKPD memiliki beberapa fungsi untuk guru dan siswa pada kegiatan pembelajaran di kelas. Adapun fungsi E-LKPD menurut Muslimah (2020):

- 1) E-LKPD dapat mendorong siswa berpartisipasi aktif dalam pembelajaran, karena E-LKPD ini memuat latihan-latihan, diskusi, dan kegiatan lain yang terkait

dengan konten pembelajaran yang dapat diakses melalui PC dan smartphone.

- 2) Mempersiapkan siswa untuk belajar bagaimana mengenali dan meningkatkan kemampuan proses, termasuk evaluasi, analisis, dan argumentasi.
- 3) Sebagai pedoman bagi guru pada saat melaksanakan pembelajaran, karena E-LKPD dapat membantu menyusun suatu bahan ajar.
- 4) Memfasilitasi siswa dalam memperoleh pemahaman yang mendalam tentang inti materi pembelajaran.

c. Langkah-Langkah Penyusunan E-LKPD

Beberapa langkah yang dapat dilakukan dalam menyusun E-LKPD menurut Herlina et al. 2023) adalah sebagai berikut:

- 1) Analisis kurikulum

Analisis kurikulum yaitu menentukan materi yang akan dimuat dalam E-LKPD.

- 2) Menyusun peta kebutuhan E-LKPD

Menyusun E-LKPD penting untuk mengetahui isi E-LKPD yang perlu ditulis

serta urutannya, sehingga E-LKPD yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan siswa dan menghasilkan produk yang berkualitas.

3) Menentukan judul E-LKPD

Penyusunan judul E-LKPD ditentukan pada CP, TP, dan materi yang akan dimuat.

4) Penulisan E-LKPD

Berikut langkah dalam penulisan E-LKPD:

- a) Merumuskan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.
- b) Memilih instrumen evaluasi yang akan digunakan
- c) Menyusun materi
- d) Memahami struktur E-LKPD berupa judul, petunjuk, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, informasi pendukung, tahapan kegiatan, serta penilaian.

d. Kelebihan E-LKPD

E-LKPD memiliki beberapa kelebihan dalam penggunaannya. Menurut Nurafrani & Mulyawati (2023), kelebihan dari E-LKPD yaitu:

- 1) Siswa dapat mengakses langsung materi maupun soal dari perangkat elektronik.
- 2) Siswa dapat menggunakan ponselnya untuk pembelajaran, bukan hanya untuk permainan atau game saja.
- 3) Soal dan materi pada E-LKPD disajikan dengan cara yang lebih menarik yang dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

5. Materi Kelas X Semester 2

Kurikulum merdeka untuk kelas X SMA pada mata pelajaran biologi semester 2 terdiri dari materi komponen ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi bioteknologi. Capaian pembelajaran pada mata pelajaran biologi kelas X yaitu: Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya,

inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem, dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

Berikut Tabel 2.4 terkait materi dan tujuan pembelajaran biologi kelas X SMA:

Tabel 2.4 Materi dan Tujuan Pembelajaran

No	Materi	Tujuan Pembelajaran
1.	Ekosistem Komponen ekosistem	1) Siswa mampu mengidentifikasi komponen abiotik dan biotik penyusun ekosistem. 2) Siswa mampu mengemukakan gagasan terkait permasalahan ekosistem di lingkungan. 3) Siswa mampu membuat karya berupa aliran energi.
	Daur Biogeokimia	1) Siswa mampu mengidentifikasi jenis daur biogeokimia. 2) Siswa mampu menganalisis permasalahan di lingkungan sekitar terkait daur karbon. 3) Siswa mampu membuat suatu karya tentang daur biogeokimia.

No	Materi	Tujuan Pembelajaran
2.	Perubahan Lingkungan	1) Siswa mampu mengidentifikasi gejala perubahan lingkungan.
	Keseimbangan dan	2) Siswa mampu menganalisis masalah perubahan lingkungan 3) Siswa mampu merumuskan solusi sebagai upaya mengatasi permasalahan.
3.	Pencemaran dan Penanganan Limbah	1) Siswa mampu mengidentifikasi jenis-jenis limbah penyebab berbagai pencemaran. 2) Siswa mampu menganalisis permasalahan pencemaran lingkungan. 3) Siswa dapat membuat daur ulang limbah penyebab pencemaran yang bermanfaat bagi kehidupan.
	Inovasi Teknologi Biologi	1) Siswa mampu menjelaskan inovasi bioteknologi.
	Teknologi Biologi Konvensional	2) Siswa mampu mengidentifikasi inovasi bioteknologi konvensional. 3) Siswa mampu menganalisis permasalahan terkait inovasi bioteknologi konvensional.

No	Materi	Tujuan Pembelajaran
		4) Siswa mampu membuat produk makanan/minuman berbasis bioteknologi konvensional.
	Teknologi Biologi Modern	1) Siswa mampu mengidentifikasi inovasi bioteknologi modern. 2) Siswa mampu menganalisis permasalahan terkait inovasi bioteknologi modern berupa tanaman transgenik. 3) Siswa mampu merumuskan solusi terhadap dampak negatif penerapan bioteknologi modern.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) mengenai pengembangan E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue* (SSI) untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik pada materi biologi kelas X. Berikut kajian pustaka yang diuraikan dalam pembahasan mencakup 5 penelitian terdahulu yang relevan:

1. Penelitian Baehaki & Murtafi'ah, (2023) yang berjudul *"Pengembangan Bahan Ajar Berbasis RADEC untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Sains"*, menyatakan bahwa validitas bahan ajar yang dihasilkan sangat tinggi, dimana nilai persentase kesesuaian dengan indikasi yang telah divalidasi oleh ahli adalah di atas 80%. Persamaan dengan penelitian penulis yaitu menggunakan model pembelajaran yang sama yaitu model RADEC. Akan tetapi, produk yang dikembangkan dalam penelitian ini belum terintegrasi dengan SSI dan belum memiliki pelatihan keterampilan argumentasi ilmiah, dan berbentuk E-LKPD.
2. Penelitian Syafitri, (2023) yang berjudul *"Pengembangan E-LKPD Berbasis Isu Sosiosaintifik Pada Konsep Sistem Reproduksi Untuk Melatih Kemampuan Argumentasi Peserta Didik Kelas XI SMA/MA"* MA, menyatakan bahwa produk E-LKPD berbasis isu sosiosaintifik yang dikembangkan layak digunakan untuk melatih kemampuan argumentasi peserta didik. Persamaan penelitian ini dengan penelitian penulis yaitu

produknya berupa E-LKPD, pendekatan pembelajaran berupa SSI, dan meningkatkan keterampilan argumentasi, sedangkan perbedaan penelitian yaitu tidak terdapat model pembelajaran RADEC yang digunakan, tetapi menggunakan model ADI dan PEAK.

3. Penelitian Qisti, (2024) yang berjudul *"Pengembangan LKPD Asam Basa Berbasis Model Pembelajaran RADEC untuk Melatih Keterampilan 4C"*, menyatakan bahwa bahan ajar yang dikembangkan memiliki tingkat validitas sangat baik. Persamaan penelitian ini dengan penelitian penulis yaitu model pembelajaran yaitu RADEC dan salah satu keterampilan 4C yaitu argumentasi ilmiah, sedangkan perbedaan penelitian ini yaitu produk yang dikembangkan penulis berupa E-LKPD dan menggunakan integrasi SSI.
4. Penelitian Wahyuni et al., (2024) yang berjudul *"Pengembangan E-LKPD Berbasis Socio-Scientific Issue Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Pada Pembelajaran IPA SMP"* menyatakan bahwa E-LKPD berbasis *Socio-Scientific Issue* untuk

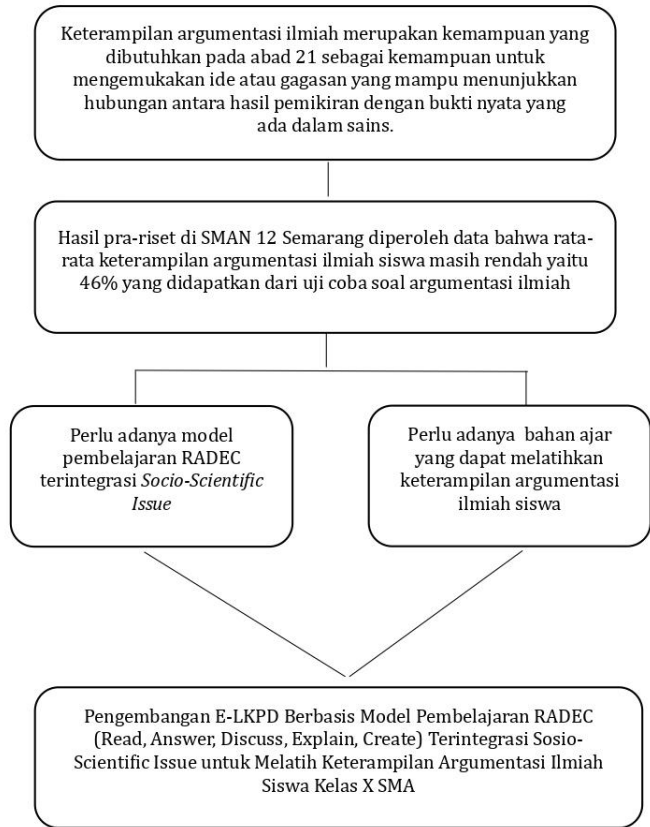
meningkatkan argumentasi ilmiah siswa dikatakan sangat valid dengan rata-rata persentase sebesar 86,45%. Persamaan penelitian ini dengan penelitian penulis yaitu produknya berupa E-LKPD, pendekatan pembelajaran berupa SSI, dan meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah siswa, sedangkan perbedaan penelitian yaitu tidak terdapat model pembelajaran RADEC dan materi tingkat sekolah.

5. Penelitian Fitriani et al., (2025) yang berjudul *"Pengembangan E-LKPD Berbasis Socio-Scientific Issue (SSI) Berbantuan Liveworksheets Pada Materi Prinsip Kimia Hijau Di SMA"* menyatakan bahwa validitas bahan ajar yang dibuat tinggi. Ketika berdiskusi menggunakan pendekatan berbasis SSI, e-LKPD menjadi sangat berguna karena menemukan banyak isu sosial dan data ilmiah yang dapat diangkat sebagai topik perdebatan ilmiah. Persamaan penelitian ini dengan penelitian penulis yaitu bahan ajar berupa E-LKPD berbasis SSI, sedangkan perbedaan penelitian ini yaitu tidak terdapat model pembelajaran RADEC dan

belum melatih keterampilan argumentasi ilmiah.

C. Kerangka Berpikir

Berikut kerangka berpikir dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2.1 Skema Kerangka Berpikir Peneliti

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Desain penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D yaitu *define, design, develop, dan disseminate* (Thiagarajan & Sivasailam, 1974). Penelitian ini dibatasi pada tahap *develop* saja. Model 4D dipilih dalam penelitian ini karena setiap langkah dalam prosedur pengembangan 4D dijelaskan secara detail apa yang akan dilakukan peneliti dalam mengembangkan produk E-LKPD.

B. Prosedur Pengembangan

1. *Define* (Tahap Pendefinisian)

Tahap ini berguna untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasikan kebutuhan pembelajaran serta mengumpulkan berbagai jenis informasi tentang produk yang akan dibuat. Langkah-langkah tahap pendefinisian:

a. *Front-End Analysis* (Analisis Ujung Depan)

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang muncul sejak awal, sehingga dibutuhkan pengembangan produk yang dapat mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Analisis awal dilakukan dengan mewawancarai guru biologi kelas X SMAN 12 Semarang. Selain itu, peneliti juga mewawancarai perwakilan siswa kelas X dengan menyebarkan angket analisis kebutuhan siswa dan tes soal argumentasi ilmiah melalui *Google Form*.

b. *Learner Analysis* (Analisis Siswa)

Pada tahap awal perencanaan, analisis siswa sangat diperlukan. Analisis ini bertujuan untuk memahami karakteristik dan kemampuan peserta didik. Peneliti melakukan penyebaran angket kebutuhan siswa dan tes soal argumentasi ilmiah melalui *Google Form* yang berisi pertanyaan-pertanyaan terkait argumentasi ilmiah.

c. *Task Analysis* (Analisis Tugas)

Analisis tugas dilakukan untuk merumuskan materi dalam satuan

pembelajaran dengan menjabarkan tugas serta isi materi yang akan dimasukkan ke dalam konten bahan ajar yang dibuat.

d. *Concept Analysis* (Analisis Konsep)

Analisis konsep memiliki tujuan yaitu menentukan isi materi bahan ajar yang dikembangkan. Analisis konsep disajikan dalam bahan ajar berupa E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio Scientific Issue* (SSI).

e. *Specifying Instructional Objectives* (Analisis Tujuan Pembelajaran)

Analisis terhadap tujuan pembelajaran dilakukan guna menetapkan indikator pencapaian yang bersumber dari analisis materi serta kurikulum. Adanya tahap ini, peneliti dapat mengidentifikasi materi yang akan dimuat dalam E-LKPD, menyusun kisi-kisi soal, dan akhirnya menilai tingkat ketercapaian tujuan pembelajaran.

2. *Design* (Tahap Perancangan)

Setelah dilakukan identifikasi pada tahap pendefinisian, langkah berikutnya yaitu tahap perancangan. Tahap ini bertujuan untuk menyusun perangkat pembelajaran. Proses perancangan mencakup hal-hal berikut:

a. *Criterion-Test Construction* (Penyusunan Tes)

Penyusunan tes acuan berfungsi sebagai penghubung antara tahap pendefinisian (*define*) dan tahap perancangan (*design*). Jenis tes acuan yang dipakai berupa angket untuk menganalisis kebutuhan siswa. Tujuan dari tahap ini yaitu untuk mengumpulkan seluruh instrumen bagian dari produk.

b. *Media Selection* (Pemilihan Media)

Pemilihan media dilakukan guna menentukan media pembelajaran yang tepat, sesuai dengan materi dan kebutuhan siswa. Pembuatan media disesuaikan dengan kebutuhan siswa di SMAN 12 Semarang berupa E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi SSI.

c. *Format Selection* (Pemilihan Format)

Pada tahap ini peneliti menentukan format dengan mendesain materi yang berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi SSI dengan mendesain isi pembelajaran yang meliputi desain pada materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi bioteknologi. Dosen pembimbing memberikan saran untuk perbaikan produk yang telah dikembangkan.

d. *Initial Design* (Rancangan Awal)

Rancangan awal (*initial design*) yaitu bahan ajar dan media yang harus dikerjakan sebelum uji coba dilaksanakan. Proses perancangan desain awal berupa:

- 1) Menyusun daftar referensi dan buku terkait materi yang akan dibahas.
- 2) Melakukan analisis kurikulum merdeka berdasarkan capaian dan tujuan pembelajaran.
- 3) Menyusun konsep materi berdasarkan tujuan pembelajaran.
- 4) Memilih media (perangkat lunak) untuk membuat desain produk E-LKPD.

- 5) Merancang desain produk diantaranya pemilihan *background*, *font*, dan fitur-fitur lainnya dalam aplikasi yang akan digunakan.
- 6) Membuat instrumen validasi untuk dosen ahli yang meliputi validator ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan ahli argumentasi ilmiah.
- 7) Membuat instrumen penilaian guru biologi dan respon peserta didik.

3. *Develop* (Tahap Pengembangan)

Tujuan tahap ini yaitu menghasilkan produk akhir (*draft final*). Pada tahap ini, produk yang telah terkonsep kemudian dikembangkan sesuai dengan materi kebutuhan siswa dengan tujuan untuk menghasilkan bahan ajar berupa E-LKPD materi biologi kelas X SMA berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi SSI untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah yang sudah direvisi berdasarkan masukan-masukan ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan argumentasi ilmiah, dilanjutkan penilaian dari guru biologi dan respon siswa.

C. Desain Uji Coba Produk

Desain uji coba produk dilakukan dengan dua tahap, yaitu validasi ahli dan uji coba pengembangan yang diuraikan sebagai berikut.

1. *Expert Appraisal* (Validasi Ahli)

Tujuan dari tahap ini untuk menguji kevalidan media pembelajaran E-LKPD. Validasi ahli terdiri dari validator ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan argumentasi ilmiah.

2. *Developmental Testing* (Uji Coba Pengembangan)

Tujuan tahap ini untuk mendapatkan penilaian dari guru biologi dan respon siswa terhadap produk yang telah dikembangkan oleh peneliti.

D. Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMAN 12 Semarang. Subjek uji coba skala kecil melibatkan siswa kelas X di SMAN 12 Semarang. Siswa kelas X di SMAN 12 Semarang berjumlah 432 siswa. Sebanyak 34 siswa mengikuti uji coba produk sebagai responden. Sampel ini diambil berdasarkan dengan kemampuan akademik yang dimiliki siswa yaitu 10 siswa kemampuan tinggi, 14 siswa dengan kemampuan sedang, dan 10 siswa dengan kemampuan rendah. Teknik yang digunakan

dalam menentukan sampel ini yaitu menggunakan *purposive sampling* yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu untuk mendapatkan sampel yang mewakili tujuan penelitian dan memenuhi kriteria dalam memenuhi informasi (Sugiyono, 2022). Teknik ini dipilih guna menentukan sampel yang mewakili berbagai kemampuan akademik siswa untuk memperoleh gambaran keterbacaan siswa secara menyeluruh.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

a. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan guru Biologi dan perwakilan siswa kelas X SMAN 12 Semarang. Wawancara ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang penting terkait pembelajaran biologi dan kebutuhan yang diperlukan siswa di kelas. Panduan wawancara digunakan pada saat penelitian agar sesuai dan terstruktur (Lampiran 23).

b. Angket

Angket yang digunakan meliputi angket analisis kebutuhan siswa, lembar angket validator diantaranya ahli media, materi,

metodologi pembelajaran, argumentasi ilmiah, dan lembar angket penilaian guru serta respon siswa. Angket digunakan untuk mengetahui kelayakan produk dalam melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa (Lampiran 3).

c. Tes

Tes yakni alat untuk mengumpulkan data yang sifatnya mengukur suatu keterampilan yang dimiliki oleh siswa. Pada observasi pra-riset, peneliti memberikan soal tes yang bersifat argumentasi ilmiah. Soal tes tersebut bertujuan untuk mengukur tingkat argumentasi ilmiah siswa kelas X (Lampiran 7).

2. Instrumen Pengumpulan Data

a. Pedoman Wawancara

Pedoman wawancara berisi pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan kepada narasumber yaitu guru biologi kelas X dan perwakilan siswa kelas X di SMAN 12 Semarang. Tujuan wawancara ini yaitu untuk memperoleh data analisis kebutuhan siswa yang berkaitan dengan pembelajaran biologi (Lampiran 1).

b. Lembar Angket

Lembar angket respon siswa berisi serangkaian pertanyaan oleh siswa untuk mengukur tanggapan mereka terhadap proses pembelajaran biologi. Lembar angket ini juga berisi kritik dan saran yang dapat membantu peneliti dalam memahami pandangan dan kebutuhan mereka (Lampiran 3).

c. Soal Tes Argumentasi Ilmiah

Soal tes argumentasi ilmiah digunakan untuk mengukur tingkat keterampilan argumentasi ilmiah siswa kelas X. Berikut disajikan Tabel 3.1 terkait teknik, instrumen pengumpulan data, dan kebutuhan peneliti.

Tabel 3.1 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data:

Teknik Pengumpulan Data	Instrumen Pengumpulan Data	Kebutuhan Peneliti
Wawancara	Pedoman wawancara guru biologi dan perwakilan siswa kelas X	Survey kebutuhan pengembangan media pembelajaran
Kuesioner (angket)	Angket analisis kebutuhan siswa	Mengidentifikasi kebutuhan belajar siswa
	Lembar validasi ahli (materi, media, metodologi pembelajaran,	Penilaian kualitas produk media pembelajaran

Teknik Pengumpulan Data	Instrumen Pengumpulan Data	Kebutuhan Peneliti
Tes	Lembar validasi ahli (materi, media, metodologi pembelajaran, dan argumentasi ilmiah), penilaian guru biologi, dan respon siswa.	Penilaian kualitas produk media pembelajaran
	Soal tes argumentasi ilmiah	Untuk mengukur tingkat argumentasi ilmiah siswa

F. Teknik Analisis Data

1. Data Kualitatif

Data kualitatif dapat berbentuk kata, frasa, kalimat, dan gambar (Sugiyono, 2022). Informasi tersebut dikumpulkan melalui observasi, wawancara guru biologi, kritik, dan saran dosen ahli validator yaitu ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan argumentasi ilmiah. Menurut Sugiyono (2022) terdapat 4 tahap utama dalam penelitian kualitatif yaitu :

- a. *Data Collection* (pengumpulan data), yaitu data diperoleh dari hasil wawancara guru dan siswa, angket, saran dan komentar dari validator ahli.
- b. *Data Reduction* (reduksi data), yaitu memilih dan menentukan data yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi pada data yang relevan.
- c. *Data Display* (penyajian data), yaitu penyajian data berupa data deskriptif yang disajikan secara rinci yang berisi gambaran hasil perolehan data secara menyeluruh dari saran, komentar, ataupun respon angket.
- d. *Conclusions* (kesimpulan), yaitu membuat kesimpulan dari semua data yang didapat agar mudah dipahami diri sendiri ataupun orang lain.

2. Data Kuantitatif

Data kuantitatif diperoleh dari hasil penilaian validasi E-LKPD oleh validator yaitu validator ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan argumentasi ilmiah, penilaian dari guru biologi dan respon siswa. Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis data deskriptif kuantitatif.

a. Uji Validasi

Analisis data berdasarkan validasi ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan argumentasi ilmiah. Sesuai dengan Tabel 3.2, data angket penilaian dari validator ahli menggunakan skala likert.

Tabel 3.2 Kategori skor dalam skala likert:

Skor	Keterangan
4	Sangat Baik (SB)
3	Baik (B)
2	Tidak Baik (TB)
1	Sangat Tidak Baik (STB)

Sumber: (Sugiyono, 2022)

Setelah mendapatkan hasil penilaian dari validator ahli, rumus yang digunakan untuk menentukan skor yaitu sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase respon

f = Perolehan skor

n = Skor maksimal

Kesimpulan didasarkan pada persentase skor yang diasumsikan sebagai persentase kevalidan E-LKPD dengan kriteria

yang telah ditentukan. Hasil yang diperoleh kemudian disimpulkan berdasarkan kategori penilaian pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Kriteria Validitas E-LKPD

No.	Persentase	Kriteria
1.	85,01%- 100,00%	Sangat Valid
2.	70,01%-85,00%	Cukup Valid
3.	50,01%-70,00%	Kurang Valid
4.	01,00-50,00%	Tidak Valid

Sumber: (Akbar, 2017)

b. Uji Keterbacaan Siswa

Setelah dilakukan uji validasi oleh para ahli, maka dilakukan adanya uji keterbacaan siswa. Rumus yang digunakan untuk menentukan skor yaitu sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase respon

f = Perolehan skor

n = Skor maksimal

Hasil perhitungan uji keterbacaan peserta didik berdasarkan kriteria yang tercantum dalam Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Kriteria Keterbacaan E-LKPD

No.	Persentase	Kriteria
1.	76%-100%	Sangat Baik (SB)
2.	51%-75%	Baik (B)
3.	26%-50%	Tidak Baik (TB)
4.	0%-25%	Sangat Tidak Baik (STB)

Sumber: (Arikunto, 2013)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Hasil pengembangan berupa E-LKPD yang merupakan bahan ajar berbasis elektronik pada materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi bioteknologi untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa. Produk E-LKPD ini divalidasi oleh validator ahli yang meliputi ahli media, materi, metodologi pembelajaran, argumentasi ilmiah, penilaian guru biologi, dan respon siswa.

1. *Define* (Pendefinisian)

Langkah dari pendefinisian terdapat lima tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

a. *Front end Analysis* (Analisis Ujung Depan)

Front end Analysis digunakan untuk mengidentifikasi kekurangan dalam penggunaan bahan ajar dalam proses pembelajaran. Peneliti mewawancarai guru biologi SMA Negeri 12 Semarang untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada selama proses pembelajaran yaitu bahan ajar yang digunakan, sumber pembelajaran biologi,

media pembelajaran, model pembelajaran, serta metode pengajaran yang digunakan guru selama pembelajaran. Hasil analisis digunakan untuk menyempurnakan produk bahan ajar yang akan peneliti kembangkan. Peneliti juga memberikan tes soal argumentasi ilmiah melalui *google form* yang telah disediakan.

Pra riset dilaksanakan pada bulan Desember 2024 melalui wawancara guru biologi di SMA Negeri 12 Semarang yang menyatakan bahwa selama proses pembelajaran belum pernah menggunakan bahan ajar berupa E-LKPD menggunakan model pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue*, sehingga peneliti mengembangkan produk tersebut sebagai pendukung bahan ajar dalam proses pembelajaran (Lampiran 1). Produk yang dikembangkan dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa.

b. *Learner Analysis* (Analisis Siswa)

Learner Analysis merupakan langkah yang sangat penting dilakukan pada tahap awal perancangan. Angket analisis kebutuhan siswa berfungsi untuk mengetahui kebutuhan bahan ajar

biologi yang akan dimanfaatkan oleh siswa dalam pembelajaran. Hasil angket analisis kebutuhan siswa memperoleh persentase 91,2 % siswa yang menjawab lebih memilih bahan ajar berbasis elektronik atau online dan 76,5% siswa setuju apabila akan dikembangkan bahan ajar berupa E-LKPD (Lampiran 3), karena bahan ajar belum pernah digunakan selama proses pembelajaran berlangsung.

c. *Task Analysis* (Analisis Tugas)

Task Analysis memiliki tujuan untuk mengidentifikasi keterampilan peserta didik (Waruwu, 2024). Analisis tugas disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Bahan ajar E-LKPD dikembangkan untuk menambah referensi bahan ajar pada materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi bioteknologi untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa.

d. *Concept Analysis* (Analisis Konsep)

Analisis konsep sesuai dengan tujuan pembelajaran. Materi pada ekosistem yaitu komponen ekosistem, interaksi antar komponen ekosistem, aliran energi, dan daur biogeokimia. Materi perubahan lingkungan mencakup faktor

perubahan lingkungan, pencemaran lingkungan, penanganan limbah pencemaran, dan dinamika komunitas. Materi bioteknologi mencakup definisi bioteknologi, bioteknologi konvensional, bioteknologi modern, mikroorganisme bioteknologi, dan dampak bioteknologi.

e. *Specifying Instructional Objectives* (Perumusan Tujuan Pembelajaran)

Perumusan tujuan pembelajaran pada E-LKPD ini mencakup tiga materi yaitu ekosistem, perubahan lingkungan, dan bioteknologi.

1) Tujuan pembelajaran pada materi ekosistem:

- a) Siswa mampu mengidentifikasi komponen abiotik dan biotik penyusun ekosistem.
- b) Siswa mampu mengemukakan gagasan terkait permasalahan ekosistem di lingkungan.
- c) Siswa membuat karya berupa aliran energi.
- d) Siswa mampu mengidentifikasi jenis daur biogeokimia.
- e) Siswa mampu menganalisis permasalahan di lingkungan sekitar terkait daur karbon.
- f) Siswa mampu membuat suatu karya tentang daur biogeokimia.

2) Tujuan pembelajaran pada materi perubahan lingkungan:

- a) Siswa mampu mengidentifikasi gejala perubahan lingkungan.
- b) Siswa mampu menganalisis masalah perubahan lingkungan.
- c) Siswa mampu merumuskan solusi sebagai upaya mengatasi permasalahan perubahan lingkungan.
- d) Siswa mampu mengidentifikasi jenis-jenis limbah penyebab berbagai pencemaran.
- e) Siswa mampu menganalisis permasalahan pencemaran lingkungan.
- f) Siswa dapat membuat daur ulang limbah penyebab pencemaran yang bermanfaat bagi kehidupan.

3) Tujuan pembelajaran pada materi inovasi bioteknologi:

- a) Siswa mampu menjelaskan inovasi bioteknologi.
- b) Siswa mampu mengidentifikasi inovasi bioteknologi konvensional.
- c) Siswa mampu menganalisis permasalahan terkait inovasi bioteknologi konvensional.

- d) Siswa mampu membuat produk makanan atau minuman berbasis bioteknologi konvensional.
- e) Siswa mampu mengidentifikasi inovasi bioteknologi modern.
- f) Siswa mampu menganalisis permasalahan terkait inovasi bioteknologi modern berupa tanaman transgenik.
- g) Siswa mampu merumuskan solusi terhadap dampak negatif penerapan bioteknologi modern.

2. *Design* (Perancangan)

Tahap *Design* (Perancangan) memiliki 4 tahapan yaitu:

a. *Criterion-Test Construction* (Penyusunan Tes)

Instrumen untuk penilaian kelayakan produk disesuaikan dengan pembuatan tes referensi. Angket yang digunakan dilengkapi dengan skala likert untuk menilai kevalidan produk E-LKPD.

b. *Media Selection* (Pemilihan Media)

Pemilihan media pada produk E-LKPD ini didukung dengan materi dari sumber yang valid dan tambahan referensi lainnya berupa video *YouTube*.

E-LKPD berbasis RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dibuat menggunakan aplikasi canva untuk desain cover, background, dan isi materi. Tahapan kegiatan pembelajaran menggunakan website *Topworksheets* yang nantinya akan berbentuk link yang digunakan untuk mengerjakan tugas di dalam E-LKPD, selanjutnya E-LKPD akan dikemas dalam bentuk flip dan link menggunakan *website Heyzine*.

c. *Format Selection* (Pemilihan Format)

E-LKPD berbasis RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue* ini didesain dengan menarik dan dapat mudah diakses secara online menggunakan HP atau komputer dalam bentuk link. Komponen dalam E-LKPD ini berisi cover, kata pengantar, daftar isi, peta konsep, petunjuk, Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP), pertanyaan pemantik, materi pembelajaran, tahapan kegiatan pembelajaran berbasis RADEC terintegrasi SSI untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah, refleksi pembelajaran dan juga daftar Pustaka.

d. *Initial Design* (Rancangan Desain)

Berikut merupakan rancangan desain awal dari produk E-LKPD yang dikembangkan :

- 1) Menyusun daftar referensi dan buku tentang materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi bioteknologi.
- 2) Menganalisis kurikulum merdeka berdasarkan CP dan TP.
- 3) Menyusun konsep materi yang akan dipelajari berdasarkan tujuan pembelajaran.
- 4) Merancang desain produk E-LKPD diantaranya pemilihan *cover*, *background*, gambar penunjang, garis tepi, elemen judul, dan isi E-LKPD yang dikaitkan dengan tahapan RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang dikaitkan dengan keterampilan argumentasi ilmiah.
- 5) Membuat instrumen validasi ahli meliputi ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan keterampilan argumentasi ilmiah.

3. *Develop* (Pengembangan)

Tujuan dari tahap *Develop* (pengembangan) ini yaitu untuk menciptakan suatu bahan ajar elektronik berupa E-LKPD.

a. Validasi Ahli

Tahap ini digunakan untuk membuktikan bahwa produk E-LKPD yang dikembangkan peneliti valid atau tidak. Kritik dan saran dari validator ahli digunakan dalam proses pengembangan produk. Validator ahli yang memvalidasi produk E-LKPD ini ada empat yaitu validator ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan keterampilan argumentasi ilmiah. Berikut adalah validator ahli yang memvalidasi produk E-LKPD yang dikembangkan:

- 1) Validasi ahli media menilai produk E-LKPD dari beberapa aspek yaitu penyajian, rekayasa perangkat lunak, kelayakan kegrafikan, gambar, ilustrasi, dan video.
- 2) Validasi ahli materi menilai produk E-LKPD berupa kelayakan isi materi dari ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi bioteknologi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa.

- 3) Validasi metodologi pembelajaran menilai produk E-LKPD berupa metodologi pembelajaran pada model pembelajaran yaitu sintaks RADEC yang terdiri dari *Read, Answer, Discuss, Explain, Create* beserta tujuan pembelajarannya. Selanjutnya terdapat kriteria *Socio-Scientific Issue* dan juga tujuannya.
 - 4) Validasi keterampilan argumentasi ilmiah menilai produk E-LKPD berupa aspek isi E-LKP yang memuat indikator argumentasi ilmiah berupa *Claim* (klaim), *Evidence* (bukti), *Reasoning* (Alsan), dan *rebuttal* (sanggahan).
- b. Uji Coba Pengembangan
- 1) Penilaian Guru Biologi
Guru biologi menilai produk E-LKPD dari materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi bioteknologi dari aspek tampilan E-LKPD, kelayakan isi materi, keterampilan argumentasi ilmiah, dan kelayakan bahasa
 - 2) Respon Siswa
Kelayakan produk E-LKPD yang dikembangkan dapat diketahui melalui siswa dengan uji skala kecil kepada 34 responden yang meliputi empat

aspek yaitu tampilan E-LKPD, materi, kebahasaan, dan kegrafikan.

B. Hasil Uji Coba Produk

Hasil uji coba produk E-LKPD ini memiliki beberapa tahapan dari validasi ahli , diantaranya :

1. Hasil Validasi Ahli Media

Produk E-LKPD divalidasi oleh dosen ahli media yang mencakup aspek penyajian E-LKPD, kelayakan kegrafikan, kualitas tampilan E-LKPD, rekayasa perangkat lunak, gambar, ilustrasi, dan video. Berikut Tabel 4.1 menunjukkan persentase validasi ahli media:

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Penyajian E-LKPD	87,5%	Sangat Valid
2.	Kelayakan kegrafikan	80%	Cukup Valid
3.	Gambar, ilustrasi, dan video	100%	Sangat Valid
4.	Kualitas tampilan E-LKPD	100%	Sangat Valid
5.	Aspek rekayasa perangkat lunak	100%	Sangat Valid
	Persentase Keseluruhan	87,5%	Sangat Valid

Tabel 4.1 menunjukkan hasil validasi dari ahli media terhadap E-LKPD yang terdiri dari 5 aspek yaitu aspek penyajian dengan persentase 87,5%, aspek kelayakan kegrafikan 80%, gambar, ilustrasi, dan video 100%, kualitas tampilan 100%, dan aspek rekayasa perangkat lunak 100%. Pada aspek gambar, ilustrasi, video, kualitas tampilan, rekayasa perangkat memiliki persentase validitas yang tinggi yang berarti E-LKPD mudah dalam pengoperasian dan tampilannya menarik untuk meningkatkan minat belajar siswa (Syahputri et al., 2023). Persentase keseluruhan dari validator ahli media sebesar 87,5% yang memiliki kategori sangat valid yang dapat digunakan dalam pembelajaran biologi. Persentase validitas yang tinggi ini menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan memiliki daya tarik mudah digunakan.

2. Hasil Validasi Ahli Materi

Produk E-LKPD divalidasi oleh dosen ahli materi yang mencakup aspek kelayakan isi materi, penyajian, dan bahasa. Berikut Tabel 4.2 menunjukkan persentase validasi ahli materi:

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Kelayakan isi materi	95,8%	Sangat Valid
2.	Kelayakan penyajian	96,8%	Sangat Valid
3.	Kelayakan bahasa	100%	Sangat Valid
	Persentase keseluruhan	97,2%	Sangat Valid

Tabel 4.2 menunjukkan validasi dari ahli materi terhadap E-LKPD pada aspek kelayakan isi materi dengan persentase 95,8%, kelayakan penyajian sebesar 96,8%, dan kelayakan bahasa sebesar 100%. Kelayakan isi materi sangat penting untuk memudahkan siswa dalam memahami materi secara singkat dan efisien karena isi materi nantinya akan menjadi sumber belajar siswa dalam proses pembelajaran (Dewi & Jasmienti, 2025). Persentase keseluruhan dari validator ahli materi sebesar 97,2% yang berarti materi yang termuat dalam E-LKPD ini sangat valid untuk digunakan dalam pembelajaran biologi.

3. Hasil Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran

Produk E-LKPD divalidasi oleh ahli metodologi pembelajaran biologi berupa model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang mencakup tahapan model RADEC,

kriteria dan tujuan SSI. Berikut Tabel 4.3 menunjukkan persentase validasi ahli metodologi pembelajaran:

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Sintaks model RADEC	90%	Sangat Valid
2.	Tujuan RADEC	75%	Cukup Valid
3.	Kriteria SSI	87,5%	Sangat Valid
4.	Tujuan SSI	100%	Sangat Valid
	Persentase keseluruhan	87,5%	Sangat Valid

Tabel 4.3 menunjukkan validasi dari ahli metodologi pembelajaran terhadap E-LKPD yang terdiri dari 4 aspek yaitu aspek sintaks model RADEC dengan persentase 90%, tujuan RADEC 75%, kriteria SSI 87,5%, dan tujuan SSI 100%. Sintaks model pembelajaran sangat penting dalam E-LKPD karena menjadi kerangka kerja yang memandu urutan kegiatan belajar agar aktivitas siswa menjadi terarah dan dapat mencapai tujuan pembelajaran(Sani, 2020). Persentase keseluruhan dari validator ahli metodologi pembelajaran sebesar 87,5% yang berarti metodologi pembelajaran yang termuat dalam E-

LKPD ini sangat valid untuk digunakan dalam pembelajaran biologi.

4. Hasil Validasi Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah

Produk E-LKPD divalidasi oleh ahli keterampilan argumentasi ilmiah menggunakan kriteria McNeill & Krajcik (2011). Berikut Tabel 4.4 menunjukkan persentase validasi ahli keterampilan argumentasi ilmiah:

Tabel 4.4 Hasil Validasi Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Isi E-LKPD sesuai indikator argumentasi ilmiah	93,7%	Sangat Valid
2.	Kebahasaan	87,5%	Sangat Valid
	Persentase keseluruhan	90,6%	Sangat Valid

Tabel 4.4 menunjukkan validasi dari ahli keterampilan argumentasi ilmiah terhadap E-LKPD yang terdiri dari 2 aspek yaitu isi E-LKPD sesuai indikator argumentasi ilmiah dengan persentase 93,7% dan kebahasaan sebesar 87,5%. Isi E-LKPD yang dikembangkan ini harus sesuai dengan indikator argumentasi ilmiah dari McNeill dan Krajcik berupa *claim* (kalim), *evidence* (bukti),

reasoning (alasan), dan *rebuttal* (sanggahan) karena merupakan struktur dasar dari argumen untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah secara lisan dan tertulis bagi siswa (Sadieda, 2019). Persentase keseluruhan dari penilaian validator ahli keterampilan argumentasi ilmiah sebesar 90,6% yang berarti keterampilan argumentasi ilmiah yang termuat dalam E-LKPD ini sangat valid untuk digunakan dalam pembelajaran biologi.

5. Hasil Penilaian Guru Biologi

Produk E-LKPD dinilai oleh guru biologi berdasarkan aspek tampilan E-LKPD, kelayakan isi materi, argumentasi ilmiah, dan kelayakan bahasa. Berikut tabel 4.5 menunjukkan penilaian dari guru biologi

Tabel 4.5 Hasil Penilaian Guru Biologi

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Tampilan E-LKPD	100%	Sangat Valid
2.	Kelayakan isi materi	100%	Sangat Valid
3.	Keterampilan argumentasi ilmiah	100%	Sangat Valid
4.	Kelayakan bahasa	91,6%	Sangat Valid
	Persentase keseluruhan	98%	Sangat Valid

Tabel 4.5 menunjukkan hasil penilaian dari guru biologi terhadap produk E-LKPD yang meliputi aspek tampilan E-LKPD, kelayakan isi materi, dan keterampilan argumentasi ilmiah sebesar 100%, sedangkan kelayakan bahasa dengan persentase 91,6%. Oleh sebab itu, persentase keseluruhannya yaitu 98% yang berarti produk E-LKPD ini sangat valid untuk digunakan dalam pembelajaran biologi.

6. Uji Coba Skala Kecil

Subjek uji coba skala kecil melibatkan siswa kelas X di SMAN 12 Semarang. Teknik yang digunakan dalam menentukan sampel ini yaitu menggunakan *purposive sampling* yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu untuk mendapatkan sampel yang mewakili tujuan penelitian dan memenuhi kriteria dalam memenuhi informasi (Sugiyono, 2022). Teknik ini dipilih guna menentukan sampel yang mewakili berbagai kemampuan akademik siswa untuk memperoleh gambaran keterbacaan siswa secara menyeluruh.

Tahap uji skala kecil dilakukan dengan beberapa langkah, yang pertama, peneliti menjelaskan terlebih dahulu mengenai produk E-

LKPD yang telah dikembangkan, peneliti mengirimkan link E-LKPD di grup kelas agar siswa bisa mencoba mengoperasikan atau menggunakan E-LKPD di HP masing-masing, selanjutnya peneliti memberikan lembar angket keterbacaan terhadap E-LKPD yang dikembangkan. Berikut Tabel 4.6 menunjukkan hasil uji keterbacaan:

Tabel 4.6 Hasil Uji Keterbacaan Siswa

No.	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Tampilan E-LKPD	89,1%	Sangat Baik
2.	Materi	86%	Sangat Baik
3.	Kebahasaan	86%	Sangat Baik
4.	Kegrafikan	90,4%	Sangat Baik
	Persentase keseluruhan	88%	Sangat Baik

Tabel 4.6 menunjukkan hasil uji keterbacaan siswa. Berdasarkan hasil uji keterbacaan kelas X SMA N 12 Semarang dengan sampel 34 siswa didapatkan persentase pada aspek tampilan E-LKPD sebesar 89,1%, aspek materi 86%, aspek kebahasaan 86%, dan aspek kegrafikan 90,4%, sehingga diperoleh persentase keseluruhan sebesar 88% dengan kategori sangat baik. Oleh karena itu, E-LKPD ini dinilai sangat baik untuk digunakan dalam pembelajaran biologi.

7. Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini yaitu data kualitatif dan kuantitatif. Berikut deskripsi analisis kedua data yang digunakan dalam penelitian ini:

a) Data Kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari komentar dan saran dari para ahli. Berikut tabel 4.7 yang menunjukkan data kualitatif produk E-LKPD yang dikembangkan:

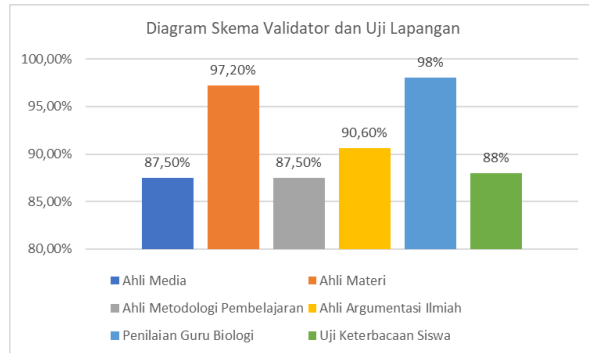
Tabel 4.7 Hasil Pengumpulan Data Kualitatif

Sumber Data	Komentar dan Saran
Ahli Media	Perbaiki cover E-LKPD singkatan RADEC perlu dijabarkan agar sesuai singkatannya, peta konsep dibuat lebih jelas agar tulisan tidak terlalu kecil, setiap gambar pada materi diberi sumber.
Ahli Materi	Contoh gambar pada materi aliran energi perlu diupdate, perbaiki daftar pustaka.
Ahli Metodologi Pembelajaran	Perbaiki tujuan pembelajaran, tambahan aspek sosial pada pertanyaan diskusi, perbaiki redaksi pada sintaks <i>create</i> , perbaiki bagian refleksi pembelajaran.

Sumber Data		Komentar dan Saran
Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah		Susunan bahasa pada bagian <i>reasoning</i> dapat disesuaikan dengan tingkat bahasa peserta didik tingkat SMA.
Penilaian Biologi	Guru	Perlu dipilih kalimat yang memudahkan siswa memahami pertanyaan secara jelas.
Respon siswa		Ditambahkan cara yang lebih jelas untuk penugasan.

b) Data Kuantitatif

Data ini diperoleh dari hasil penilaian validator ahli. Kevalidan produk E-LKPD ini didapatkan hasil persentase dari validator ahli media sebesar 87,5%, ahli materi 97,2%, ahli metodologi pembelajaran 87,5%, dan ahli keterampilan argumentasi ilmiah 90,6%, serta penilaian dari guru biologi sebesar 98% dan respon siswa 88%. Gambar 4.1 merupakan diagram skema penilaian validator ahli dan tabel 4.8 menunjukkan hasil akumulasi penilaian validator ahli.



Gambar 4.1 Diagram Skema Penilaian Validator Ahli, Penilaian Guru Biologi dan Uji Keterbacaan Siswa

Tabel 4.8 Hasil Penilaian Validator Ahli dan Uji Lapangan

No.	Validator	Persentase	Kriteria
1.	Ahli Media	87,5%	Sangat Valid
2.	Ahli Materi	97,2%	Sangat Valid
3.	Ahli Metodologi Pembelajaran	87,5%	Sangat Valid
4.	Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah	90,6%	Sangat Valid
5.	Penilaian Guru Biologi	98%	Sangat Valid
6.	Uji Keterbacaan Siswa	88%	Sangat Baik

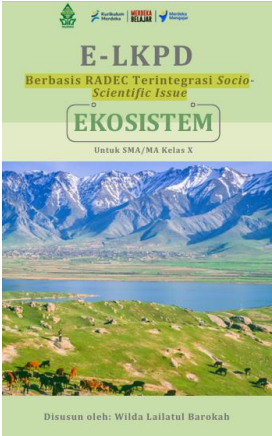
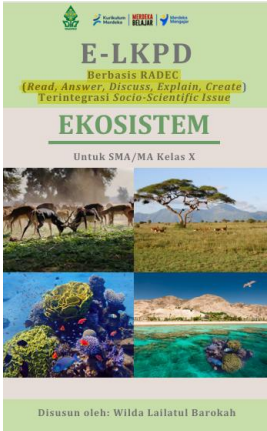
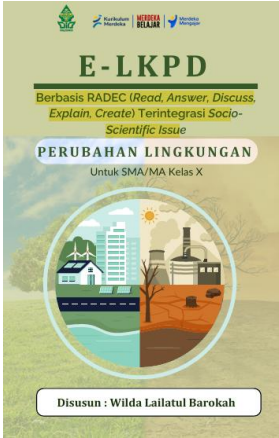
Hasil penilaian validator ahli menunjukkan kategori sangat valid. Tahap selanjutnya yaitu uji lapangan di sekolah yang meliputi penilaian guru biologi dengan persentase 98% yang artinya sangat valid dan uji keterbacaan siswa dengan persentase 88% yang artinya sangat baik. Berdasarkan hasil validasi dan uji lapangan, maka produk E-LKPD berbasis RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah sangat valid digunakan dalam pembelajaran biologi.

C. Revisi Produk

Produk E-LKPD yang dikembangkan peneliti yang telah divalidasi oleh validator ahli media, materi, metodologi pembelajaran, dan keterampilan argumentasi ilmiah masih ada yang perlu direvisi. Ada beberapa masukan dan saran pada bagian-bagian tertentu. Berikut merupakan hasil produk E-LKPD sebelum dan sesudah direvisi sesuai masukan dari dosen ahli.

1. Ahli Media

Tabel 4.9 Revisi bagian cover E-LKPD pada gambar dan singkatan RADEC

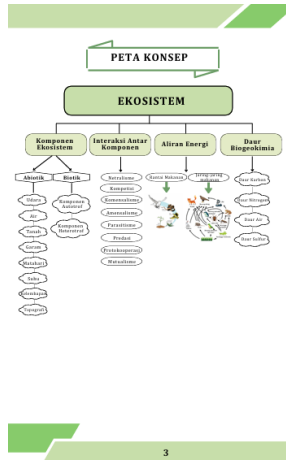
Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
 The cover features a large landscape photograph of a mountain range and a lake. The title 'E-LKPD' is at the top, followed by 'Berbasis RADEC Terintegrasi Socio-Scientific Issue' and 'EKOSISTEM' in a green box. Below is 'Untuk SMA/MA Kelas X' and the author's name 'Disusun oleh: Wilda Lailatul Barokah'.	 The cover features a collage of four smaller images: a herd of animals, a savanna landscape, a coral reef, and a beach. The title 'E-LKPD' is at the top, followed by 'Berbasis RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create) Terintegrasi Socio-Scientific Issue' and 'EKOSISTEM' in a green box. Below is 'Untuk SMA/MA Kelas X' and the author's name 'Disusun oleh: Wilda Lailatul Barokah'.
 The cover features a circular illustration of a landscape with a house, a factory, and a tree. The title 'E-LKPD' is at the top, followed by 'Berbasis RADEC Terintegrasi Socio-Scientific Issue' and 'PERUBAHAN LINGKUNGAN' in a blue box. Below is 'Untuk SMA/MA Kelas X' and the author's name 'Disusun : Wilda Lailatul Barokah'.	 The cover features a circular illustration of a landscape with a house, a factory, and a tree. The title 'E-LKPD' is at the top, followed by 'Berbasis RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create) Terintegrasi Socio-Scientific Issue' and 'PERUBAHAN LINGKUNGAN' in a blue box. Below is 'Untuk SMA/MA Kelas X' and the author's name 'Disusun : Wilda Lailatul Barokah'.



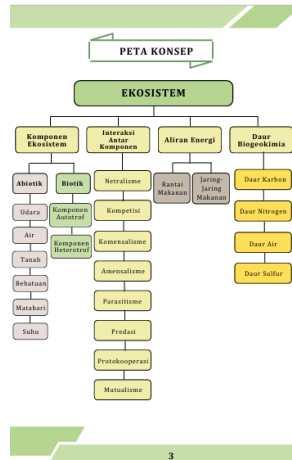
Revisi bagian cover E-LKPD ini dari segi singkatan RADEC untuk ditulis kepanjangannya agar siswa memahami kepanjangan RADEC yaitu (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) dan isi gambar pada setiap cover disesuaikan dengan materi yang akan dipelajari seperti pada materi ekosistem gambar yang dipilih berupa komponen biotik dan abiotik. Tujuan adanya revisi ini yaitu untuk memperkuat identitas dan relevansi materi yang akan dipelajari.

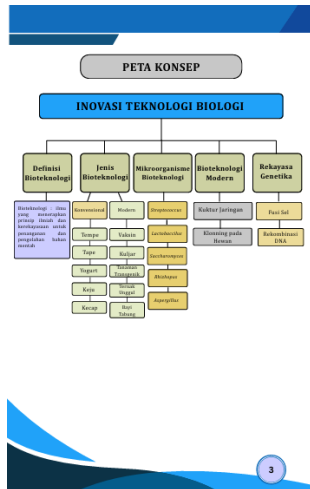
Tabel 4.10 Revisi bagian peta konsep yaitu ukuran font dan bentuk peta konsep

Sebelum Revisi



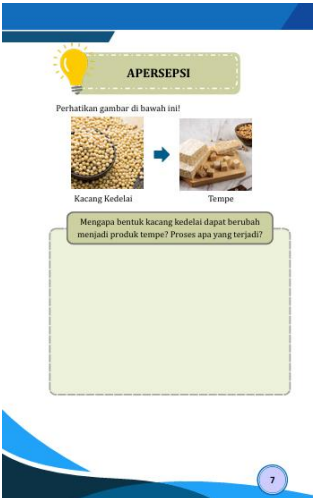
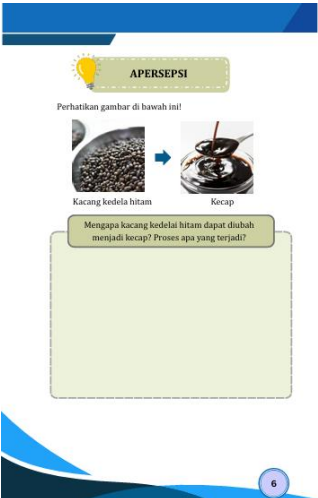
Sesudah Revisi





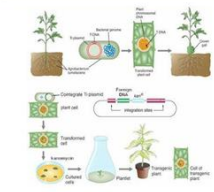
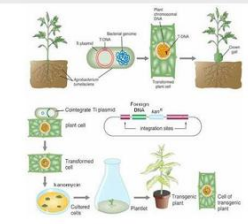
Revisi pada bagian peta konsep yaitu perbaikan pada ukuran huruf dan bentuk yang awalnya berukuran sangat kecil sehingga susah untuk dipahami. Oleh karena itu, ukuran huruf diperbesar agar tulisan jelas dan mudah dipahami oleh siswa, serta bentuk peta konsep yang selaras.

Tabel 4.11 Revisi bagian apersepsi pada materi bioteknologi konvensional yaitu penggunaan gambar dan soal

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	

Revisi pada bagian apersepsi yaitu pada bagian tipe soal karena dimensi soal dianggap kurang sesuai dengan tingkatan SMA, sehingga diganti bagian apersepsi dari pembuatan tempe menjadi pembuatan kecap agar sesuai dan sejalan dengan materi serta tingkat SMA khususnya untuk kelas X. Tujuannya agar siswa memahami soal yang disajikan dengan jelas.

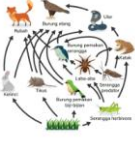
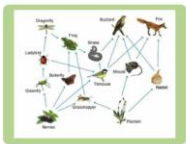
Tabel 4.12 Revisi bagian gambar pada materi bioteknologi yang harus diberi sumber

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
MATERI Pemanfaatan Rekayasa Genetika c. Pembentukan Organisme Transgenik Organisme transgenik adalah organisme yang mendapatkan gen-gen dari organisme lain. Gen yang ditransfer dapat berasal dari jenis (spesies) lain, seperti bakteri, virus, hewan, atau tanaman lain.  Gambar contoh tanaman transgenik 29	MATERI Pemanfaatan Rekayasa Genetika c. Pembentukan Organisme Transgenik Organisme transgenik adalah organisme yang mendapatkan gen-gen dari organisme lain. Gen yang ditransfer dapat berasal dari jenis (spesies) lain, seperti bakteri, virus, hewan, atau tanaman lain.  Contoh Tanaman Transgenik Sumber: Ruangguru 27

Revisi pada bagian gambar yaitu setiap gambar harus diberikan sumbernya yang valid agar siswa mudah mengakses referensi tambahan dan menghindari adanya plagiarisme.

2. Ahli Materi

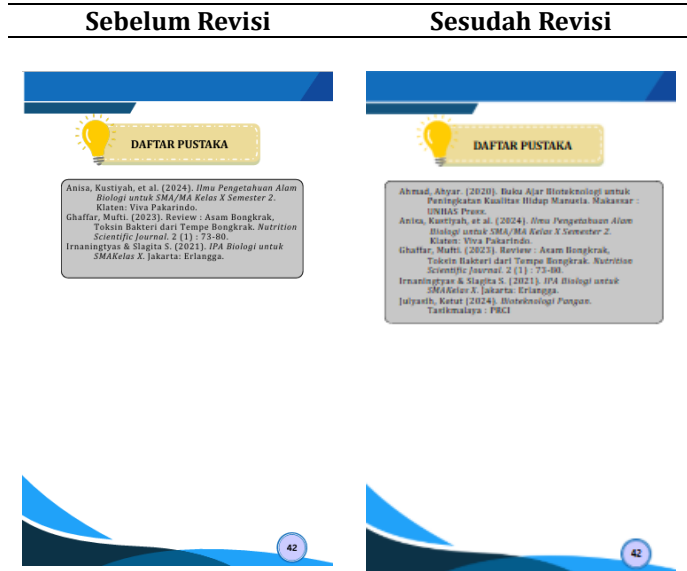
Tabel 4.13 Revisi bagian contoh gambar pada materi aliran energi

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
MATERI C. Aliran Energi Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Dalam sistem ekologi, suatu organisme merupakan komponen pengubah energi. Aliran energi dan siklus materi dalam ekosistem terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan. 1. Rantai Makanan Rantai makanan merupakan jalur pemindahan (transfer) energi dari satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya melalui peristiwa makan dan dimakan. Herbivor mendapatkan energi dari memakan tanaman. Saur herbivor dimangsa karnivor, energi tersebut akan berpindah, dan seterusnya. Semakin pendek rantai makanan, semakin besar energi yang dapat di dapat oleh organisme di ujung rantai makanan. Contoh: Tumbuhan → Belalang → Burung → Ular → Burung hantu.  Sumber : Kompas.com 13	MATERI C. Aliran Energi Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja. Dalam sistem ekologi, suatu organisme merupakan komponen pengubah energi. Aliran energi dan siklus materi dalam ekosistem terjadi melalui rantai makanan dan jaring-jaring makanan. 1. Rantai Makanan Rantai makanan merupakan jalur pemindahan (transfer) energi dari satu tingkat trofik ke tingkat trofik berikutnya melalui peristiwa makan dan dimakan. Herbivor mendapatkan energi dari memakan tanaman. Saur herbivor dimangsa karnivor, energi tersebut akan berpindah, dan seterusnya. Semakin pendek rantai makanan, semakin besar energi yang dapat di dapat oleh organisme di ujung rantai makanan. Contoh rantai makanan di darat :  Sumber: Ruangguru Contoh rantai makanan di laut :  Sumber: Ruangguru 12
MATERI 2. Jaring-jaring Makanan Jaring-jaring makanan merupakan gabungan dari berbagai rantai makanan yang saling berhubungan dan kompleks. Di dalam suatu ekosistem, sebuah rantai makanan saling berkaitan dengan rantai makanan lainnya. Semakin kompleks jaring-jaring makanan yang terbentuk, semakin tinggi tingkat kestabilan suatu ekosistem. Oleh karena itu, untuk menjaga kestabilan ekosistem, suatu rantai makanan tidak boleh terputus akibat musnahnya salah satu atau beberapa organisme.  Sumber : Kompas.com 14	MATERI 2. Jaring-jaring Makanan Jaring-jaring makanan merupakan gabungan dari berbagai rantai makanan yang saling berhubungan dan kompleks. Di dalam suatu ekosistem, sebuah rantai makanan saling berkaitan dengan rantai makanan lainnya. Semakin kompleks jaring-jaring makanan yang terbentuk, semakin tinggi tingkat kestabilan suatu ekosistem. Oleh karena itu, untuk menjaga kestabilan ekosistem, suatu rantai makanan tidak boleh terputus akibat musnahnya salah satu atau beberapa organisme. Contoh jaring-jaring makanan di darat :  Sumber : Ruangguru 13

Revisi pada bagian gambar aliran energi yaitu agar gambar yang disajikan sesuai dengan tingkat SMA dan memudahkan siswa dalam mempelajari materi yang disajikan.

Tabel 4.14 Revisi bagian daftar pustaka penambahan referensi

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
DAFTAR PUSTAKA Anisa, Kustiyyah, et al. (2024). Ilmu Pengetahuan Alam Biologi untuk SMA/MA Kelas X Semester 2. Klaten: Viva Pakarindo. Irmawaty & Slagita S. (2021). IPA Biologi untuk SMA Kelas X. Jakarta: Erlangga. Meriana, Tania, Santikayasa. (2020). Pemodelan Dinamika CO2 Pada Tanaman Kelapa Sawit. <i>Agronet Journal</i>, 34 (1): 42-54.	DAFTAR PUSTAKA Anisa, Kustiyyah, et al. (2024). Ilmu Pengetahuan Alam Biologi untuk SMA/MA Kelas X Semester 2. Klaten: Viva Pakarindo. Irmawaty & Slagita S. (2021). IPA Biologi untuk SMA Kelas X. Jakarta: Erlangga. Maknun, Djohar. (2017). <i>Ekologi Populasi, Komunitas, Ekosistem</i> Newjordan Kampus Nipya Awi, Idami, dan Irmah. Cirebon: Negeri Press. Meriana, Tania, Santikayasa. (2020). Pemodelan Dinamika CO2 Pada Tanaman Kelapa Sawit. <i>Agronet Journal</i>, 34 (1): 42-54. Sandika, Bayu. (2021). <i>Buku Ajar Ekologi: Integrasi Ilmu Sains</i>. Grobogan : Yayasan Citra Dharma Cendekia
38	42
DAFTAR PUSTAKA Anisa, Kustiyyah, et al. (2024). Ilmu Pengetahuan Alam Biologi untuk SMA/MA Kelas X Semester 2. Klaten: Viva Pakarindo. Irmawaty & Slagita S. (2021). IPA Biologi untuk SMA/MA Kelas X. Jakarta: Erlangga.	DAFTAR PUSTAKA Agustini, dkk. (2019). Bahayakan Hutan dan Lahan: Perspektif Ilmu Lingkungan. <i>Jurnal Studi Islam</i> 20: 2 (124-132) Anisa, Kustiyyah, et al. (2024). Ilmu Pengetahuan Alam Biologi untuk SMA/MA Kelas X Semester 2. Klaten: Viva Pakarindo. Irmawaty & Slagita S. (2021). IPA Biologi untuk SMA Kelas X. Jakarta: Erlangga. Mardis, dkk. (2014). <i>Perubahan Lingkungan dan Upaya Mengatasinya</i>. Gorontalo : Taiba Media Grup. Syamsul, Tampubolon, & Sugarto. (2020). Dampak Aktivitas Lahan Basah menjadi Perkebunan Kelapa Sawit terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat. <i>Jurnal FKIP Udaya Pratonaka</i>.
36	38



Revisi pada bagian daftar pustaka yaitu referensi daftar pustaka harus ditambah lagi agar materi yang disajikan lebih akurat, bervariasi, dan memperluas pemahaman siswa.

3. Ahli Metodologi Pembelajaran

Tabel 4.15 Revisi bagian tujuan pembelajaran

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
CAPAIAN PEMBELAJARAN Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta perubahan lingkungan. TUJUAN PEMBELAJARAN • Peserta didik mampu mengidentifikasi komponen penyusun ekosistem. • Peserta didik mampu menganalisis interaksi antar komponen ekosistem. • Peserta didik mampu menyusun jaring-jaring makanan atau rantai makanan dengan tepat. 6	 Komponen Ekosistem, Interaksi Antar Komponen Ekosistem, Aliran Energi CAPAIAN PEMBELAJARAN Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta perubahan lingkungan. TUJUAN PEMBELAJARAN • Peserta didik mampu mengidentifikasi komponen abiotik dan biotik penyusun ekosistem. • Peserta didik mampu mengemukakan gagasan terkait permasalahan ekosistem di lingkungan. • Peserta didik mampu membuat karya berupa aliran energi. 5
CAPAIAN PEMBELAJARAN Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta perubahan lingkungan. TUJUAN PEMBELAJARAN • Peserta didik mampu menjelaskan daur biogeokimia. • Peserta didik mampu menganalisis jenis daur biogeokimia. 25	 Daur Biogeokimia CAPAIAN PEMBELAJARAN Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta perubahan lingkungan. TUJUAN PEMBELAJARAN • Peserta didik mampu mengidentifikasi jenis daur biogeokimia. • Peserta didik mampu menganalisis permasalahan di lingkungan terkait daur karbon. • Peserta didik mampu membuat suatu karya tentang daur biogeokimia. 26

Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

• CAPAIAN PEMBELAJARAN •

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta **perubahan lingkungan**.

• TUJUAN PEMBELAJARAN •

- Peserta didik mampu mengidentifikasi gejala perubahan lingkungan.
- Peserta didik mampu mengemukakan gagasan terkait pemecahan masalah perubahan lingkungan.
- Peserta didik mampu memberikan solusi atas permasalahan perubahan lingkungan.

6



Keseimbangan dan Perubahan Lingkungan

• CAPAIAN PEMBELAJARAN •

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta **perubahan lingkungan**.

• TUJUAN PEMBELAJARAN •

- Peserta didik mampu mengidentifikasi gejala perubahan lingkungan.
- Peserta didik mampu menganalisis masalah perubahan lingkungan.
- Peserta didik mampu merumuskan solusi sebagai upaya mengatasi permasalahan perubahan lingkungan

5

• CAPAIAN PEMBELAJARAN •

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta **perubahan lingkungan**.

• TUJUAN PEMBELAJARAN •

- Peserta didik mampu mengidentifikasi jenis-jenis limbah penyebab berbagai pencemaran.
- Peserta didik mampu mengemukakan penanganan berbagai jenis limbah.
- Peserta didik dapat melakukan daur ulang limbah yang dapat bermanfaat bagi kehidupan.

21



Pencemaran dan Penanganan Limbah

• CAPAIAN PEMBELAJARAN •

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta **perubahan lingkungan**.

• TUJUAN PEMBELAJARAN •

- Peserta didik mampu mengidentifikasi jenis-jenis limbah penyebab berbagai pencemaran.
- Peserta didik mampu menganalisis permasalahan pencemaran lingkungan.
- Peserta didik dapat membuat daur ulang limbah penyebab pencemaran yang dapat bermanfaat bagi kehidupan.

21

Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, **inovasi teknologi biologi**, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi **inovasi bioteknologi konvensional** dan modern.
2. Peserta didik mampu menganalisis permasalahan terkait **inovasi bioteknologi**.
3. Peserta didik mampu membuat produk makanan/minuman berbasis **bioteknologi konvensional**.

6

Inovasi Bioteknologi Modern

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, **inovasi teknologi biologi**, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi **inovasi bioteknologi modern**.
2. Peserta didik mampu menganalisis permasalahan terkait **inovasi bioteknologi modern** berupa tanaman transgenik.
3. Peserta didik mampu merumuskan solusi terhadap dampak negatif penerapan **bioteknologi modern**.

22

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, **inovasi teknologi biologi**, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi **inovasi bioteknologi modern**.
2. Peserta didik mampu menganalisis **mikroorganisme dalam bioteknologi**.
3. Peserta didik mampu menganalisis **bioteknologi kultur jaringan**.

24

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, **inovasi teknologi biologi**, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik mampu mengidentifikasi **inovasi bioteknologi modern**.
2. Peserta didik mampu menganalisis **mikroorganisme dalam bioteknologi**.
3. Peserta didik mampu menganalisis **bioteknologi kultur jaringan**.

24

Revisi pada bagian tujuan pembelajaran ini yaitu tujuan pembelajaran harus disesuaikan dengan sintaks pembelajaran yang termuat dalam E-LKPD agar

proses pembelajaran sesuai dengan capaian pembelajaran yang ada.

Tabel 4.16 Revisi bagian tahapan RADEC terintegrasi SSI dengan penambahan soal sosial

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
TAHAPAN KEGIATAN ANSWER (MENJAWAB)DISCUSS (BERDISKUSI) Berdasarkan permasalahan di atas, jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memberikan pendapat sesuai indikator argumentasi ilmiah secara berkelompok! 1. Klaim - memberikan pendapat setuju atau tidak terhadap pernyataan yang diberikan! (Ya / Tidak) Menurutmu, apakah daur karbon dapat terganggu karena adanya peralihan lahan hutan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit? Jawab: 2. Evidence (bukti) Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas. Informasi bisa dicari dari sumber online atau buku! Jawab: 33	TAHAPAN KEGIATAN ANSWER (MENJAWAB)DISCUSS (BERDISKUSI) Berdasarkan permasalahan di atas, jawablah pertanyaan di bawah ini secara berkelompok! Tipa Soal A 1. Klaim - memberikan pendapat setuju atau tidak terhadap pernyataan yang diberikan! (Ya / Tidak) Menurutmu, apakah kerusakan ekosistem yang ada di perairan dapat rusak karena adanya pemasangan pagar laut? Jawab: 2. Evidence (bukti) Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas. Informasi bisa dicari dari buku, jurnal, atau berita lainnya yang valid! Jawab: 19
TAHAPAN KEGIATAN ANSWER (MENJAWAB)DISCUSS (BERDISKUSI) 3. Reasoning (alasan) Bagaimana hubungan antara jawaban kalian beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? Jawab: 4. Rebuttal (sanggahan) Apakah terganggunya daur karbon hanya disebabkan karena adanya pengalihan lahan hutan menjadi kelapa sawit? Jawab: 34	TAHAPAN KEGIATAN ANSWER (MENJAWAB)DISCUSS (BERDISKUSI) 3. Reasoning (alasan) Bagaimana hubungan antara jawaban kalian beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? Jawab: 4. Rebuttal (sanggahan) Apakah terjadinya kerusakan ekosistem di laut hanya disebabkan oleh adanya pemasangan pagar laut? Jawab: 20

Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

TAHAPAN KEGIATAN

ANSWER (MENJAWAB) → **DISCUSS (BERDISKUSI)**

Berdasarkan permasalahan di atas, jawablah pertanyaan di bawah ini secara berkelompok!

Tipe Soal B

1. **Klaim** : memberikan pendapat setuju atau tidak terhadap pernyataan yang diberikan (Ya / Tidak)

Menurutmu, apakah adanya pembangunan pagar laut dapat membantu perekonomian masyarakat sekitar?
Jawab:

2. **Evidence (bukti)**

Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas. Informasi bisa dicari dari buku, jurnal, atau berita lainnya yang valid!
Jawab:

21

TAHAPAN KEGIATAN

ANSWER (MENJAWAB) → **DISCUSS (BERDISKUSI)**

3. **Reasoning (alasan)**

Bagaimana hubungan antara jawaban beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan?
Jawab:

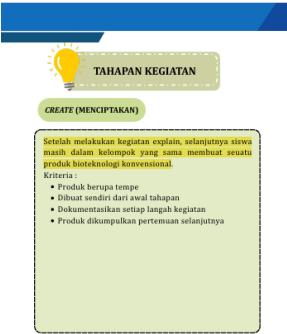
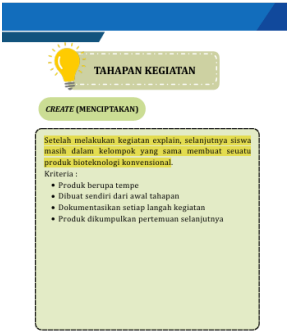
4. **Rebuttal (sanggahan)**

Apakah pembangunan pagar laut justru bisa mengganggu akses nelayan tradisional ke laut sehingga mereka harus menempuh jarak yang lebih jauh?
Jawab:

22

Revisi tahap sintaks RADEC terintegrasi SSI ini yaitu bahwa setiap tahapan kegiatan harus sesuai dengan urutan sintaks RADEC agar siswa paham selama mengerjakan soal yang tersedia di dalam E-LKPD. Tipe soal yang termuat di dalamnya ada yang bersifat science dan sosial.

Tabel 4.17 Revisi pada redaksi sintaks *Create*

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
	
	

Revisi bagian sintaks *create* yaitu agar setiap tahap *create* sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah disampaikan di awal pembelajaran, sehingga siswa mudah memahami tahapan ini.

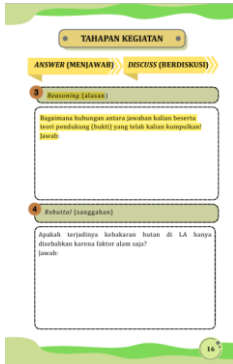
Tabel 4.18 Revisi bagian refleksi pembelajaran

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
REFLEKSI PEMBELAJARAN Setelah kalian belajar bertahap dan berlanjut dari model RADEC (Read, Answer, Discuss, Explore, Create), berikantal refleksi pembelajaran yang telah kalian dapatkan. Bisi dengan jujur ya. 1. Apakah kalian telah memahami apa saja gejala perubahan lingkungan? 2. Apakah kalian telah mampu mengemukakan gagasan terkait pemecahan masalah perubahan lingkungan? 3. Apakah kalian telah memahami bagaimana solusi atas permasalahan perubahan lingkungan?	REFLEKSI PEMBELAJARAN Setelah kalian belajar bertahap dan berlanjut dari model RADEC (Read, Answer, Discuss, Explore, Create), berikantal refleksi pembelajaran yang telah kalian dapatkan! 1. Bagaimana perasaanmu setelah mempelajari materi hari ini? 2. Apakah ada materi yang belum kamu pahami pada pembelajaran hari ini? 3. Apa manfaat yang kalian dapatkan setelah mempelajari materi pembelajaran hari ini?

Revisi pada refleksi pembelajaran yaitu penggunaan kalimat pertanyaan disesuaikan dengan refleksi pembelajaran pada umumnya agar siswa dapat mengevaluasi pemahaman yang di dapat selama proses pembelajaran.

4. Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah

Tabel 4.19 Revisi bagian *reasoning*

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
 TAHAPAN KEGIATAN ANSWER (MENJAWAB) DISCUSS (BERDISKUSI) 5. <i>Reasoning (Jelaskan)</i> Bagaimana hubungan antara jumlah kaktus dengan jumlah pendatang (buruk) yang telah kalian kunjungi? Jawab: 6. <i>Rebuttal (Sanggahan)</i> Apakah terjadinya perubahan hutan di LA hanya disebabkan karena faktor alam saja? Jawab: 14	 TAHAPAN KEGIATAN ANSWER (MENJAWAB) DISCUSS (BERDISKUSI) 5. <i>Reasoning (Jelaskan)</i> Bagaimana hubungan antara jumlah kaktus dengan jumlah pendatang (buruk) yang telah kalian kunjungi? Jawab: 6. <i>Rebuttal (Sanggahan)</i> Apakah terjadinya perubahan hutan di LA hanya disebabkan karena faktor alam saja? Jawab: 15

Revisi pada bagian *reasoning* yaitu susunan bahasa pada bagian *reasoning* harus disesuaikan dengan siswa SMA agar siswa mudah dan jelas dalam memahami bentuk soal yang disajikan

D. Kajian Produk Akhir

Produk akhir yang dihasilkan berupa E-LKPD berbasis RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang memiliki tujuan untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa. E-LKPD ini dikembangkan guna memudahkan siswa dalam memahami materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi teknologi biologi. Ciri khas

yang membedakan dengan E-LKPD lain yang sudah ada dan menjadi titik kebaruan yaitu konten materi yang terdiri dari 3 materi, berbasis model pembelajaran RADEC terintegrasi *Socio-Scientific Issue*. Bagian-bagian yang terdapat pada E-LKPD ini yaitu:

1. Cover E-LKPD

Cover E-LKPD terdiri atas judul, nama penulis, logo instansi, sasaran E-LKPD, gambar pendukung materi ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi teknologi biologi, serta model pembelajaran yang digunakan. Desain sampul dapat dilihat pada Gambar 4.2:



Gambar 4.2 Cover E-LKPD

Cover E-LKPD dibuat menggunakan desain tampilan yang menarik. Tampilan cover diberikan gambar sesuai materi yang akan dimuat di dalamnya.

Cover dalam E-LKPD ini berfungsi untuk memperkenalkan isi dan memberikan daya tarik visual terhadap produk pembelajaran E-LKPD (Rakhmaningtyas, 2022).

2. Kata Pengantar

Kata pengantar berisikan ungkapan rasa syukur kepada Tuhan YME atas terselesainya penyusunan E-LKPD, tujuan dan manfaat penyusunan E-LKPD, gambaran materi E-LKPD, harapan dan manfaat E-LKPD, ucapan terima kasih kepada semua pihak yang turut berperan dalam penyusunan E-LKPD, kritik ataupun saran oleh pembaca. Kata pengantar dapat dilihat pada Gambar 4.3 :



Gambar 4.3 Kata Pengantar

Kata pengantar dalam E-LKPD berfungsi untuk mengantarkan pembaca kepada isi atau uraian-uraian dalam E-LKPD yang dikembangkan (Ristiani, 2023).

3. Daftar Isi

Daftar isi berisi petunjuk utama isi dari E-LKPD beserta nomor halamannya. Daftar isi dapat dilihat pada Gambar 4.4:



DAFTAR ISI	
Kata Pengantar.....	1
Daftar Isi.....	2
Peta Konsep.....	3
Penyakit.....	4
CP & TP.....	5
Apersepsi.....	6
Materi.....	7
Tahapan Kegiatan 1.....	16
Refleksi Pembelajaran.....	25
CP & TP.....	26
Apersepsi.....	27
Tahapan Kegiatan 2.....	28
Materi.....	31
Refleksi Pembelajaran.....	41
Daftar Pustaka.....	42

DAFTAR ISI	
Kata Pengantar.....	1
Daftar Isi.....	2
Peta Konsep.....	3
Penyakit.....	4
Kegiatan 1.....	5
CP & TP.....	6
Apersepsi.....	7
Materi.....	8
Tahapan Kegiatan.....	12
Refleksi Pembelajaran.....	19
Kegiatan 2.....	20
CP & TP.....	21
Apersepsi.....	22
Materi.....	23
Tahapan Kegiatan 2.....	24
Refleksi Pembelajaran.....	32
Daftar Pustaka.....	41
	42

DAFTAR ISI	
Kata Pengantar.....	1
Daftar Isi.....	2
Peta Konsep.....	3
Penyakit.....	4
CP & TP.....	5
Apersepsi.....	6
Materi.....	7
Tahapan Kegiatan 1.....	12
Refleksi Pembelajaran.....	21
CP & TP.....	22
Apersepsi.....	23
Materi.....	24
Tahapan Kegiatan 2.....	32
Refleksi Pembelajaran.....	41
Daftar Pustaka.....	42

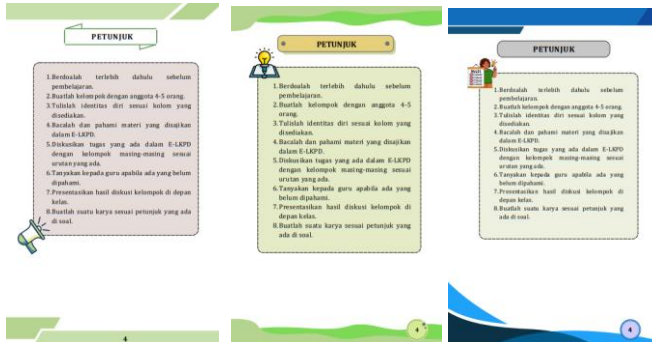
Gambar 4.4 Daftar Isi

4. Peta Konsep

Peta konsep di dalam E-LKPD berisi gambaran atau konsep inti materi yang akan dipelajari oleh siswa. Peta konsep dapat dilihat pada Gambar 4.5:

Peta konsep merupakan representasi (visual) yang dibuat dengan pemetaan ide yang terdiri dari konsep-konsep yang terkait. Tujuannya yaitu untuk mempermudah siswa memahami struktur isi pembelajaran secara menyeluruh sebelum memasuki tahapan kegiatan pembelajaran yang lebih detail (Yunita et al., 2015).

Petunjuk dalam E-LKPD ini berisi panduan tentang cara penggunaan E-LKPD untuk memastikan peserta didik memahami alur aktivitas, cara pengerjaan tugas, dan tujuan dari setiap bagian dalam E-LKPD. Petunjuk bisa dilihat pada Gambar 4.6:

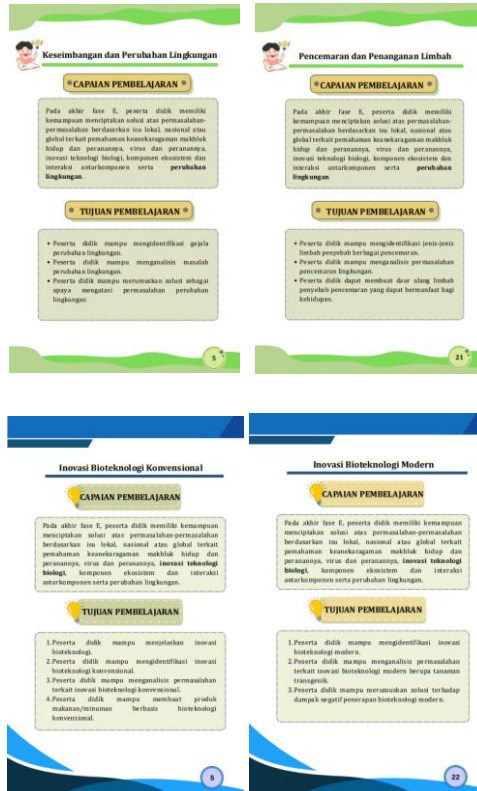


Gambar 4.6 Petunjuk

6. Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

CP dan TP berisi tentang acuan pembelajaran dan tujuan yang akan dicapai oleh siswa selama proses pembelajaran menggunakan E-LKPD. CP dan TP dapat dilihat pada Gambar 4.7:





Gambar 4.7 CP dan TP

7. Pertanyaan Pemantik

Pertanyaan pemantik atau apersepsi berisi gambaran pertanyaan awal yang dikaitkan dengan materi yang akan dipelajari untuk mengarahkan peserta didik pada inti materi. Pertanyaan pemantik dapat dilihat pada Gambar 4.8:

APERSEPSI

Perhatikan gambar di bawah ini!




Sumber: Kompas.com Sumber: BIKIN Kemendagri

— Berdiskusi! —
Berdasarkan kedua gambar tersebut, identifikasi apa saja yang termasuk komponen ekosistem abiotik dan biotik!

APERSEPSI

Perhatikan pernyataan di bawah ini!

Pagi itu, sekolah mengadakan kegiatan observasi lingkungan. Para siswa memperhatikan langit yang mendung dan udara yang terasa lembap. Tak lama kemudian, hujan turun membasahi halaman sekolah. Arya bertanya kepada temannya, "Mengapa hujan bisa terjadi? Dari mana asal airnya?"

Pertanyaan:

Jika kamu berada dalam kelompok Arya, bagaimana kamu akan menjelaskan proses terjadinya hujan dengan mengaitkannya pada daur air?

6

27

APERSEPSI

Perhatikan gambar di bawah ini!




Perhatikan kedua gambar tersebut! Berdasarkan gambar tersebut, apa saja yang dapat menunjang kehidupan makhluk hidup? Berikan pendapatmu!

APERSEPSI

Perhatikan gambar di bawah ini!



Apa yang akan terjadi apabila terjadi pencemaran di lingkungan seperti gambar seperti gambar di atas?

6

22

APERSEPSI

Perhatikan gambar di bawah ini!




Korang lebih bersih
Bersih

Mengapa korang lebih bersih harus dapat dilihat? (sebutkan konsep Prinsip apa yang terdapat?)

APERSEPSI

Perhatikan gambar di bawah ini!



Pada awal tahun 2020, berita tentang virus misterius dari Tiongkok mulai tersebar di televisi dan media sosial. Banyak orang di Indonesia khawatir virus ini akan sampai ke sini. Namun, pada 2 Maret 2020, Presiden Republik Indonesia secara resmi mengumumkan dua kasus pertama COVID-19 di tanah air. Sejak saat itu, kehidupan sosial orang-orang di Indonesia secara signifikan berubah. Bagaimana tanggapanmu terhadap berita ini? Apa dampaknya?

Jawab:

6

22

Gambar 4.8 : Pertanyaan Pemantik

Pertanyaan pemantik yang dibuat pada setiap materi sebelum memasuki materi yang akan dipelajari berfungsi untuk mendorong siswa dalam menganalisis informasi yang diberikan maupun didapatkan. Adanya pertanyaan pemantik yang menuntut konsentrasi dan pemahaman lebih awal dari jawaban sederhana, siswa diajak untuk mengeksplorasi konsep secara kritis dan menyeluruh (Yunita et al., 2015).

8. Materi

Materi dalam E-LKPD berisi kumpulan informasi dan penjelasan teori dari materi yang akan dipelajari untuk mendukung tujuan pembelajaran. Isi materi mencakup konsep utama yang harus dipahami oleh peserta didik. Materi disajikan dalam bentuk teks naratif yang didukung oleh gambar dan video untuk membantu mempermudah siswa dalam menguasai materi. Materi pada E-LKPD berisi tentang ekosistem, perubahan lingkungan, dan inovasi teknologi biologi. Materi dapat di lihat pada Gambar 4.9 bawah ini:



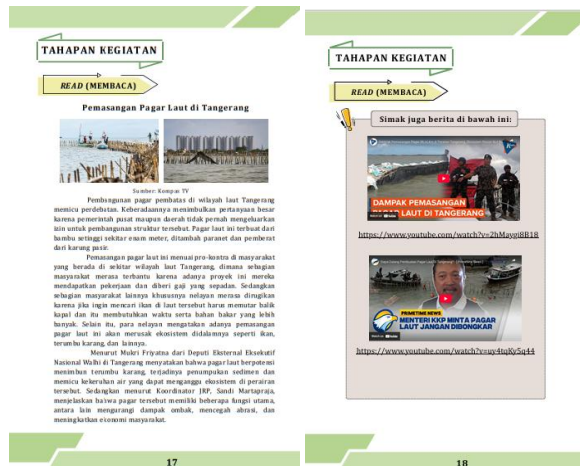
Gambar 4.9 Materi

9. Tahapan Kegiatan Pembelajaran

Tahapan kegiatan pembelajaran dalam E-LKPD berisi langkah sistematis untuk mengarahkan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran. Tahapan kegiatan dalam E-LKPD ini sesuai dengan model yang digunakan yaitu RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah.

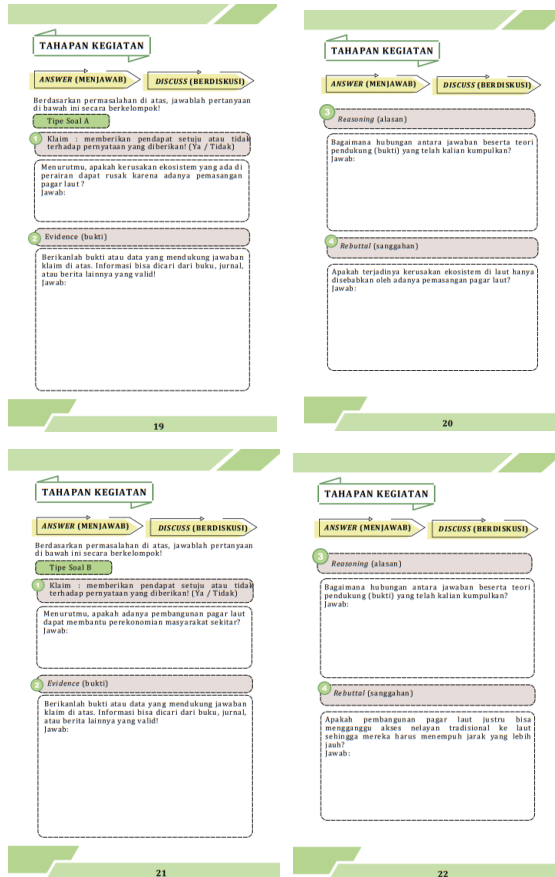
Pada sintaks pertama yaitu *read* (membaca) siswa dapat menggali informasi dari berbagai sumber baik buku, jurnal, atau berita lainnya (Sopandi et al., 2021). Sintaks ini juga diintegrasikan dengan *Socio-Scientific-Issue* yang berisi isu-isu nyata di masyarakat yang berkaitan dengan konsep sains yang memiliki dampak sosial, etika, atau lingkungan pada setiap bacaan atau berita yang disajikan. Adanya kegiatan

read ini menjadi landasan utama dalam membangun *claim* (klaim) awal karena siswa mendapatkan informasi penting dari isu yang dibahas, selain itu tahapan ini juga membantu siswa dalam mengumpulkan *evidence* (bukti) berupa data dan temuan empiris yang nantinya dapat digunakan untuk mendukung atau menolak sebuah *claim*. Hal ini sejalan dengan pendapat (Sadler, 2011), bahwa literasi sains dapat membantu siswa memahami isu-isu kompleks dan kontroversial dalam sains (*Socio-Scientific Issue*) sehingga dapat menyusun argumentasi dengan akurat. Sintaks *read* dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Sintaks *Read*

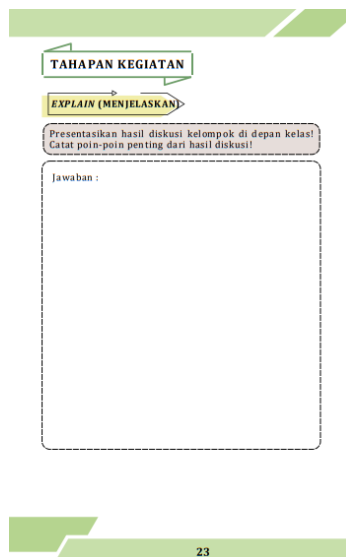
Sintaks kedua berupa *answer* (menjawab) yaitu siswa dapat menjawab pertanyaan yang disajikan sesuai indikator argumentasi ilmiah berupa klaim, bukti, alasan, dan sanggahan. Pada tahap ini juga digabungkan dengan sintaks ketiga berupa *discuss* (berdiskusi) secara berkelompok dengan berbagi bukti dan mengemukakan alasan yang menguji kekuatan argumen satu sama lain, sehingga didapatkan jawaban yang akurat. Adanya kerjasama sesama siswa pada kegiatan diskusi ini memiliki tujuan yaitu dapat meningkatkan argumentasi siswa (Sinambela et al., 2023). Pada tahapan *answer* dan *discuss* juga diintegrasikan dengan *Socio-Scientific Issue* yang terbagi menjadi 2 tipe soal beserta jawaban berupa sains dan juga sosial. Siswa harus menjawab kedua soal tersebut berdasarkan indikator argumentasi ilmiah berupa *claim* (klaim), *evidence* (bukti), *reasoning* (alasan), dan *rebuttal* (sanggahan). Sintaks kedua dan ketiga yaitu *answer* dan *discuss* dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Sintaks Answer dan Discuss

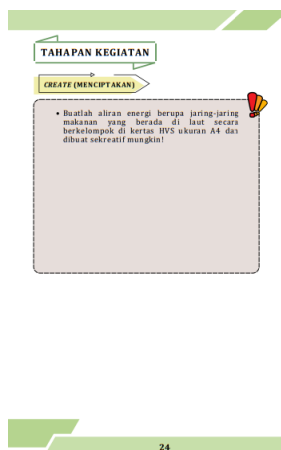
Sintaks keempat berupa *explain* (menjelaskan) yaitu setiap kelompok akan mempresentasikan hasil diskusi dengan menyampaikan argumentasi secara sistematis mulai dari menjawab *claim*, memperkuat

reasoning, *evidence* dan *rebuttal* kepada audience. Selanjutnya audience dapat memberikan sanggahan terhadap hasil presentasi setiap kelompok. Oleh karena itu, partisipasi siswa dalam berargumentasi membantu mereka memahami pentingnya hubungan antara bukti dan klaim, serta pentingnya pembenaran dalam argumentasi ilmiah (Fakhriyah et al., 2021). Tahapan sintaks *explain* dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12 Sintaks *Explain*

Sintaks kelima yaitu *create* (mengkreasikan), siswa dapat mencetuskan ide-ide atau gagasan yang sifatnya kreatif dalam bentuk karya (Sopandi et al., 2021). Karya yang dibuat pada tahap ini berkaitan dengan indikator argumentasi ilmiah dari jawaban-jawaban pertanyaan sebelumnya berupa klaim, bukti, alasan, dan sanggahan. Tahap ini dapat melatih siswa untuk belajar secara mandiri, kreatif, dan dapat mengkontekstualkan suatu pemahaman siswa terhadap materi yang dikaitkan dengan kehidupan nyata (Andriani et al., 2024). Sintaks *create* dapat dilihat pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Gambar Sintaks *Create*

10. Refleksi Pembelajaran

Refleksi pembelajaran berisi tentang tanggapan, pemahaman, dan perasaan siswa selama proses pembelajaran terhadap hasil belajar yang mereka lakukan. Kegiatan ini menjadi jembatan yang menghubungkan kelima sintaks RADEC dengan tujuan akhir berupa pemahaman yang mendalam, dan melatih keterampilan argumentasi ilmiah. Refleksi pembelajaran bisa di lihat pada Gambar 4.14:

The image shows three sample reflection forms for learning, each with a title, a paragraph of text, and three numbered questions.

REFLEKSI PEMBELAJARAN

Setelah belajar belajar berbagai dan berbagai dari model RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create), berilah refleksi pembelajaran yang telah kalian dapatkan!

1. Bagaimana perasaan setelah mempelajari materi hari ini?
2. Apakah ada materi yang belum kalian pahami pada pembelajaran hari ini?
3. Apa materi yang kalian dapatkan setelah mempelajari materi pembelajaran hari ini?

REFLEKSI PEMBELAJARAN

Setelah belajar belajar berbagai dan berbagai dari model RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create), berilah refleksi pembelajaran yang telah kalian dapatkan!

1. Bagaimana perasaan setelah mempelajari materi hari ini?
2. Apakah ada materi yang belum kalian pahami pada pembelajaran hari ini?
3. Apa materi yang kalian dapatkan setelah mempelajari materi pembelajaran hari ini?

REFLEKSI PEMBELAJARAN

Setelah belajar belajar berbagai dan berbagai dari model RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create), berilah refleksi pembelajaran yang telah kalian dapatkan!

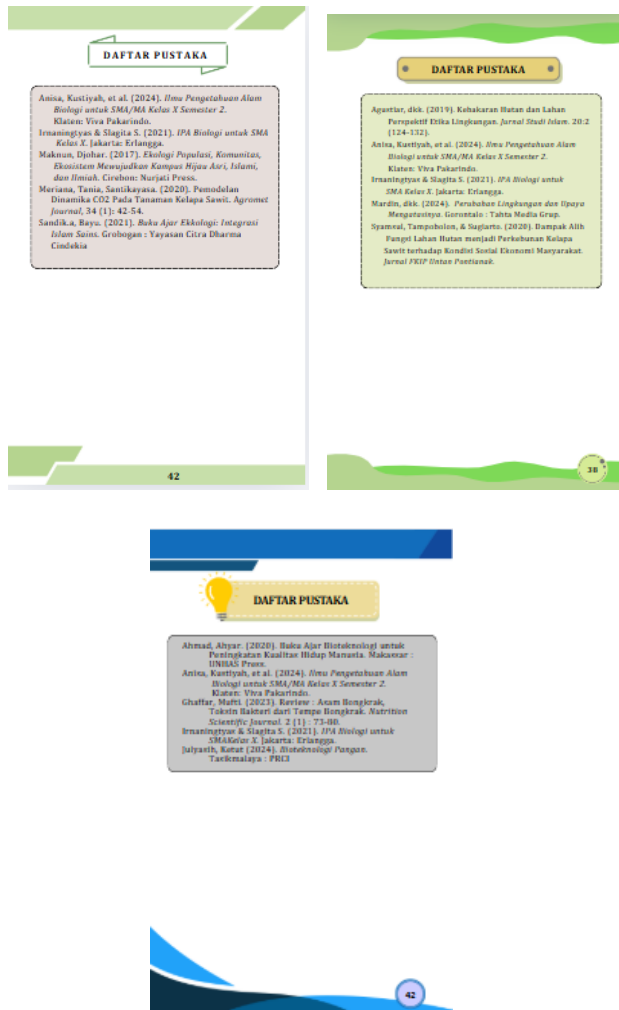
1. Bagaimana perasaan setelah mempelajari materi hari ini?
2. Apakah ada materi yang belum kalian pahami pada pembelajaran hari ini?
3. Apa materi yang kalian dapatkan setelah mempelajari materi pembelajaran hari ini?

Gambar 4.14 Refleksi Pembelajaran

11. Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisi tentang sumber referensi yang digunakan penulis dalam penyusunan E-LKPD. Referensi diambil dari sumber yang valid seperti buku, jurnal, artikel, dan berita-berita terpercaya lainnya. Daftar pustaka berfungsi memudahkan siswa untuk

mencari sumber atau rujukan literatur dalam E-LKPD ini. Daftar Pustaka dapat dilihat pada Gambar 4.15:



Gambar 4.15 Daftar Pustak

E. Keterbatasan Penelitian

Pengembangan E-LKPD berbasis model RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue* ini memiliki keterbatasan dalam proses penelitian yaitu perlunya koneksi internet secara *online* untuk mengakses link E-LKPD.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan Tentang Produk

Berdasarkan hasil dan analisis data penelitian tentang pengembangan E-LKPD berbasis RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dapat disimpulkan bahwa:

1. E-LKPD yang dikembangkan berisi cover E-LKPD, kata pengantar, daftar isi, peta konsep, petunjuk, capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), pertanyaan pemantik, materi, tahapan kegiatan pembelajaran, refleksi pembelajaran, dan daftar pustaka. E-LKPD ini memuat model pembelajaran RADEC yang terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dan melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa.
2. Uji kevalidan produk E-LKPD diperoleh dari ahli media sebesar 87,5% (sangat valid), ahli materi 97,2% (sangat valid), ahli metodologi pembelajaran 87,5% (sangat valid), ahli keterampilan argumentasi ilmiah 90,6% (sangat valid), penilaian guru biologi 98% (sangat valid).

3. Hasil respon siswa sebesar 88% dengan kategori (sangat baik). Hasil data kualitatif menunjukkan respon yang baik dari siswa terkait E-LKPD yang dikembangkan yaitu fitur yang ada di dalamnya menarik dan penggunaan bahasa mudah dipahami.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Produk berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan ini, maka disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. E-LKPD yang telah dikembangkan untuk selanjutnya dapat diuji efektivitas penggunaannya.
2. E-LKPD yang dikembangkan dapat berupa materi lain baik dari materi biologi maupun materi pembelajaran lainnya.
3. E-LKPD ini merupakan bahan ajar pembelajaran yang didedikasikan oleh peneliti sebagai upaya untuk melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa, maka diharapkan dapat didistribusikan secara luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, H. (2023). *Metode Penelitian Ekonomi dan Bisnis*. Magelang: CV. Mega Press Nusantara.
- Akbar, S. (2017). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosadakarya Offset.
- Amelia, N. & Yunita (2025). *Keterampilan Argumentasi dalam Pembelajaran Fisika*. Sukoharjo: Tahta Media Grup
- Alfitriyani, N., Pursitasari, I. D., & Kurniasih, S. (2021). Biotechnology Module Based On Sociosaintific Issues To Improve Student's Critical Thinking Ability Through Online Learning. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 12(1), 23–39.
- Andriani, F, Ekawati, R., & Sukariyanto. (2024). Systematic Literature Review: Model Pembelajaran RADEC Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *ELSE (Elementary School Education)*, 8(3), 406–414.
- Anila, R. B., Masruri, R., Irawati, F., Kurniawan, H. C., Primandiri, P. R., & Santoso, A. M. (2015). Penerapan Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Motivasi Belajar, Keterampilan Inkuiri dan Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMPN Kediri Pada Materi Perubahan dan Pencemaran Lingkungan. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 446–449.
- Anita, Afandi, & Tenriawaru, A. B. (2019). Pentingnya Keterampilan Argumentasi Ilmiah di Era Ledakan Informasi Digital. *Prosisding Seminar Nasional FKIP*, 1740–1746.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik Edisi Revisi*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

- Awe, E. Y., & Ende, M. I. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Elektronik Bermuatan Multimedia Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Siswa Pada Tema Daerah Tempat Tinggalku Pada Siswa Kelas IV Sdi Rutosoro Di Kabupaten Ngada. *Jurnal DIDIKA : Wahana Ilmiah Pendidikan Dasar* , 5(2), 48–61.
- Baehaki, F., & Murtafi'ah, N. (2023). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis RADEC untuk Meningkatkan Keterampilan Literasi Sains. *Jurnal Filsafat, Sains, Teknologi, Dan Sosial Budaya*, 29(4), 61–73.
- Britt, L., Maria, R., Margareta, E., Ideland, Malin, Claes, M., Christina, O., Eva, S., & Mikael. Winberg. (2011). Socio-scientific Issues—A Way to Improve Students' Interest and Learning? *US-China Education Review B* 3, 342–347.
- Dachi, F. A., & Perdana, D. N. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Untuk Meningkatkan Efikasi Diri pada Siswa Kelas XI Busana SMK Negeri 6 Padang. *JANGKA: Jurnal Pendidikan Matematika Ekasakti*, 1(1), 38–48.
- Dewi, & Jasmienti. (2025). Efektifitas Kelayakan Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada Pembelajaran Pendidikan Agama Islam di SMAN 1 Kecamatan Lareh Sago Halaban. *Jurnal Kajian Pendidikan Islam*, 2(1), 174–185.
- Erduran, S. (2018). Toulmin's Argument Pattern As A "Horizon of Possibilities" In The Study of Argumentation in Science Education. *Cultural Studies of Science Education*, 1–9.
- Fadlika, R. H., Hernawati, D., & Meylani, V. (2022). Kemampuan Argumentasi Dan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Kelas XI MIPA Pada Materi Sel. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(1), 9–18.

- Fakhriyah, F., Rusilowati, A., Nugroho, S., & Saptono, S. (2021). Mengembangkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Calon Guru Sekolah Dasar sebagai Bentuk Penguatan Keterampilan Abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Unnes*, 190–194.
- Febrianti, N. (2022). Pengembangan LKPD Koloid Berbasis Model Pembelajaran RADEC untuk Melatih Keterampilan 4C. *Skripsi*.
- Fitriani, Fuldiaratman, & Yusnida. (2025). Pengembangan e-LKPD Berbasis Socio-Scientific Issue (SSI) Berbantuan Liveworksheets Pada Materi Prinsip Kimia Hijau Di SMA. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 654–661.
- Freani, R. D. (2024). Model RADEC Berbasis Socio Scientific issue (SSI) Sebagai Alternatif Meningkatkan Higher Order Thinking Skills Pada Pembelajaran IPA Abad 21. *Seminar Nasional IPA XIV*, 349–355.
- Hardini dan Alberida (2022). Analisis Kemampuan Argumentasi Peserta Didik. *Jurnal Biodidaktika*. 17(1): 93-99
- Herlina, P., Hamdu, G., & Nugraha, A. (2023). Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Berbasis Education For Sustainable Development (ES) di SD. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 8(2), 504–513.
- Iwanda, C. N. S., Malika. Hanifah Nur, & Aqshadigrama, M. (2022). RADEC sebagai Inovasi Model Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Pasca Pandemi Covid-19 di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(22), 430–440.
- Khoerunnisa, N., Badruzzaman, N., & Gani, R. A. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Liveworksheets Pada Subtema

- Lingkungan Tempat Tinggalku. *Dwija Cendekia: Jurnal Riset Pedagogik*, 391–397.
- Kholifahtus, Y. F., Agustiningsih, & Wardoyo, A. A. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS). *Edustream: Jurnal Pendidikan Dasar*, 5(2), 143–151.
- Kristiani, T. P. (2019). Memperbaiki Kemampuan Argumentasi Siswa Kelas XI melalui Teknik Bertanya Guru dan Argumentative Assessment. *Bio-Pedagogi: Jurnal Pembelajaran Biologi*, 8(2), 58–67.
- Limbong, Stella (2023). Pola Berpikir Kritis dan Argumentasi Ilmiah Berdasarkan Gaya Kognitif Siswa dalam Belajar Kimia. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*. 16 (3) : 401-409.
- Mardhiyah, R. H., Sekar Nurul Fajriyah Aldriani, Febyana Chitta, & Muhamad Rizal Zulfika. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29–40.
- Martika, D. (2023). Pengaruh Model Diskusi Buzz Group Berbasis SSI terhadap Keterampilan Argumentasi Ditinjau dari Kreativitas Peserta Didik Mata Pelajaran IPA Materi Pemanasan Global dan Perubahan Iklim di SMP N 20 Kota Bengkulu. *Skripsi*.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2011a). *Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science: The Claim, Evidence, and Reasoning Framework For Talk and Writing*. Pearson.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2011b). *Assessing Middle School Students' Content Knowledge and Reasoning Through Written Scientific Explanations*. Amerika Serikat: University of Michigan.

- Mizza, A. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Biologi Berbasis Problem Solving Terintegrasi Unity Of Sciences (UoS) untuk Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI MA. *Skripsi*.
- Muslim, Suhandi, & Andi. (2015). Pengembangan Model Pembelajaran Fisika Berorientasi Kemampuan Berargumentasi dan Pemahaman Konsep Calon Guru Fisika. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(2), 96–104.
- Muslimah. (2020). Pentingnya LKPD pada Pendekatan Scientific Pembelajaran Matematika. *Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series*, 3(3), 1471–1479.
- Muyassaroh. A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit Berbasis Audio Visual Berbantuan Aplikasi Powtoon. *Skripsi*.
- Nada, Q.E, (2024). Pengaruh Model Pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) Terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah dan Literasi Sains Siswa Kelas X MA Mamba'ul Ulum Tunjungmuli. *Skripsi*.
- Nisak, F. N. F., & Suprpto, N. (2022). Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa dengan Penggunaan Media Photovoice pada Materi Pembiasan Cahaya. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 11(1), 35–45.
- Noprinda, C. T., & Soleh, S. M. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS). *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 168–176.
- Nurafriani, R. R., & Mulyawati, Y. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Liveworksheet Pada Tema 1 Subtema 1 Pembelajaran 3. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 9(1), 404–414.

- Pratama, Y. A., Sopandi, W., & Hidayah, Y. (2019). Model Pembelajaran Radec (Read-Answer-Discuss-Explain And Create): Pentingnya Membangun Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Konteks Keindonesiaan. *Indonesia Journal of Learning Education and Counseling*, 2(1), 1–8.
- Pritasari, A. C., Dwiastuti, S., & Probosari, R. M. (2016). Peningkatan Kemampuan Argumentasi melalui Penerapan Model Problem Based Learning pada Siswa Kelas X MIA 1 SMA Batik 2 Surakarta Tahun Pelajaran 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 1–7.
- Probosari, R. M., Ramli, M., Harlita, Indrowati, M., & Sajidan. (2016). Profil Keterampilan Argumentasi Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi FKIP UNS pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan. *Bioedukasi*, 9(1), 29–33.
- Qisti, Z. U. (2024). *Pengembangan LKPD Asam Basa Berbasis Model Pembelajaran RADEC untuk Melatih Keterampilan 4C*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rahayu, Y., Suhendar, & Ratnasari, J. (2020). Keterampilan Argumentasi Siswa Pada Materi Sistem Gerak SMA Negeri Kabupaten Sukabumi-Indonesia. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 6(3), 312–318.
- Rakhmaningtyas, L. (2022). Pengembangan E-LKPD Interaktif pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XII. *Bioedu*, 527–536.
- Ristiani, L. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Pendekatan Pemecahan Masalah (Problem Solving) Materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel. *Skripsi*.
- Riwayani. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model PBL Dengan Argument Mapping Berbantuan OLS untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah dan Literasi Digital Peserta Didik SMA. *Skripsi*

- Rizkita, L., Suwono, H., & Susilo, H. (2016). Pengaruh Pembelajaran Socio-Scientific Problem-Based Learning Terhadap Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X SMAN Kota Malang. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 1(4), 732–738.
- Sadler, T. D. (2011). *Socio-Scientific Issues in the Classroom: Teaching, Learning and Research*. New York: Springer.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The Morality of Socioscientific Issues: Construal and Resolution of Genetic Engineering Dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4–2.
- Sani. (2020). *Pembelajaran Berbasis Outcome*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Selpiyanti, S. (2022). Pengembangan Modul IPA Berbasis Socio-Scientific Issue (SSI) untuk Meningkatkan Higher Order Thingking Skill (HOTS) Pada Mata Pelajaran IPA Untuk Siswa Kelas VII SMP. *Skripsi*.
- Sinambela, C., Rumowondor, S., Sura, Y., & Bahri, A. (2023). *Melatih Keterampilan Argumentasi Menggunakan Model Pembelajaran RTPS Pelajaran Biologi SMA Advent Supiori*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Siregar, & Pakpahan, R. A. (2020). Kemampuan Argumentasi IPA Siswa Melalui Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI). *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*. 10(2), 94–103.
- Siregar, R. A. (2023). Development of E-LKPD Based on A Scientific Approach for Students of MAN 2 Model Medan. *IJAR : Indonesian Journal of Advanced Research* , 2(4), 237–252.
- Siska, Yunita, & Ubaidillah, M. (2019). Strategi Socio Scientific Issues untuk Meningkatkan Kemampuan

- Argumentasi Ilmiah Siswa pada Konsep Sistem Respirasi Di Kelas XI MIPA SMAN 1 Suranenggala. *Jurnal Ilmu Alam Indonesia*, 2(1), 50–69.
- Sismawarni, W. U. D., Usman, Hamid, N., & Kusumaningtyas, P. (2020). Pengaruh Penggunaan Isu Sosiosaintifik dalam Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 10–17.
- Sopandi, W., Sujana, A., Sukardi, R. R., Sutinah, C., & Yanuar, Y. (2021). *Model Pembelajaran RADEC*. Bandung: UPI Press.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suraya, Setiadi, A. E., & Muldayanti, N. D. (2019). Argumentasi Ilmiah Dan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Metode Debat. *EDUSAINS*, 11(2), 233–241.
- Syafitri, A. (2023). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Isu Sosiosaintifik Pada Konsep Sistem Reproduksi Untuk Melatih Kemampuan Argumentasi Peserta Didik Kelas XI SMA/MA. *Skripsi*.
- Syahputri, D., Solikhin, F., & Nurhamidah. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Discovery Learning untuk Meningkatkan Pemahaman Peserta Didik pada Materi Reaksi Redoks. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(1), 68–74.
- Tanfizyah, R., & Rochintaniawati, D. (2021). Profil Kemampuan Argumentasi Siswa Mengenai Isu Sosiosaintifik dalam Pembelajaran Online. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 6(1), 6–13.
- Thiagarajan, & Sivasailam. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Amerika Serikat: Universitas Indiana.

- Umbaryati. (2022). Pentingnya LKPD pada Pendekatan Scientific Pembelajaran Matematika. *Jounal Unila*, 1(3), 217–225.
- Wahyuni, E. T., Supeno, & Budiarmo, A. S. (2024). Pengembangan E-LKPD Berbasis Socio-Scientific Issue Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Pada Pembelajaran IPA SMP. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(3), 1155–1165.
- Wahyuni, R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Android “Plant Tissue-App” Untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMA. *Skripsi*.
- Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230.
- Wibawa, R., Prayitno, dan Marjono. (2018). Penerapan Problem Based Learning pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis Siswa Kelas X MIPA. *Jurnal Biogenesis*. 14 (2): 29-36.
- Widodo, Suciati, & Rais Hidayat. (2024). Implementasi Model Pembelajaran RADEC (Read Answer Discuss Explain Create) Serta Dampaknya Pada Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Kemampuan Komunikasi. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 7(1), 270–285.
- Yulisdiva, A., Sodikin, C., & Anggraeni, P. (2023). Perbandingan Model Pembelajaran Read, Answer, Discuss, Explain, And Create (RADEC) dengan Model Pembelajaran Inquiry Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa pada Materi Gaya. *JESA : Jurnal Edukasi Sebelas April*, 7(1), 16–25.

- Yunita, L., Sofyan, A., & Agung, S. (2015). Pemanfaatan Peta Konsep (Concept Mapping) untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Tentang Konsep Senyawa Hidrokarbon. *EDUSAINS*, 2–8.
- Yuspitasari. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Socioscientific Issues Pada Materi Sistem Pernapasan Untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Skripsi*.
- Zahrah, Wahyuni M. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *Skripsi*.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Michael, Simmons, Elaine, & Howes. (2005). Beyond STS: A Research-Based Framework for Socioscientific Issues Education. *Journal of Science Education*, 89(3), 357–377.
- Zein, F. A., & Musyarofah. (2024). Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) Interaktif Menggunakan Wizer.Me Pada Pembelajaran IPS. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 5(1), 57–68.
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan Abad ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. In *Seminar Nasional Pendidikan*, 2(2), 1–17.
- Zulham. (2022). Analisis Lafadz Perintah Meneliti Dalam Al-Qur'an. *Jurnal ANSIRU PAI*, 6(1), 75–85.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Instrumen dan Hasil Wawancara Guru Biologi

Narasumber : Fajrul Falakh, S.Pd.

Sekolah : SMA N 12 Semarang

No.	Indikator	Pertanyaan	Jawaban
1.	Mengetahui proses pembelajaran	Bagaimana kesiapan siswa sebelum pembelajaran biologi dimulai?	Terdapat kontrak belajar yang disepakati bersama
		Apakah bapak/ibu guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk memahami materi awal secara mandiri? Contoh: membuat mind map atau rangkuman sebelum materi diajarkan?	Iya, mereka dibebaskan untuk memilih penugasan awal dalam bentuk peta konsep/mind map/rangkuman. Akan dinilai di akhir pertemuan.
		Kurikulum apa yang digunakan di sekolah?	Kurikulum merdeka
		Apa materi biologi kelas 10 semester 2 yang dianggap sulit dimengerti oleh siswa?	Bioteknologi modern
		Bagaimana keaktifan siswa dalam mengikuti pembelajaran biologi?	Ada 9 kelas yang saya ampu dan masing-masing kelas memiliki karakteristik yang berbeda

		Apakah siswa diberikan tugas di setiap pertemuan?	Iya diberikan entah itu dari saya sendiri, LKPD, LKS tapi langsung dikerjakan di sekolah juga dan tidak ada PR
2.	Mengetahui bahan ajar yang digunakan saat proses pembelajaran	Bahan ajar apa saja yang digunakan dalam proses pembelajaran biologi?	- Buku Paket - Modul Ajar - LKS - LKPD
		Apakah bahan ajar yang digunakan sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diinginkan?	Iya sudah
		Apa saja kekurangan dan kelebihan bahan ajar yang bapak/ibu guru gunakan saat ini?	➤ Kelebihan : Bahan ajar sudah cukup banyak tersedia dalam bentuk online jadi mudah dicari. ➤ Kekurangan : Bahan ajar yang digunakan menggunakan kurikulum merdeka kurang lengkap dari segi materi
		Apakah bapak/ibu guru menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)?	Iya menggunakan tapi kadangkala saja
		Menurut bapak/ibu guru apakah ada	Ada tentunya karena terdapat

		perbedaan saat peserta didik difasilitasi LKPD?	variasi dalam pemberian tugas dan aktivitas pembelajaram yang lebihatif
3.	Mengetahui media pembelajaran biologi yang digunakan	Media apa saja yang digunakan dalam proses pembelajaran biologi?	- PPT - Video - Papan Tulis
		Apakah kekurangan dan kelebihan dari media pembelajaran yang sedang digunaakan saat ini?	Sudah cukup
4.	Mengetahui model pembelajaran biologi yang digunakan	Model pembelajaran seperti apa yang digunakan bapak/ibu guru?	- PBL - PJBL - Discovery Learning
		Apakah kekurangan dan kelebihan dari model pembelajaran yang sedang digunaakan saat ini?	Cukup
		Apakah bapak/ibu guru pernah mendengar istilah <i>Socio-Scientific Issues</i> (SSI)? Jika sudah, sebutkan salah satu kasus yang berbasis SSI?	Belum pernah
		Bagaimana pendapat bapak/ibu guru sebagai guru pengampu mata pelajaran biologi, apakah dibutuhkan bahan ajar yang berbasis <i>Socio Scientific Issues</i> (SSI)	Iya sangat bagus apabila akan dikembangkan karena sebelumnya belum pernah menggunakan basis SSI tersebut

		sebagai media pembelajaran?	
5.	Mengetahui pemahaman guru terkait argumentasi ilmiah	Apakah bapak/ibu guru mengetahui elemen-elemen yang terdapat pada argumentasi ilmiah ?	Belum
		Apakah bapak/ibu guru pernah melatih keterampilan berargumentasi ilmiah pada pelajaran biologi?	Iya pernah, akan tetapi belum mengikuti indikator-indikator dari argumentasi ilmiah yang ada
		Bagaimana bapak/ibu guru melatih keterampilan berargumentasi ilmiah kepada peserta didik?	Dalam bentuk diskusi dan saling menanggapi pertanyaan ataupun jawaban dari siswa

Adaptasi dari:

Wahyuni. R (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Android “*Plant Tissue-App*” Untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMA. *Skripsi*. Semarang: UIN Walisongo.

Yuspitasari. (2023). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Socioscientific Issues Pada Materi Sistem Pernapasan Untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Skripsi*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.

Lampiran 2 Instrumen dan Hasil Wawancara Siswa Kelas X

No	Indikator	Pertanyaan	Jawaban
1.	Persiapan	Bagaimana persiapan anda sebelum memulai proses pembelajaran biologi?	Terdapat kontrak belajar antara guru dan siswa
		Kapan saja waktu yang digunakan untuk belajar materi biologi di rumah?	Jarang belajar, kalau belajar h-1 jam sebelum ulangan
2.	Pelaksanaan	Menurut pendapatmu, apa materi pembelajaran biologi yang terasa lebih sulit di kelas 10?	- Semester 1 : Virus, bakteri, klasifikasi makhluk hidup - Semester 2 : Bioteknologi
		Apakah guru sering memberikan tugas terlebih dahulu sebelum materi biologi tersebut dijelaskan?	Iya dalam bentuk mind map/peta konsep/rangkuman
		Apakah anda pernah diajak untuk melakukan pembelajaran biologi di luar kelas?	Belum pernah selama semester 1 ini
		Apakah dalam pembelajaran biologi sering melakukan praktikum/percobaan ?	Belum pernah
		Apakah pada pembelajaran biologi sering menggunakan variasi model pembelajaran untuk mempermudah	Iya biasanya PBL yaitu siswa diberikan permasalahan kemudian didiskusikan secara bersama

		pemahaman dari peserta didik?	
		Apakah media pembelajaran biologi yang biasa digunakan sudah cukup membuat kamu memahami materi?	Masih kurang
		Bahan ajar apa saja yang digunakan selama proses pembelajaran biologi berlangsung?	- Buku paket - LKS - LKPD (kadang-kadang)
		Apakah saat pembelajaran di sekolah diperbolehkan membawa Hp? Waktu kapan kalian bisa memakai Hp saat di sekolah?	Iya boleh, waktu pembelajaran boleh digunakan asalkan untuk mengakses materi bukan untuk yang lainnya
		Apakah anda memiliki kesempatan untuk berdiskusi dan bertanya-tanya dengan guru atau teman-teman dalam pembelajaran biologi?	Iya diberikan kesempatan akan tetapi terkadang masih malu untuk bertanya
		Apakah anda memiliki kesempatan untuk berargumentasi saat kegiatan diskusi dan presentasi kelompok?	Iya diberi kesempatan akan tetapi kadang ragu untuk mengungkapkan argumen karena takut salah dan kurang percaya diri
		Apakah anda mengetahui apa itu argumentasi ilmiah?	Tidak

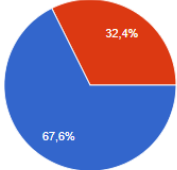
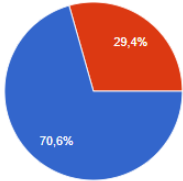
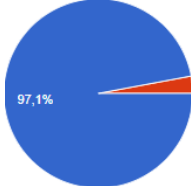
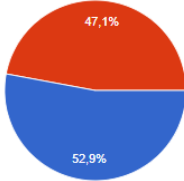
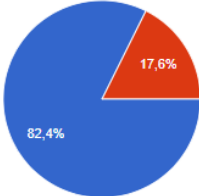
		Apakah anda pernah mendengar model pembelajaran <i>Socio-Scientific Issue</i> ?	Belum pernah
3.	Evaluasi	Apakah setelah penyampaian materi pembelajaran Biologi, guru sering memberikan evaluasi pembelajaran? Seperti diadakan posstest, mengerjakan tugas ataupun ulangan?	- Iya memberikan evaluasi berupa kesimpulan pembelajaran yang sudah dilaksanakan - Biasanya hanya diberikan tugas dari LKS ataupun LKPD jarang ada posstest
		Bagaimana pandangan anda ketika mendapatkan hasil belajar yang baik dan dibawah kkm?	- Jika baik merasa senang dan semngat belajar lebih tinggi - Jika masih di bawah KKM tentunya sedih, harus giat belajar lagi

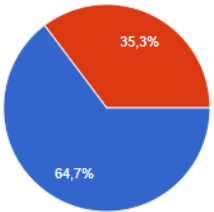
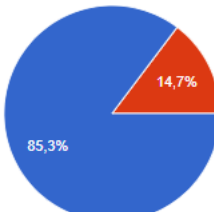
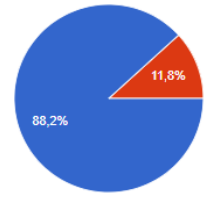
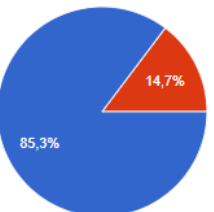
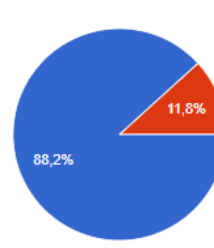
Adaptasi dari:

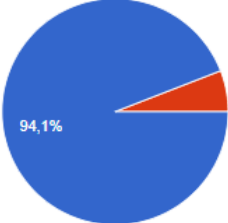
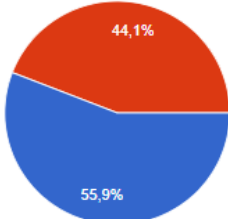
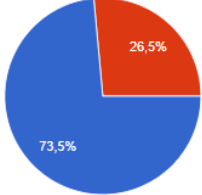
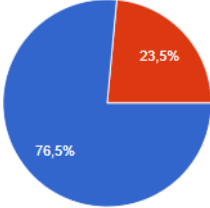
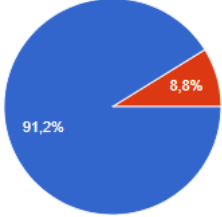
Wahyuni. R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Android "*Plant Tissue-App*" Untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMA. *Skripsi*. Semarang: UIN Walisongo.

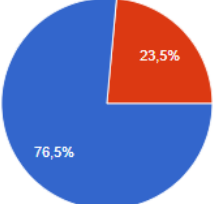
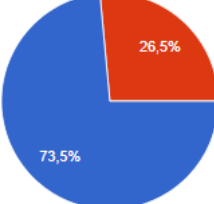
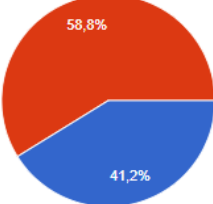
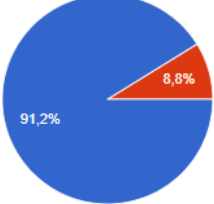
Lampiran 3 Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa

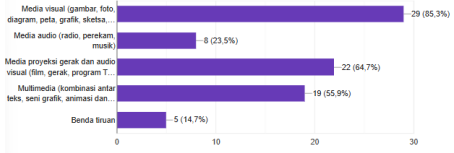
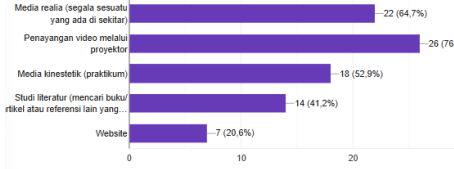
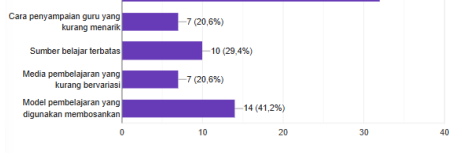
Ket : (Ya : warna biru, tidak : warna merah)

Biologi adalah mata pelajaran yang sulit	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya (Biru)</td> <td>67,6%</td> </tr> <tr> <td>Tidak (Merah)</td> <td>32,4%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya (Biru)	67,6%	Tidak (Merah)	32,4%
Kategori	Persentase						
Ya (Biru)	67,6%						
Tidak (Merah)	32,4%						
Saya menyukai pelajaran biologi karena kegiatan pembelajaran tidak hanya dilakukan di dalam kelas, tetapi juga di luar kelas dan lingkungan sekolah	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya (Biru)</td> <td>70,6%</td> </tr> <tr> <td>Tidak (Merah)</td> <td>29,4%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya (Biru)	70,6%	Tidak (Merah)	29,4%
Kategori	Persentase						
Ya (Biru)	70,6%						
Tidak (Merah)	29,4%						
Saya menyukai pelajaran biologi karena model pembelajaran yang diberikan guru menarik dan memahamkan	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya (Biru)</td> <td>97,1%</td> </tr> <tr> <td>Tidak (Merah)</td> <td>2,9%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya (Biru)	97,1%	Tidak (Merah)	2,9%
Kategori	Persentase						
Ya (Biru)	97,1%						
Tidak (Merah)	2,9%						
Saya memiliki buku penunjang untuk pelajaran biologi, baik teori maupun praktikum	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya (Biru)</td> <td>52,9%</td> </tr> <tr> <td>Tidak (Merah)</td> <td>47,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya (Biru)	52,9%	Tidak (Merah)	47,1%
Kategori	Persentase						
Ya (Biru)	52,9%						
Tidak (Merah)	47,1%						
Saya membutuhkan referensi tambahan sebagai sumber belajar biologi	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya (Biru)</td> <td>82,4%</td> </tr> <tr> <td>Tidak (Merah)</td> <td>17,6%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya (Biru)	82,4%	Tidak (Merah)	17,6%
Kategori	Persentase						
Ya (Biru)	82,4%						
Tidak (Merah)	17,6%						

Saya merasa kesulitan mencari sumber belajar yang valid pada materi pembelajaran biologi GIMANA MENGAPLIKASIKAN KE RADEC?	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>64,7%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>35,3%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	64,7%	Tidak	35,3%
Kategori	Persentase						
Ya	64,7%						
Tidak	35,3%						
Media pembelajaran biologi yang digunakan bervariasi	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>85,3%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>14,7%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	85,3%	Tidak	14,7%
Kategori	Persentase						
Ya	85,3%						
Tidak	14,7%						
Saya ingin menggunakan media pembelajaran biologi yang dapat digunakan secara berulang-ulang dimanapun dan kapanpun untuk menunjang pengetahuan materi biologi	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>88,2%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>11,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	88,2%	Tidak	11,8%
Kategori	Persentase						
Ya	88,2%						
Tidak	11,8%						
Apakah anda aktif dalam diskusi kelas atau diskusi kelompok	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>85,3%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>14,7%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	85,3%	Tidak	14,7%
Kategori	Persentase						
Ya	85,3%						
Tidak	14,7%						
Apakah anda pernah bertanya kepada teman jika terdapat materi biologi yang belum anda pahami	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>88,2%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>11,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	88,2%	Tidak	11,8%
Kategori	Persentase						
Ya	88,2%						
Tidak	11,8%						

Apakah anda pernah bertanya kepada guru saat belum mengerti dengan materi biologi yang dipelajari	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>94,1%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>5,9%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	94,1%	Tidak	5,9%
Kategori	Persentase						
Ya	94,1%						
Tidak	5,9%						
Apakah pelajaran biologi menuntut anda untuk menghafal banyak bahasa ilmiah	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>55,9%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>44,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	55,9%	Tidak	44,1%
Kategori	Persentase						
Ya	55,9%						
Tidak	44,1%						
Apakah anda senang dengan adanya kegiatan literasi sains sebelum pembelajaran dimulai	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>73,5%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>26,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	73,5%	Tidak	26,5%
Kategori	Persentase						
Ya	73,5%						
Tidak	26,5%						
Apakah guru memberikan reward ketika hasil belajar biologi anda tinggi	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>76,5%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>23,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	76,5%	Tidak	23,5%
Kategori	Persentase						
Ya	76,5%						
Tidak	23,5%						
Apa anda setuju apabila akan dikembangkan bahan ajar berbasis elektronik atau online	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya</td> <td>91,2%</td> </tr> <tr> <td>Tidak</td> <td>8,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Ya	91,2%	Tidak	8,8%
Kategori	Persentase						
Ya	91,2%						
Tidak	8,8%						

Apa anda setuju apabila akan dikembangkan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setuju</td> <td>76,5%</td> </tr> <tr> <td>Tidak Setuju</td> <td>23,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Setuju	76,5%	Tidak Setuju	23,5%
Kategori	Persentase						
Setuju	76,5%						
Tidak Setuju	23,5%						
Apakah anda setuju apabila akan dikembangkan E-LKPD dalam bentuk flip book	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setuju</td> <td>73,5%</td> </tr> <tr> <td>Tidak Setuju</td> <td>26,5%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Setuju	73,5%	Tidak Setuju	26,5%
Kategori	Persentase						
Setuju	73,5%						
Tidak Setuju	26,5%						
Apakah anda mengetahui tentang argumentasi ilmiah	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tidak Mengetahui</td> <td>58,8%</td> </tr> <tr> <td>Mengetahui</td> <td>41,2%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Tidak Mengetahui	58,8%	Mengetahui	41,2%
Kategori	Persentase						
Tidak Mengetahui	58,8%						
Mengetahui	41,2%						
Apakah anda setuju apabila pembelajaran biologi pada materi tertentu dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Setuju</td> <td>91,2%</td> </tr> <tr> <td>Tidak Setuju</td> <td>8,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Setuju	91,2%	Tidak Setuju	8,8%
Kategori	Persentase						
Setuju	91,2%						
Tidak Setuju	8,8%						

Media pembelajaran yang saya sukai	 <table><tr><th>Media Pembelajaran</th><th>Jumlah</th><th>Persentase</th></tr><tr><td>Media visual (gambar, foto, diagram, peta, grafik, skema)</td><td>29</td><td>85.3%</td></tr><tr><td>Media audio (radio, perekam musik)</td><td>8</td><td>23.5%</td></tr><tr><td>Media proyeksi gerak dan audio visual (film, gerak, program T...</td><td>22</td><td>64.7%</td></tr><tr><td>Multimedia (kombinasi antar teks, seni grafik, animasi dan</td><td>19</td><td>55.9%</td></tr><tr><td>Benda tiruan</td><td>5</td><td>14.7%</td></tr></table>	Media Pembelajaran	Jumlah	Persentase	Media visual (gambar, foto, diagram, peta, grafik, skema)	29	85.3%	Media audio (radio, perekam musik)	8	23.5%	Media proyeksi gerak dan audio visual (film, gerak, program T...	22	64.7%	Multimedia (kombinasi antar teks, seni grafik, animasi dan	19	55.9%	Benda tiruan	5	14.7%
Media Pembelajaran	Jumlah	Persentase																	
Media visual (gambar, foto, diagram, peta, grafik, skema)	29	85.3%																	
Media audio (radio, perekam musik)	8	23.5%																	
Media proyeksi gerak dan audio visual (film, gerak, program T...	22	64.7%																	
Multimedia (kombinasi antar teks, seni grafik, animasi dan	19	55.9%																	
Benda tiruan	5	14.7%																	
Media pembelajaran biologi yang digunakan dalam pembelajaran biologi	 <table><tr><th>Media Pembelajaran</th><th>Jumlah</th><th>Persentase</th></tr><tr><td>Media realia (segala sesuatu yang ada di sekitar)</td><td>22</td><td>64.7%</td></tr><tr><td>Penayangan video melalui proyektor</td><td>26</td><td>76.5%</td></tr><tr><td>Media kinestetik (praktikum)</td><td>18</td><td>52.9%</td></tr><tr><td>Studi literatur (mencari buku, rikel atau referensi lain yang...</td><td>14</td><td>41.2%</td></tr><tr><td>Website</td><td>7</td><td>20.6%</td></tr></table>	Media Pembelajaran	Jumlah	Persentase	Media realia (segala sesuatu yang ada di sekitar)	22	64.7%	Penayangan video melalui proyektor	26	76.5%	Media kinestetik (praktikum)	18	52.9%	Studi literatur (mencari buku, rikel atau referensi lain yang...	14	41.2%	Website	7	20.6%
Media Pembelajaran	Jumlah	Persentase																	
Media realia (segala sesuatu yang ada di sekitar)	22	64.7%																	
Penayangan video melalui proyektor	26	76.5%																	
Media kinestetik (praktikum)	18	52.9%																	
Studi literatur (mencari buku, rikel atau referensi lain yang...	14	41.2%																	
Website	7	20.6%																	
Menurut anda, apa yang menyebabkan pelajaran biologi sulit dipahami	 <table><tr><th>Alasan</th><th>Jumlah</th><th>Persentase</th></tr><tr><td>Materi banyak</td><td>32</td><td>94.1%</td></tr><tr><td>Cara penyampaian guru yang kurang menarik</td><td>7</td><td>20.6%</td></tr><tr><td>Sumber belajar terbatas</td><td>10</td><td>29.4%</td></tr><tr><td>Media pembelajaran yang kurang bervariasi</td><td>7</td><td>20.6%</td></tr><tr><td>Model pembelajaran yang digunakan membosankan</td><td>14</td><td>41.2%</td></tr></table>	Alasan	Jumlah	Persentase	Materi banyak	32	94.1%	Cara penyampaian guru yang kurang menarik	7	20.6%	Sumber belajar terbatas	10	29.4%	Media pembelajaran yang kurang bervariasi	7	20.6%	Model pembelajaran yang digunakan membosankan	14	41.2%
Alasan	Jumlah	Persentase																	
Materi banyak	32	94.1%																	
Cara penyampaian guru yang kurang menarik	7	20.6%																	
Sumber belajar terbatas	10	29.4%																	
Media pembelajaran yang kurang bervariasi	7	20.6%																	
Model pembelajaran yang digunakan membosankan	14	41.2%																	
Bagaimana pembelajar an dan penyampaian mata pelajaran biologi yang kalian inginkan?	belajar dengan praktik langsung, menggunakan media yang interaktif, menghubungkan materi dengan kehidupan sehari-hari penyampaian video materi pembelajaran dengan banyak praktek di lingkungan sekitar mungkin menarik tidak membosankan praktik secara langsung ditampilkan di proyektor nonton film Pernawalaan vano tidak serius serius terus. taai di biolool ini ourunva udah asik jadi buat Penyampaian yang tidak serius serius terus, tapi di biologi ini gurunya udah asik jadi buat pembelajaran bio selalu dinanti Lebih menyenangkan, dan lebih bervariasi melalui film belajar dengan memperbanyak game yang mengarah ke materi yang secara terperinci, ringkas dan mudah dipahami gampang dan tidak sulit menggunakan animasi praktik manut prosedur kurikulum																		

	Ingin dibuat lebih variatif dan menyenangkan menggunakan gambar menarik : Pembelajaran biologi yang ideal adalah pembelajaran berbasis pengalaman, menggunakan teknologi, menghubungkan dengan kehidupan nyata, bersifat kolaboratif, dan menekankan pada keterampilan berpikir kritis. Tentang virus zombie yang tidak membosankan, yang bikin kita langsung mengerti apa yg telah disampaikan melalui proyektor, dengan praktek agar mudah di ingat dengan santai melalui online
Jika akan dibuat sebuah produk pengembangan berupa media belajar, saran seperti apa yang akan kamu berikan?	memberikan ppt yg disalurkan melalui google classroom mungkin pebelajaran melalui protektor yg menarik tidak membosankan tidak membosankan, harus menarik proyektor Ppt praktek dengan cara yang menyenangkan, dan lebih seru menarik menambah pengetahuan elektronik Jangan terlalu banyak PR 🙏 Ya mungkin bisa langsung dipahami Dengan ganteng Semoga lebih baik kedepannya lcd diperbaiki menggunakan media yang seru untuk belajar belajar langsung praktik tidak ada Yang mudah di lakukan ,dan hasil nya bagus Praktikum Belajar sambil main dan memecahkan sesuatu menciptakan sebuah ide dari produk baru Tidak ada

Lampiran 4 Hasil Tes Argumentasi Ilmiah Siswa

No.	Nama	Argumentasi Ilmiah															Total Point	Nilai	
		Claim			Jml	Evidence			Jml	Reasoning			Jml	Rebuttal					Jml
		1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3			
1.	A1	1	0	0	1	1	1	1	3	1	0	0	1	1	0	1	2	7	29,1
2.	A2	2	0	2	4	2	1	1	4	1	1	1	3	1	1	1	3	14	58,3
3.	A3	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	0	2	0	1	1	2	6	25
4.	A4	2	0	0	2	1	1	1	3	1	1	1	3	0	1	1	2	10	41,6
5.	A5	2	2	2	6	1	1	1	3	0	0	1	1	1	1	0	2	12	50
6.	A6	2	0	2	4	1	1	1	3	1	2	1	4	1	1	1	3	14	58,3
7.	A7	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	1	2	1	0	1	2	6	25
8.	A8	2	0	2	4	2	1	1	4	1	0	0	1	1	1	1	3	12	50
9.	A9	2	0	2	4	2	2	1	5	1	2	2	5	1	1	1	3	17	70,8
10.	A10	2	0	2	4	2	1	1	4	1	1	1	3	1	2	1	4	16	66,6
11.	A11	2	0	2	4	2	1	1	4	1	0	1	2	1	1	1	3	13	54,1
12.	A12	2	0	2	4	2	1	1	4	1	1	1	3	2	2	1	5	16	66,6
13.	A13	2	0	2	4	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	13	54,1
14.	A14	0	2	0	2	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	11	45,8
15.	A15	0	0	0	0	1	0	1	2	1	1	1	3	1	1	0	2	7	29,1
16.	A16	2	2	2	6	1	1	1	3	1	1	1	3	1	0	1	2	14	58,3
17.	A17	2	0	0	2	0	0	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	5	20,8
18.	A18	2	2	0	4	1	1	1	3	1	1	1	3	1	1	1	3	13	54,1
19.	A19	2	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16,6
20.	A20	0	2	2	4	1	1	1	3	1	1	1	3	2	1	1	4	14	58,3
21.	A21	2	0	0	2	1	0	1	2	1	0	1	2	0	0	1	1	7	29,1
22.	A22	0	0	2	2	1	1	1	3	0	0	1	1	1	0	0	1	7	29,1
23.	A23	2	2	2	6	1	1	1	3	0	1	0	1	1	1	0	2	12	50
24.	A24	2	0	0	2	1	1	1	3	1	0	1	2	1	1	1	3	10	41,6

Kriteria analisis skor argumentasi ilmiah menurut (Suraya,2018)

Interval Skor/Nilai	Keterangan
$X > 85\%$	Sangat Tinggi
70%-85%	Tinggi
55%-70%	Sedang
40%-55%	Rendah
$X < 40 \%$	Sangat Rendah

Keterangan penilaian dan penskoran keterampilan Argumentasi Ilmiah

Lampiran 5 Hasil Jawaban Siswa dalam Menjawab Soal Agumentasi Ilmiah

- ✓ 1. Menurutmu, apakah penyebab utama kematian paus disebabkan karena adanya sampah? (Claim) ★ 10 / 10

Pilih 1 jawaban yang tepat!

- ☐ Ya benar, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota dengan isi perut yang penuh dengan sampah dedaunan.
- ☒ Ya benar, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota dengan isi perut yang penuh dengan sampah plastik. ✓
- ☐ Ya benar, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota dengan isi perut yang penuh dengan sampah organik.
- ☐ Tidak, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota disebabkan karena arus air laut yang terlalu besar.
- ☐ Tidak, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota disebabkan karena adanya polusi suara di daerah laut tersebut.

Tambahkan masukan individual

Soal untuk menjawab *claim*

- ✗ 2. Berikanlah bukti fakta atau data yang mendukung jawaban anda? (Evidence) ★ 0 / 10

Pilih jawaban lebih dari 1

Beberapa bukti yang dapat diambil dari wacana tersebut adalah:

- ☐ Laporan tentang penemuan ikan paus terdampar di Pulau Kapota: sebuah ikan paus jenis sperm whale ditemukan terdampar di pantai Pulau Kapota, Sulawesi Tenggara.
- ☐ Laporan tentang penemuan ikan paus terdampar di Pulau Kapota: sebuah ikan paus jenis sperm whale ditemukan terdampar di pantai Pulau Kadatua, Sulawesi Tenggara.
- ☒ Berdasarkan laporan, ikan paus tersebut ditemukan dalam kondisi membusuk dan mati. Deskripsi tentang ukuran panjang dan lebar ikan paus memberikan bukti tentang ukuran spesies tersebut dan kondisi fisiknya ketika ditemukan. ✓
- ☐ Berdasarkan laporan, ikan paus tersebut ditemukan dalam kondisi masih hidup. Deskripsi tentang ukuran panjang dan lebar ikan paus memberikan bukti tentang ukuran spesies tersebut dan kondisi fisiknya ketika ditemukan.
- ☐ Hasil identifikasi isi perut Sampah plastik yang ditemukan di dalam perut ikan paus, termasuk jumlah dan jenisnya, memberikan bukti konkret tentang kontaminasi plastik di lingkungan laut.

Jawaban yang benar

Soal untuk menjawab *evidence*

- ✗ 3. Bagaimana hubungan antara jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? (Reasoning) * 0 / 10

Pilih jawaban lebih dari 1

Beberapa bukti yang dapat diambil dari wacana tersebut adalah:

- ☒ Lokasi terdamparnya ikan paus yang berjarak 2 km dari pusat kota: Fakta bahwa ikan paus terdampar di pantai yang berdekatan dengan pemukiman warga menunjukkan bahwa kejadian tersebut memiliki dampak langsung terhadap masyarakat lokal. Hal ini juga menunjukkan tingkat keterlibatan dan kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan di sekitar mereka. ✗
- ☐ Lokasi terdamparnya ikan paus yang berjarak 2 km dari pemukiman warga: Fakta bahwa ikan paus terdampar di pantai yang berdekatan dengan pemukiman warga menunjukkan bahwa kejadian tersebut memiliki dampak langsung terhadap masyarakat lokal. Hal ini juga menunjukkan tingkat keterlibatan dan kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan di sekitar mereka.
- ☐ Lokasi terdamparnya ikan paus yang berjarak 2,5 km dari pemukiman : Fakta bahwa ikan paus terdampar di pantai yang berdekatan dengan pemukiman warga menunjukkan bahwa kejadian tersebut memiliki dampak langsung terhadap masyarakat lokal. Hal ini juga menunjukkan tingkat keterlibatan dan kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan di sekitar mereka.
- ☐ Kondisi fisik dan waktu penemuan ikan paus: Deskripsi bahwa ikan paus ditemukan dalam kondisi membusuk dan mati, serta penemuan terjadi sekitar pukul empat sore, menunjukkan bahwa keadaan ikan paus ini sangat menkhawatirkan dan menunjukkan adanya kejadian yang serius.

Soal untuk menjawab *reasoning*

- ✗ 4. Apakah penyebab kematian paus disebabkan karena sampah?, Bukannya bisa terjadi karena faktor lain juga? Coba berikan penjelasan yang menurutmu paling tepat! (Rebuttal) * 0 / 10

Pilih jawaban lebih dari 1

- ☐ Kondisi membusuk ikan paus: Meskipun ikan paus ditemukan dalam kondisi membusuk, hal ini tidak secara otomatis menunjukkan bahwa kematian paus disebabkan oleh sampah plastik di dalam perutnya. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan ikan paus terdampar dan mati, termasuk penyakit, cedera, atau gangguan alam lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan penyebab pasti kematian paus tersebut.
- ☒ Kondisi membusuk ikan paus: Meskipun ikan paus ditemukan dalam kondisi membusuk, hal ini secara otomatis menunjukkan bahwa kematian paus disebabkan oleh sampah plastik di dalam perutnya. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan ikan paus terdampar dan mati, termasuk penyakit, cedera, atau gangguan alam lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan penyebab pasti kematian paus tersebut. ✗
- ☐ Kemungkinan kontaminasi sampel: Identifikasi sampah plastik di dalam perut paus mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi lingkungan laut di sekitarnya. Ada kemungkinan bahwa sampel yang diambil dari perut paus telah terkontaminasi oleh plastik yang ada di dalam perutnya, tanpa mencerminkan jumlah sebenarnya atau tingkat pencemaran di wilayah tersebut.

Soal untuk menjawab *rebuttal*

Lampiran 6 Penggunaan Soal pada Modul dan LKS

No.	Pernyataan	Besar	Salah
c.	Bioteknologi berperan untuk memelihara hama tanaman keras, seperti pohon jati, bambu, dan kelapa.		
d.	Bioteknologi mengatasi bakteri yang hidup di dalam usus serangga hama.		
e.	Bioteknologi hasil rekayasa genetika memiliki daya pergerakan yang tinggi.		

2. Para ahli melakukan penelitian untuk menemukan jenis mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan bioteknologi nonpangan. Pasangkan pernyataan terkait bioteknologi nonpangan dengan jenis mikroorganisme yang digunakan berikut.

Bioteknologi Nonpangan			Jenis Organisme	
1. Pemisahan besi dari bijihnya.	☐	☐	a.	<i>Clostridium acetobutylicum</i>
2. Pemisahan logam biodegradable plastik.	☐	☐	b.	<i>Thiobacillus ferrooxidans</i>
3. Pembersih limbah minyak bumi.	☐	☐	c.	<i>Methanobacterium</i>
4. Bioremediasi secara anaerob.	☐	☐	d.	<i>Lactobacillus casei</i>
5. Pengolahan limbah pabrik kertas kapur.	☐	☐	e.	<i>Alkaligenes eutrophus</i>
		☐	f.	<i>Clostridium butyricum</i>

3. Perhatikan gambar produk bioteknologi pangan yang diproses dengan menggunakan suatu mikroorganisme berikut. Selanjutnya, lengkapi tabel berikut dengan tepat.

	Gambar	Nama Produk	Bahan Baku	Mikroorganisme	Negara Asal
a.		Roti Kiri	...	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	...
b.		Tempe	...	...	Asia
c.		...	Bungkil (Bungkil) tahu kacang	...	Indonesia

20. Tariklah garis antara jenis piramida ekologi dan fungsinya yang tepat!

Jenis Piramida Ekologi			Fungsinya
A. Piramida energi	☐	☐	1. Mampu memberikan gambaran yang lebih akurat tentang aliran energi dalam ekosistem.
B. Piramida biomassa	☐	☐	2. Menggambarkan hubungan kepadatan populasi atau jumlah individu di antara tingkat trofik.
C. Piramida jumlah	☐	☐	3. Menggambarkan biomassa suatu tingkat trofik pada satu waktu saja.

21. Tariklah garis antara tahapan dalam daur air dan prosesnya yang tepat!

Tahapan dalam Daun Air			Prosesnya
A. Evaporasi	☐	☐	1. Proses meresapnya air ke dalam tanah atau ke dalam lapisan batuan di bawahnya.
B. Presipitasi	☐	☐	2. Proses jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut dalam bentuk yang berbeda yaitu curah hujan dan salju.
C. Infiltrasi	☐	☐	3. Proses penguapan air dari permukaan bumi ke atmosfer akibat paparan sinar matahari.

D. Isian

22. Cahaya matahari merupakan satu komponen abiotik yang menggunakan sumber energi utama semua makhluk hidup. Hal ini dikarenakan dengan adanya cahaya matahari tumbuhan dapat membuat makanannya sendiri melalui proses

23. Perhatikan gambar berikut!



Hubungan yang terjadi pada tanaman anggrek dan pohon mangga seperti gambar di atas termasuk simbiosis

24. Proses pada daur fosfor yang dilanjutkan oleh peran bakteri dalam tanah yang akan memecah bahan organik menjadi bentuk fosfat yang dapat diserap tanaman dikenal dengan proses

E. Uraian

25. Mengapa suhu sangat berpengaruh terhadap ekosistem?

Jawab:



Lampiran 7 Kisi-Kisi Soal Uji Argumentasi Ilmiah

Satuan Pendidikan	: SMA	Jumlah Soal	: 12
Kurikulum	: Merdeka	Bentuk Soal	: Pilihan Ganda
Kelas / Semester	: X (Fase E)/ 2	Alokasi Waktu	: 45 Menit
Mata Pelajaran	: Biologi		
Materi	: Perubahan Lingkungan		

CP	TP	Indikator Keterampilan	Indikator Soal	Ranah Kognitif	Teknik Penilaian	Bentuk Soal	Nomor Soal
Argumentasi Ilmiah							
Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penelitian, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengkomunikasikan	1. Peserta didik mampu menjelaskan pengertian perubahan lingkungan dengan metode studi literatur dengan benar. 2. Peserta didik mampu menentukan fakta-fakta perubahan lingkungan dengan metode studi literatur dengan benar. 3. Peserta didik mampu	1. <i>Claim</i> (klaim) 2. <i>Evidence</i> (bukti) 3. <i>Reasoning</i> (penghubung) 4. <i>Rebuttal</i> (sanggahan) Indikator argumentasi ilmiah menurut (McNeill dan Krajcik)	1. Disajikan gambar mengenai sebuah fenomena yang disebabkan oleh suatu pencemaran, siswa dapat menganalisis penyebab fenomena tersebut. 2. Disajikan sebuah gambar mengenai fenomena peningkatan jumlah kendaraan, siswa dapat mengidentifikasi pencemaran yang	C4 (Menganalisis) C5 (Memberi argumentasi)	G.form	Pilihan ganda	1,2,3

dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nano teknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs). Melalui keterampilan proses juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila.	menganalisis aktivitas manusia yang dapat menyebabkan perubahan lingkungan dengan diskusi interaktif dengan benar. 4. Peserta didik mampu menganalisis dan mengkomunikasikan dampak aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan lingkungan dengan diskusi interaktif dengan benar. 5. Peserta didik dapat merekomendasikan dan mengevaluasi efektifitas Solusi permasalahan perubahan lingkungan dengan mempertimbangkan jenis perubahan,		dapat terjadi dan diakibatkan oleh meningkatnya jumlah kendaraan tersebut, serta siswa dapat menganalisis dampak serta upaya untuk mengurangi pencemaran tersebut. 3. Disajikan deskripsi mengenai program pemerintah dalam mengatasi sampah plastik, siswa dapat menganalisis pendapatnya terhadap sebuah program tersebut.				
---	---	--	--	--	--	--	--

	penyebab, dan dampak perubahan lingkungan dengan benar						
--	--	--	--	--	--	--	--

Lampiran 8 Soal dan Kunci Jawaban Argumentasi Ilmiah

Indikator Argumentasi Ilmiah	Indikator Soal	Rumusan Soal	Alternatif Jawaban
Menyusun argumentasi ilmiah sesuai komponen argumentasi ilmiah (menurut McNeill & Krajcik, 2009) : • <i>Claim</i> (klaim) • <i>Evidence</i> (bukti) • <i>Reasoning</i> (penghubung) <i>Rebuttal</i> (sanggahan)	1. Disajikan gambar mengenai sebuah fenomena yang disebabkan oleh suatu pencemaran, siswa dapat menganalisis penyebab fenomena tersebut.	1. Perhatikan gambar berikut ini!  Sumber: https://images.app.goo.gl/SSuT4oTt4VHT6TzHA Seekor ikan paus terdampar mengejutkan warga Pulau Kapota di Desa Kapota Utara, Kecamatan Wangi-wangi Selatan, Kabupaten Wakatobi, Sulawesi Tenggara. Paus tersebut ditemukan terdampar di pantai yang berjarak 2 km dari pemukiman warga. Paus berjenis <i>sperm whale</i> ini ditemukan sekitar pukul empat sore dalam kondisi membusuk. Warga kemudian membelah perut paus dan menemukan banyak sampah di dalam perut paus tersebut. Paus ini ditemukan dengan ukuran panjang 9,5 meter dan lebar 437 meter dalam keadaan mati dan mulai membusuk. Berdasarkan laporan tertulis yang disampaikan oleh BTN Wakatobi, hasil identifikasi yang telah dilakukan di Kampus AKKP Wakatobi menunjukkan bahwa di dalam isi perut paus <i>sperm whale</i> ditemukan sampah plastik berupa 115 buah gelas plastik (750 gr), 19 buah plastik keras (140 gr), 4 buah botol plastik (150 gr), 6 potong serpihan kayu (740 gr), 2 buah sandal jepit (270 gr), 1 potong karung nilon (200 gr), lebih dari 1000 potong tali rafia (3260 gr). Sehingga total berat basah sampah di dalam perut paus adalah 5,9 kg.	⇒ <i>Claim</i> (Klaim) = Pilih salah satu jawaban a. Ya benar, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota dengan isi perut yang penuh dengan sampah dedaunan. b. Ya benar, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota dengan isi perut yang penuh dengan sampah plastik. c. Ya benar, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota dengan isi perut yang penuh dengan sampah organik. d. Tidak, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota disebabkan karena arus air laut yang terlalu besar. e. Tidak, terdamparnya seekor ikan paus di Pantai Kapota disebabkan karena adanya polusi suara di daerah laut tersebut. ⇒ <i>Evidence</i> (Bukti) = Pilih jawaban lebih dari 1 Beberapa bukti yang dapat diambil dari wacana tersebut adalah: a. Laporan tentang penemuan ikan paus terdampar di Pulau Kapota: sebuah ikan paus jenis <i>sperm whale</i> ditemukan terdampar di pantai Pulau Kapota, Sulawesi Tenggara. b. Laporan tentang penemuan ikan paus terdampar di Pulau Kapota: sebuah ikan

		1. Menurutmu, apakah penyebab utama kematian paus disebabkan karena adanya sampah? (Claim) 2. Berikanlah bukti fakta atau data yang mendukung jawaban anda? (Evidence) 3. Bagaimana hubungan antara jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? (Reasoning) 4. Apakah penyebab kematian paus disebabkan karena sampah?, Bukannya bisa terjadi karena faktor lain juga? (Rebuttal)	paus <i>jenis sperm whale</i> ditemukan terdampar di pantai Pulau Kadatua, Sulawesi Tenggara. c. Berdasarkan laporan, ikan paus tersebut ditemukan dalam kondisi membusuk dan mati. Deskripsi tentang ukuran panjang dan lebar ikan paus memberikan bukti tentang ukuran spesies tersebut dan kondisi fisiknya ketika ditemukan. d. Berdasarkan laporan, ikan paus tersebut ditemukan dalam kondisi masih hidup. Deskripsi tentang ukuran panjang dan lebar ikan paus memberikan bukti tentang ukuran spesies tersebut dan kondisi fisiknya ketika ditemukan. e. Hasil identifikasi isi perut sampah plastik yang ditemukan di dalam perut ikan paus, termasuk jumlah dan jenisnya, memberikan bukti konkret tentang kontaminasi plastik di lingkungan laut. ⇒ Reasoning (Penghubung)=Pilih jawaban lebih dari 1 a. Lokasi terdamparnya ikan paus yang berjarak 2 km dari pusat kota: Fakta bahwa ikan paus terdampar di pantai yang berdekatan dengan pemukiman warga menunjukkan bahwa kejadian tersebut memiliki dampak langsung terhadap masyarakat lokal. Hal ini juga menunjukkan tingkat keterlibatan dan kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan di sekitar mereka.
--	--	---	---

			b. Lokasi terdamparnya ikan paus yang berjarak 2 km dari pemukiman warga: Fakta bahwa ikan paus terdampar di pantai yang berdekatan dengan pemukiman warga menunjukkan bahwa kejadian tersebut memiliki dampak langsung terhadap masyarakat lokal. Hal ini juga menunjukkan tingkat keterlibatan dan kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan di sekitar mereka. c. Lokasi terdamparnya ikan paus yang berjarak 2,5 km dari pemukiman : Fakta bahwa ikan paus terdampar di pantai yang berdekatan dengan pemukiman warga menunjukkan bahwa kejadian tersebut memiliki dampak langsung terhadap masyarakat lokal. Hal ini juga menunjukkan tingkat keterlibatan dan kesadaran masyarakat terhadap masalah lingkungan di sekitar mereka. d. Kondisi fisik dan waktu penemuan ikan paus: Deskripsi bahwa ikan paus ditemukan dalam kondisi membusuk dan mati, serta penemuan terjadi sekitar pukul empat sore, menunjukkan bahwa keadaan ikan paus ini sangat mengkhawatirkan dan menunjukkan adanya kejadian yang serius. e. Isi perut ikan paus yang penuh dengan sampah plastik: Hasil identifikasi yang menunjukkan bahwa isi perut ikan paus berisi sampah plastik dengan berat total 5,9 kg memberikan bukti
--	--	--	---

			konkret tentang masalah pencemaran plastik di lingkungan laut. ⇒ Rebuttal (Sanggahan) = Pilih jawaban lebih dari 1 a. Kondisi membusuk ikan paus: Meskipun ikan paus ditemukan dalam kondisi membusuk, hal ini tidak secara otomatis menunjukkan bahwa kematian paus disebabkan oleh sampah plastik di dalam perutnya. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan ikan paus terdampar dan mati, termasuk penyakit, cedera, atau gangguan alam lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan penyebab pasti kematian paus tersebut. b. Kondisi membusuk ikan paus: Meskipun ikan paus ditemukan dalam kondisi membusuk, hal ini secara otomatis menunjukkan bahwa kematian paus disebabkan oleh sampah plastik di dalam perutnya. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan ikan paus terdampar dan mati, termasuk penyakit, cedera, atau gangguan alam lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan penyebab pasti kematian paus tersebut. c. Kemungkinan kontaminasi sampel: Identifikasi sampah plastik di dalam perut paus mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi lingkungan laut
--	--	--	--

			di sekitarnya. Ada kemungkinan bahwa sampel yang diambil dari perut paus telah terkontaminasi oleh plastik yang ada di dalam perutnya, tanpa mencerminkan jumlah sebenarnya atau tingkat pencemaran di wilayah tersebut. d. Kurangnya hubungan sebab akibat langsung: Meskipun ada sampah plastik di dalam perut paus, belum tentu itu menjadi penyebab langsung dari kematian paus tersebut. Sementara plastik dapat menjadi ancaman bagi satwa laut jika tertelan, ada kemungkinan bahwa ikan paus tersebut telah mati sebelumnya dan kemudian menelan sampah plastik yang terbawa oleh arus laut. e. Kurangnya hubungan sebab akibat langsung: Meskipun ada sampah organik di dalam perut paus, belum tentu itu menjadi penyebab langsung dari kematian paus tersebut. Sementara sampah organik dapat menjadi ancaman bagi satwa laut jika tertelan, ada kemungkinan bahwa ikan paus tersebut telah mati sebelumnya dan kemudian menelan sampah organik yang terbawa oleh arus laut.
	Disajikan sebuah gambar mengenai fenomena peningkatan jumlah kendaraan, memberikan argumentasi ilmiahnya	1. Perhatikan gambar di bawah ini!	⇒ Claim (Klaim) = Pilih salah satu jawaban a. Ya, peningkatan jumlah kendaraan seperti kendaraan umum, mobil, dan motor di kota-kota besar seperti di Jakarta dapat menyebabkan polusi udara.

	terkait pencemaran yang dapat terjadi yang diakibatkan oleh meningkatnya jumlah kendaraan serta siswa dapat menganalisis dampak serta upaya untuk mengurangi pencemaran tersebut.	Sumber : https://bit.ly/3buwG3x Peningkatan jumlah kendaraan seperti kendaraan umum, mobil, dan motor di kota-kota besar seperti di Jakarta dapat menyebabkan kemacetan. Hal ini disebabkan karena penggunaan transportasi umum mulai bergeser ketika kepemilikan kendaraan roda empat dan kendaraan roda dua bertambah luar biasa setiap tahunnya. Demikian juga dengan jaringan jalan yang kian mulus serta bahar bakar minyak (BBM) yang terjangkau harganya karena kesejahteraan masyarakat yang terus meningkat, baik di perkotaan maupun di pedesaan. Bertambahnya jumlah kendaraan pribadi yang melampaui batas telah menimbulkan banyak persoalan, khususnya di perkotaan. Kemacetan mulai muncul dimana-mana, terbatasnya lahan parkir kendaraan juga menimbulkan masalah tersendiri, polusi udara yang mencemari lingkungan kian mengkhawatirkan, demikian juga dengan tingkat kematian yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas juga meningkat pesat. Sumber: Liputan Khusus Kemenhub RI 2022 : https://dephub.go.id/post/read/gerakan-nasional-kembali-ke-angkutan-umum	b. Ya, peningkatan jumlah kendaraan seperti kendaraan umum, mobil, dan motor di kota-kota besar seperti di Jakarta dapat menyebabkan pencemaran suara. c. Ya, Peningkatan jumlah kendaraan seperti kendaraan umum, mobil, dan motor di kota-kota besar seperti di Jakarta dapat menyebabkan kemacetan dan pencemaran lingkungan. d. Tidak, peningkatan jumlah kendaraan seperti kendaraan umum, mobil, dan motor di kota-kota besar seperti di Jakarta dapat menyebabkan kerisauan masyarakat. e. Tidak, peningkatan jumlah kendaraan seperti kendaraan umum, mobil, dan motor di kota-kota besar seperti di Jakarta dapat menyebabkan pencemaran tanah. ⇒ Evidence (Bukti) = Pilih lebih dari 1 jawaban a. Data lalu lintas: Data historis tentang jumlah kendaraan di kota-kota besar seperti Jakarta dapat digunakan sebagai bukti peningkatan lalu lintas yang signifikan dari waktu ke waktu. Penelitian yang dilakukan oleh lembaga terkait atau data dari otoritas transportasi setempat tidak dapat memberikan gambaran tentang bagaimana jumlah kendaraan telah meningkat seiring waktu. b. Data lalu lintas: Data historis tentang jumlah kendaraan di kota-kota besar
--	--	--	--

		1. Menurutmu, benarkah peningkatan jumlah kendaraan umum dapat menimbulkan pencemaran lingkungan? (Claim) 2. Berikanlah bukti fakta atau data yang mendukung jawaban anda atas pertanyaan sebelumnya? (Evidence) 3. Bagaimana hubungan antara jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? (Reasoning) 4. Apakah peningkatan jumlah kendaraan umum dapat menimbulkan pencemaran lingkungan? Bukannya bisa terjadi karena faktor lain juga? Coba pilih penjelasan yang paling tepat! (Rebuttal)	seperti Jakarta dapat digunakan sebagai bukti peningkatan lalu lintas yang signifikan dari waktu ke waktu. Penelitian yang dilakukan oleh lembaga terkait atau data dari otoritas transportasi setempat dapat memberikan gambaran tentang bagaimana jumlah kendaraan telah meningkat seiring waktu. c. Studi kemacetan: Berbagai studi telah dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kemacetan di kota-kota besar, termasuk Jakarta. Data dari studi-studi ini dapat menunjukkan hubungan antara peningkatan jumlah kendaraan dan tingkat kemacetan yang dialami oleh kota-kota tersebut. d. Studi kemacetan: Berbagai studi telah dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kemacetan di kota-kota besar, termasuk Jakarta. Akan tetapi data dari studi-studi ini tidak dapat menunjukkan hubungan antara peningkatan jumlah kendaraan dan tingkat kemacetan yang dialami oleh kota-kota tersebut. e. Kajian epidemiologi: Penelitian epidemiologi sering kali menghubungkan paparan polusi udara dari kendaraan bermotor dengan berbagai masalah kesehatan masyarakat, seperti gangguan pernapasan, penyakit kardiovaskular, dan bahkan peningkatan risiko kematian dini. Bukti ini dapat menegaskan dampak negatif yang
--	--	---	--

			ditimbulkan oleh peningkatan jumlah kendaraan terhadap kesehatan penduduk. ⇒ Reasoning (Penghubung) = Pilih lebih dari 1 jawaban a. Penyebab kemacetan: peningkatan jumlah kendaraan di kota-kota besar, seperti Jakarta, secara langsung berkontribusi terhadap kemacetan lalu lintas. Dengan lebih banyaknya kendaraan yang bergerak di jalan, ruang jalan menjadi lebih terbatas, menyebabkan peningkatan waktu tempuh dan kepadatan lalu lintas. Akibatnya, kemacetan sering terjadi di berbagai titik di kota-kota besar, menghambat mobilitas penduduk dan kegiatan ekonomi. b. Penyebab kemacetan: penurunan jumlah kendaraan di kota-kota besar, seperti Jakarta, secara langsung berkontribusi terhadap kemacetan lalu lintas. Dengan lebih banyaknya kendaraan yang bergerak di jalan, ruang jalan menjadi lebih terbatas, menyebabkan peningkatan waktu tempuh dan kepadatan lalu lintas. Akibatnya, kemacetan sering terjadi di berbagai titik di kota-kota besar, menghambat mobilitas penduduk dan kegiatan ekonomi. c. Dampak pencemaran lingkungan: Kendaraan bermotor juga menjadi sumber utama pencemaran lingkungan di kota-kota besar. Gas buang yang
--	--	--	---

			dihasilkan oleh kendaraan mengandung polutan udara berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), dan partikulat halus (PM_{2.5}). Paparan jangka panjang terhadap polusi udara ini dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk gangguan pernapasan, penyakit diabetes dan anemia. d. Dampak pencemaran lingkungan: Kendaraan bermotor juga menjadi sumber utama pencemaran lingkungan di kota-kota besar. Gas buang yang dihasilkan oleh kendaraan mengandung polutan udara berbahaya seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), dan partikulat halus (PM_{2.5}). Paparan jangka panjang terhadap polusi udara ini dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk gangguan pernapasan, penyakit kardiovaskular, dan bahkan kematian dini. e. Hubungan sebab-akibat: Peningkatan jumlah kendaraan secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan kemacetan di jalan-jalan kota. Kemacetan yang terjadi kemudian memperlambat laju kendaraan dan meningkatkan waktu tempuh, yang pada gilirannya meningkatkan emisi gas buang dari kendaraan. Dengan demikian, ada hubungan langsung antara peningkatan jumlah
--	--	--	---

			kendaraan, kemacetan lalu lintas, dan peningkatan tingkat pencemaran lingkungan. ⇒ Rebuttal (Sanggahan) = pilih lebih dari 1 jawaban a. Penyebab kemacetan multifaktor: Meskipun peningkatan jumlah kendaraan dapat berkontribusi pada kemacetan, kemacetan lalu lintas juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti infrastruktur jalan yang kurang memadai, kebijakan transportasi yang tidak efektif, perilaku pengemudi yang kurang tertib, dan kepadatan penduduk yang tinggi. Oleh karena itu, menyalahkan peningkatan jumlah kendaraan sebagai satu-satunya penyebab kemacetan mungkin terlalu menyederhanakan masalah. b. Penyebab kemacetan satu faktor : Meskipun peningkatan jumlah kendaraan dapat berkontribusi pada kemacetan, kemacetan lalu lintas juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti infrastruktur jalan yang kurang memadai, kebijakan transportasi yang tidak efektif, perilaku pengemudi yang kurang tertib, dan kepadatan penduduk yang tinggi. Oleh karena itu, menyalahkan peningkatan jumlah kendaraan sebagai satu-satunya penyebab kemacetan mungkin terlalu menyederhanakan masalah.
--	--	--	--

			c. Kemajuan teknologi kendaraan: Peningkatan jumlah kendaraan tidak selalu berarti peningkatan pencemaran lingkungan. Kemajuan teknologi kendaraan, khususnya dalam hal emisi gas buang, telah menghasilkan kendaraan yang lebih ramah lingkungan dan lebih efisien bahan bakar. Dengan adopsi kendaraan listrik atau kendaraan berbahan bakar alternatif, dampak lingkungan dari peningkatan jumlah kendaraan dapat dikurangi. d. Solusi alternatif untuk mengurangi kemacetan: Selain mengurangi jumlah kendaraan, ada juga solusi alternatif untuk mengatasi kemacetan seperti peningkatan transportasi publik, pembangunan jalur sepeda, promosi carpooling, dan pengaturan lalu lintas yang lebih efektif. Dengan mengimplementasikan solusi-solusi ini, kemacetan dapat dikurangi tanpa harus mengurangi jumlah kendaraan secara drastis. e. Solusi alternatif untuk mengurangi kemacetan : Selain mengurangi jumlah kendaraan, ada juga solusi alternatif untuk mengatasi kemacetan seperti mengurangi transportasi publik, dan pembangunan jalur sepeda. Dengan mengimplementasikan solusi-solusi ini, kemacetan dapat dikurangi tanpa harus mengurangi jumlah kendaraan.
--	--	--	--

	Disajikan deskripsi mengenai program pemerintah dalam mengatasi sampah plastik, siswa dapat menganalisis dan memberikan pendapatnya terhadap sebuah program tersebut	3. Perhatikan pernyataan di bawah ini! "Pelarangan Penggunaan Kantong Plastik sebagai Kantong Belanja"  Sumber: https://11nq.com/aFFfR Beberapa kota besar, terutama Semarang sudah mulai menerapkan sebuah program, bahwasannya tempat perbelanjaan, seperti supermarket, mall dan pusat perbelanjaan lainnya, diminta supaya tidak lagi menggunakan plastik sebagai kantong belanja dan mulai mengganti kantong plastik dengan kantong yang ramah lingkungan. 1. Setuju atau tidakkah kalian dengan program yang telah diterapkan pemerintah tersebut? (Claim) 2. Berikanlah bukti fakta atau data yang mendukung jawaban anda atas pertanyaan sebelumnya? (Evidence) 3. Bagaimana hubungan antara jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah kalian	⇒ Claim (Klaim)= pilih salah satu jawaban a. Setuju, pelarangan penggunaan kantong plastik sebagai kantong belanja di beberapa kota besar, terutama Semarang, merupakan langkah progresif yang bertujuan untuk menghemat pengeluaran. b. Setuju, pelarangan penggunaan kantong plastik sebagai kantong belanja di beberapa kota besar, terutama Jakarta, merupakan langkah progresif yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. c. Setuju, pelarangan penggunaan kantong plastik sebagai kantong belanja di beberapa kota besar, terutama Semarang, merupakan langkah progresif yang bertujuan untuk mengurangi dampak negatif lingkungan dari limbah plastik. d. Tidak setuju, penggunaan kantong belanja plastik sering kali bersifat lebih tebal dan berat, sehingga kurang praktis untuk dibawa dan disimpan dibandingkan kantong plastik yang tipis dan mudah dilipat. ⇒ Evidence (Bukti) = Pilih jawaban lebih dari 1 a. Kebijakan dan Peraturan Daerah: Bisa disediakan informasi mengenai kebijakan resmi yang dikeluarkan oleh pemerintah kota, seperti peraturan daerah atau kebijakan lingkungan, yang secara tegas
--	---	--	--

		kumpulkan? Sertakan teori pendukung yang relevan? (Reasoning) 4. Bagaimana sikap yang dapat diterapkan dalam menyikapi kejadian tersebut? Jelaskan pendapatmu! (Rebuttal)	melarang penggunaan kantong plastik sebagai kantong belanja di tempat perbelanjaan di Semarang atau kota-kota besar lainnya. b. Laporan Berita: Artikel atau laporan berita dari sumber-sumber berita terpercaya yang mengabarkan tentang penerapan program tersebut di Semarang atau kota-kota besar lainnya. Berita tersebut dapat mencakup detail pelaksanaan program, tanggapan dari pihak-pihak terkait, dan dampak yang diharapkan dari pelarangan penggunaan kantong plastik. c. Data Statistik: Data statistik atau hasil survei yang menunjukkan tingkat adopsi dan efektivitas program tersebut dalam mengurangi penggunaan kantong plastik di tempat perbelanjaan. Data ini bisa mencakup jumlah kantong plastik yang terpakai sebelum dan setelah penerapan program, serta tanggapan masyarakat terhadap perubahan tersebut. d. Data Statistik: Data statistik atau hasil survei yang tidak dapat menunjukkan tingkat adopsi dan efektivitas program tersebut dalam mengurangi penggunaan kantong plastik di tempat perbelanjaan. Data ini bisa mencakup jumlah kantong plastik yang terpakai sebelum dan setelah penerapan program, serta tanggapan masyarakat terhadap perubahan tersebut.
--	--	---	--

			e. Informasi dari Sumber Resmi: Informasi langsung dari sumber resmi terkait, seperti situs web pemerintah kota atau lembaga lingkungan, yang memberikan rincian mengenai implementasi program, panduan untuk tempat perbelanjaan, dan upaya lain yang dilakukan untuk mengurangi penggunaan plastik. ⇒ Reasoning (Penghubung) = pilih lebih dari 1 jawaban a. Perlindungan Lingkungan: Langkah ini diambil untuk melindungi lingkungan dari dampak negatif limbah plastik. Kantong plastik sekali pakai merupakan salah satu penyumbang terkecil sampah plastik yang sulit terurai dan berpotensi mencemari lingkungan, termasuk laut dan ekosistem yang ada di dalamnya. Dengan mengurangi penggunaan kantong plastik dan menggantinya dengan kantong yang ramah lingkungan, program ini bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah plastik yang dihasilkan oleh tempat perbelanjaan. b. Perlindungan Lingkungan: Langkah ini diambil untuk melindungi lingkungan dari dampak negatif limbah plastik. Kantong plastik sekali pakai merupakan salah satu penyumbang besar sampah plastik yang sulit terurai dan berpotensi mencemari lingkungan, termasuk laut dan ekosistem yang ada di dalamnya. Dengan mengurangi penggunaan
--	--	--	---

			kantong plastik dan menggantinya dengan kantong yang ramah lingkungan, program ini bertujuan untuk mengurangi jumlah limbah plastik yang dihasilkan oleh tempat perbelanjaan. c. Kesadaran Lingkungan: Program ini juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan dan mengurangi konsumsi plastik sekali pakai. Dengan meminta tempat perbelanjaan untuk mengganti kantong plastik dengan kantong yang ramah lingkungan, diharapkan masyarakat akan lebih sadar akan dampak negatif penggunaan plastik dan mulai beralih ke praktik konsumsi yang lebih berkelanjutan. d. Kesadaran Lingkungan: Program ini juga bertujuan untuk mengurangi kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan dan mengurangi konsumsi plastik sekali pakai. Dengan meminta tempat perbelanjaan untuk mengganti kantong plastik dengan kantong yang ramah lingkungan, diharapkan masyarakat akan lebih sadar akan dampak negatif penggunaan plastik dan mulai beralih ke praktik konsumsi yang lebih berkelanjutan. e. Dukungan Terhadap Industri Ramah Lingkungan: Melalui program ini, pemerintah kota memberikan dukungan terhadap industri yang
--	--	--	---

			memproduksi kantong belanja ramah lingkungan. Program ini dapat menjadi model untuk diadopsi oleh kota-kota lain di Indonesia dan di seluruh dunia, sehingga secara bertahap mengurangi dampak negatif limbah plastik terhadap lingkungan global. ⇒ Rebuttal (Sanggahan) = pilih lebih dari 1 jawaban a. Tidak Dapat Memastikan Penerapan Secara Merata: Meskipun program pelarangan penggunaan kantong plastik telah diterapkan di beberapa kota besar, seperti Semarang, belum tentu semua tempat perbelanjaan mengikutinya dengan ketat. Beberapa toko atau pedagang mungkin masih menggunakan kantong plastik secara ilegal atau tidak mematuhi aturan tersebut, sehingga efektivitas program menjadi diragukan. b. Dapat Memastikan Penerapan Secara Merata: Meskipun program pelarangan penggunaan kantong plastik telah diterapkan di beberapa kota besar, seperti Semarang, belum tentu semua tempat perbelanjaan mengikutinya dengan ketat. Beberapa toko atau pedagang mungkin masih menggunakan kantong plastik secara ilegal atau tidak mematuhi aturan tersebut, sehingga efektivitas program menjadi diragukan.
--	--	--	--

			c. Dampak Terhadap lingkungan: Pelarangan penggunaan kantong plastik dapat berdampak pada sektor ekonomi tertentu, terutama bagi produsen kantong plastik dan pekerja di industri tersebut. Penghentian penggunaan kantong plastik sekali pakai juga dapat mengakibatkan peningkatan biaya produksi atau operasional bagi tempat perbelanjaan, yang kemudian mungkin akan disalurkan kepada konsumen melalui harga barang yang lebih tinggi. d. Alternatif yang tidak praktis atau mahal: mengganti kantong plastik dengan kantong yang ramah lingkungan, seperti kantong kain atau kantong daur ulang, mungkin tidak praktis atau terjangkau bagi semua konsumen. Beberapa konsumen mungkin lebih memilih menggunakan kantong plastik sekali pakai karena lebih murah atau lebih mudah dibawa, sehingga mereka mungkin tidak sepenuhnya mendukung pelarangan penggunaan kantong plastik. e. Penanganan lain terhadap masalah limbah plastik: Pelarangan penggunaan kantong plastik bisa dianggap sebagai solusi yang terlalu sederhana atau terfokus pada satu aspek dari masalah limbah plastik. Sebagai gantinya, penanganan limbah plastik yang lebih efektif.
--	--	--	---

Rubrik Penilaian Argumentasi Ilmiah Tertulis menurut kerangka analisis (McNeill & Krajcik, 2009)

Komponen	Skor		
	0	1	2
	Indikator Penilaian		
Claim Pernyataan atau kesimpulan yang menjawab pertanyaan/ masalah awal	Tidak mengajukan atau tidak membuat Claim, Evidence. Reasoning, Rebuttal.	Membuat Claim, Evidence. Reasoning, Rebuttal yang akurat namun tidak lengkap.	Membuat Claim, Evidence. Reasoning, Rebuttal yang akurat dan lengkap
Evidence Data ilmiah yang mendukung sebuah klaim tersebut. Data perlu sesuai dan cukup untuk mendukung klaim tersebut).			
Reasoning (Sebuah pembenaran yang menghubungkan antara klaim dan bukti. Hal ini			

menunjukkan mengapa data tersebut dianggap sebagai bukti dengan menggunakan prinsip ilmiah yang tepat dan memadai).			
Rebuttal (Argumen yang menyanggah atau pengecualian terhadap elemen elemen argumen)			

Adaptasi dari :

Nada, Q.E, (2024). Pengaruh Model Pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) Terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah dan Literasi Sains Siswa Kelas X MA Mamba’ul Ulum Tunjungmuli. *Skripsi*. Semarang: UIN Walisongo.

Lampiran 9 Instrumen Validasi Ahli Media

No.	Aspek		Indikator	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
1.	Pnyajian E-LKPD		Penyajian E-LKPD sudah proporsional dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik				
			Sistematika penyajian dalam setiap kegiatan belajar terdiri atas pendahuluan, isi, dan penutup				
			Isi E-LKPD disusun dan diurutkan dengan sistematis				
			Terdapat langkah kegiatan belajar untuk membantu peserta didik memahami materi				
2.	Kelayakan kegrafikan	Tata letak cover	Tampilan cover menarik dengan menggunakan warna yang harmonis				
		Tipografi sampul E-LKPD	Judul komunikatif dan menonjol, huruf mudah dibaca				

No.	Aspek		Indikator	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
		Ilustrasi sampul E-LKPD	Ilustrasi menggambarkan materi sesuai realita				
		Tata letak isi E-LKPD	Penempatan judul, gambar, isi konsisten dan menarik				
		Tipografi isi E LKPD	Spasi, jenis, ukuran huruf sesuai dan mudah dibaca				
3.	Gambar, ilustrasi, dan video		Sesuai dengan materi, jelas, kualitas baik, dan penempatan tepat				
4.	Kualitas tampilan E-LKPD		Desain menarik, konsisten, tulisan dan gambar jelas				
5.	Aspek rekayasa perangkat lunak	Penggunaan dan pengoperasian E-LKPD	Mudah digunakan, spesifikasi terjangkau, mendukung belajar mandiri				

Adaptasi :

Zahrah, Wahyuni M. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *Skripsi*. Semarang : UIN Walisongo Semarang.

Lampiran 10 Hasil Validasi Ahli Media

LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA

Judul Penelitian	: Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (<i>Read, Answer, Discuss, Explain, Create</i>) Terintegrasi <i>Socio-Scientific Issue</i> untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X
Sasaran Program	: Siswa Kelas X SMAN 12 Semarang
Materi	: Ekosistem, Perubahan Lingkungan, dan Inovasi Bioteknologi
Pengembang	: Wilda Lailatul Barokah
Validator	: Bunga Ihda Norra, M.Pd.

Bapak/Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu mengisi lembar validasi ini. Lembar validasi ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terhadap kevalidan media dalam produk E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang dikembangkan. Pendapat, saran, penilaian, kritis, dan komentar dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan media pembelajaran ini.

A. Petunjuk Pengisian

1. Mohon beri tanda check ($\checkmark$) pada kolom penilaian sesuai kolom yang diberikan sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu terhadap media dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dengan kriteria nilai sebagai berikut:

Skor Nilai	Kriteria
4	Sangat Baik (SB)
3	Baik (B)
2	Tidak Baik (TK)
1	Sangat Tidak Baik (STB)

Sumber : (Sugiyono, 2020)

2. Diharapkan Bapak/Ibu berkenan memberikan penilaian secara lengkap dan memberikan saran masukan yang telah tersedia.
3. Atas bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Penilaian

No.	Aspek		Indikator	Skor			
				4	3	2	1
1.	Penyajian E-LKPD		Penyajian E-LKPD sudah proporsional dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik		v		
			Sistematika penyajian dalam setiap kegiatan belajar terdiri atas pendahuluan, isi, dan penutup	v			
			Isi E-LKPD disusun dan diurutkan dengan sistematis		v		
			Terdapat langkah kegiatan belajar untuk membantu peserta didik memahami materi	v			
2.	Kelayakan kegrafikan	Tata letak cover	Tampilan cover menarik dengan menggunakan warna yang harmonis		v		
		Tipografi sampul E-LKPD	Judul komunikatif dan menonjol, huruf mudah dibaca		v		
		Ilustrasi sampul E-LKPD	Ilustrasi menggambarkan materi sesuai realita		v		
		Tata letak isi E-LKPD	Penempatan judul, gambar, isi konsisten dan menarik	v			
		Tipografi isi E-LKPD	Spasi, jenis, ukuran huruf sesuai dan mudah dibaca		v		
3.	Gambar, ilustrasi, dan video		Sesuai dengan materi, jelas, kualitas baik, dan penempatan tepat	v			
4.	Kualitas tampilan E-LKPD		Desain menarik, konsisten, tulisan dan gambar jelas	v			

5.	Aspek rekayasa perangkat lunak	Penggunaan dan pengoperasian E-LKPD	Mudah digunakan, spesifikasi terjangkau, mendukung belajar mandiri	v				
----	--------------------------------	-------------------------------------	--	---	--	--	--	--

C. Komentar dan Saran

D. Kategori Hasil Penelitian

Data yang diperoleh dari angket dideskripsikan dalam bentuk persentase menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{perolehan skor}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Persentase yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan dalam kriteria sebagai berikut:

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01%-100,00%	Sangat Valid
70,01%-85,00%	Cukup Valid
50,01%-70,00%	Kurang Valid
01,00%-50,00%	Tidak Valid

Sumber : (Akbar, 2017)

E. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh, maka media dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Valid digunakan di lapangan tanpa revisi

Valid digunakan di lapangan dengan revisi

Tidak valid digunakan di lapangan

v

Catatan : Harap beri Checklist (√) salah satu pilihan di atas

Semarang, 30 Mei 2025

Validator Ahli Media



Bunga Ihda Norra, M.Pd.

NIP.198609032023212035

Lampiran 11 instrumen Validasi Ahli Materi

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
1.	Kelayakan isi materi	Kesesuaian materi dengan CP, indikator, dan tujuan pembelajaran	Kesesuaian materi dengan <u>capaian pembelajaran</u>				
			Kesesuaian materi dengan <u>indikator pembelajaran</u>				
			Kesesuaian materi dengan <u>tujuan pembelajaran</u>				
		Keakuratan materi	Keakuratan konsep				
			Keakuratan materi				
			Keakuratan gambar				
		Kemutakhiran materi	Gambar relevan dengan kehidupan				
			Menampilkan kasus terkait materi				
		Mendorong untuk argumentasi ilmiah	Permasalahan yang disajikan sesuai dengan materi yang dipelajari				

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
			Permasalahan yang disajikan sesuai indikator argumentasi ilmiah				
			Permasalahan yang disajikan didapatkan dari kejadian nyata				
			Permasalahan yang disajikan berhubungan dengan kehidupan sehari-hari				
2.	Kelayakan Peyajian	Teknik penyajian	Konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan belajar				
			Keruntutan konsep				
		Pendukung penyajian	Informasi CP dan tujuan Pembelajaran				
			Petunjuk belajar				
			Pendahuluan				
			Daftar Pustaka				
		Keruntutan alur berpikir	Keruntutan kegiatan peserta didik				

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
			Keruntutan alur berpikir peserta didik				
3.	Kelayakan bahasa	Lugas	Ketepatan struktur Kalimat				
			Keefektifan kalimat				
			Kebakuan istilah				
		Komunikatif	Pemahaman terhadap pesan atau informasi				
			Bahasa yang digunakan mudah dipahami				
		Kesesuaian dengan kaidah bahasa	Ketepatan penulisan tanda baca				
			Ketepatan ejaan				

Adaptasi :

Muyassaroh. A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit Berbasis Audio Visual Berbantuan Aplikasi Powtoon. *Skripsi*. UIN Satu Tulungagung.

Mizza, A. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Biologi Berbasis *Problem Solving* Terintegrasi *Unity Of Sciences* (UoS) untuk Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI MA. *Skripsi*. UIN Walisongo Semarang. (mizza)

Lampiran 12 Hasil Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Judul Penelitian	: Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (<i>Read, Answer, Discuss, Explain, Create</i>) Terintegrasi <i>Socio-Scientific Issue</i> untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X
Sasaran Program Materi	: Siswa Kelas X SMAN 12 Semarang : Ekosistem, Perubahan Lingkungan, dan Inovasi Bioteknologi
Pengembang Validator	: Wilda Lailatul Barokah : Eko Purnomo, M.Si.

Bapak/Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu mengisi lembar validasi ini. Lembar validasi ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terhadap kevalidan materi dalam produk E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang dikembangkan. Pendapat, saran, penilaian, kritis, dan komentar dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan materi pembelajaran ini.

A. Petunjuk Pengisian

1. Mohon beri tanda check (✓) pada kolom penilaian sesuai kolom yang diberikan sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu terhadap materi dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dengan kriteria nilai sebagai berikut:

Skor Nilai	Kriteria
4	Sangat Baik (SB)
3	Baik (B)
2	Tidak Baik (TB)
1	Sangat Tidak Baik (STB)

Sumber : (Sugiyono, 2020)

2. Diharapkan Bapak/Ibu berkenan memberikan penilaian secara lengkap dan memberikan saran masukan yang telah tersedia.
3. Atas bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Penilaian

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4	3	2	1
1.	Kelayakan isi materi	Kesesuaian materi dengan CP, indikator, dan tujuan pembelajaran	Kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran	✓			
			Kesesuaian materi dengan indikator pembelajaran		✓		
			Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	✓			
		Keakuratan materi	Keakuratan konsep	✓			
			Keakuratan materi	✓			
			Keakuratan gambar	✓			
		Kemutakhiran materi	Gambar relevan dengan kehidupan	✓			
			Menampilkan kasus terkait materi		✓		
		Mendorong untuk argumentasi ilmiah	Permasalahan yang disajikan sesuai dengan materi yang dipelajari	✓			
			Permasalahan yang disajikan sesuai indikator argumentasi ilmiah	✓			
			Permasalahan yang disajikan didapatkan dari kejadian nyata	✓			
			Permasalahan yang disajikan berhubungan dengan kehidupan sehari-hari	✓			
2.	Kelayakan penyajian	Teknik penyajian	Konsistensi sistematika sajian dalam kegiatan belajar	✓			
			Keruntutan konsep	✓			
		Pendukung Penyajian	Informasi CP dan tujuan pembelajaran	✓			
			Petunjuk belajar	✓			
			Pendahuluan	✓			
			Daftar pustaka		✓		
		Keruntutan	Keruntutan kegiatan	✓			

		alur berpikir	peserta didik				
			Keruntutan alur berpikir peserta didik	✓			
3.	Kelayakan bahasa	Lugas	Ketepatan struktur kalimat	✓			
			Keefektifan kalimat	✓			
			Kebakuan istilah	✓			
		Komunikatif	Pemahaman terhadap pesan atau informasi	✓			
			Bahasa yang digunakan mudah dipahami	✓			
		Kesesuaian dengan kaidah bahasa	Ketepatan penulisan tanda baca	✓			
			Ketepatan ejaan	✓			

C. Komentar dan Saran

1) Materi Aliran energi, tambahkan pula di update syg materi kaitkan sama antara level SD, SMP dan SMA

2) Daftar pustaka sebaiknya di keluarkan semua untuk referensi yg dirujuk kemudian tambahkan gambar & link video

D. Kategori Hasil Penelitian

Data yang diperoleh dari angket dideskripsikan dalam bentuk persentase menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{perolehan skor}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Persentase yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan dalam kriteria sebagai berikut:

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01%-100,00%	Sangat Valid
70,01%-85,00%	Cukup Valid
50,01%-70,00%	Kurang Valid
01,00%-50,00%	Tidak Valid

Sumber : (Akbar, 2017)

E. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh, maka materi dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Valid digunakan di lapangan tanpa revisi

Valid digunakan di lapangan dengan revisi

Tidak valid digunakan di lapangan

☐
☒
☐

Catatan : Harap beri Checklist (✓) salah satu pilihan di atas

Semarang, 18 Mei 2025

Validator Ahli Materi

Eko Purwanto, M.Si.

NIP. 198604232019031006

Lampiran 13 Instrumen Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
1.	Model RADEC (<i>Read, Answer, Discuss, Explain, Create</i>)	Sintaks Model RADEC	Terdapat tahap <i>Read</i> (Membaca)				
			Terdapat tahap <i>Answer</i> (Menjawab)				
			Terdapat tahap <i>Discuss</i> (Berdiskusi)				
			Terdapat tahap <i>Explain</i> (Menjelaskan)				
			Terdapat tahap <i>Create</i> (Mengkreasikan)				
		Tujuan RADEC	Mendorong siswa untuk berargumentasi ilmiah				
			Mendorong siswa untuk mengambil keputusan				

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
2.	<i>Socio Scientific Issue</i> (SSI)		Permasalahan yang dihadapi merupakan kejadian nyata bukan buatan				
			Permasalahan bersifat eksis atau masih populer				
			Permasalahan yang disajikan bisa memicu konflik (ada pro-kontra)				
			Permasalahan yang disajikan kompleks dan terbuka untuk jawaban				
			Mendorong keterampilan argumentasi terhadap proses berpikir dan bernalar ilmiah terhadap suatu fenomena yang ada di masyarakat				

Adaptasi :

Riwayani. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model PBL Dengan Argument Mapping Berbantuan OLS untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah dan Literasi Digital Peserta Didik SMA. *Skripsi* . Yogyakarta: UNY. (Riwayani)

Lampiran 14 Validasi Ahli Metodologi Pembelajaran

LEMBAR VALIDASI AHLI METODOLOGI PEMBELAJARAN

Judul Penelitian	: Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (<i>Read, Answer, Discuss, Explain, Create</i>) Terintegrasi <i>Socio-Scientific Issue</i> untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X
Sasaran Program	: Siswa Kelas X SMAN 12 Semarang
Materi	: Ekosistem, Perubahan Lingkungan, dan Inovasi Bioteknologi
Pengembang	: Wilda Lailatul Barokah
Validator	: Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd.

Bapak/Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu mengisi lembar validasi ini. Lembar validasi ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terhadap kevalidan metodologi pembelajaran dalam produk E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang dikembangkan. Pendapat, saran, penilaian, kritik, dan komentar dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan produk E-LKPD pada pembelajaran ini.

A. Petunjuk Pengisian

1. Mohon beri tanda check (✓) pada kolom penilaian sesuai kolom yang diberikan sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu terhadap metodologi pembelajaran dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dengan kriteria nilai sebagai berikut:

Skor Nilai	Kriteria
4	Sangat Baik (SB)
3	Baik (B)
2	Tidak Baik (TB)
1	Sangat Tidak Baik (STB)

Sumber: (Sugiyono, 2020)

2. Diharapkan Bapak/Ibu berkenan memberikan penilaian secara lengkap dan memberikan saran masukan yang telah tersedia.
3. Atas bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Penilaian

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4	3	2	1
1.	Model RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create)	Sintaks Model RADEC	Terdapat tahap <i>Read</i> (Membaca)		✓		
			Terdapat tahap <i>Answer</i> (Menjawab)	✓			
			Terdapat tahap <i>Discuss</i> (Berdiskusi)	✓			
			Terdapat tahap <i>Explain</i> (Menjelaskan)	✓			
			Terdapat tahap <i>Create</i> (Mengkreasikan)		✓		
		Tujuan RADEC	Mendorong siswa untuk berargumentasi ilmiah		✓		
			Mendorong siswa untuk mengambil keputusan		✓		
2.	<i>Socio Scientific Issue</i> (SSI)	Kriteria SSI	Permasalahan yang dihadapi merupakan kejadian nyata bukan buatan	✓			
			Permasalahan bersifat eksis atau masih populer		✓		
			Permasalahan yang disajikan bisa memicu konflik (ada pro-kontra)	✓			
			Permasalahan yang disajikan kompleks		✓		

			dan terbuka untuk jawaban				
		Tujuan	Mendorong keterampilan argumentasi terhadap proses berpikir dan bernalar ilmiah terhadap suatu fenomena yang ada di masyarakat	✓			

C. Komentar dan Saran

- Perbaiki tujuan pembelajaran
- Tambahkan aspek sosial pada portofolio diskusi
- Perbaiki redaksi pada sintaks "create"
- Perbaiki bagian refleksi

D. Kategori Hasil Penelitian

Data yang diperoleh dari angket dideskripsikan dalam bentuk persentase menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{perolehan skor}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Persentase yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan dalam kriteria sebagai berikut:

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01%-100,00%	Sangat Valid
70,01%-85,00%	Cukup Valid
50,01%-70,00%	Kurang Valid
01,00%-50,00%	Tidak Valid

Sumber : (Akbar, 2017)

E. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh, maka Metodologi Pembelajaran dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Valid digunakan di lapangan tanpa revisi

Valid digunakan di lapangan dengan revisi

Tidak valid digunakan di lapangan

✓

Catatan : Harap beri Checklist (✓) salah satu pilihan di atas

Semarang, 13 Juni 2025

Validator Ahli Metodologi

Pembelajaran



Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd

NIP. 199204292019032025

Lampiran 15 Instrumen Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
1.	Isi E-LKPD	<i>Claim</i> (klaim)	Soal yang disajikan sesuai dengan keterampilan argumentasi ilmiah berupa <i>claim</i> (klaim) secara jelas dan dapat diidentifikasi dengan mudah				
		<i>Evidence</i> (bukti)	Soal yang disajikan sesuai dengan keterampilan argumentasi ilmiah berupa <i>evidence</i> (bukti) secara jelas dan dapat diidentifikasi dengan mudah				

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
		<i>Reasoning</i> (alasan)	Soal yang disajikan sesuai dengan keterampilan argumentasi ilmiah berupa <i>reasoning</i> (alasan) secara jelas dan dapat diidentifikasi dengan mudah				
		<i>Rebuttal</i> (sanggahan)	Soal yang disajikan sesuai dengan keterampilan argumentasi ilmiah berupa <i>rebuttal</i> (sanggahan) secara jelas dan dapat diidentifikasi dengan mudah				

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
2.	Kebahasaan		Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar				
			Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami				
			Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda				
			Menggunakan kata-kata atau istilah yang berlaku umum				

Adaptasi :

Riwayani. (2019). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Model PBL Dengan Argument Mapping Berbantuan OLS untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah dan Literasi Digital Peserta Didik SMA. *Skripsi* . Yogyakarta: UNY.

Lampiran 16 Hasil Validasi Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah

LEMBAR VALIDASI AHLI KETERAMPILAN ARGUMENTASI ILMIAH

Judul Penelitian	: Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (<i>Read, Answer, Discuss, Explain, Create</i>) Terintegrasi <i>Socio-Scientific Issue</i> untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X
Sasaran Program	: Siswa Kelas X SMAN 12 Semarang
Materi	: Ekosistem, Perubahan Lingkungan, dan Inovasi Bioteknologi
Pengembang	: Wilda Lailatul Barokah
Validator	: Elina Lestariyanti, M.Pd.

Bapak/Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu mengisi lembar validasi ini. Lembar validasi ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terhadap kevalidan keterampilan argumentasi ilmiah dalam produk E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang dikembangkan. Pendapat, saran, penilaian, kritik, dan komentar dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan produk E-LKPD pada pembelajaran ini.

A. Petunjuk Pengisian

1. Mohon beri tanda check (✓) pada kolom penilaian sesuai kolom yang diberikan sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu terhadap metodologi pembelajaran dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dengan kriteria nilai sebagai berikut:

Skor Nilai	Kriteria
4	Sangat Baik (SB)
3	Baik (B)
2	Tidak Baik (TB)
1	Sangat Tidak Baik (STB)

Sumber : (Sugiyono, 2020)

2. Diharapkan Bapak/Ibu berkenan memberikan penilaian secara lengkap dan memberikan saran masukan yang telah tersedia.
3. Atas bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Penilaian

No.	Aspek	Indikator	Butir Penilaian	Skor			
				4	3	2	1
1.	Isi E-LKPD	<i>Claim</i> (klaim)	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator keterampilan argumentasi ilmiah berupa <i>claim</i> (klaim) secara jelas dan dapat diidentifikasi dengan mudah	✓			
		<i>Evidence</i> (bukti)	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator keterampilan argumentasi ilmiah berupa <i>evidence</i> (bukti) secara jelas dan dapat diidentifikasi dengan mudah	✓			
		<i>Reasoning</i> (alasan)	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator keterampilan argumentasi ilmiah berupa <i>reasoning</i> (alasan) secara jelas dan dapat diidentifikasi dengan mudah		✓		
		<i>Rebuttal</i> (sanggahan)	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator keterampilan argumentasi ilmiah berupa <i>rebuttal</i>	✓			

			(sanggahan) secara jelas dan dapat diidentifikasi dengan mudah				
2.	Kebahasaan		Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar	✓			
			Rumusan kalimat menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami		✓		
			Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda		✓		
			Menggunakan kata-kata/istilah yang berlaku umum	✓			

C. Komentar dan Saran

Sudah baik, namun susunan bahasa pada bagian reasoning dapat disesuaikan dengan tingkat bahasa peserta didik tingkat SMA

D. Kategori Hasil Penelitian

Data yang diperoleh dari angket dideskripsikan dalam bentuk persentase menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{perolehan skor}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Persentase yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan dalam kriteria sebagai berikut:

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01%-100,00%	Sangat Valid
70,01%-85,00%	Cukup Valid
50,01%-70,00%	Kurang Valid
01,00%-50,00%	Tidak Valid

Sumber : (Akbar, 2017)

E. Kesimpulan.

Berdasarkan data yang diperoleh, maka keterampilan argumentasi ilmiah dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Valid digunakan di lapangan tanpa revisi

Valid digunakan di lapangan dengan revisi

Tidak valid digunakan di lapangan

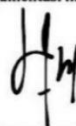
☐
☒
☐

Catatan : Harap beri Checklist (✓) salah satu pilihan di atas

Semarang, 5 Juli 2025

Validator Ahli Keterampilan

Argumentasi Ilmiah



Elina Lestariyanti, M.Pd.

199106192019032022

Lampiran 17 Instrumen Penilaian Guru Biologi

No.	Aspek	Butir Penilaian	Skor			
			4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
1.	Tampilan E-LKPD	Desain dan gambar sampul sesuai dengan				
		Pemilihan huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca				
		Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi				
		Petunjuk penggunaan produk E-LKPD dapat tersampaikan secara jelas				
		Penyajian gambar dan video pada E-LKPD ini menarik, proporsional, dan efisien				
		Pemilihan warna tulisan dan dasar produk dengan kontras				
		Penempatan tata letak (judul, sub judul, teks, gambar, nomor halaman) konsisten				

No.	Aspek	Butir Penilaian	Skor			
			4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
2.	Kelayakan isi materi	Kesesuaian materi dengan Kurikulum Merdeka				
		Kesesuaian materi dengan Capaian Pembelajaran (CP)				
		Kesesuaian materi Tujuan Pembelajaran (TP)				
		Keakuratan konsep				
		Keakuratan materi				
		Keakuratan gambar/video				
		E-LKPD memuat model pembelajaran RADEC (<i>Read, Answer, Discuss, Explain, and Create</i>) yang terintegrasi <i>Socio-Scientific Issue</i>				
3.	Argumentasi Ilmiah	Produk yang dikembangkan dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah				
		Soal memuat indikator argumentasi ilmiah berupa <i>Claim</i> (Klaim)				

No.	Aspek	Butir Penilaian	Skor			
			4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
		Soal memuat indikator argumentasi ilmiah berupa <i>Evidence</i> (Bukti)				
		Soal memuat indikator argumentasi ilmiah berupa <i>Reasoning</i> (Alasan)				
		Soal memuat indikator argumentasi ilmiah berupa <i>Rebuttal</i> (Sanggahan)				
4.	Kelayakan Bahasa	Penggunaan bahasa jelas dan mudah dipahami				
		Penggunaan bahasa secara efektif				
		Penggunaan bahasa bersifat komunikatif				
		Penulisan kalimat tepat				
		Penulisan kalimat efektif				
		Penulisan kalimat tidak menimbulkan tafsir ganda				

Muyassaroh. A. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit Berbasis Audio Visual Berbantuan Aplikasi Powtoon. *Skripsi*. UIN Satu Tulungagung. (muyassaroh)

Lampiran 18 Hasil Penilaian Guru Biologi

LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Judul Penelitian	: Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (<i>Read, Answer, Discuss, Explain, Create</i>) Terintegrasi <i>Socio-Scientific Issue</i> untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X
Sasaran Program	: Siswa Kelas X SMAN 12 Semarang
Materi	: Ekosistem, Perubahan Lingkungan, dan Inovasi Bioteknologi
Pengembang	: Wilda Lailatul Barokah
Validator	: Erni Restyani, S.Pd.M.Pd.

Bapak/Ibu yang terhormat,

Saya memohon bantuan Bapak/Ibu mengisi lembar penilaian guru biologi ini. Lembar penilaian ini dimaksud untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu terhadap kevalidan produk E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* yang dikembangkan. Pendapat, saran, penilaian, kritis, dan komentar dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk Pengembangan E-LKPD ini.

A. Petunjuk Pengisian

1. Mohon beri tanda check (✓) pada kolom penilaian sesuai kolom yang diberikan sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu terhadap materi dalam E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dengan kriteria nilai sebagai berikut:

Skor Nilai	Kriteria
4	Sangat Baik (SB)
3	Baik (B)
2	Tidak Baik (TB)
1	Sangat Tidak Baik (STB)

Sumber : (Sugiyono, 2020)

2. Diharapkan Bapak/Ibu berkenan memberikan penilaian secara lengkap dan memberikan saran masukan yang telah tersedia.
3. Atas bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

2. Diharapkan Bapak/Ibu berkenan memberikan penilaian secara lengkap dan memberikan saran masukan yang telah tersedia.
3. Atas bantuan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar instrumen penilaian ini, saya ucapkan terimakasih.

B. Penilaian

No.	Aspek	Butir Penilaian	Skor			
			4	3	2	1
1.	Tampilan E-LKPD	Desain dan gambar sampul sesuai dan menarik dengan materi yang dipelajari	✓			
		Pemilihan huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca	✓			
		Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	✓			
		Petunjuk penggunaan produk E-LKPD dapat tersampaikan secara jelas	✓			
		Penyajian gambar dan video pada E-LKPD ini menarik, proporsional, dan efisien	✓			
		Pemilihan warna tulisan dan dasar produk dengan kontras	✓			
		Penempatan tata letak (judul, sub judul, teks, gambar, nomor halaman) konsisten	✓			
2.	Kelayakan Isi Materi	Kesesuaian materi dengan Kurikulum Merdeka	✓			
		Kesesuaian materi dengan Capaian Pembelajaran (CP)	✓			
		Kesesuaian materi Tujuan Pembelajaran (TP)	✓			
		Keakuratan konsep	✓			
		Keakuratan materi	✓			

		Keakuratan gambar/video	✓			
		E-LKPD memuat model pembelajaran RADEC (<i>Read, Answer, Discuss, Explain, and Create</i>) yang terintegrasi <i>Socio-Scientific Issue</i>	✓			
3.	Argumentasi Ilmiah	Produk yang dikembangkan dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah	✓			
		Soal memuat indikator argumentasi ilmiah berupa <i>Claim</i> (Klaim)	✓			
		Soal memuat indikator argumentasi ilmiah berupa <i>Evidence</i> (Bukti)	✓			
		Soal memuat indikator argumentasi ilmiah berupa <i>Reasoning</i> (Alasan)	✓			
		Soal memuat indikator argumentasi ilmiah berupa <i>Rebuttal</i> (Sanggahan)	✓			
4.	Kelayakan Bahasa	Penggunaan bahasa jelas dan mudah dipahami	✓			
		Penggunaan bahasa secara efektif	✓			
		Penggunaan bahasa bersifat komunikatif	✓			
		Penulisan kalimat tepat		✓		
		Penulisan kalimat efektif		✓		
		Penulisan kalimat tidak menimbulkan tafsir ganda	✓			

C. Komentar dan Saran

Instrumen Penilaian E-LKPD berbasis Model Pembelajaran RADEC Kurmer sudah baik / sangat baik dapat digunakan untuk Model KBM Biologi di lain waktu.

Saran mungkin perlu ditulis kalimat yang memudahkan siswa memahami materi pertanyaan secara jelas.

D. Kategori Hasil Penelitian

Data yang diperoleh dari angket dideskripsikan dalam bentuk persentase menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{perolehan skor}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Persentase yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan dalam kriteria sebagai berikut:

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01%-100,00%	Sangat Valid
70,01%-85,00%	Cukup Valid
50,01%-70,00%	Kurang Valid
01,00%-50,00%	Tidak Valid

Sumber: (Akbar, 2017)

E. Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh, maka E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Valid digunakan di lapangan tanpa revisi



Valid digunakan di lapangan dengan revisi



Tidak valid digunakan di lapangan



Catatan : Harap beri Checklist (✓) salah satu pilihan di atas

Semarang, 15 Juni 2025

Validator Guru Biologi



Erni Restyani

196906261999022002

Lampiran 19 Instrumen Uji Keterbacaan Siswa

No.	Aspek	Butir Penilaian	Skor			
			4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
1.	Tampilan E-LKPD	Tampilan E-LKPD menarik dan sesuai dengan tema yang dipelajari				
		Warna latar belakang dan teks dalam E-LKPD membuat isi mudah dibaca				
		Tata letak (layout) E-LKPD tersusun rapi dan tidak membingungkan				
		E-LKPD mudah digunakan dan diakses				
		Petunjuk penggunaan E-LKPD disajikan dengan jelas				
2.	Materi	Materi yang disajikan sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP)				
		Materi yang disajikan mudah dimengerti				
		Materi yang disajikan dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa				

No.	Aspek	Butir Penilaian	Skor			
			4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
3.	Kebahasaan	Gambar yang disajikan pada materi jelas dan menarik				
		Video yang disajikan pada materi jelas dan menarik				
		Kalimat yang digunakan dapat dibaca dengan jelas				
		Bahasa yang digunakan mudah dipahami				
		Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah kebahasaan				
		Istilah yang digunakan dalam E-LKPD mudah dipahami				
		Penggunaan bahasa bersifat komunikatif				
		Penulisan kalimat tidak menimbulkan tafsir ganda				

No.	Aspek	Butir Penilaian	Skor			
			4 (SB)	3 (B)	2 (TB)	1 (STB)
4.	Kegrafikan	Font yang digunakan jelas				
		Menggunakan spasi yang konsisten				
		Ilustrasi gambar yang disajikan dapat dipahami dengan baik				
		Sampul yang digunakan menggambarkan isi materi yang disajikan				

Mizza, A. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Biologi Berbasis *Problem Solving* Terintegrasi *Unity Of Sciences* (UoS) untuk Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI MA. *Skripsi*. UIN Walisongo Semarang.

Lampiran 20 Sampel Uji Keterbacaan Siswa

ANGKET UJI KETERBACAAN SISWA

E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X

Nama : Firdihsya Dinda

No. Absen : 11

A. Petunjuk Pengisian

1. Isilah biodata dengan lengkap.
2. Baca E-LKPD Biologi yang telah dibagikan dengan cermat dan seksama.
3. Beri tanda check (✓) pada kolom penilaian sesuai kolom yang diberikan dengan penilaianmu terhadap produk E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi *Socio-Scientific Issue* dengan ketentuan nilai sebagai berikut:

Skor Nilai	Kriteria
4	Sangat Baik (SB)
3	Baik (B)
2	Tidak Baik (TB)
1	Sangat Tidak Baik (STB)

Sumber : (Sugiyono, 2020)

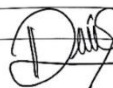
B. Penilaian

No.	Aspek	Butir Penilaian	Skor			
			4	3	2	1
1.	Tampilan E-LKPD	Tampilan E-LKPD menarik dan sesuai dengan tema yang dipelajari	✓			
		Warna latar belakang dan teks dalam E-LKPD membuat isi mudah dibaca	✓			
		Tata letak (<i>layout</i>) E-LKPD tersusun rapi dan tidak membingungkan	✓			
		E-LKPD mudah digunakan dan diakses	✓			
		Petunjuk penggunaan E-LKPD disajikan dengan jelas	✓			
2.	Materi	Materi yang disajikan sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP)	✓			
		Materi yang disajikan mudah dimengerti	✓			

		Materi yang disajikan dapat melatih keterampilan argumentasi ilmiah siswa	✓				
		Gambar yang disajikan pada materi jelas dan menarik	✓				
		Video yang disajikan pada materi jelas dan menarik	✓				
3.	Kebahasaan	Kalimat yang digunakan dapat dibaca dengan jelas	✓				
		Bahasa yang digunakan mudah dipahami	✓				
		Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah kebahasaan	✓				
		Istilah yang digunakan dalam E-LKPD mudah dipahami	✓				
		Penggunaan bahasa bersifat komunikatif	✓				
		Penulisan kalimat tidak menimbulkan tafsir ganda		✓			
4.	Kegrafikan	Font yang digunakan jelas	✓				
		Menggunakan spasi yang konsisten	✓				
		Ilustrasi gambar yang disajikan dapat dipahami dengan baik	✓				
		Sampul yang digunakan menggambarkan isi materi yang disajikan	✓				

C. Komentar dan Saran

E-LKPD ini sangat interaktif untuk sebagai media pembelajaran. saran saya, mungkin E-LKPD ini dapat dikembangkan lagi lebih baik & byt permainan yg unik


Dinda

D. Hasil Penilaian

Data yang diperoleh dari angket dideskripsikan dalam bentuk presentase menggunakan rumus berikut :

$$\text{Persentase} = \frac{\text{perolehan skor}}{\text{skor maksimal}} \times 100\%$$

Persentase yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan dalam kriteria sebagai berikut:

Kriteria Validitas	Tingkat Validitas
85,01%-100,00%	Sangat Valid
70,01%-85,00%	Cukup Valid
50,01%-70,00%	Kurang Valid
01,00%-50,00%	Tidak Valid

Sumber : (Akbar, 2017)

Lampiran 21 Hasil Uji Keterbacaan Siswa

No	Nama	Aspek Pernyataan Angket																				Jml	Persentase
		Tampilan E-LKPD					Materi					Kebahasaan					Kegrafikan						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	A1	4	3	4	3	2	2	4	3	4	4	2	3	1	2	3	3	4	3	2	3	59	74 %
2	A2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	70	88%
3	A3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	62	78%
4	A4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	72	90%
5	A5	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	77	96%
6	A6	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	72	90%
7	A7	3	3	3	4	2	3	4	3	2	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	66	83%
8	A8	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	72	90%
9	A9	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	74	93%
10	A10	3	4	3	4	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2	3	2	2	55	69%
11	A11	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	78	98%
12	A12	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	67	84%
13	A13	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	4	4	65	81%
14	A14	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	52	65%
15	A15	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	74	93%
16	A16	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	74	93%
17	A17	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	75	94%
18	A18	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	70	88%
19	A19	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	64	80%
20	A20	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	2	3	4	62	78%
21	A21	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	77	96%
22	A22	4	2	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	70	88%
23	A23	3	2	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	70	88%
24	A24	4	3	4	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	70	88%
25	A25	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4	70	88%
26	A26	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	76	95%
27	A27	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	75	94%
28	A28	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	76	95%
29	A29	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	75	94v
30	A30	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	78	98%

Lampiran 22 Kunci Jawaban E-LKPD Berbasis RADEC Terintegrasi SSI

Kunci Jawaban E-LKPD

BAB EKOSISTEM

Indikator Argumentasi Ilmiah	Indikator Soal	Rumusan Soal	Alaternatif Kunci Jawaban
Menyusun argumentasi ilmiah sesuai komponen argumentasi ilmiah (menurut McNeill & Krajcik, 2009) : • <i>Claim</i> (klaim) • <i>Evidence</i> (bukti) • <i>Reasoning</i> (penghubung) <i>Rebuttal</i> (sanggahan)	Kegiatan 1 Disajikan berita mengenai permasalahan ekosistem laut (Polemik Pemasangan Pagar Laut di Tangerang) siswa dapat memberikan argumen terhadap permasalahan tersebut.	Pemasangan Pagar Laut di Tangerang  Sumber: Kompas TV Pembangunan pagar pembatas di wilayah laut Tangerang memicu perdebatan. Keberadaannya menimbulkan pertanyaan besar karena pemerintah pusat maupun daerah tidak pernah mengeluarkan izin untuk pembangunan struktur tersebut. Pagar laut ini terbuat dari bambu setinggi sekitar enam meter, ditambah paranet dan pemberat dari karung pasir. Pemasangan pagar laut ini menuai pro-kontra di masyarakat yang berada di sekitar wilayah laut Tangerang, dimana sebagian masyarakat merasa terbantu karena adanya proyek ini mereka	• Opsi Jawaban Pro <i>Claim</i> :Ya, setuju. Pemasangan pagar laut dapat merusak ekosistem perairan <i>Evidence (Bukti)</i> : 1. Kerusakan Ekosistem Laut: Deputi Eksternal Eksekutif Nasional Walhi, Mukri Priyatna, menyatakan bahwa pagar laut menghambat arus laut, berpotensi menimbun terumbu karang, menyebabkan penumpukan sedimen, dan meningkatkan kekeruhan air laut. 2. Ketiadaan Izin Resmi: Pembangunan pagar laut sepanjang 30,16 km dilakukan tanpa izin resmi dari pemerintah pusat maupun daerah, melanggar UU No. 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Reasoning (Alasan) :

		mendapatkan pekerjaan dan diberi gaji yang sepadan. Sedangkan sebagian masyarakat lainnya khususnya nelayan merasa dirugikan karena jika ingin mencari ikan di laut tersebut harus memutar balik kapal dan itu membutuhkan waktu serta bahan bakar yang lebih banyak. Selain itu, para nelayan mengatakan adanya pemasangan pagar laut ini akan merusak ekosistem didalamnya seperti ikan, terumbu karang, dan lainnya. Menurut Mukri Friyatna dari Deputy Eksternal Eksekutif Nasional Walhi di Tangerang menyatakan bahwa pagar laut berpotensi menimbun terumbu karang, terjadinya penumpukan sedimen dan memicu kekeruhan air yang dapat mengganggu ekosistem di perairan tersebut. Sedangkan menurut Koordinator JRP, Sandi Martapraja, menjelaskan bahwa pagar tersebut memiliki beberapa fungsi utama, antara lain mengurangi dampak ombak, mencegah abrasi, dan meningkatkan ekonomi masyarakat. Berita selengkapnya : https://www.youtube.com/watch?v=2hMaygi8B18 https://www.youtube.com/watch?v=uy4tqKy5q44 Pertanyaan Tipe Soal A (Science): 1. Menurutmu apakah kerusakan ekosistem yang ada di perairan dapat rusak karena adanya pemasangan pagar laut? (<i>Claim</i>)	Pemasangan pagar laut yang tidak melalui kajian ilmiah dan tanpa izin resmi berpotensi merusak ekosistem laut yang sensitif. Terumbu karang, yang merupakan habitat penting bagi berbagai spesies laut, dapat tertimbun oleh sedimen akibat perubahan arus laut yang disebabkan oleh struktur pagar. Kekeruhan air yang meningkat juga dapat mengganggu proses fotosintesis organisme laut. Rebuttal (Sanggahan): Koordinator Jaringan Rakyat Pantura (JRP), Sandi Martapraja, mengklaim bahwa pagar laut dibangun untuk mengurangi dampak ombak, mencegah abrasi, dan meningkatkan ekonomi masyarakat. • Opsi Jawaban Kontra Claim : Tidak setuju. Saya tidak setuju bahwa kerusakan ekosistem di perairan hanya disebabkan oleh pemasangan pagar laut. Evidence (bukti): Berdasarkan penelitian Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan laporan Kementerian Kelautan dan Perikanan, faktor utama kerusakan ekosistem laut di Indonesia adalah penangkapan ikan berlebihan (overfishing), pencemaran limbah plastik,
--	--	--	---

		2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas! (<i>Evidence</i>) 3. Bagaimana hubungan anantara kedua jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah anda kumpulkan! (<i>Reasoning</i>) 4. Apakah penyebab kerusakan ekosistem di laut hanya disebabkan oleh adanya pemasangan pagar laut? (<i>Rebuttal</i>)	tumpahan minyak, dan perubahan iklim yang menyebabkan pemutihan karang. Reasoning (alasan) : Teori ekologi laut menjelaskan bahwa ekosistem perairan bersifat kompleks dan rentan terhadap berbagai tekanan. Kerusakan besar biasanya terjadi karena kombinasi faktor yang berdampak luas seperti polusi, eksploitasi sumber daya secara tidak terkendali, dan perubahan suhu air laut. Pemasangan pagar laut umumnya hanya berdampak lokal dan terbatas pada area tertentu, sehingga kontribusinya terhadap kerusakan ekosistem secara keseluruhan relatif kecil dibandingkan faktor-faktor lain yang lebih dominan. Rebuttal (sanggahan) : Tidak penyebab kerusakan ekosistem laut banyak dan saling berkaitan, termasuk pencemaran bahan kimia, penggunaan alat tangkap yang merusak dasar laut, sedimentasi akibat pembangunan pesisir, dan dampak perubahan iklim. Pemasangan pagar laut memang bisa mempengaruhi pergerakan spesies di sekitar area tertentu, tetapi tidak dapat dikatakan sebagai satu-satunya atau penyebab utama kerusakan ekosistem laut secara keseluruhan
		Pertanyaan Tipe Soal B (Social):	• Opsi Jawaban Pro

		1. Menurutmu apakah adanya Pembangunan pagar laut dapat membantu perekonomian Masyarakat sekitar? (<i>claim</i>) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas, informasi bisa dicari dari buku, jurnal, atau berita lainnya! (<i>evidence</i>) 3. Bagaimana hubungan anatar jawab beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan! (<i>reasoning</i>) 4. Apakah pembangunan pagar laut justru bisa mengganggu akses nelayan tradisional ke laut sehingga mereka harus menempuh jarak yang jauh lebih jauh? (<i>rebuttal</i>)	Claim : Ya, pembangunan pagar laut dapat membantu meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar. Evidence : Berdasarkan laporan <i>The World Bank</i> (2020) dan studi <i>Journal of Coastal Development</i>, pembangunan infrastruktur perlindungan pesisir seperti pagar laut dapat mengurangi kerusakan tambak, perumahan, dan fasilitas wisata akibat abrasi. Reasoning : Menurut teori <i>Coastal Resource Management</i>, infrastruktur penahan ombak/pagar laut akan menciptakan zona perairan yang lebih stabil sehingga kegiatan ekonomi seperti budidaya perikanan, wisata bahari, dan usaha kecil bisa berkembang lebih aman. Dengan kata lain, keberadaan pagar laut menjadi investasi jangka panjang yang mendukung keberlanjutan ekonomi pesisir. Rebuttal : Memang ada potensi gangguan akses, tetapi hal ini dapat diatasi dengan membuat jalur khusus perahu tradisional atau celah navigasi. Banyak proyek pagar laut modern telah mempertimbangkan <i>fishers' access</i> agar aktivitas melaut tetap lancar, contohnya di Belanda dan Jepang yang membuat pintu air serta koridor jalur nelayan.
--	--	---	---

			• Opsi Jawaban Kontra Claim : Tidak setuju, pembangunan pagar laut justru bisa menimbulkan masalah baru yang berdampak negatif terhadap perekonomian masyarakat. Evidence : Laporan Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) dan riset di Marine Policy Journal menunjukkan bahwa pembangunan pagar laut kerap mengganggu jalur tangkap nelayan tradisional. Studi kasus di pesisir Lamongan dan Gresik mencatat nelayan harus menempuh jarak lebih dari 5 km tambahan hanya untuk melewati pagar laut, meningkatkan biaya operasional bahan bakar serta waktu tempuh. Reasoning : Berdasarkan teori Environmental Justice, pembangunan infrastruktur besar tanpa perencanaan partisipatif dapat meminggirkan kelompok rentan, seperti nelayan skala kecil. Akibatnya, akses ekonomi mereka menjadi lebih terbatas dan biaya produksi meningkat, sehingga pendapatan bersih berkurang. Rebuttal : Ya, pembangunan pagar laut sangat berpotensi mengganggu akses nelayan. Apabila tidak dirancang dengan jalur khusus, pagar laut
--	--	--	--

			dapat memblokir area tangkap utama sehingga nelayan harus mengeluarkan lebih banyak modal untuk mencapai lokasi melaut yang baru. Ini justru menghambat perekonomian mereka sehari-hari
	Ekosistem Kegiatan 2 Disajikan berita mengenai permasalahan dampak deforestasi hutan untuk perluasan lahan sawit, siswa dapat memberikan argumen terhadap permasalahan tersebut.	Deforestasi Hutan untuk Perluasan Lahan Sawit  Sumber: Tempo.com Pernyataan kontroversial dari Presiden Prabowo Subianto tentang perlunya perluasan kebun sawit termasuk dengan melakukan deforestasi atau penggundulan hutan. Menurut beliau lahan kelapa sawit menjadi komoditas strategis. Kelapa sawit merupakan pohon dan memiliki daun, karena itu tanaman ini bisa menyerap karbondioksida. Pernyataan itu disambut gembira pengusaha sawit. Ketua Umum Asosiasi Petani Kelapa Sawit Indonesia (Apkasindo) Gulat ME Manurung mengatakan sebanyak 17 juta petani mendukung gagasan Presiden Prabowo mengenai kelapa sawit yang harus dikawal bersama. Sebagian masyarakat yang mendukung hal ini karena dapat membantu	• Opsi Jawaban Pro Claim : Ya, setuju. konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit dapat mengganggu daur karbon secara signifikan. Evidence (Bukti) : 1. Pelepasan Karbon dari Deforestasi: Ketika hutan tropis dibuka untuk perkebunan sawit, karbon yang tersimpan dalam biomassa dan tanah dilepaskan ke atmosfer sebagai CO₂. Studi menunjukkan bahwa konversi satu hektar hutan hujan menjadi perkebunan sawit dapat melepaskan sekitar 174 ton karbon ke atmosfer. 2. Penurunan Kapasitas Penyimpanan Karbon: Perkebunan kelapa sawit memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang jauh lebih rendah dibandingkan hutan alami. Hutan tropis menyimpan lebih banyak karbon dalam biomassa dan tanahnya dibandingkan dengan perkebunan sawit.

		perekonomian masyarakat di sekitar dan menciptakan lapangan pekerjaan. Sebagai penghasil kelapa sawit terbesar di dunia, industri kelapa sawit telah menyediakan lapangan pekerjaan sebesar 16 juta tenaga kerja baik secara langsung maupun tidak langsung. Yayasan Madani Berkelanjutan mengatakan konversi wilayah hutan dan gambut menjadi perkebunan sawit baru akan mengakibatkan emisi gas rumah kaca (GRK) dan berdampak pada lingkungan. Tidak semua vegetasi berdaun hijau dapat memiliki peran yang sama dalam menyimpan karbon, apalagi ditambah pembukaan lahan yang tadinya hutan alam dan wilayah gambut alami dapat mengakibatkan pelepasan emisi. Perkebunan kelapa sawit memiliki dampak signifikan terhadap penyerapan karbon di udara, terutama melalui konversi hutan tropis dan lahan gambut yang kaya karbon menjadi lahan pertanian. Meskipun kelapa sawit mampu menyerap karbon, kapasitasnya jauh lebih rendah dibandingkan dengan hutan alami. Greenpeace Indonesia menilai rencana deforestasi untuk pembukaan lahan sawit dan 20 juta hektare hutan untuk pangan dan energi yang disampaikan oleh Presiden Prabowo dan Menteri Kehutanan Raja Juli Antoni, akan menimbulkan banyak kesengsaraan di masyarakat. "Dampak buruknya akan sangat dirasakan, saat ini saja yang dampak iklim banyak	Reasoning (Alasan) : Daur karbon melibatkan penyerapan CO₂ dari atmosfer oleh tumbuhan melalui fotosintesis dan pelepasan CO₂ kembali ke atmosfer melalui respirasi dan dekomposisi. Ketika hutan ditebang dan digantikan dengan perkebunan kelapa sawit, karbon yang tersimpan dilepaskan ke atmosfer, meningkatkan konsentrasi CO₂ dan berkontribusi pada perubahan iklim. Meskipun kelapa sawit juga menyerap CO₂, kapasitasnya jauh lebih rendah dibandingkan hutan alami. Oleh karena itu, konversi hutan menjadi perkebunan sawit mengganggu keseimbangan daur karbon dan mempercepat akumulasi gas rumah kaca di atmosfer. Rebuttal (Sanggahan): Beberapa pihak berpendapat bahwa perkebunan kelapa sawit dapat berfungsi sebagai penyerap karbon yang efisien dan memberikan manfaat ekonomi melalui penciptaan lapangan kerja dan peningkatan pendapatan masyarakat. • Opsi Jawaban Kontra Claim : Tidak, peralihan hutan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit tidak selalu mengganggu daur karbon secara signifikan
--	--	---	---

		terjadi, seperti banjir, kekeringan kehilangan akses terhadap pangan, kebakaran. Pertanyaan Tipe Soal A (Science) 1. Menurutmu apakah daur karbon dapat terganggu karena adanya peralihan hutan menjadi lahan perkebunan kelapa sawit? (<i>Claim</i>) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas! (<i>Evidence</i>) 3. Bagaimana hubungan anantara kedua jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah anda kumpulkan! (<i>Reasoning</i>) 4. Apakah adanya peralihan hutan menjadi lahan sawit hanya bisa mengganggu daur karbon? (<i>Rebuttal</i>)	Evidence : Laporan RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil) menunjukkan bahwa kebun sawit yang dikelola berkelanjutan dapat mempertahankan hingga 40–50% stok karbon dibandingkan hutan alam. Reasoning: Menurut teori daur karbon, keseimbangan emisi dan penyerapan karbon terjadi secara dinamis. Meskipun tahap awal pembukaan lahan melepaskan karbon, perkebunan kelapa sawit secara berkelanjutan tetap berperan sebagai penyerap karbon dalam jangka panjang. Oleh sebab itu, perubahan lahan tidak selalu sama dengan gangguan jangka panjang terhadap daur karbon. Faktor utama yang menentukan dampaknya adalah tata kelola lahan dan praktik konservasi. Rebuttal : Tidak, peralihan hutan menjadi lahan sawit tidak hanya berkaitan dengan daur karbon. Dampak lainnya mencakup penurunan keanekaragaman hayati akibat hilangnya habitat satwa liar, perubahan pola aliran air dan risiko erosi tanah, aspek sosial ekonomi, seperti peningkatan pendapatan petani dan pembangunan infrastruktur pedesaan.
		Pertanyaan Tipe Soal B (Social)	• Opsi Jawaban Pro

		1. Menurutmu, apakah adanya perubahan hutan menjadi lahan sawit akan menguntungkan masyarakat? 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas. Informasi bisa dicari dari buku, jurnal, atau berita lainnya yang valid! 3. Bagaimana hubungan antara jawaban beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? 4. Bagaimana dengan masyarakat adat atau lokal yang kehilangan hutan sebagai sumber mata pencaharian dan budaya mereka?	Claim: Menurut saya, perubahan hutan menjadi lahan sawit <i>dapat menguntungkan masyarakat</i>, terutama dalam hal ekonomi. Evidence: a. Menurut <i>World Bank (2011)</i>, perkebunan kelapa sawit menciptakan lapangan pekerjaan bagi jutaan penduduk di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. b. <i>Direktorat Jenderal Perkebunan RI</i> mencatat pada 2020, sektor sawit menyerap sekitar 16 juta tenaga kerja, baik langsung maupun tidak langsung. Reasoning : Menurut teori pembangunan ekonomi lokal, transformasi penggunaan lahan menjadi sektor produktif dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui penciptaan pekerjaan, pendapatan tetap, dan infrastruktur. Oleh karena itu, pengembangan perkebunan sawit dapat menjadi motor penggerak ekonomi pedesaan. Rebuttal : Memang ada risiko kehilangan mata pencaharian tradisional. Namun, jika kebijakan kompensasi, perlindungan hak tanah adat diterapkan dengan benar, masyarakat lokal tetap bisa memperoleh manfaat ekonomi
--	--	--	--

			sambil mempertahankan identitas budaya mereka. • Opsi Jawaban Kontra Claim : Tidak, perubahan hutan menjadi lahan sawit tidak selalu menguntungkan masyarakat secara menyeluruh Evidence: - Studi <i>Human Rights Watch (2019)</i> mencatat banyak petani lokal kehilangan akses ke lahan tradisional akibat tumpang tindih perizinan - Laporan <i>Rainforest Foundation Norway (2018)</i> menyoroti kerusakan ekosistem yang berdampak pada penurunan kualitas air dan hasil hutan bukan kayu yang menjadi sumber nafkah masyarakat. Reasoning: Menurut teori keberlanjutan sosial, pembangunan yang mengabaikan hak-hak masyarakat adat dan lingkungan hidup justru menciptakan ketidakadilan struktural dan kerugian jangka panjang. Jadi, keuntungan ekonomi dari sawit lebih banyak dinikmati perusahaan besar, sementara sebagian masyarakat lokal menanggung dampak negatif.
--	--	--	--

			Rebuttal: Bagi masyarakat adat, hutan bukan hanya sumber ekonomi, tetapi juga ruang budaya dan identitas. Kehilangan hutan berarti hilangnya kearifan lokal, tradisi, dan kedaulatan pangan. Program kompensasi seringkali tidak sebanding dengan kerugian tersebut, sehingga perubahan ini lebih merugikan daripada menguntungkan.
--	--	--	--

BAB PERUBAHAN LINGKUNGAN

Indikator Argumentasi Ilmiah	Indikator Soal	Rumusan Soal	Alternatif Kunci Jawaban
Aargumentasi ilmiah sesuai komponen argumentasi ilmiah (menurut McNeill & Krajcik, 2009) : • <i>Claim</i> (klaim) • <i>Evidence</i> (bukti) • <i>Reasoning</i> (penghubung) <i>Rebuttal</i> (sanggahan)	Perubahan Lingkungan Kegiatan 1 Disajikan berita mengenai kebakaran hutan di LA (Amerika) siswa dapat memberikan argumen terhadap permasalahan	Tragedi Kebakaran Hutan Los Angeles: Tantangan di Tengah Perubahan Iklim  Sumber: Kompas.Com Pada awal tahun 2025, terdapat suatu peristiwa yang cukup menggemparkan. Kebakaran hutan yang terjadi di Amerika Serikat menjadi sorotan media internasional. Guru Besar Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Prof. Priyono Suryanto, S.Hut., M.P., Ph.D., menuturkan bencana kebakaran hutan di Los Angeles ini menjadi peringatan bagi	• Opsi Jawaban Pro <i>Claim</i> : Ya, Kebakaran hutan di Los Angeles pada awal tahun 2025 disebabkan oleh kombinasi faktor alam <i>Evidence (Bukti)</i> : Kondisi kekeringan ekstrem dan angin kencang Santa Ana menciptakan lingkungan yang sangat rentan terhadap kebakaran. Curah hujan yang sangat rendah sejak Oktober 2024, ditambah dengan angin Santa Ana yang kering dan kuat, mempercepat penyebaran api. <i>Reasoning (Alasan)</i> : Kombinasi antara kondisi alam yang ekstrem dan aktivitas manusia menciptakan "badai sempurna" untuk terjadinya kebakaran hutan. Kekeringan dan

		masyarakat dunia bahwa dampak dari perubahan iklim dan pemanasan global akibat deforestasi sangat nyata. Diperkirakan, salah satu penyebab utama kebakaran di Los Angeles adalah periode kekeringan ekstrem. Di pusat kota Los Angeles, curah hujan tercatat hanya mencapai 0,4 cm sejak bulan Oktober 2024. Kekeringan ini diperparah oleh angin kencang yang dikenal sebagai angin Santa Ana. Angin ini memiliki peran penting dalam menciptakan kondisi kebakaran. Kebakaran hutan yang melanda Los Angeles diperkirakan dipicu juga oleh faktor manusia diantaranya adanya kelalaian infrastruktur listrik, aktivitas manusia seperti kembang api yang tidak terkendali yang menyulut api dan membakar area seluas delapan hektar. Sehingga terjadi pro-kontra antara masyarakat terkait faktor penyebab kebakaran ini. Kebakaran di LA mengakibatkan kerugian yang sangat besar baik dari segi materi maupun dampak sosial dan lingkungan. Berita ini sudah sampai tersebar luas ke penjuru dunia. Tragedi ini juga menuai polemik dikarenakan ada beberapa konten kreator yang memanfaatkan kesempatan ini untuk membuat vlog yang menurut mereka wajar untuk memberikan informasi terbaru kepada penonton terkait keadaan masyarakat di LA, akan tetapi dari beberapa warga sekitar LA tidak terima dengan sikap beberapa konten kreator yang dinilai	angin kencang membuat vegetasi menjadi sangat kering dan mudah terbakar. Ketika ada sumber api, baik dari alam maupun manusia, api dapat dengan cepat menyebar dan menjadi tidak terkendali. Oleh karena itu, meskipun faktor alam memainkan peran besar dalam menciptakan kondisi yang mendukung kebakaran, aktivitas manusia seringkali menjadi pemicu awal kebakaran tersebut. Rebuttal (Sanggahan) : Meskipun faktor alam seperti kekeringan dan angin Santa Ana menciptakan kondisi yang sangat mendukung terjadinya kebakaran, banyak bukti menunjukkan bahwa aktivitas manusia sering menjadi pemicu awal kebakaran. Investigasi terhadap kebakaran seperti Eaton Fire menunjukkan kemungkinan besar bahwa infrastruktur listrik yang tidak terawat menjadi sumber api awal. Selain itu, penggunaan kembang api oleh masyarakat juga telah dikaitkan dengan kebakaran di daerah tertentu. Oleh karena itu, tidak tepat untuk menyalahkan faktor alam semata tanpa mempertimbangkan peran signifikan aktivitas manusia dalam memicu kebakaran.
--	--	---	---

		kurang berempati terhadap musibah yang sedang dialami. Berita selengkapnya : https://www.youtube.com/watch?v=64xlgA9WGNA https://www.youtube.com/watch?v=qfpoUB9H4rw Pertanyaan Tipe Soal A (Science): 1. Menurutmu apakah faktor pemicu kebakaran di LA karena faktor alam? (<i>Claim</i>) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas! (<i>Evidence</i>) 3. Bagaimana hubungan anatara kedua jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah anda kumpulkan! (<i>Reasoning</i>) 4. Apakah kebakaran hutan di LA hanya disebabkan karena faktor alam? (<i>Rebuttal</i>)	• Opsi Jawaban Kontra Claim: Tidak, faktor kebakaran juga disebabkan oleh aktivitas manusia. Evidence: a. National Interagency Fire Center (NIFC) mencatat bahwa 85–90% kebakaran hutan di Amerika Serikat disebabkan oleh manusia, seperti pembakaran sampah, puntung rokok, pembakaran lahan yang tidak terkendali, dan korsleting listrik. b. Menurut NASA Earth Observatory, meskipun suhu panas dan angin kencang (faktor alam) memperburuk penyebaran api, penyalaaan awal kebakaran sering berasal dari aktivitas manusia. Reasoning: Iklim kering mempermudah api menyebar, tetapi mayoritas kebakaran tetap bermula dari ulah manusia. Karena itu, tidak tepat jika hanya menyalahkan faktor alam sebagai pemicu utama Rebuttal : Tidak, kebakaran hutan di LA tidak hanya disebabkan oleh faktor alam. Faktor manusia memegang peran dominan dalam pemicu kebakaran, mulai dari kelalaian hingga infrastruktur listrik yang tidak memadai. Kombinasi faktor alam dan antropogenik harus diperhitungkan untuk memahami
--	--	---	--

			penyebab sebenarnya dan mencegah kebakaran di masa depan
		Pertanyaan Tipe Soal B (Social): 1. Menurutmu apakah kebijakan pembangunan perumahan di daerah rawan kebakaran di Los Angeles harus dibatasi untuk mencegah risiko bencana yang lebih besar? (claim) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas. Informasi bisa dicari dari buku, jurnal, atau berita lainnya yang valid! (evidence_) 3. Bagaimana hubungan antara jawaban beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? (reasoning) 4. Apakah membatasi pembangunan perumahan justru akan memperparah krisis perumahan di Los Angeles dan memaksa masyarakat berpenghasilan rendah untuk tinggal di tempat yang lebih tidak layak? (rebuttal)	• Opsi Jawaban Pro Claim : Ya, kebijakan pembangunan perumahan di daerah rawan kebakaran di Los Angeles harus dibatasi untuk mencegah risiko bencana yang lebih besa Evidence : Menurut laporan Cal Fire, area <i>Wildland-Urban Interface</i> (WUI) yang menjadi lokasi sebagian besar perumahan baru di California berkontribusi pada kerugian ekonomi tahunan sekitar \$10–20 miliar akibat kebakaran hutan. Reasoning : Bukti di atas menunjukkan bahwa semakin banyak perumahan di zona rawan kebakaran maka akan meningkatkan eksposur masyarakat terhadap risiko bencana, membebani pemerintah dengan biaya mitigasi dan pemulihan yang sangat besar, menyulitkan proses evakuasi ketika kebakaran terjadi. Rebuttal : Walaupun pembatasan pembangunan dapat berdampak pada pasokan rumah, solusi lain bisa diterapkan, seperti: Up-zoning (membangun rumah lebih padat) di daerah aman kebakaran dan program subsidi relokasi bagi masyarakat berpenghasilan rendah.

			• Opsi Jawaban Kontra Claim : Tidak, pembangunan perumahan di daerah rawan kebakaran tidak harus dibatasi secara ketat karena bisa memperburuk krisis perumahan di Los Angeles. Evidence : Menurut Legislative Analyst's Office California (2015), pembatasan pembangunan akan mendorong kenaikan harga rumah dan sewa, membuat rumah semakin tidak terjangkau bagi masyarakat berpenghasilan rendah. Reasoning : Bukti di atas mendukung pandangan bahwa membatasi pembangunan perumahan akan membatasi pasokan rumah. dan meningkatkan harga rumah dan memperburuk ketimpangan sosial. Rebuttal : Meski kebakaran adalah risiko serius, risiko tersebut dapat dikurangi dengan teknologi konstruksi modern seperti bahan bangunan tahan api, desain penahan bara api, dan zona buffer vegetasi. Alih-alih pembatasan total, peraturan mitigasi risiko kebakaran yang ketat lebih adil dan tetap mendukung pasokan rumah yang memadai.
--	--	--	---

	Perubahan Lingkungan Kegiatan 2 Disajikan berita mengenai penyemprotan air untuk menngani polusi udara di Jakarta, siswa dapat memberikan argumen terhadap permasalahan tersebut.	Penyemprotan Air untuk Tangani Polusi Udara Jakarta  Sumber: Kompas.Com Polusi udara di Jakarta sudah sangat memprihatinkan. Dampak yang ditimbulkan tentunya sangat terasa bagi masyarakat seperti menyebabkan sesak napas, batuk, dan gejala penyakit pernapasan lainnya. Berbagai upaya dilakukan Pemerintah Provinsi (Pemprov) DKI Jakarta untuk mengatasi masalah polusi udara di ibu kota. Mulai dari kebijakan <i>work from home</i> (WFH) bagi aparatur sipil negara (ASN), penyemprotan air di jalan, dan modifikasi cuaca. Penyemprotan air dilakukan di beberapa ruas jalan ibu kota tiap dua kali sehari, yakni pada pukul 10.00 WIB dan 14.00 WIB menggunakan mobil pemadam kebakaran, mobil pengangkut air, dan di gedung-gedung tinggi. Upaya itu juga tertuang dalam Instruksi Mendagri (Inmendagri) Nomor 2 Tahun 2023 tentang Pengendalian Pencemaran Udara pada Wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi	• Opsi Jawaban Pro Claim : Ya, penyemprotan air dapat membantu mengurangi polusi udara di Jakarta secara sementara. Evidence : Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI, penyemprotan air secara berkala mampu menurunkan konsentrasi partikel debu (PM10) di beberapa ruas jalan padat kendaraan hingga 10–15% dalam jangka pendek Reasoning : Penyemprotan air bekerja dengan prinsip deposisi basah, yaitu menangkap dan menjatuhkan partikel debu dan polutan ke permukaan tanah, sehingga konsentrasi partikel udara berkurang. Menurut teori Air Pollution Control, metode deposisi basah memang salah satu cara untuk mereduksi partikel tersuspensi (PM10, PM2.5) di udara secara cepat, Rebuttal : Meskipun efektif dalam jangka pendek, penyemprotan air tidak bisa menjadi satu-satunya solusi permanen, karena: Efeknya hanya bertahan beberapa jam sebelum partikel kembali naik ke udara , boros air dan biaya operasional tinggi jika dilakukan terus-menerus.
--	--	---	---

		(Jabodetabek) pada 22 Juli 2023. Namun, penyemprotan air justru menuai pro dan kontra di kalangan pemerhati lingkungan hidup hingga akademisi. Pakar Epidemiologi dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKMUI) Pandu Riono mengungkapkan bahwa upaya penyemproan air ke jalan justru dinilai merugikan. Dia menjelaskan, penyiraman dengan cairan bertekanan tinggi itu justru akan membuat polutan mengalami aerolisasi yang berbahaya bagi kesehatan. Guru Besar Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia (FKM UI) Budi Haryanto juga mengatakan bahwa penyemprotan air hanya akan memindahkan polusi. "Tidak efektif, karena kalau kita lihat polutan udara yang menyebabkan polusi itu berada di mana-mana, dari yang berat, yang terlihat partikel debunya sampai tidak terlihat, seperti gas-gas menyebar, ada di mana-mana tidak hanya di jalan raya. Penyiraman polusi udara menggunakan penyemprotan air ini selain dinilai bisa membahayakan kesehatan, kegiatan ini juga mengganggu aktivitas masyarakat sekitar karena adanya penutupan jalan di area yang akan disemprot tersebut. Warga sampai harus menempuh jarak yang lebih jauh dibandingkan biasanya sehingga tidak efisien waktu.	• Opsi Jawaban Kontra <i>Claim</i> : Tidak, penyemprotan air tidak efektif secara signifikan dalam mengurangi polusi udara di Jakarta dalam jangka Panjang. <i>Evidence</i> : Penelitian ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives, 2019) menunjukkan bahwa penyemprotan air hanya menurunkan partikel di titik semprot, sementara konsentrasi polutan kembali naik dalam waktu kurang dari 2–3 jam. <i>Reasoning</i> : Polusi udara di kota besar seperti Jakarta bersifat multi-sumber dan persisten. Menurut teori Integrated Air Quality Management, pengendalian polusi harus berbasis pengurangan emisi sumber (kendaraan, industri) dan perluasan ruang hijau. <i>Rebuttal</i> : Walaupun kurang efektif dalam jangka panjang, penyemprotan air masih bermanfaat dalam kondisi darurat (misalnya saat polusi ekstrem), untuk mengurangi risiko kesehatan publik dalam jangka pendek.
--	--	---	---

		Pertanyaan Tipe Soal A (Science): 1. Menurutmu apakah penyemprotan air efektif dalam mengurangi polusi udara di Jakarta? (<i>Claim</i>) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas! (<i>Evidence</i>) 3. Bagaimana hubungan antara kedua jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah anda kumpulkan! (<i>Reasoning</i>) 4. Apakah polusi udara di Jakarta dapat berkurang hanya dengan penyemprotan air? (<i>Rebuttal</i>)	
		Pertanyaan Tipe Soal B (Social): 1. Menurutmu, apakah penyemprotan air sebagai upaya mengurangi polusi udara di jalan raya justru dapat mengganggu aktivitas masyarakat? (<i>Claim</i>) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas. Informasi bisa dicari dari buku, jurnal, atau berita lainnya yang valid! (<i>Evidence</i>) 3. Bagaimana hubungan antara jawaban beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? (<i>Reasoning</i>) 4. Apakah dampak ekonomi dari gangguan aktivitas jalan lebih besar dibandingkan beban biaya kesehatan yang ditimbulkan	• Opsi Jawaban Pro Claim : Ya, penyemprotan air di jalan raya untuk mengurangi polusi udara dapat mengganggu aktivitas Masyarakat. Evidence : Menurut laporan Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta (2023), penyemprotan air di beberapa ruas jalan protokol menyebabkan kemacetan lalu lintas bertambah rata-rata 15–20% pada jam sibuk. Reasoning : Bukti di atas menunjukkan bahwa penyemprotan air membuat lalu lintas melambat akibat kendaraan penyemprot yang

		akibat tingginya tingkat polusi udara? (<i>Rebuttal</i>)	besar dan menyebabkan jalan licin, meningkatkan risiko kecelakaan. <i>Rebuttal</i> : Meskipun aktivitas terganggu, perlu dipertimbangkan bahwa biaya kesehatan akibat polusi udara juga sangat besar. Menurut WHO (2021), polusi udara di Jakarta menyebabkan ribuan kasus ISPA, asma, dan penyakit kardiovaskular yang memerlukan pengeluaran biaya kesehatan sangat tinggi setiap tahunnya. • Opsional Jawaban Kontra <i>Claim</i> : Tidak, penyempotan air di jalan raya tidak secara signifikan mengganggu aktivitas masyarakat jika dilakukan dengan pengaturan waktu dan rute yang tepat. <i>Evidence</i> : Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI (KLHK, 2023) menyatakan penyempotan air umumnya dilakukan pada dini hari atau malam hari ketika lalu lintas relatif sepi, sehingga gangguan minim. <i>Reasoning</i> : Bukti menunjukkan bahwa penyempotan air tidak harus mengganggu aktivitas masyarakat jika dilakukan pada waktu lalu lintas rendah dan dikoordinasikan dengan petugas lalu lintas.
--	--	---	--

			Rebuttal : Memang ada biaya kesehatan besar akibat polusi udara, tetapi tanpa kebijakan yang terencana, penyemprotan air yang sembarangan justru tidak efektif menurunkan polusi dan hanya menimbulkan masalah baru (kemacetan, kecelakaan). Karena itu, kebijakan harus berbasis data emisi, waktu operasi, dan evaluasi dampak secara periodik agar manfaat kesehatan dan ekonomi tercapai seimbang.
--	--	--	--

BAB INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI

Indikator Argumentasi Ilmiah	Indikator Soal	Rumusan Soal	Alat alternatif Kunci Jawaban
Menyusun argumentasi ilmiah sesuai komponen argumentasi ilmiah (menurut McNeill & Krajcik, 2009) : • <i>Claim</i> (klaim) • <i>Evidence</i> (bukti) • <i>Reasoning</i> (penghubung) <i>Rebuttal</i> (sanggahan)	Disajikan berita mengenai inovasi bioteknologi konvensional berupa tempe bongkrek, siswa dapat memberikan argumen terhadap permasalahan tersebut	Tempe Bongkrek yang Masih Dikonsumsi Sebagian Masyarakat  Sumber: Kompas.Com Tempe, bahan pangan kebanggaan Indonesia ini disenangi berbagai kalangan hingga ke mancanegara karena kandungannya yang baik untuk tubuh. Namun	• Opsi Jawaban Pro Claim : Ya, tempe bongkrek masih dapat dikonsumsi masyarakat jika diproduksi dengan pengawasan ketat dan metode pengolahan higienis. Evidence : Penelitian Balai Besar POM (BPOM, 2011) menemukan bahwa toksin bongkrek bisa dicegah dengan penggunaan starter kapang tempe (<i>Rhizopus</i>) yang bersih dan Proses fermentasi yang terkontrol Reasoning : <i>Pseudomonas cocovenenans</i> menghasilkan racun bongkrek (asam bongkrek dan toksin bongkrek) yang sangat berbahaya.

		ternyata, tak semua tempe menyehatkan. Bahkan, ada tempe yang bisa menyebabkan keracunan. Tempe bongkreng adalah makanan yang berasal dari Banyumas, Jawa Tengah dan populer di daerah asalnya. Tempe yang memiliki warna hijau tua terbuat dari ampas kelapa parut yang kemudian di fermentasi. Harganya yang terjangkau dan rasa yang gurih, tempe bongkreng begitu disukai. Meskipun rasanya enak dan harganya murah, tempe bongkreng tak memiliki gizi yang begitu baik, bahkan memiliki racun yang dapat membahayakan tubuh. Sejak zaman Belanda, tempe bongkreng sudah menyebabkan keracunan pada masyarakat. Pada tahun 1895, wabah keracunan tempe bongkreng pertama kali dicatat oleh Belanda. Ilmuwan asal Belanda, Adolf G. Voderman mengatakan bahwa tempe bongkreng dapat menyebabkan keracunan yang fatal. Pada 1933, mereka menemukan bahwa penyebab munculnya racun pada tempe bongkreng adalah bakteri <i>Pseudomonas cocovenenans</i>. Bakteri inilah yang menghasilkan asam bongkreng dan toksoflavin. Meskipun sudah diketahui berbahaya, tempe bongkreng masih dikonsumsi karena memiliki rasa yang khas dan digemari oleh sebagian masyarakat, sumber pangan murah yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi terutama di daerah dengan keterbatasan ekonomi, memiliki rasa yang khas dan digemari oleh sebagian masyarakat sehingga tetap menjadi pilihan konsumsi meskipun terdapat risiko, tempe bongkreng menjadi salah satu	Namun jika proses fermentasi dilakukan sesuai standar higiene pangan, bakteri ini bisa dicegah. Rebuttal : Namun, bukan hanya <i>Pseudomonas cocovenenans</i> yang menjadi risiko. Beberapa studi (Yuliana dkk., Universitas Diponegoro, 2013) melaporkan kemungkinan kontaminasi bakteri lain, seperti <i>Bacillus</i> spp. atau jamur lain yang memproduksi mikotoksin jika pengolahan tidak higienis. • Opsi Jawaban Kontra Claim : Tidak, tempe bongkreng tidak layak dikonsumsi karena risiko keracunan yang sangat tinggi Evidence: WHO dan BPOM menyatakan racun bongkreng sangat mematikan. Laporan BPOM menyebut 60–90% kematian pada kasus keracunan tempe bongkreng. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (Kemenkes RI, 2009), tidak ada metode pengolahan rumah tangga yang bisa menjamin sepenuhnya hilangnya toksin bongkreng. Reasoning : Tidak ada cara sederhana mendeteksi racun secara visual. Teori Food Safety Risk Management menekankan jika pangan memiliki risiko fatal
--	--	---	---

		sumber pangan utama karena terbatasnya alternatif yang terjangkau, menjadi bagian dari tradisi kuliner di beberapa daerah, sehingga masyarakat tetap mengonsumsinya meskipun mengetahui bahayanya. Pertanyaan Tipe Soal A (Science) 1. Menurutmu, apakah tempe bongkrek masih dapat dikonsumsi oleh masyarakat? (<i>Claim</i>) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas! (<i>Evidence</i>) 3. Bagaimana hubungan antara kedua jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah anda kumpulkan! (<i>Reasoning</i>) 4. Apakah hanya kandungan bakteri <i>Pseudomonas cocovenenans</i> yang terkandung dalam tempe bongkrek? (<i>Rebuttal</i>)	yang tidak dapat dikendalikan secara praktis, maka larangan konsumsi lebih tepat. Rebuttal : Memang bukan hanya bakteri <i>Pseudomonas cocovenenans</i> yang berbahaya, tetapi racun utama penyebab keracunan massal tetap bongkrek acid dan toxoflavin. Kehadiran mikroba lain (jamur/mikotoksin) hanya memperburuk keamanan, sehingga risikonya sangat besar. Karena itu, larangan total lebih menjamin keselamatan masyarakat daripada mencoba memproduksi secara terbatas.
		Pertanyaan Soal Tipe B (Social) 1. Apakah melarang produksi tempe bongkrek akan berdampak pada penghidupan para produsen tradisional? (<i>Claim</i>) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas. Informasi bisa dicari dari buku, jurnal, atau berita lainnya yang valid! (<i>Evidence</i>)	• Opsi Jawaban Pro Claim : Ya, pelarangan produksi tempe bongkrek akan berdampak signifikan pada penghidupan produsen tradisional, terutama di daerah yang menjadikannya sumber ekonomi utama Evidence : Penelitian Sumardiono et al. (2007) mencatat produksi tempe bongkrek merupakan mata pencaharian turun-temurun

		3. Bagaimana hubungan antara jawaban beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? (<i>Reasoning</i>) 4. Apakah tidak lebih bijak mengalihkan para produsen tempe bongkrek ke usaha makanan fermentasi lain yang lebih aman dan tetap memiliki nilai ekonomi, daripada mempertahankan produksi makanan yang terbukti beracun? (<i>Rebuttal</i>)	yang menyerap tenaga kerja rumah tangga, terutama Perempuan Reasoning: Menurut Teori Dampak Sosioekonomi Kebijakan Pangan, kebijakan pelarangan produk tradisional: mengganggu keberlanjutan ekonomi rumah tangga dan memicu pengangguran terselubung Rebuttal : Meskipun demikian, jika produksi tempe bongkrek secara nyata membahayakan kesehatan masyarakat, maka melanjutkan produksinya tetap tidak dapat dibenarkan. Alih fungsi usaha ke pangan fermentasi lain (tempe kedelai, oncom) lebih bijak dan berkelanjutan dibanding mempertahankan makanan yang sudah terbukti menimbulkan risiko kematian. Pemerintah seharusnya memfasilitasi pelatihan dan akses modal untuk peralihan usaha. • Opsi Jawaban Kontra Claim: Tidak, pelarangan produksi tempe bongkrek tidak akan berdampak besar pada penghidupan produsen jika pemerintah menyediakan program peralihan usaha yang memadai.
--	--	--	--

			Evidence: Badan Ketahanan Pangan Nasional (2020) melaporkan program alih usaha produsen tempe bongkrek ke produksi tempe kedelai dan pangan fermentasi lain di Grobogan mampu mengembalikan pendapatan hingga 80% dalam dua tahun. Reasoning : Menurut Teori Pemberdayaan Ekonomi Komunitas, kebijakan pelarangan pangan berbahaya dapat: memberi peluang pengembangan usaha baru dan meningkatkan nilai tambah produk lokal. Rebuttal : Memang benar tempe bongkrek sudah menjadi tradisi turun-temurun. Namun, nilai ekonomi tidak dapat mengesampingkan risiko kesehatan fatal. Alih usaha bukan sekadar solusi sementara, tetapi langkah pencegahan keracunan massal dan penguatan ketahanan pangan lokal. Membiarkan produksi pangan beracun tetap berlangsung demi menjaga tradisi justru bisa menciptakan kerugian ekonomi lebih besar akibat biaya kesehatan dan kehilangan nyawa.
	Inovasi Bioteknologi Kegiatan 2	Tanaman Transgenik yang Dikonsumsi oleh Masyarakat	• Opsi Jawaban Pro: Claim : Ya, tanaman transgenik baik dikonsumsi oleh masyarakat karena telah terbukti aman dan bermanfaat dalam

	Disajikan berita mengenai inovasi bioteknologi modern berupa tanaman transgenik, siswa dapat memberikan argumen terhadap permasalahan tersebut.	 Sumber: Dinas Pertanian Kabupaten Buleleng Di Indonesia sendiri tanaman transgenic sudah banyak yang dibudidayakan bahkan dikonsumsi sehari-hari oleh masyarakat. Tanaman hasil rekayasa genetika sendiri dibuat sebagai jawaban atas berbagai masalah pangan maupun pertanian di Indonesia. Dengan rekayasa genetika, produk tanaman baik untuk pangan ataupun non pangan memiliki tingkat kualitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman non rekayasa genetika. Tanaman transgenik juga mendapatkan perhatian di bidang lingkungan. Bagi para ekologis atau orang-orang yang aktif bergerak untuk menjaga keutuhan lingkungan, tanaman transgenik merupakan ancaman yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan. Tanaman transgenic yang telah dimodifikasi materi genetiknya dikhawatirkan dapat menghasilkan gulma baru yang sulit dihilangkan sehingga dapat meningkatkan penggunaan pestisida yang berdampak buruk bagi lingkungan.	meningkatkan kualitas gizi dan ketahanan pangan. Evidence: WHO (World Health Organization, 2014) menyatakan bahwa tanaman transgenik yang telah lolos uji keamanan pangan sama amannya untuk dikonsumsi seperti tanaman konvensional. Reasoning : Menurut Teori Rekayasa Genetika Tanaman, transgenik memungkinkan: Peningkatan kandungan gizi (biofortifikasi) dan Pengurangan penggunaan pestisida. Rebuttal : Meskipun tanaman transgenik terbukti aman, bukan berarti hanya tanaman transgenik yang baik dikonsumsi. Tanaman konvensional dan organik juga memiliki nilai gizi tinggi dan menjadi bagian penting dari keberagaman pangan. Oleh karena itu, tanaman transgenik sebaiknya dilihat sebagai salah satu opsi untuk mendukung ketahanan pangan, bukan satu-satunya • Opsi Jawaban Kontra Claim : Tidak, tanaman transgenik belum tentu baik dikonsumsi karena dampak jangka panjangnya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan masih menjadi perdebatan.
--	--	--	--

		Pertanyaan Tipe Soal A (Science): 1. Menurutmu, apakah tanaman transgenik baik dikonsumsi oleh masyarakat? (<i>Claim</i>) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas! (<i>Evidence</i>) 3. Bagaimana hubungan antara kedua jawaban anda dengan teori pendukung (bukti) yang telah anda kumpulkan! (<i>Reasoning</i>) 4. Apakah hanya tanaman transgenik saja yang baik dikonsumsi oleh masyarakat? (<i>Rebuttal</i>)	Evidence : Laporan Friends of the Earth International (2014) mencatat bahwa budidaya tanaman transgenik sering dikaitkan dengan peningkatan penggunaan herbisida tertentu yang dapat mencemari lingkungan dan residunya terbawa ke pangan. Reasoning : Menurut Teori Kehati-hatian (Precautionary Principle), apabila suatu teknologi pangan belum memiliki bukti jangka panjang yang konklusif, maka konsumsinya perlu dibatasi atau dikontrol ketat demi meminimalkan potensi risiko kesehatan dan ekologi. Rebuttal : Bukan berarti hanya tanaman transgenik yang tidak aman. Tanaman non-transgenik juga bisa mengandung risiko (misalnya, kontaminasi pestisida atau mikotoksin). Namun, tanaman konvensional memiliki rekam jejak konsumsi yang panjang, sementara tanaman transgenik relatif baru sehingga lebih sulit memastikan dampak jangka panjang secara menyeluruh. Karena itu, keberagaman pangan dari sumber alami tetap lebih bijak diprioritaskan.
		Pertanyaan Soal B (Social): 1. Apakah dominasi perusahaan besar dalam pengembangan dan distribusi tanaman	• Opsi Jawaban Pro Claim : Ya, dominasi perusahaan besar dalam pengembangan dan distribusi tanaman

		transgenik justru lebih menguntungkan industri dibandingkan petani kecil? (Claim) 2. Berikanlah bukti atau data yang mendukung jawaban klaim di atas. Informasi bisa dicari dari buku, jurnal, atau berita lainnya yang valid! (Evidence) 3. Bagaimana hubungan antara jawaban beserta teori pendukung (bukti) yang telah kalian kumpulkan? (Reasoning) 4. Bukankah justru dengan akses terhadap benih transgenik yang unggul, petani kecil berpeluang meningkatkan hasil panen dan efisiensi, asalkan didukung oleh kebijakan subsidi dan pendampingan yang adil? (Rebuttal)	transgenik lebih banyak menguntungkan industri dibandingkan petani kecil. Evidence : ActionAid (2013) menemukan bahwa harga benih transgenik sering 2–5 kali lebih mahal dibanding benih konvensional, sehingga petani kecil menjadi sangat bergantung pada perusahaan penyedia benih dan input terkait. Reasoning: Menurut Teori Ketergantungan Teknologi (Technological Dependency Theory), ketika inovasi pangan dikendalikan oleh segelintir perusahaan besar:petani kecil kehilangan kedaulatan benih dan beban biaya input dan royalti meningkat. Rebuttal : Memang benar dominasi korporasi menciptakan ketimpangan. Namun, dengan kebijakan subsidi benih, pelatihan, dan pendampingan, petani kecil sebenarnya bisa memanfaatkan benih transgenik unggul untuk meningkatkan hasil panen dan biaya pestisida. • Opsi Jawaban Kontra Claim: Tidak, dominasi perusahaan besar dalam pengembangan benih transgenik tidak selalu lebih menguntungkan industri saja, karena petani kecil juga memperoleh manfaat
--	--	---	---

			signifikan dalam produktivitas dan pendapatan. Evidence : Menurut ISAAA Brief 55 (2019), lebih dari 90% petani transgenik di dunia adalah petani kecil, menunjukkan adopsi teknologi tidak hanya didominasi korporasi besar. Reasoning : Teknologi baru yang terbukti menguntungkan akan diadopsi secara luas oleh pengguna awal termasuk petani kecil. Manfaat tanaman transgenik yaitu hasil lebih tinggi, penggunaan pestisida lebih rendah, kualitas panen lebih stabil dapat membantu petani kecil bersaing, asal diimbangi kebijakan pendukung. Rebuttal : Meski teknologi transgenik membawa manfaat, tanpa regulasi yang melindungi petani, sistem kontrak benih dan royalti memang berpotensi menciptakan ketergantungan jangka panjang pada perusahaan besar. Oleh karena itu, harus ada kebijakan publik untuk memastikan petani kecil tidak sekadar menjadi pasar captive bagi industri, tetapi juga mendapat akses yang setara dan adil terhadap inovasi
--	--	--	--

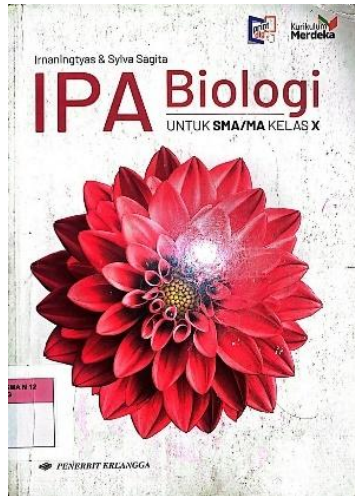
Lampiran 23 Dokumentasi Pra-Riset



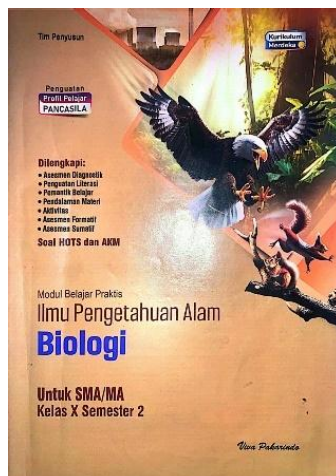
Gambar 1. Wawancara dengan guru Biologi kelas X SMAN 12 Semarang



Gambar 2. Wawancara dengan perwakilan kelas X di SMAN 12 Semarang



Gambar 3. Bahan ajar berupa modul pembelajaran yang digunakan kelas X SMAN 12 Semarang



Gambar 4. Bahan ajar berupa LKS yang digunakan kelas X SMAN 12 Semarang

Lampiran 24 Dokumentasi Riset



Gambar 1. Penilaian oleh guru biologi



Gambar 2. Pemberian arahan petunjuk penggunaan E-LKPD



Gambar 3. Pengoperasian E-LKPD



Gambar 4. Pengisian angket



Gambar 5. Foto bersama kelas X

Lampiran 25 Surat Penunjukkan Dosen Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.1476/Un.10.8/J8/ DA.08.05/02/2025 Semarang , 11 Februari 2025
Lamp :
Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:
Hafidha Asni Akmalia, M.Si.
Dr. H. Ruswan, M.A
Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Biologi, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama :

Nama : WILDA LAILATUL BAROKAH
NIM : 2108086048
Prodi. : Pendidikan Biologi
Judul : **PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN
RADEC (READ, ANSWER, DISCUSS, EXPLAIN, CREATE)
TERINTEGRASI SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE UNTUK MELATIH
KETERAMPILAN ARGUMENTASI ILMIAH SISWA KELAS X**

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan,
Ketua Prodi Pendidikan Biologi,

Dr. Lisyocho, M.Pd.
NIP. 19691016 200801 1 008

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip



Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 26 Surat Permohonan Validator



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185

E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.4682/Un.10.8/D/SP.01.06/05/2025

Lamp : -

Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Ndzani Latifatur Rofi'ah, M.Pd.

Dosen Validator Ahli Metodologi Pembelajaran
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)

2. Elina Lestariyanti, M.Pd.

Dosen Validator Ahli Keterampilan Argumentasi Ilmiah
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)

di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama	: WILDA LAILATUL BAROKAH
NIM	: 2108086048
Program Studi	: PENDIDIKAN BIOLOGI
Fakultas	: Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	: Pengembangan E-LKPD ELKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create) Terintegrasi Socio-Scientific Issue untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X SMA

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 28 Mei 2025

an. Dekan,
Ketua Prodi.,

Dr. Listyo No, M.Pd.

NIP. 19691016 200801 1 008



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.4551/Un.10.8/D/SP.01.06/05/2025
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Eko Purnomo, M.Si
Dosen Validator Ahli Materi
(Dosen BIOLOGI FST UIN Walisongo)
2. Bunga Ihda Norra, M.Pd
Dosen Validator Ahli Media
(Dosen PENDIDIKAN BIOLOGI FST UIN Walisongo)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama	: WILDA LAILATUL BAROKAH
NIM	: 2108086048
Program Studi	: PENDIDIKAN BIOLOGI
Fakultas	: Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul	: Pengembangan E-LKPD Berbasis RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create) Terintegrasi Socio-Scientific Issue untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X SMA

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrumen kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 26 Mei 2025
an. Dekan,
Ketua Prodi.,

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016 200801 1 008

Lampiran 27 Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km.1 Semarang
 E-mail: fst@walisongo.ac.id Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.;5290/Un.10.8/K/SP.01.08/06/2025
 Lamp : Proposal Skripsi
 Hal : Permohonan Izin Riset

Semarang, 13 Juni 2025

Kepada Yth.
 Kepala Sekolah SMA Negeri 12 Semarang
 Jl. Raya Gn. Pati, Plalangan, Kec. Gunung Pati
 Kota Semarang, Jawa Tengah 50225
 di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : WILDA LAILATUL BAROKAH
 NIM : 2108086048
 Jurusan : PENDIDIKAN BIOLOGI
 Judul : Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create) Terintegrasi Socio-Scientific Issue untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X
 Semester : VIII (Delapan)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 16 Juni 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan
 Fakultas Sains dan Teknologi
 UIN Walisongo Semarang
 NIM 1994031002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Cp WILDA LAILATUL BAROKAH : 085727825855

Lampiran 28 Surat Keterangan Selesai Penelitian



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 12
SEMARANG**

Jalan Raya Gunungpati, Pialangan, Kec. Gunungpati, Kota Semarang
Kode Pos 50225, Telepon 024-6932224, Faksimile 024-6932260, Laman www.sma12smg.sch.id



SURAT KETERANGAN

Nomor : 800.1.11.9/402/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA N 12 Semarang menerangkan bahwa

Nama : Dr. Endah Dyah Wardani, M.Pd.
N I P : 19650617 198903 2 010
Pangkat/Gol Ruang : Pembina Utama Muda / IV/c
Jabatan : Kepala Sekolah
Alamat Sekolah : SMA Negeri 12 Semarang
Jl. Raya Gunungpati, Semarang

Menerangkan bahwa sesungguhnya,

N a m a : Wilda Lailatul Barokah
N I M : 2108086048
Fakultas / Program Studi : Fakultas Sains dan Teknologi/ Program Studi
S1 Pendidikan Biologi
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

Yang bersangkutan telah melaksanakan penelitian, pada tanggal 16 Juni 2025, di SMA Negeri 12 Semarang, dengan judul penelitian:

*"Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC
(Read, Answer, Discuss, Explain, Create) Terintegrasi Socio-Scientific Issue untuk Melatih
Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X"*

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 19 Juni 2025
Kepala Sekolah



Dr. Endah Dyah Wardani, M.Pd.
NIP. 19650617 198903 2 010

Lampiran 29 Nilai Bimbingan I



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Hal : Nilai Bimbingan Skripsi

Semarang, 1 Juli 2025

Yth.

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Di Semarang

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan hormat kami memberitahukan bahwa setelah kami selesai membimbing skripsi saudara:

Nama : Wilda Lailatul Barokah
NIM : 2108086048
Jurusan : Pendidikan Biologi
Judul : *Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, Create) Terintegrasi Socio-Scientific Issue untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X*

Maka kami memberikan nilai sebagai berikut ($\frac{1}{5}$)

Catatan Khusus Pembimbing:

.....

.....

Dengan demikian agar dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pembimbing I,

Hafidha Asni Akmalia, M.Sc
NIP. 198908212019032013

Lampiran 30 Nilai Bimbingan II



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fst@walisongo.ac.id. Web: <http://fst.walisongo.ac.id>

Hal : Nilai Bimbingan Skripsi

Semarang, 26 Juni 2025

Yth.

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
Di Semarang

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan hormat kami memberitahukan bahwa setelah kami selesai membimbing skripsi saudara:

Nama : Wilda Latilatul Barokah
NIM : 2108086048
Jurusan : Pendidikan Biologi
Judul : **Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, Create*) Terintegrasi Socio-Scientific Issue untuk Melatih Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X**

Maka kami memberikan nilai sebagai berikut () 78

Catatan Khusus Pembimbing:

Dengan demikian agar dapat digunakan sebagaimana semestinya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Pembimbing II,

Dr. H. Ruswan, M.A.
NIP. 196804241993031004

Riwayat Hidup

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Wilda Lailatul Barokah
TTL : Wonosobo, 27 Juli 2002
Alamat Rumah : Desa Jengkol, Garung, Wonosobo
Nomoh HP : 085727823855
E-mail : 2108086048@student.walisongo.ac.id

B. Riwayat Pendidikan

Pendidikan Formal

- a. TK Istiqomah Desa Jengkol
- b. SD Negeri 2 Jengkol
- c. SMP Negeri 1 Garung
- d. MA Negeri 2 Wonosobo
- e. UIN Walisongo Semarang

Semarang, 3 Juli 2025

Wilda Lailatul Barokah
NIM.2108086048