PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN *E-FLIPBOOK* BERBASIS *SOCIO SCIENTIFIC ISSUE* (SSI) UNTUK MEMBERDAYAKAN LITERASI SAINS PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN KELAS X

SKRIPSI

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

Diajukan oleh:

Nafi'ah Nurul Aini

NIM : 2008086045

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

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nafi'ah Nurul Aini
NIM : 2008086045
Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:
Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X
Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 20 Juni 2024
Pembuat Pernyataan

Nafi'ah Nurul Aini
NIM. 2008086045

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul	:	**Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X**
Penulis	:	Nafi'ah Nurul Aini
NIM	:	2008086045
Jurusan	:	Pendidikan Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Biologi.

Semarang, 26 Juli 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I

Chusnul Adib Achmad, M.Si.
NIP. 198712312019031018

Penguji II

Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc.
NIP. 199304092019032020

Penguji III

Hafidha Asni Akmalia, M.Sc.
NIP. 198908212019032013

Penguji IV

Dr. H. Ismail, M.Ag.
NIP. 197110211997031002

Dosen Pembimbing I

Chusnul Adib Achmad, M.Si.
NIP. 198712312019031018

Dosen Pembimbing II

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 196910162008011008

NOTA DINAS

Semarang, 20 Juni 2024

Yth. Ketua Program Studi
Dr. Listyono, M. Pd.
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberikan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksian naskah skripsi dengan:

Judul	: Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X
Nama	: Nafi'ah Nurul Aini
NIM	: 2008086045
Jurusan	: Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,

Chusnul Adib Achmad, M.Si
NIP. 198712312019031018

NOTA DINAS

Semarang, 20 Juni 2024

Yth. Ketua Program Studi
Dr. Listyono, M. Pd.
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan ini diberikan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksian naskah skripsi dengan:

Judul	: Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X
Nama	: Nafi'ah Nurul Aini
NIM	: 2008086045
Jurusan	: Pendidikan Biologi

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing II,

Dr. Listyono, M. Pd.
NIP. 196910162008011008

ABSTRAK

Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X

Nafi'ah Nurul Aini
2008086045

Tujuan dari pendidikan pada abad 21 adalah mempersiapkan peserta didik supaya bisa beradaptasi dengan kemajuan zaman. Penelitian ini bertujuan mengembangkan, menganalisis kelayakan dan mengetahui respon peserta didik terhadap media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X. Jenis penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D), model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dikembangkan oleh (Thiagarajan, dkk, 1947). Hasil penelitian ini meliputi *Pertama,* desain produk yang dikembangkan berupa media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X, produk tersebut berbentuk *software* yang dapat diakses melalui *link*. *Kedua,* berdasarkan hasil uji validasi, diperoleh presentase ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) sebesar 79,3% (layak) dan 80% (layak), ahli materi sebesar 86,7% (sangat layak), ahli literasi sains sebesar 92,5% (sangat layak), penilaian guru biologi sebesar 83,9% (sangat layak). *Ketiga,* respon peserta didik terhadap media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X mendapatkan presentase rata-rata 92,8% sehingga dikategorikan sangat baik.

Kata Kunci: e-flipbook, literasi sains, media pembelajaran, pendidikan, perubahan lingkungan, socio scientific issue (SSI)

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 =اَوْ
ai=اَيْ
iv=اِيْ

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadirat Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya. Shalawat serta salam, semoga senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah SAW. Berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X". Naskah skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang membantu memberi doa, bimbingan, motivasi, dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi ini. Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag., sebagai Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Bapak Dr. Listyono, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi
4. Bapak Chusnul Adib Achmad, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Listyono, M,Pd. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta dengan sabar memberikan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Ibu Nisa Rasyida, M. Pd. selaku dosen wali
6. Bapak Widi Cahya Adi, M.Pd selaku dosen validator ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), Ibu Anif Rizqianti Hariz, S.T., M.Si. selaku dosen validator materi dan Ibu Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc. selaku dosen validator literasi sains.
7. Segenap dosen program studi Pendidikan Biologi yang telah menyalurkan ilmu, pengalaman, dan informasi

dengan ikhlas selama penulis menempuh bangku perkuliahan, dan segenap dosen dan pegawai akademik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

8. Ibu Deasy Arta Lukitasary, S.Pd. selaku guru biologi di SMA Negeri 14 Semarang yang telah bersedia membimbing selama penelitian di sekolah.
9. Siswa dan siswi kelas X5 sampai X9 di SMA Negeri 14 Semarang yang bersedia menjadi responden pada penelitian ini
10. Bapak, Ibu dan Kakak tercinta serta seluruh keluarga yang telah memberikan segala do'a, motivasi, kasih sayang, ilmu dan dukungan yang sangat berarti bagi penulis
11. Sevira Nur Halimah selaku sahabat yang selalu menemani penulis selama melakukan penelitian di SMA Negeri 14 Semarang dan menjadi teman curhat dalam menjalani pahit manisnya menyusun skripsi ini
12. Nada Oktavia Putri selaku *best-patner* yang telah membantu dan *mensupport* dalam penulisan skripsi ini.
13. Teman-teman Pendidikan Biologi 2020 yang telah memberikan doa, motivasi, dan dukungan serta kenangan terindah selama menuntut ilmu di UIN Walisongo Semarang
14. Semua pihak yang telah memberikan dukungan baik langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat penulis sebutkan satu-satu, semoga Allah SWT membalas amal kebaikan yang telah dilakukan. Aamiin.

Semarang, 18 Juni 2024
Penyusun

Nafi'ah Nurul Aini
NIM. 2008086045

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
PENGESAHAN ..... **iii**
NOTA DINAS ..... **iv**
ABSTRAK ..... **vi**
TRANSLITERASI ARAB-LATIN ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 10
C. Pembatasan Masalah 10
D. Rumusan Masalah 11
E. Tujuan Pengembangan 11
F. Manfaat Pengembangan 12
G. Asumsi Pengembangan 14
H. Spesifikasi Produk 15
BAB II KAJIAN PUSTAKA **17**
A. Kajian Teori 17
B. Kajian Penelitian yang Relevan 26
C. Kerangka Berpikir 32
BAB III METODE PENELITIAN **33**
A. Model Pengembangan 33
B. Prosedur Pengembangan 34
C. Waktu dan Tempat Penelitian 38
D. Desain Uji Coba Produk 38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **44**
A. Hasil Pengembangan Produk Awal 44
B. Hasil Uji Coba Produk 68
C. Revisi Produk 76
D. Kajian Produk Akhir 90

E. Keterbatasan Penelitian.....94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....96
A. Kesimpulan.....96
B. Saran.....97
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lanjut.....98
DAFTAR PUSTAKA.....99
LAMPIRAN.....107
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....210

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indikator Domain Kompetensi PISA 23
Tabel 3. 2 Kelayakan Sumber Belajar.....43
Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Media 69
Tabel 4.2 Hasil *Socio Scientific Issue*.....69
Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Materi 70
Tabel 4.4 Hasil Validasi Literasi Sains.....72
Tabel 4.5 Hasil Penilaian Guru Biologi.....73
Tabel 4.6 Tanggapan Peserta Didik.....75
Tabel 4.7 Saran dan Masukan Ahli Media Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) 77
Tabel 4.8 Saran dan Masukan Ahli Materi 84
Tabel 4.9 Saran dan Masukan Ahli Literasi Sains.....87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagan Kerangka Berpikir.....32
Gambar 3. 1 Alur Model 4D.....34
Gambar 4. 1 Halaman Awal.....56
Gambar 4. 2 Menu Utama 57
Gambar 4. 3 Biodata Penulis 58
Gambar 4. 4 Petunjuk Penggunaan.....59
Gambar 4. 5 Capaian Pembelajaran.....60
Gambar 4. 6 Tujuan Pembelajaran.....61
Gambar 4. 7 Peta Konsep.....62
Gambar 4. 8 Materi Pembelajaran 63
Gambar 4. 9 Latihan Soal 64
Gambar 4. 10 Proyek 65
Gambar 4. 11 Rangkuman Materi.....66
Gambar 4. 12 Daftar Pustaka 67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Media Pembelajaran 107
Lampiran 2. Validasi Media Berbasis SSI 162
Lampiran 3. Validasi Ahli Materi 165
Lampiran 4. Validasi Ahli Literasi Sains 168
Lampiran 5. Wawancara Guru Biologi 171
Lampiran 6. Wawancara Peserta Didik 173
Lampiran 7. Daftar Nilai X5 175
Lampiran 8. Daftar Nilai X6 176
Lampiran 9. Daftar Nilai X7 177
Lampiran 10. Daftar Nilai X8 178
Lampiran 11. Daftar Nilai X9 179
Lampiran 12. Nilai Latihan Soal X9 180
Lampiran 13. Surat Izin Observasi 181
Lampiran 14. Penunjukan Dosen Pembimbing 182
Lampiran 15. Penunjukan Dosen Validator 183
Lampiran 16. Surat Selesai Penelitian 184
Lampiran 17. Sumber Belajar 185
Lampiran 18. Hasil Validasi Media SSI 186
Lampiran 19. Hasil Validasi Ahli Materi 190
Lampiran 20. Hasil Literasi Sains 194
Lampiran 21. Hasil Validasi Guru Biologi 197
Lampiran 22. Tanggapan Peserta Didik 204
Lampiran 23. Bukti Tahap Disseminasi 206
Lampiran 24. Latihan Soal Buku Paket 207
Lampiran 25. Latihan Soal LKS Biologi 208
Lampiran 26. Dokumentasi Penelitian 209

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tujuan dari pendidikan abad 21 adalah mempersiapkan peserta didik supaya bisa beradaptasi dengan kemajuan zaman. Keterampilan yang perlu dimiliki peserta didik saat ini adalah literasi sains (Sutrisna, 2021). Literasi sains merupakan kesadaran seseorang terhadap teknologi dan ilmu pengetahuan (Werdiningsih, 2021). Sutrisna (2021) menyatakan bahwa nilai literasi bagi peserta didik terletak pada keterampilan mereka dalam menerapkan serta memahami konsep-konsep dalam kehidupan nyata. Suwono, dkk (2021) menyatakan bahwa tujuan dari literasi sains adalah memberikan peserta didik pengetahuan dasar yang mereka butuhkan untuk mengembangkan literasi sains dan keterampilan pemecahan masalah. Rosidah & Sunarti (2021) menyatakan bahwa membangun peserta didik yang memiliki literasi sains dapat membentuk pandangan dalam memahami kejadian ilmiah serta fakta berbasis saintifik melalui pedoman metode ilmiah. Pratiwi (2019) menjelaskan bahwa peserta didik membutuhkan literasi sains dalam memahami teknologi, ekonomi, masyarakat

modern, lingkungan, serta kesehatan sehingga diperlukan pengukuran untuk mencapai target yang diperlukan untuk menaikan taraf pendidikan di indonesia.

Kemampuan literasi di Indonesia pada tahun 2018 berdasarkan *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) ada di peringkat 71 dari 79 negara dengan skor nilai 396 (OECD, PISA, 2018). Hasil PISA tahun 2022 nilai rata-rata negara yang ikut tes PISA nilainya turun dibandingkan dengan tahun 2018, tetapi peringkat Indonesia naik karena penurunan nilai yang diperoleh indonesia tidak seburuk negara lain. Hasil literasi sains peringkat Indonesia di PISA tahun 2022 dari 81 negara naik 5-6 posisi dibandingkan tahun 2018, sedangkan nilai rata-rata internasional turun 12 point sedangkan perolehan nilai Indonesia turun 13. 52% negara yang mengikuti PISA 2022 skornya menurun dalam literasi sains daripada dengan tahun 2018 (Kemendikbud Ristek, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian Fuadi, dkk (2020) berbagai faktor yang berpengaruh terhadap keterampilan literasi peserta didik yang rendah adalah *Pertama* yaitu pemilihan bahan ajar yang kurang tepat, penerapan literasi sains yang hanya memakai buku ajar ataupun tekstual dapat mengakibatkan kegiatan pembelajaran menjadi

membosankan. *Kedua* yaitu *miskonsepsi*, guru sering kali menyajikan materi tanpa mengaitkan dengan kehidupan yang sebenarnya sehingga peserta didik kesulitan dalam mengaplikasikan materi yang telah diajarkan guru dengan kehidupan yang sebenarnya sehingga dapat menyebabkan *miskonsepsi*. *Ketiga* yaitu pembelajaran yang tidak konstektual, banyak peserta didik yang kesulitan dalam menghubungkan antara ilmu sains yang sudah diberikan pemahaman mengenai kejadian yang berlangsung pada kehidupan. *Keempat* yaitu rendahnya kemampuan membaca peserta didik, karena kurangnya akses terutama di daerah terpencil. *Kelima* yaitu infrastruktur sekolah, management sekolah, sumber daya manusia, dan suasana belajar menjadi faktor yang berpengaruh terhadap pemberdayaan keterampilan literasi sains peserta didik.

Pengembangan keterampilan literasi sains peserta didik diarahkan untuk mengembangkan keterampilan mereka dalam melakukan penilaian ilmiah (Miller, 2018). Dari sudut pandang yang dihasilkan, mereka mampu menjelaskan secara rinci dan lengkap mengenai kegiatan penelitian ilmiah. Mereka juga dapat menyarankan cara menjawab pertanyaan ilmiah dengan menggunakan proses evaluasi data sebagai dasar analisis akhir. Analisis ini kemudian disusun menjadi kesimpulan ilmiah yang valid

(Chowdhury, 2016). Proses pembelajaran yang diterapkan mampu mendorong peserta didik untuk menghasilkan diskusi yang efektif dan menarik. Diskusi yang aktif ini diperluas dengan informasi ilmiah yang didapat oleh peserta didik, yang mengarah pada hubungan antar konsep-konsep sains. Hal ini pada akhirnya memberdayakan literasi sains mereka (Turiman, 2012). Salah satu strategi untuk memberdayakan literasi sains yaitu melalui pembelajaran biologi. Pembelajaran biologi memengaruhi rasa keingintahuan peserta didik untuk dapat menumbuhkan sikap keingintahuan melalui proses ilmiah dari pengamatan langsung untuk mengetahui kebenaran, interpretasi, hipotesis, rancangan serta hukum (Usman & Sosilawati, S, 2017). Pembelajaran biologi tidak hanya memberikan sumbangsih nyata pada perkembangan teknologi serta ilmu pengetahuan namun juga membiasakan peserta didik saat menumbuhkan aspek religi dan aspek intelektual dalam kehidupan (Putri, 2020).

Allah SWT berfirman pada surat Al-Mujadalah ayat 11 yang berbunyi :

يَٰٓأَيُّهَا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوٓاْ إِذَا قِيلَ لَكُمۡ تَفَسَّحُواْ فِي ٱلۡمَجَٰلِسِ فَٱفۡسَحُواْ يَفۡسَحِ ٱللَّهُ
لَكُمۡۖ وَإِذَا قِيلَ ٱنشُزُواْ فَٱنشُزُواْ يَرۡفَعِ ٱللَّهُ ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ مِنكُمۡ وَٱلَّذِينَ أُوتُواْ ٱلۡعِلۡمَ
دَرَجَٰتٖۚ وَٱللَّهُ بِمَا تَعۡمَلُونَ خَبِيرٞ ١١

Artinya: *"Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu "Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis," lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, "Berdirilah", (kamu) berdirilah. Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Maha Teliti terhadap apa yang kamu kerjakan". (Q.S Al-Mujadalah/58:11).*

Ayat tersebut menunjukan bahwa Allah SWT mengangkat derajat (kemuliaan) orang-orang yang mempunyai ilmu. Orang yang berilmu mempunyai *hujjah* yang dapat melapangkan umat, sehingga semakin banyak individu yang berpendidikan tinggi di masyarakat maka akan membawa perkumpulan masyarakat yang mempunyai ilmu serta mempunyai derajat kemuliaan disisi tuhan serta menjadi indikator kualitas pendidikan negara (Tafsir Qur'an Kemenag, 2019). Hubungan antara QS. Al-Mujadalah ayat 11 dengan literasi sains yaitu semakin banyak masyarakat yang membiasakan untuk

melakukan literasi sains maka dapat meningkatkan kualitas pendidikan di masyarakat sehingga keimanan dan ketakwaan kepada Allah SWT dapat meningkat. Peran penting pada sebuah pendidikan yaitu menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas yang mana nantinya memberikan perubahan menuju lebih baik serta memberikan pengambangan moral, ilmu pengetahuan, sosial, teknologi, maupun ilmu yang lain (Fera, 2021). Sarana untuk mengembangkan kualitas pendidikan dapat melalui media pembelajaran (Suprapto ,2006).

Media pembelajaran berfungsi sebagai alat dalam proses pendidikan yang berfungsi untuk mencapai tujuan pembelajaran dengan cara yang lebih efisien serta efektif (Nurrita, 2018). Penggunaan media pembelajaran dalam pendidikan bermanfaat untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pada proses pembelajaran. Disisi lain bisa memberikan peningkatan motivasi belajar media pembelajaran pula bisa membuat kegiatan belajar mengajar menjadi menarik (Almahfuz, 2021). Media pembelajaran digital serta konvensional merupakan jenis media pembelajaran. Media pembelajaran konvensional yaitu meliputi buku pelajaran, buku paket, papan tulis, dan kegiatan pembelajaran yang melibatkan ceramah dan diskusi (Kresna, 2014). Media pembelajaran digital

mengacu pada pendidikan yang memanfaatkan teknologi, termasuk internet dan berbagai perangkat (komputer, laptop, handphone, dll) melalui pemakaian aplikasi seperti *google meet*, *google classroom*, *google formulir*, *e-flipbook* dan lainnya sebagainya (Tasruddin, 2020).

Salah satu cara untuk meningkatkan efektifitas media pembelajaran dapat menggunakan *e-flipbook*. Modul ataupun buku yang bisa dibolak balik dalam bentuk elektronik disebut *e-flipbook* (Lestari, 2019). *E-flipbook* memiliki beberapa keunggulan dari pada media pembelajaran yang lain yaitu didalam *e-flipbook* selain memaparkan kalimat *e-flipbook* juga bisa ditambahkan gambar, *link*, video, audio, dan lain sebagainya (Kodi dkk, 2019). Menurut Pixyoriza (2018) keunggulan media *e-flipbook* yaitu bentuknya *softfile* sehingga lebih fleksibel dan efektif, hemat kertas, dan menghemat biaya karena bentuknya *softfile* mudah diperbanyak sesuai dengan kebutuhan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan *e-flipbook* menjadi media pembelajaran bisa memberikan peningkatan hasil belajar peserta didik (Safitri dkk, 2021), minat belajar (Pradani & Aziza, 2019), motivasi (Anandari, 2019), serta pemahaman konsep pada peserta didik (Mulyaningsih & Saraswati, 2017). Modifikasi *e-flipbook*

memiliki berbagai macam jenis antara lain *e-flipbook* berbasis literasi lingkungan, *e-flipbook* berbasis *unity of science* (UOS) dn *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI). *E-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) adalah media digital dalam bentuk buku yang dapat dibolak-balik yang menyajikan isu kontroversial yang relevan dengan sains. Tujuannya untuk menumbuhkan pengetahuan tentang hubungan antara kehidupan ilmiah dan sosial serta pengembangan intelektual, moral dan etika (Fibonacci, 2020). *Socio Scientific Issue* (SSI) adalah pendekatan yang mempunyai tujuan guna menstimulasi pertumbuhan moral, etika serta intelektual (Sofiana & Wibowo, 2019). Pendekatan *socio scientific issue* (SSI) pada pembelajaran mempunyai manfaat untuk membiasakan peserta didik saat mengevaluasi informasi, mempunyai perilaku sains, berperan aktif dalam diskusi mengenai kontroversi yang terjadi di sekitar serta dapat mengambil keputusan untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Ely, 2018). *E-Flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) digunakan sebagai media pembelajaran digital karena di dalam media pembelajaran *e-flipbook* dapat ditambahkan gambar, video, artikel yang bersifat kontroversi yang bertujuan untuk melatih peserta didik dalam pengambilan

suatu keputusan atau memberikan solusi terhadap suatu peristiwa yang bersifat kontroversi (Rohmawati,2018).

SMA Negeri 14 Semarang merupakan sekolah adiwiyata mandiri yang berwawasan lingkungan. Berdasaran kegiatan pra riset mendapatkan beberapa hasil data (Lampiran 5 dan 6). Hasil wawancara pra riset dengan guru pengampu biologi Ibu Deasy Artha Lukitasari beliau menyatakan bahwa di SMA Negeri 14 Semarang belum dilakukan pengukuran literasi sains (Lampiran 24 dan Lampiran 25) dan belum adanya media *e-flipbook*. Belum adanya pengukuran literasi sains pada peserta didik akan berpengaruh terhadap rendahnya pengetahuan dasar peserta didik, intelektual untuk memahami fakta dan kebenaran ilmiah serta kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah (Rosidah & Sunarti, 2021). Media pembelajaran yang biasanya digunakan saat dikelas antara lain *power point* (PPT), modul belajar dari viva pakarindo, buku paket dari erlangga (Lampiran 17). Model pembelajaran yang diapakai guru saat aktivitas belajar mengajar yaitu *problem based learning* (PBL) serta *discovery learning*. Hasil wawancara pra riset peserta didik mengenai kegiatan pembelajaran yang biasanya digunakan yaitu peserta didik menginginkan pembelajaran di luar kelas dan banyak prakteknya dibandingkan dengan materi,

dari persoalan ini memberikan ide kepada peneliti untuk melakukan riset yang berjudul "Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X".

B. Identifikasi Masalah

1. Belum terukur kemampuan literasi peserta didik
2. Pembelajaran lebih dominan materi dibanding praktik
3. Media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) belum ada yang dikembangkan di SMA Negeri 14 Semarang

C. Pembatasan Masalah

1. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 14 Semarang
2. Produk yang dibuat berupa *e-flipbook* biologi kelas X Berbasis *Socio Scientific Issue (SSI)*
3. Materi *e-flipbook* yang dikembangkan materi perubahan lingkungan
4. Pengujian media pembelajaran *e-flipbook* melalui respon guru (praktisi) dan siswa kelas X 9 sebagai uji kelayakan produk.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana desain pengembangan media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains peserta didik pada materi perubahan lingkungan kelas X?
2. Bagaimana kelayakan produk menurut validator ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), ahli materi, ahli literasi sains, dan guru biologi terhadap media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains peserta didik pada materi perubahan lingkungan kelas X?
3. Bagaimana respon peserta didik terhadap media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains peserta didik pada materi perubahan lingkungan kelas X?

E. Tujuan Pengembangan

1. Mengembangkan media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains peserta didik pada materi perubahan lingkungan kelas X
2. Menganalisis kelayakan *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi

sains peserta didik pada materi perubahan lingkungan kelas X

3. Mengetahui respon peserta didik terhadap media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains peserta didik pada materi perubahan lingkungan kelas X

F. Manfaat Pengembangan

Riset ini diharapkan dapat berguna untuk peneliti maupun bagi pembaca, manfaat yang diharapkan sebagai berikut:

1. Secara teoritis hasil penelitian ini bertujuan untuk memudahkan dalam tahap pembelajaran dalam materi perubahan lingkungan berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) serta memberikan pembaharuan di bidang pendidikan
2. Secara praktis:
   1) Bagi peserta didik
      a. Modul yang dikembangkan berfungsi sebagai sumber belajar dalam mata pelajaran biologi
      b. Memberikan pengetahuan kepada peserta didik atas pengaruh perubahan lingkungan yang diajarkan

c. Memberdayakan literasi sains peserta didik berbasis *socio scientific issue* (SSI)

2) Bagi guru

a. Hasil pengembangan media pembelajaran dapat dijadikan inovasi baru bagi guru dalam pelaksanaan pembelajaran

b. Memberikan wawasan serta informasi baru dalam pembelajaran serta mendorong kreativitas dalam pelaksanaan pembelajaran

3) Bagi sekolah

Hasil dari penelitian ini bermanfaat untuk menambah sumber belajar biologi yang berada di sekolah dalam kegiatan pembelajaran biologi.

4) Bagi peneliti

a. Peneliti memahami metode pengembangan media pembelajaran berbasis *socio scientific issue* (SSI) pada mata pelajaran biologi.

b. Peneliti mendapatkan pengalaman untuk mempersiapkan diri sebagai pendidik yang mengerti akan keperluan peserta didik.

G. Asumsi Pengembangan

1. Produk yang dikembangkan merupakan *e-flipbook* berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) digunakan sebagai solusi untuk memudahkan peserta didik mendalami materi perubahan lingkungan
2. Model pengembangan 4D (*Define, Desain, Disseminate, Develop*) merupakan model dari penelitian ini.
3. Percobaan produk media pengembangan dilakukan serta divalidasi empat dosen ahli maupun subjek dari penelitian sebagai berikut:
   a. Dosen ahli media pembelajaran berbasis *socio scientific issue* (SSI), meliputi kelayakan *e*-flipbook, tampilan *e-flipbook*, kesesuaian materi dan keterkaitan materi melalui *socio scientific issue* (SSI) sebagai media pembelajaran pada materi perubahan lingkungkungan
   b. Dosen ahli materi mengenai kesesuaian materi, efisiensi materi, kualitas materi, serta kelengkapan materi yang bisa memberikan peningkatan literasi sains peserta didik
   c. Dosen ahli literasi sains terkait dengan kesesuaian atau keterkaitan materi untuk memberdayakan literasi sains peserta didik.

d. Penelitian melibatkan guru pengampu mata pelajaran biologi dan peserta didik sebagai subjek, kemudian dilakukan uji skala kecil terhadap produk untuk mengevaluasi kelayakannya. Peserta penelitian adalah peserta didik kelas X MIPA di SMA 14 Semarang.

4. Analisis data pada penilaian ketika dilaksanakan validasi kelayakan produk menurut evaluasi kesemuaan penelitian.

H. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu:

1. Produk yang akan dikembangkan berupa media pembelajaran *e-flipbook* dalam bentuk aplikasi (*software*)
2. Canva pro digunakan untuk mendesain cover halaman depan, menu utama, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, materi pembelajaran, peta konsep, praktikum serta latihan soal, daftar pustaka serta evaluasi pembelajaran. Tujuannya agar tampilan lebih menarik siswa untuk membaca.
3. Aplikasi *Flip PDF Profesional* dipakai untuk membuat produk media pembelajaran *e-flipbook*.

4. *E-flipbook* memuat gambar, materi, video serta audio yang berhubungan pada materi perubahan lingkungan.
5. *E-flipbook* dapat diakses menggunakan *handphone* dan laptop.
6. Model penelitian yang digunakan yaitu 4D (*Define, Desain, Develop, Disseminate*).
7. *E-flipbook* terdapat *socio scientific issue* (SSI) guna melaksanakan latihan literasi sains peserta didik.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Media Pembelajaran

Media adalah sarana yang mempunyai fungsi sebagai penyalur informasi ataupun pesan belajar dari sumber pesan pada penerima. Penerapan media dalam sebuah proses pembelajaran dapat membantu keberhasilan dalam kegiatan belajar (Tafonao, 2018). Media pembelajaran yaitu sarana ataupun alat yang berfungsi sebagai mediator untuk menyampaikan pesan ilmiah ataupun informasi dari berbagai sumber untuk memenuhi tujuan pembelajaran. Media pembelajaran berfungsi untuk mendukung tahap belajar mengajar yang efektif, sehingga menghasilkan kemampuan sosial yang baik sehingga memungkinkan peserta didik untuk mempunyai interaksi dengan baik dan bisa membuat rasa percaya diri (Ramli, 2015).

Media pembelajaran memiliki tujuan untuk memberikan peningkatan mutu pembelajaran, peserta didik wajib terlibat dalam kegiatan pembelajaran untuk berfikir, sehingga tahap pembelajaran bisa terlaksana. Media pembelajaran berfungsi sebagai sarana

penyampaian pesan, dan mudah beradaptasi, sehingga dapat digunakan dalam berbagai lingkungan belajar peserta didik. Menurut Setiyo, dkk (2018) media pembelajaran memiliki tujuan sebagai berikut: (1) membuat materi pembelajaran lebih mudah dipahami; (2) mengefektifkan pemanfaatan waktu, ruang, tenaga, dan panca indra; (3) memberikan inspirasi kepada peserta didik dalam belajar; dan (4) memfasilitasi keberhasilan interaksi antara peserta didik dengan media pembelajaran.

2. *E-Flipbook*

E-Flipbook merupakan sarana belajar dalam bentuk digital yang berisi materi yang disajikan dengan kalimat yang memuat kolom berwarna (Asrial, dkk, 2020; Hamid, 2021). Rahmawati (2017) sekumpulan kertas yang hampir sama dengan kalender dan album berukuran 21 x 28 cm. Berdasarkan Mulyadi (2018) di situs web animasi *teknokids e-flipbook* digambarkan sebagai sekumpulan kertas yang menyerupai majalah atau buku, dengan animasi yang menggambarkan suatu hal di tiap halamannya.

E-flipbook adalah salah satu *software* yang dibuat dengan aplikasi *kvisoft flipbook maker* dan *Flip PDF*

Corporate. Perangkat lunak ini menyediakan tampilan seperti buku yang bisa di bolak balik selain itu disediakan fitur pelengkap meliputi gambar, teks, video audio, serta yang lain yang bisa dipakai dalam mendukung kegiatan pembelajaran. *E-flipbook* yang berbentuk *sofware* diinginkan bisa mengadakan sarana belajar guna peserta didik kapanpun serta dimanapun (Soejana, dkk, 2020).

3. *Socio Scientific Issue* (SSI)

Socio scientific issue (SSI) adalah pendekatan yang mendorong perubahan moral, kecerdasan, kesadaran, maupun etika terhadap hubungan antara sains dan kehidupan sosial. Keputusan yang diambil terkait isu-isu sosial mempertimbangkan implikasi moral yang tertanam dalam konteks ilmiah (Dana, 2008). Penggunaan *socio scientific issue* (SSI) berpengaruh besar sebagai dasar pembelajaran sains di sekolah, menghubungkan masalah aktual dalam masyarakat dan menjadi landasan bagi peserta didik untuk mendalami sains. Pelaksanaan *socio scientific issue* (SSI) pada kegiatan pembelajaran sains diharapkan mampu menyediakan pengetahuan yang lebih berarti (Diana, 2016).

Socio Scientific Issue (SSI) menggabungkan aspek moral dan etika dalam mata pelajaran sains melalui diskusi dan interaksi peserta didik terhadap isu kontroversial dengan tujuan untuk menyelesaikan atau mengurangi permasalahan tersebut. *socio scientific issue* (SSI) bersifat terbuka yang memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan pemikiran kritis dan meningkatkan literasi sains mereka terkait isu-isu tersebut bersama individu lain yang memiliki pandangan yang berbeda. Fokus *socio scientific issue* (SSI) adalah bagaimana peserta didik memahami permasalahan, mengambil keputusan, dan menilai implikasi moral dan etika yang terkait dengan isu-isu tersebut. Berbagai masalah yang dapat diklasifikasikan *socio scientific issue* (SSI) misalnya pencemaran lingkungan, pemanasan global (*global warming*), penerapan nuklir, dan sebagainya (Sri, 2015).

4. Literasi Sains

Literasi sains berasal dari bahasa Latin "*literature*" yang berarti melek huruf atau pendidikan, dan "*scientia*" yang memiliki arti pengetahuan. Literasi sains merupakan kesadaran tentang sains dan penerapannya dalam kehidupan (Yanti, 2020). Secara

lebih luas, literasi sains mencakup kecakapan, keterampilan, dan keahlian yang dipunyai peserta didik dalam mengaplikasikan proses ilmiah, pengetahuan dan pemahaman konsep untuk mengenali, mempelajari, menginterpretasikan dan membuat kesimpulan berdasarkan fakta dalam konteks kehidupan manusia (Reny, dkk, 2019). Berdasarkan pendapat ahli mengenai pengertian literasi sains dapat diartikan bahwa literasi sains adalah kemampuan peserta didik dalam mengaplikasikan pemahaman sains dan pengetahuan dalam menghadapi permasalahan.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) memublikasikan hasil penilaian PISA (*Programme for International Student Assessment)* Indonesia untuk mengevaluasi kemampuan peserta didik dalam literasi, matematika, dan sains di setiap negara guna mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan masing-masing. Menurut hasil PISA tahun 2018, Indonesia menempati peringkat ke-70 dari 78 negara peserta (Nana, 2020). Selama hampir dua dekade terakhir, Indonesia telah konsisten berada di peringkat terbawah dalam hasil literasi sains peserta didik yang dirilis oleh PISA (Husnul, 2020). Menurut standar internasional kemampuan literasi indonesia tergolong

rendah. Faktor dari rendahnya literasi sains yaitu keterbatasan peserta didik dalam menerapkan konsep sains pada kehidupan sehari-hari, keterampilan membaca dan menginterpretasikan data yang rendah, serta keterbatasan peserta didik dalam berpikir analitis untuk mengatasi masalah yang dihadapi (Lidya, 2021).

Framework PISA 2018 mengidentifikasi empat domain yang membentuk kemampuan literasi sains, yakni domain kompetensi, konteks, sikap, serta pengetahuan:

1) Domain Konteks dan Situasi

   Domain konteks didalam pengukuran sains PISA merupakan keterikatan sains pada kondisi apapun. Pengukuran PISA bukan hanya berfokus terhadap kelas tetapi berhubungan dengan personal, sosial maupun kehidupan yang sebenarnya Evaluasi literasi sains PISA tidak hanya mengevaluasi konteks, tetapi mengevaluasi sikap, pengetahuan, serta kompetensi yang berhubungan dengan konteks.

2) Domain Kompetensi

Domaian kompetensi bertujuan untuk merencanakan agar seseorang dapat berperan di dalam suatu kondisi masyarakat yang menghadapi perkembangan teknologi dan sains. Pemahaman peserta didik berkaitan hakikat sains, metode ilmiah, serta kelebihan dan kekurangan sains diperlukan dalam pengembangan melalui pendidikan sains. Penilaian dominan kompetensi PISA 2018 terbagi menjadi tiga indikator, terdapat dalam tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Indikator Domain Kompetensi PISA

Indikator	Keterangan
Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah	- Menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai - Mengidentifikasi dan menghasilkan model representasi penjelasan - Membuat dan membenarkan prediksi yang sesuai - Menawarkan hipotesis penjelas - Menjelaskan implikasi dari pengetahuan
Mengevaluasi, dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	- Mengidentifikasi pertanyaan dalam studi ilmiah - Membedakan pertanyaan dalam penyelidikan - Mengeksplorasi pertanyaan secara ilmiah - Mengevaluasi pertanyaan secara ilmiah

Indikator	Keterangan
	- Mengevaluasi berbagai cara dalam keandalan data, objektivitas, dan penjelasan
Menafsirkan Data dan Bukti Ilmiah	- Mentrasformasikan data - Menganalisis, menafsirkan data, dan menarik kesimpulan - Membedakan argumen berdasarkan bukti dan teori ilmiah - Mengevaluasi argumen ilmiah dan bukti dari berbagai sumber

(Sumber : OECD, PISA,2018)

3) Domain Pengetahuan Sains

Domain pengetahuan sains merupakan kunci untuk pengalaman pribadi, mengetahui alam, sosial, dan global. Ini mencakup pemahaman terhadap fakta, teori, dan konsep yang menjelaskan landasan ilmiah. Konten sains melihat pada konsep krusial dalam ilmu pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami dampak perubahan akibat manusia dan fenomena alam.

Pengetahuan sains dalam PISA bukan hanya didapatkan dari materi pelajaran di sekolah, tetapi dapat berasal dari sejumlah sumber informasi yang berbeda. Pengetahuan sains yang dinilai mencakup bidang biologi, kimia, fisika, ilmu bumi, astronomi,

dan teknologi lainnya yang relevan, yang memperlihatkan keterkaitannya dengan kondisi sebenarnya, serta mencakup setiap rencana ilmiah yang krusial.

4) Domain Sikap

Domain sikap memiliki peran penting terhadap pertumbuhan keinginan dan respons individu terhadap sains dan teknologi secara luas, serta terhadap isu-isu yang berpengaruh secara spesifik terhadap mereka. Pendidikan sains bertujuan untuk mendorong peserta didik supaya menumbuhkan perilaku yang cenderung memperhatikan kesadaran terhadap masalah-masalah ilmiah, serta untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan sains dan teknologi, baik untuk kepentingan individu maupun masyarakat secara keseluruhan.

Kemampuan literasi sains dapat dibagi menjadi empat domain utama. Salah satunya adalah domain konteks dan situasi, yang mencakup penerapan sains dalam berbagai konteks. Selain itu, terdapat domain kompetensi serta pengetahuan yang mencakup masalah sosial, global, serta pribadi, dan domain sikap.

5. **Perubahan Lingkungan**

Di akhir fase E materi biologi kelas X semester genap, peserta didik diharapkan dapat menciptakan penyelesaian masalah yang berkaitan dengan pemahaman mereka tentang keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan dampaknya, inovasi teknologi biologi, komponen-komponen ekosistem beserta interaksinya, serta dampak perubahan dan pencemaran lingkungan, baik dalam konteks nasional, global, maupun lokal. Tujuan pembelajaran pada materi perubahan lingkungan yaitu peserta didik dapat menganalisis faktor penyebab perubahan lingkungan, peserta didik dapat menganalisis dampak perubahan lingkungan, dan peserta didik dapat memecahkan permasalahan lingkungan.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Fathurrohmi (2019) "Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis *Kvisoft Flipbook Maker* Pada Materi Fungi Untuk Memberdayakan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas X Di SMAN 11 Bandar Lampung". Penelitian yang digunakan yaitu penelitian pengembangan (R&D). Metode penelitian yang dipakai yaitu Borg & Gall. Hasil

penelitian ini diketahui bahwa pengembangan dari media pembelajaran *E-Modul* berbasis *kvisoft flipbook maker* melibatkan tiga bidang pengembangan, yaitu keefektifan, kelayakan dan karakteristik. Kelayakan E-Modul dievaluasi oleh ahli media, bahasa dan materi. Keefektifan E-Modul terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, dengan perolehan sebesar 82,7%. Perbedaan penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu penelitian yang akan dilaksanakan memakai model pengembangan 4D Sedangkan pada penelitian tersebut memakai model pengembangan Borg & Gall, kemudian pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan materi perubahan lingkungan sedangkan pada penelitian tersebut menggunakan materi fungi. Persamaan antara penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu keduanya menggunakan jenis penelitian pengembangan (R&D).

2. Putriana (2021) "Hubungan Antara Kemampuan Literasi Sains Dengan Keterampilan Argumentasi Peserta Didik Pada Materi Virus". Metode penelitian yang dipakai yaitu kuantitatif. Teknik yang dipakai yaitu korelasi. Teknik sampling yang digunakan *simple random* sampling. Hasil penelitiannya yaitu nilai

korelasi sebanyak 0,418 dengan kategori hubungan yang cukup, sehingga *H*0 diterima. Hal ini menyatakan adanya korelasi antara literasi sains peserta didik di SMA dengan kemampuan berargumen yang terdapat di dalam materi virus. Perbedaan penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu pada penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*research and development*) sedangkan pada penelitian tersebut menggunakan metode penelitian kuantitatif, penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan materi perubahan lingkungan sedangkan materi yang digunakan pada penelitian tersebut yaitu virus, teknik pengambilan pada penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan *purposive sampling* sedangkan sampel pada penelitian tersebut *simple random sampling*. Persamaan penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu keduanya menggunakan literasi sains.

3. Hapsari (2022) "Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis *Unity Of Sciences* Pada Materi Perubahan Lingkungan". Model pengembangan yang dipakai pada penelitian ini yaitu *ADDIE*. Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa data hasil validasi ahli

media mendapatkan 73% sehingga diklasifikasikan *e-flipbook* materi perubahan lingkungan layak dipakai sebagai pembelajaran, validasi ahli materi mendapatkan 83% (layak), validasi ahli integrasi dan islam mendapatkan 80% (layak), penilian guru biologi mendapatkan 89% (layak), tanggapan peserta didik mendapatkan nilai 97% (sangat layak). Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilaksanakan yaitu teknik sampling yang digunakan dalam penelitian tersebut *simple random sampling* sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan *purposive sampling*, model pengembangan pada penelitian yang akan dilaksanakan yaitu 4D sedangkan penelitian tersebut *ADDIE*, basis media pembelajaran *e-flipbook* yang digunakan pada penelitian yang akan dilaksanakan yaitu *socio scientific issue* (SSI) sedangkan pada penelitian tersebut *Unity Of Sciences* (UOS). Persamaan penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu keduanya menggunakan media pembelajaran *e-flipbook*.

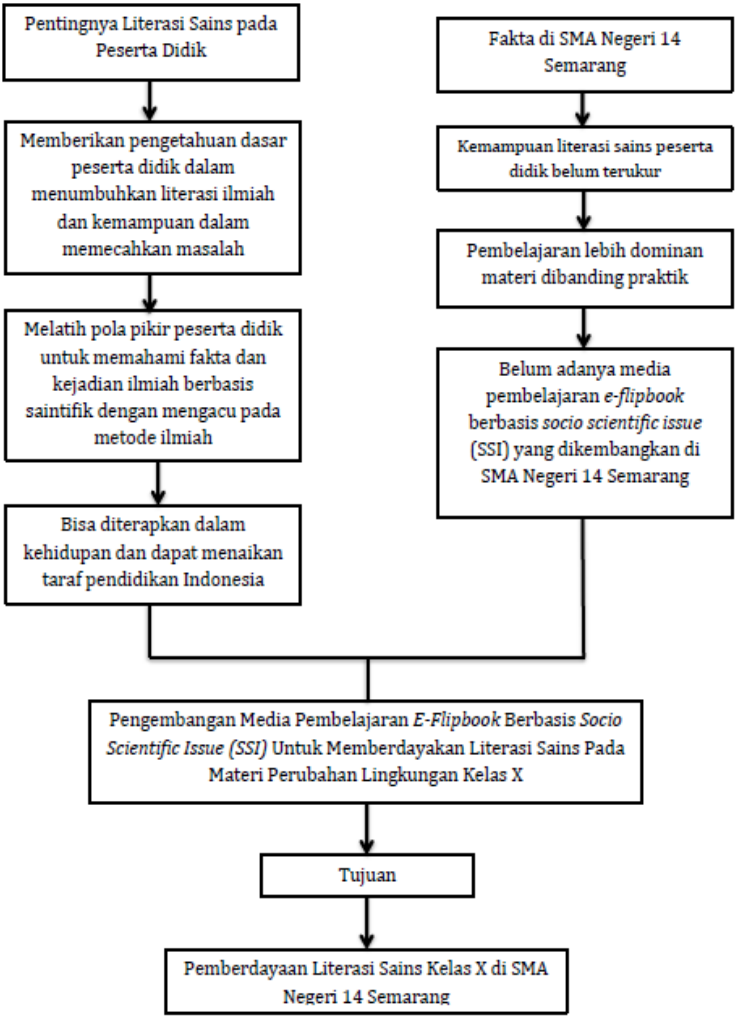
4. Nariswari (2022) "Pengembangan E-Flipbook Materi Perubahan Lingkungan Berbasis Literasi Lingkungan Sebagai Sumber Belajar Biologi Pada Siswa SMA/MA".

Model pengembangan yang dipakai dalam penelitian ini yaitu model pengembangan 4D. Teknik pengambilan data yaitu angket, observasi dan wawancara. Produk akhir dari penelitian ini yaitu sumber belajar *e-flipbook* yang memuat KD 3.11 dan 4.11 kelas X pada materi perubahan lingkungan yang diintegrasikan dengan literasi lingkungan. Validator ahli media mendapatkan skor 76% (layak), validator ahli materi mendapatkan skor 93% (sangat layak), dan guru mendapatkan skor 93% (sangat layak). Dilakukan uji kelayakan pada siswa kelas X MIPA 2, 4 dan 5 dengan rata-rata nilai 83% (sangat layak). Perbedaan penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu penelitian yang akan dilaksanakan memakai media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) sedangkan pada penelitian tersebut menggunakan media pembelajaran *e-flipbook* berbasis literasi lingkungan. Persamaan penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu keduanya menggunakan model pengembangan 4D.

5. Putri (2022). "Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis *Socio-Scientific Issue* (SSI) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X SMAN 16 Bandar Lampung". Model penelitian yang digunakan

dalam penelitian ini yaitu Borg & Gall. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan presentase kelayakan yang didapatkan yaitu ahli bahasa 97,9%, ahli materi 82,%, ahli media 85,2%, ahli soal 83,3%, guru biologi 75% dengan kategori layak digunakan. Hasil respon peserta didik didapatkan presentase 81% dengan kategori sangat layak. Nilai rata-rata yang diperoleh dari keefektifan *e-modul* yaitu 71,6% sehingga disimpulkan bahwa *e-modul* berbasis *socio scientific issue* efektif digunakan untuk meningkatkan literasi sains. Perbedaan dari penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan model pengembangan 4D sedangkan penelitian tersebut menggunakan model pengembangan Borg & Gall, penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan *e-flipbook* sedangkan penelitian tersebut menggunakan *e-modul*. Persamaan penelitian yang akan dilaksanakan dengan penelitian tersebut yaitu keduanya menggunakan materi perubahan lingkungan dan bertujuan untuk meningkatkan literasi sains berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI).

C. Kerangka Berpikir



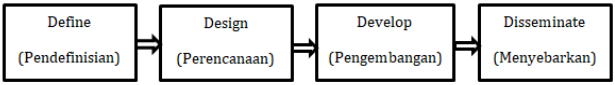
Gambar 2. 1 Bagan Kerangka Berpikir

BAB III
METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Model pengembangan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*research and development*). Penelitian pengembangan bertujuan untuk menciptakan produk baru yang sebelumnya sudah diteliti dan dikembangkan kemudian dilakukan uji keefektifan pada produk tersebut (Hanafi, 2017).

Pengembangan produk pada penelitian ini berbentuk media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) pada materi perubahan lingkungan. Model pengembangan yang digunakan yaitu 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan dkk. (1947). Model pengembangan 4D terkenal karena sistematis dan praktis (Suardi, 2018). Desain 4D mempunyai empat langkah yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan) *and Disseminate* (penyebaran). Tahap penelitian dan pengembangan (*R&D)* model 4D disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Alur Model 4D

B. Prosedur Pengembangan

Tahapan pengembangan dilaksanakan sesuai dengan model pengembangan 4D. Model pengembangan 4D, menurut Suardi (2018), terdiri dari:

a) *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap *define* berfungsi untuk menganalisis serta mencari informasi agar syarat dari suatu pembelajaran dapat terlaksana. Terdapat lima tahapan *define* yaitu:

1) Analisis Ujung Depan (*front end analysis*)

Pelaksanaannya berfungsi guna memahami permasalahan yang dialami peserta didik saat kegiatan pembelajaran, terutama dalam materi perubahan lingkungan. Wawancara dilaksanakan dengan guru biologi di SMA 14 Semarang bertujuan sebagai proses eksplorasi pembelajaran, media pembelajaran, sumber belajar, metode dan model yang digunakan. Metode wawancara yang diterapkan peneliti berisi daftar pertanyaan yang disusun secara terstruktur, yang bertujuan untuk

mengidentifikasi suatu masalah yang timbul dalam kegiatan pembelajaran.

2) Analisis Peserta Didik (*leaner analysis*)

Pelaksanaannya berfungsi untuk memahami keperluan produk yang cocok dengan kepribadian mereka, sehingga produk yang nantinya akan dikembangkan dapat efektif untuk digunakan. Analisis peserta didik bertujuan sebagai identifikasi permasalahan yang dihadapi peserta didik di kelas. Penerapan analisis peserta didik dilakukan dengan kuisioner melalui *google form*. Teknik sampling yang digunakan oleh peneliti saat melakukan wawancara yaitu teknik pengambilan sample *Purposive Sampling* dipilih oleh peneliti dari kelas X5 sampai X9 nilai kelas X9 lebih rendah dibandingkan dengan kelas yang lain, selain itu berdasarkan hasil latihan soal materi perubahan lingkungan yang telah dikerjakan oleh peserta didik kelas X9 mendapatkan rata- rata 55,7 (Lampiran 12). Berdasarkan data pra riset sebanyak 50 Peserta didik dari kelas X5 sampai X9 mengisi kuisioner dengan lengkap dan jelas.

3) Analisis Tugas (*task analysis*)

Pelaksanaannya bertujuan untuk memahami kegiatan pembelajaran dengan menguraikan materi yang akan disusun secara garis besar (Lestari, 2017). Wawancara dilaksanakan bersama guru dan peserta didik untuk mengevaluasi sumber belajar yang digunakan serta kebutuhan akan materi pembelajaran.

4) Analisis Konsep (*concept analysis*)

Tahap analisis konsep terdiri dari dua tahapan yaitu Pertama, menganalisis pencapaian pembelajaran pada materi perubahan lingkungan. Kedua, menganalisis sumber belajar yang akan digunakan untuk menyusun *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) pada materi perubahan lingkungan dengan cara mengumpulkan dan mencari sumber materi yang mendukung penyusunan e-flipbook tersebut.

5) Perumusan Tujuan Pembelajaran (*specifiying instructional objective*)

Pelaksanaannya berfungsi guna memahami capaian pembelajaran yang telah disusun berdasarkan indikator capaian pembelajaran.

b) *Design* (Perancangan)

Tahapan perencanaan yaitu proses merancang sumber belajar *e-flipbook*. Terdapat tahapan dalam menyusun sumber belajar *e-flipbook*, antara lain: (1) memilih media yang sesuai, (2) memilih format yang tepat, dan (3) menghasilkan produk yang disesuaikan dengan indikator awal yang telah terpilih.

c) *Develop* (Pengembangan)

Peneliti melakukan tahap pengembangan dengan tujuan mengembangkan dan menghasilkan produk. Tahap ini terdapat dua langkah yakni evaluasi oleh ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), ahli materi, serta ahli literasi sains, kemudian dilakukan proses perbaikan dan uji skala kecil produk.

d) *Disseminate* (Penyebaran)

Pelaksanaan *disseminate* berfungsi guna menyebarkan produk yang telah dibuat atau dikembangkan kepada masyarakat umum. Tahap akhir dari model pengembangan 4D yaitu *disseminate*. Tahap ini terdapat empat langkah: analisis penggunaan, memilih waktu yang tepat, serta memilih media yang sesuai.

C. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Tempat

Tempat pelaksanaan penelitian di SMA 14 Semarang

2. Waktu

Pelaksanaan penelitian ini tanggal 20 November 2023 s.d 21 Juni 2024

D. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

a. Subjek validasi meliputi validasi ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), ahli literasi sains, ahli materi, serta guru biologi.

b. Subjek keterbacaan produk pada murid kelas X 9 di SMA Negeri 14 Semarang dari mengambil 30 peserta didik karena berdasarkan analisis dokumen dari kelas X5 sampai X9 nilai kelas X9 lebih rendah dibandingkan dengan kelas yang lain (Lampiran 7 sampai 12).

c. Tahapan uji coba produk ialah:

1) Pengembangan media pembelajaran berbentuk *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) pada materi perubahan lingkungan

2) Validasi ahli terdiri dari aspek media berbasis *socio scientific issue* (SSI), materi, literasi sains

serta guru biologi.

3) Hasil validasi diperoleh dua kemungkinan yakni produk tidak valid serta produk valid.
4) Ketika produk dinyatakan valid kemudian bisa diuji keterbacaan kepada peserta didik menggunakan angket, ketika produk dinyatakan tidak valid maka dilakukan revisi.
5) Hasil uji keterbacaan produk terhadap peserta didik nantinya diperoleh dua kemungkinan yakni tak layak serta layak.

2. Subjek Penelitian

Responden yang dipakai dalam penelitian ini yaitu peserta didik kelas X di SMA 14 Semarang tahun pelajaran 2024/2025. Teknik sampling yang digunakan yaitu *purposive sampling*. Subjek validasi terdiri dari validator ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), validator ahli materi, validator ahli literasi sains, dan guru biologi di SMA 14 Semarang.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi angket/kuisioner, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Berikut teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

a. Metode wawancara

Metode wawancara merupakan teknik guna memperoleh data atau informasi tertentu melalui tanya jawab secara langsung untuk mencapai tujuan penelitian (Mania, 2008). Wawancara dilaksanakan kepada guru biologi dan peserta didik kelas X SMA Negeri 14 Semarang. Pertemuan dengan guru dilakukan langsung pada tanggal 5 Desember 2023, sementara wawancara dengan peserta didik dilakukan di kelas pada tanggal 6 Desember 2023.

b. Metode Observasi

Metode observasi merupakan teknik pengamatan sistematis untuk mengumpulkan data yang menunjukan suatu kenyataan (Hasanah, 2017). Metode ini diterapkan untuk mengamati berbagai aspek pembelajaran seperti kegiatan pembelajaran, model, media pembelajaran, metode, dan sumber belajar yang digunakan. Observasi dilakukan pada tanggal 6 Desember 2023.

c. Metode Angket/Kuisioner

Metode angket adalah teknik mengumpulkan data secara tidak langsung, model kuisioner ini biasanya berupa pertanyaan terbuka maupun tertutup kepada responden. Metode kuisioner dalam penelitian ini dipakai untuk mendapatkan data analisis keperluan awal peserta didik. Analisis kebutuhan ini berisi pertanyaan seperti kurikulum digunakan di sekolah, metode pembelajaran yang digunakan saat pembelajaran, kesan belajar biologi dan kendala atau kesulitan saat pembelajaran biologi. Pelaksanaan metode angket/ kuiosioner pra riset dilaksanakan pada tanggal 6 Desember 2023.

d. Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi dilakukan dengan mendokumentasikan proses dalam penelitian. Analisis dokumentasi media pembelajaran dan bahan ajar meliputi buku paket dan modul belajar yang dipakai peserta didik. Pelaksanaan metode dokumentasi pada tanggal 5 Februari – 15 Februari 2024.

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini memiliki dua tahap yaitu analisis awal yang melibatkan data kualitatif serta analisis akhir yang melibatkan data kuantitatif. Proses pengumpulan data pada penelitian ini mengikuti pedoman indikator yang berdasarkan tahapan pengembangan serta penelitian. Berikut metode analisis data yang diapaki oleh peneliti:

a. Analisis kebutuhan sumber belajar di SMA Negeri 14 Semarang

Data analisis kebutuhan dari hasil wawancara bersama guru dan peserta didik kemudian dianalisis dengan teknik deskriptif kualitatif. Analisis kebutuhan dilaksanakan yang bertujuan untuk memahami sumber belajar pada materi perubahan lingkungan yang dipakai di SMA Negeri 14 Semarang.

b. Penilian kelayakan sumber belajar berupa *e-flipbook*

Produk pengembangan berdasarkan hasil penelitian yaitu *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) kemudian produk diuji kelayakan oleh ahli media berbasis socio scientific issue (SSI), materi, literasi sains, dan guru biologi. Penilaian didasarkan pada:

1) Penyajian materi terdiri dari keakuratan materi, kesesuaian materi, kelengkapan materi, kegiatan yang mendukung materi, materi berbasis *socio scientific issue* (SSI), sistematika materi.
2) Penyajian *e-flipbook* yang sudah sesuai kriteria sumber belajar serta penyajian umum meliputi kejelasan materi, kejelasan sistem penomoran, desain e-flipbook secara keseluruhan, keterangan gambar, serta *font* huruf.

Data hasil angket tentang respon peserta didik serta para ahli lalu dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan rumus sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Kelayakan Sumber Belajar

Kriteria Validasi	Tingkat Validitas
0-20%	Sangat tidak layak
21-40%	Tidak layak
41-60%	Cukup layak
61-80%	Layak
81-100%	Sangat layak

(Arikunto, 2013)

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Hasil penelitian pengembangan ini berbentuk media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) dalam materi perubahan lingkungan kelas X yang bertujuan guna memberdayakan literasi sains peserta didik. Produk media pembelajaran dilengkapi dengan beberapa menu yang bisa memberikan dukungan kemampuan belajar mandiri serta bisa memberdayakan literasi peserta didik. Produk media pembelajaran ini dapat diakses melalui laptop dan *handphone*. Penilaian validasi media pembelajaran ini dinilai oleh dosen validator ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), dosen validator materi, dosen validator literasi sains, dan validasi guru biologi. Penilaian pengembangan media pembelajaran dinilai guru dan peserta didik.

Penelitian ini dirancang menjadi sebuah produk media pembelajaran berbasis *socio scientific issue* (SSI) dengan desain, yaitu:

1. *Cover*/halaman depan berisi judul materi, kelas dan semester genap.
2. Menu utama (berisi *icon*/tombol untuk menuju halaman biodata penulis, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, peta konsep, tujuan pembelajaran, latihan soal, materi pembelajaran, dan praktikum, evaluasi pembelajaran, dan daftar pustaka).
3. Menu pokok materi (meliputi materi faktor penyebab perubahan lingkungan, keseimbangan dan perubahan lingkungan hidup, bermacam pencemaran, pelestarian lingkungan dan etika lingkungan, penyebab, dampak dan solusi pemanasan global, upaya mengatasi permasalahan lingkungan, daur ulang limbah, adaptasi dan mitigasi perubahan lingkungan).
4. Menu *socio scientific issue* (SSI) berisi permasalahan sosial dalam sebuah artikel mengenai pencemaran air, udara, tanah dan suara. pencemaran udara, dan suara.
5. Menu kuis (berisi pertanyaan pilihan ganda pada materi pencemaran tanah, suara, serta air).
6. Menu latihan soal dan praktikum berisi barcode latihan soal yang nantinya masuk pada *google form*, dan praktikum berupa barcode yang nantinya masuk pada *google drive*.

7. Menu bantuan berisi navigasi *zoom in* (perbesar teks), *thumbnails* (gambar kecil), *table of contents* (daftar isi), *auto flip* (balik otomatis), *sound on* (suara), *share* (berbagi), print (cetak), *full screen* (layar penuh), *back* (kembali), next (selanjutnya), *first* (halaman awal), *last* (halaman akhir)
8. Menu *home* yang mempunyai fungsi kembali ke menu utama

Produk yang dilakukan pengambangan oleh peneliti menyajikan konsep pembelajaran dalam materi perubahan lingkungan dengan *socio scientific issue* (SSI) yang diedit menggunakan aplikasi *flip pdf profesional* sehingga menghasilkan media pembelajaran berwujud *e-flipbook*. Media pembelajaran ini menampilkan materi perubahan lingkungan melalui konsep tampilan memakai video, gambar, audio, isu sosial yang berhubungan dengan lingkungan, kuis, latihan soal, praktikum dan evaluasi pembelajaran. Materi yang terdapat pada media dikaitkan dengan fenomena atau permasalahan sosial yang bertujuan untuk meningkatkan minat literasi sains pada peserta didik.

Model pengembangan pengembangan yang digunakan yaitu 4D (*Define, Design, Develop,* dan

Disseminate), tahapan penyusunan produk sebagai berikut:

1. *Define* (Pendefinisian)

   Tahap pendefinisian melibatkan pengumpulan data informasi dan observasi awal di SMA Negeri 14 Semarang untuk menganalisis kebutuhan pengembangan produk media. Data informasi dikumpulkan melalui wawancara secara langsung dengan guru biologi serta penyebaran kuisioner kebutuhan peserta didik melalui *google form*. Tahapan pendefinisian meliputi lima cara sebagai berikut:

   a. Analisis Ujung Depan (*front-end analysis*)

      Analisis ini mempunyai tujuan untuk mengetahui permasalahan di SMA Negeri 14 Semarang. Permasalahan yang sudah dianalisis akan dicari solusinya. Hasil wawancara dengan guru biologi menyatakan bahwa di SMA Negeri 14 Semarang belum dilaksanakan pengukuran literasi sains peserta didik dan belum adanya media *e-flipbook.* Media pembelajaran yang dipakai pada tahap pembelajaran dalam materi perubahan lingkungan yaitu *power point* (PPT), modul belajar dari viva pakarindo, buku paket erlangga dan video *youtube*. Model pembelajaran yang dipakai yakni

discovery learning dengan basis masalah PBL (*problem based leraning*). Hasil wawancara dengan peserta didik diketahui bahwa kegiatan pembelajaran lebih sering materi dibandingkan praktik dan pembelajaran lebih dominan di kelas dibandingkan dengan di luar kelas selain itu metode pembelajaran lebih dominan ceramah dan diskusi dari hal tersebut menyebabkan peserta didik merasa bosan. Hal ini memotivasi peneliti untuk mengembangkan sebuah media yang dapat digunakan untuk mengembangkan literasi sains peserta didik yang disertai dengan praktikum agar peseta didik dapat mengenal pencemaran lingkungan yang berada di sekitar sekolah dan mengetahui proses daur ulang kertas bekas.

b. Analisis Peserta Didik (*learner analysis*)

Tujuan dari tahap analisis peserta didik yaitu melihat kebutuhan yang diperlukan peserta didik, sehingga media yang dilakukan pengembangan oleh peneliti bisa menyesuaikan kebutuhan pembelajaran di SMA Negeri 14 Semarang. Berdasarkan hasil wawancara bersama peserta didik didapatkan informasi jika kebanyakan murid menginginkan pembelajaran diluar kelas yang

banyak praktiknya dibandingkan dengan materi, selain itu kegiatan pembelajaran jangan kebanyakan ceramah karena nantinya membuat murid lebih cepat bosan. Masalah ini dijadikan tolak ukur bagi peneliti untuk melakukan pengembangan media yang menyenangkan serta menarik. Pengembangan media bertujuan untuk memberdayakan literasi sains peserta didik dalam materi biologi yang mempunyai konsep materi yang cukup luas.

c. Analisis Tugas (*task analysis*)

Tujuan tahap analisis tugas yaitu mengevaluasi kemampuan peserta didik dalam mengetahui konteks pembelajaran pada saat dijelaskan guru dan mengamati kemampuan mereka dalam menguasai konsep materi. Tugas yang disampaikan oleh guru disesuaikan melalui alur tujuan pembelajaran, tujuan pembelajaran dan capaian. Di bawah ini adalah contoh kemampuan peserta didik saat menuntaskan tugas yang diberikan oleh guru pada materi perubahan lingkungan.dalam

1) Menganalisis efek perubahan lingkungan.
2) Menganalisis berbagai faktor penyebab perubahan lingkungan.

3) Membuat solusi untuk mengatasi pemanasan global melalui praktikum sederhana.
4) Menemukan gagasan mengenai pemecahan masalah perubahan lingkungan sekitar.
5) Membuat karya daur ulang limbah melalui percobaan.

d. Analisis Konsep (*concept analysis*)

Tujuan tahap analisis konsep yaitu melaksanakan identifikasi bahan ajar yang dipakai di SMA Negeri 14 Semarang. Tahap analisis konsep dimulai dari mengidentifikasi materi berdasarkan konsep pokok materi perubahan lingkungan yang disesuaikan melalui alur tujuan pembelajaran, tujuan pembelajaran dan capaian pembelajaran. Konsep materi ini akan dikaitkan pada pemahaman mengenai *socio scientific issue* (SSI). Berikut merupakan konsep materi perubahan lingkungan yang terdapat dalam media pembelajaran *e-flipbook* sebagai berikut:

1) Faktor yang menjadi sebab perubahan lingkungan
2) Bermacam pencemaran
3) Peraturan undang-undang dan peraturan pemerintah mengenai pelestarian lingkungan

4) Etika lingkungan dan prinsip etika lingkungan
5) Penyebab, dampak dan solusi pemanasan global
6) Upaya mengatasi permasalahan lingkungan
7) Jenis-jenis limbah
8) Daur ulang limbah
9) Adaptasi dan mitigasi perubahan lingkungan

e. Perumusan Tujuan Pembelajaran (*specifing instructional objective*)

Perumusan tujuan pembelajaran dilakukan untuk menjabarkan serta mengembangkan capaian pembelajaran ke dalam bentuk tujuan pembelajaran yang nantinya akan diperoleh. Adapun tujuan pembelajaran yang nantinya akan dicapai yaitu:

1) Menganalisis efek perubahan lingkungan
2) Menganalisis berbagai faktor yang menjadi sebab perubahan lingkungan
3) Membuat penyelesaian untuk memberikan penanggulangan pemanasan global melalui praktikum sederhana
4) Mendapatkan gagasan menganai solusi permasalahan perubahan lingkungan sekitar.
5) Membuat karya daur ulang limbah melalui percobaan

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan dalam proses *define* harus terdapat inovasi terbaru yang dijadikan alat media pembelajaran berdasarkan tujuan pendidikan. Solusi media pembelajaran yang ditawarkan oleh peneliti dapat diterapkan pada kegiatan pembelajaran dengan tujuan mengembangkan media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains peserta didik dengan memanfaatkan kemajuan teknologi yang dapat diakses melalui laptop dan *handphone* di kalangan peserta didik yang dikaitkan dengan permasalahan sosial mengenai perubahan lingkungan yang disebabkan faktor alam maupun manusia.

2. *Design* (Perancangan)

Tahap *design* mempunyai tujuan untuk menyusun rencana desain produk media yang dilakukan pengembangan yakni media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan. Tahap perancangan ini terdapat tiga tahap yaitu:

a. Pemilihan media (*Media Selection*)

Penentuan media mempunyai tujuan untuk memastikan serta memilih bahan pembuatan media berdasarkan hasil analisis kebutuhan peserta didik. Pengembangan media ini disusun untuk mengembangkan literasi sains pada peserta didik menggunakan *handphone* yang dimiliki peserta didik. Perancangan awal pembuatan media yakni membuat desain tampilan dan memasukan materi perubahan lingkungan pada canva agar hasilnya lebih menarik. Selanjutnya proses perancangan dengan menggunakan aplikasi *Flip PDF Profesional* sampai aplikasi yang dibuat bisa di akses melalui laptop dan *handphone*.

Pokok materi yang ada pada pengembangan media ini yakni materi perubahan lingkungan, yang dilandaskan dalam permasalahan awal yakni kegiatan pembelajaran lebih sering materi dibandingkan praktik dan pembelajaran lebih dominan di kelas dibandingkan dengan di luar selain itu metode pembelajaran lebih dominan ceramah dan diskusi yang menyebabkan peserta didik merasa bosan. Media pembelajaran *e-flipbook*

juga disesuaikan dengan materi perubahan lingkungan yang berbasis *socio scientific issue* (SSI).

b. Pemilihan Format (*Format Selection*)

Tujuan pemilihan format yaitu membuat rancangan desain pembelajaran pada produk media *e-flipbook* dengan menggunakan aplikasi *flip PDF Profesional* yang dilakukan pengambangan oleh peneliti. Format yang dipakai pada media pembelajaran ini yaitu PDF pada bentuk *link* sehingga guru maupun peserta didik tidak perlu mengunduh untuk mengakses media guru dan peserta didik tinggal mengklik *link* yang sudah dikirim peneliti lalu mereka akan masuk pada media pembelajaran *e-flipbook*. Aplikasi yang digunakan pada media pembelajaran *e-flipbook* ini dapat diakses secara *online*.

Materi yang berada di media pembelajaran materi perubahan lingkungan meliputi bermacam pencemaran, faktor yang menyebabkan perubahan lingkungan, peraturan undang-undang dan peraturan pemerintah mengenai pelestarian lingkungan, etika lingkungan dan prinsip etika lingkungan, penyebab, dampak dan solusi pemanasan global, upaya mengatasi permasalahan

lingkungan, daur ulang limbah, jenis-jenis limbah, mitigasi serta adaptasi perubahan lingkungan. Materi dipilih dan didesain berdasarkan *socio scientific issue* (SSI) mengenai perubahan lingkungan. Desain konten dalam media *e-flipbook* memuat biodata penulis, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, peta konsep, tujuan pembelajaran, kuis, materi pembelajaran, daftar pustaka, praktikum, evaluasi pembelajaran, serta latihan soal.

c. Perancangan Desain Produk

Perancangan desain produk bertujuan untuk membuat sumber belajar berdasarkan keperluan peserta didik saat tahap pembelajaran. Hasil dari pengembangan media pembelajaran *e-flipbook* pada materi perubahan lingkungan dilakukan validasi oleh dosen validator ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), dosen validator ahli materi, guru pengampu mata pelajaran biologi di SMA Negeri 14 Semarang serta dosen validator ahli literasi sains. Gambaran pengembangan media pembelajaran *e-flipbook* pada materi perubahan lingkungan sebagai berikut:

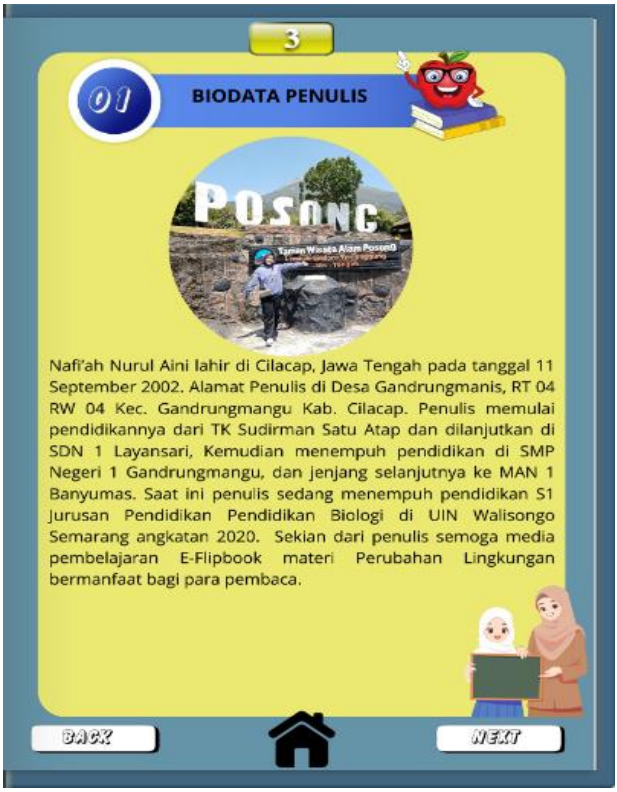
1) Halaman Awal: terdapat judul, satuan pendidikan dan semester.

Gambar 4. 1 Halaman Awal

2) Menu Utama: berisi *icon*/tombol untuk menuju halaman biodata penulis, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, peta konsep, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, evaluasi pembelajaran, latihan soal dan praktikum, serta daftar pustaka, tombol *next* dan tombol *back*.

Gambar 4. 2 Menu Utama

3) Biodata Penulis: berisi tempat/tanggal lahir, nama penulis, riwayat pendidikan, alamat penulis, serta harapan penulis mengenai media pembelajaran.

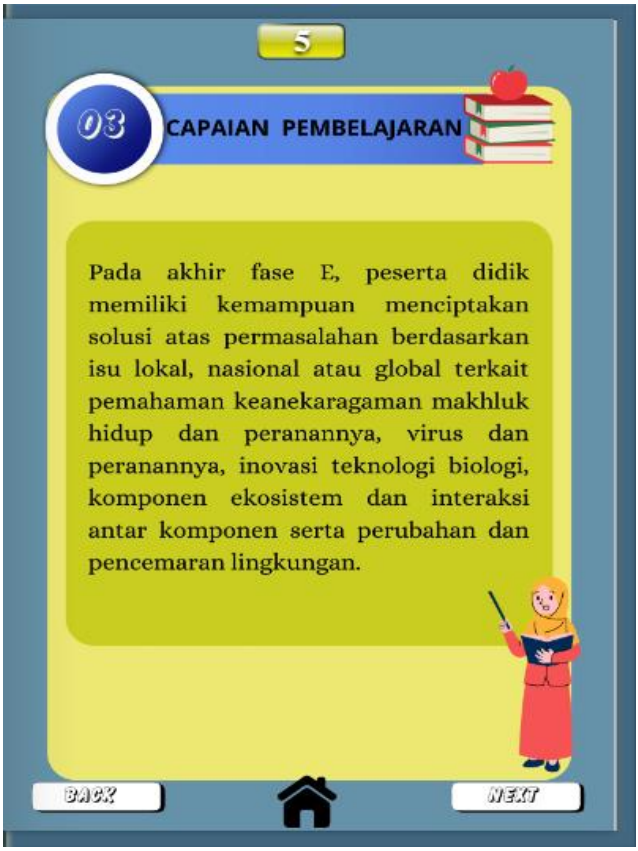


Gambar 4. 3 Biodata Penulis

4) Petunjuk Penggunaan: berisi petunjuk penggunaan media pembelajaran dan fungsi penggunaan *icon*/tombol pada media.

Gambar 4. 4 Petunjuk Penggunaan

5) Capaian Pembelajaran: berisi capaian pembelajaran yang nantinya dicapai pada proses pembelajaran.

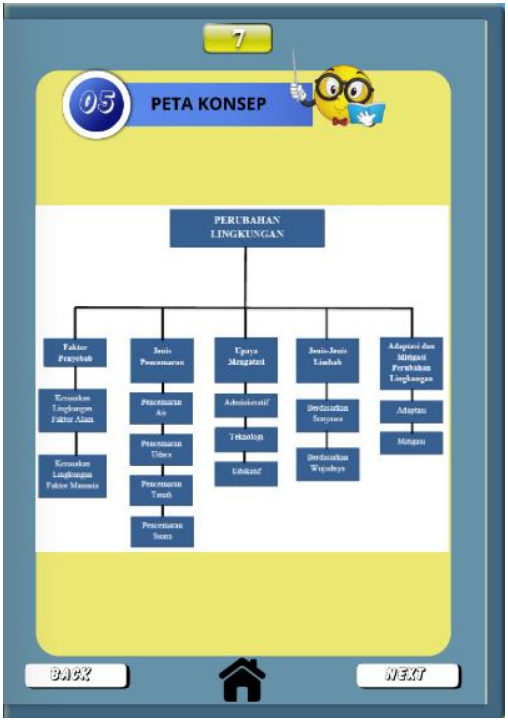


Gambar 4. 5 Capaian Pembelajaran

6) Tujuan Pembelajaran: berisi tujuan yang nantinya diraih pada tahap belajar mengajar.

Gambar 4. 6 Tujuan Pembelajaran

7) Peta Konsep: memuat materi pembahasan yang berada di media.

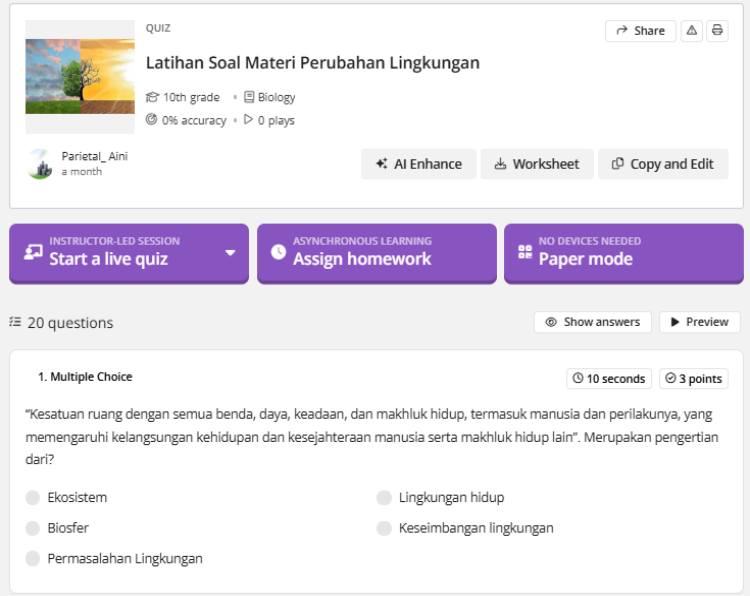


Gambar 4. 7 Peta Konsep

8) Materi Pembelajaran: memuat materi untuk dipelajari peserta didik pada materi perubahan lingkungan berdasarkan sumber LKS dan buku paket biologi kelas X semester genap.

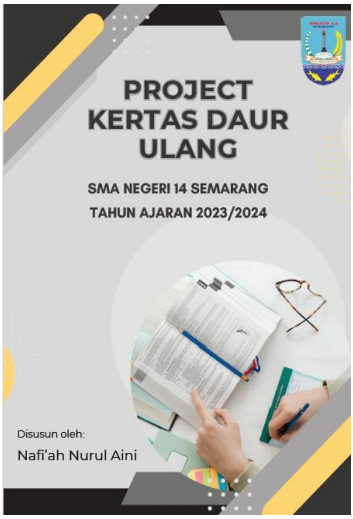
Gambar 4. 8 Materi Pembelajaran

9) Latihan Soal: berisi latihan soal digunakan untuk melatih kemampuan peserta didik.



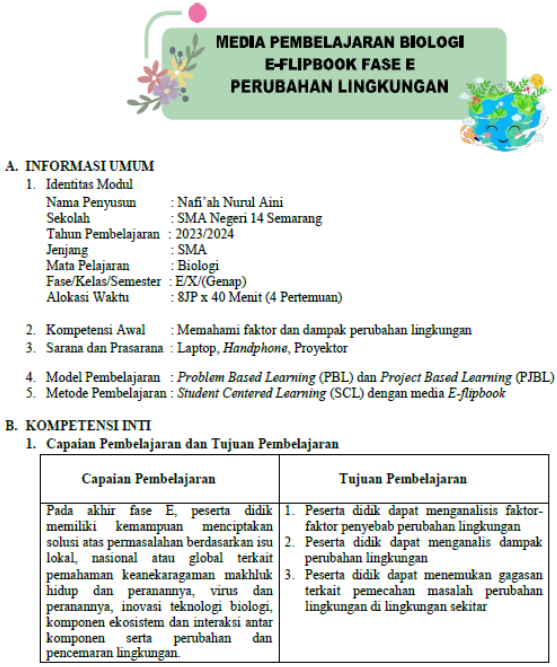
Gambar 4. 9 Latihan Soal

10) Proyek memuat praktikum kualitas ekosistem perairan di sekitar SMAN 14 Semarang dan proyek pembuatan daur ulang kertas.



Gambar 4. 10 Proyek

11) Rangkuman Materi: memuat rangkuman materi perubahan lingkungan berdasarkan sumber yang relevan seperti LKS dan Buku Paket kelas X mata pelajaran biologi semester genap.



MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI
E-FLIPBOOK FASE E
PERUBAHAN LINGKUNGAN

A. INFORMASI UMUM

1. Identitas Modul

Nama Penyusun	: Nafi'ah Nurul Aini
Sekolah	: SMA Negeri 14 Semarang
Tahun Pembelajaran	: 2023/2024
Jenjang	: SMA
Mata Pelajaran	: Biologi
Fase/Kelas/Semester	: E/X/(Genap)
Alokasi Waktu	: 8JP x 40 Menit (4 Pertemuan)

2. Kompetensi Awal : Memahami faktor dan dampak perubahan lingkungan
3. Sarana dan Prasarana : Laptop, *Handphone*, Proyektor
4. Model Pembelajaran : *Problem Based Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PJBL)
5. Metode Pembelajaran : *Student Centered Learning* (SCL) dengan media *E-flipbook*

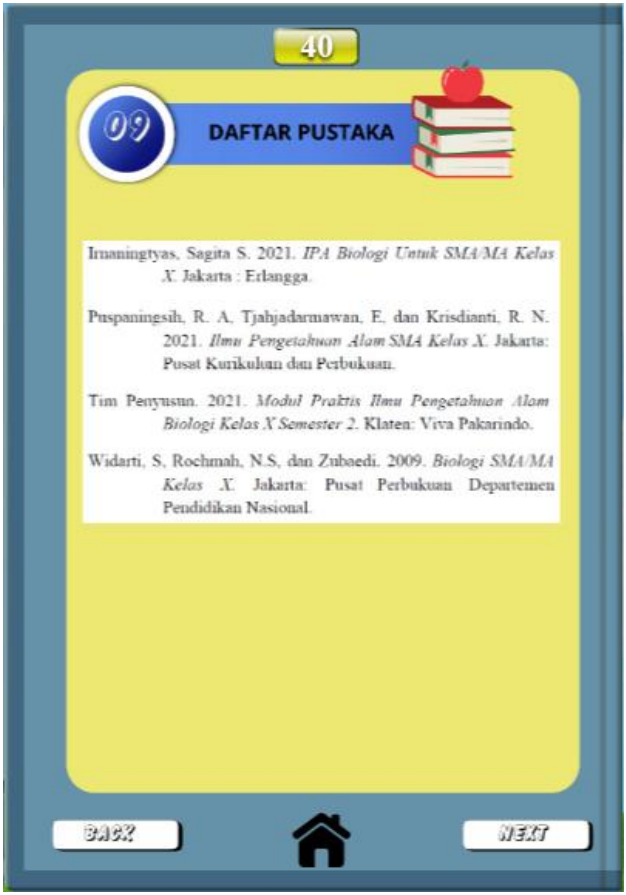
B. KOMPETENSI INTI

1. Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas 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 dan pencemaran lingkungan.	1. Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor penyebab perubahan lingkungan 2. Peserta didik dapat menganalis dampak perubahan lingkungan 3. Peserta didik dapat menemukan gagasan terkait pemecahan masalah perubahan lingkungan di lingkungan sekitar

Gambar 4. 11 Rangkuman Materi

12) Daftar Pustaka: memuat referensi yang dipakai penulis yang terdapat pada media.



Gambar 4. 12 Daftar Pustaka

B. Hasil Uji Coba Produk

Tahap uji coba produk terdiri dari *development* (pengembangan) serta *Implementation* (penerapan). Tahap *development* (pengembangan) mempunyai tujuan agar dapat mengerti tingkat kelayakan produk yang didasarkan pada hasil pengembangan media pembelajaran *e-flipbook*. Proses *implementation* (penerapan) mempunyai tujuan untuk melihat tingkat kelayaan dari *e-flipbook*. *E-flipbook* yang sudah dilaksanakan pengembangan kemudian divalidasi oleh ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), ahli literasi sains, ahli materi serta guru biologi di SMA Negeri 14 Semarang, lalu dilaksanakan uji coba ke murid. Data hasil validasi ialah:

1. Validasi Ahli Media Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI)

   Data hasil validasi ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) berupa penilaian terhadap tampilan media, pemrograman, serta kualitas media yang ditampilkan berdasarkan instrumen yang sudah disusun. Dosen validator yang menilai validasi ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) yaitu Bapak Widi Cahya Adi, M.Pd. Data hasil validasi ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) terdapat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Validasi Ahli Media

Indikator	Presentase Rata-Rata	Kriteria
Tampilan	70%	Layak
Pemrograman	85%	Sangat Layak
Pembelajaran	83%	Sangat Layak
Total Keseluruhan	79,3%	Layak

Tabel 4.2 Hasil *Socio Scientific Issue* (SSI)

Indikator	Presentase Rata-Rata	Kriteria
Nyata	80%	Layak
Relevansi Kontemporer	80%	Layak
Kontroversial	80%	Layak
Kombinasi teknologi, Sains dan Sosial	80%	Layak
Total Keseluruhan	80%	Layak

Berdasarkan hasil validasi *e-flipbook* oleh ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) dalam Tabel 4.1 terdapat tiga aspek penilaian dengan presentase aspek tampilan sejumlah 70% (layak), aspek pemrograman sejumlah 85% (sangat layak), aspek pembelajaran sejumlah 83% (sangat layak), total keseluruhan mendapatkan presentase 79,3% (layak), sedangkan pada tabel 4.2 terdapat empat indikator penilaian dengan presentase indikator nyata sebesar 80% (layak), indikator relevansi kontemporer sebesar 80% (layak), indikator kontroversial sebesar 80%

(layak), indikator kombinasi teknologi, sains dan sosial sebesar 80% (layak), total keseluruhan didapatkan hasil presentase 80% (layak). Saran dan masukan dari ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) yaitu pemilihan jenis huruf (*font*) lebih divariasikan, pemberian umpan balik dan motivasi di tambahkan ke media *e-flipbook*, bagian kontroversial yang ada di media perlu di perluas lagi tidak hanya permasalahan yang disebabkan oleh faktor alam saja tetapi faktor manusianya juga.

2. Validasi Ahli Materi

Data hasil validasi ahli materi berupa penilaian terhadap materi yang dihasilkan dalam media pembelajaran *e-flipbook* berdasarkan indikator yang telah disusun. Dosen validator yang menilai validasi ahli materi yaitu Ibu Anif Rizqianti Hariz, S.T., M.Si. Data hasil validasi ahli materi terdapat dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Materi

Indikator	Presentase Rata-Rata	Kriteria
Tampilan	93%	Sangat Layak
Materi	82%	Sangat Layak
Pembelajaran	85%	Sangat Layak
Total Keseluruhan	86,7%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi media pembelajaran *e-flipbook* oleh ahli materi pada tabel 4.3 terdapat tiga indikator penilaian dengan presentase indikator tampilan sebesar 93% (sangat layak), indikator materi sebesar 82% (sangat layak), indikator pembelajaran sebesar 85% (sangat layak), total keseluruhan 86,7% (sangat layak). Saran dan masukan dari ahli materi yaitu bagian aktualisasi materi dan penambahan umpan balik dan motivasi belajar pada peserta didik.

3. Validasi Ahli Literasi Sains

Data hasil validasi ahli literasi sains berwujud skor penilaian atas materi yang dihasilkan dalam media pembelajaran *e-flipbook* berdasarkan instrumen yang sudah disusun. Dosen validator yang menilai validasi ahli literasi sains yakni Ibu Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc. Data hasil validasi ahli materi terdapat dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Validasi Literasi Sains

Aspek	Presentase Rata-Rata	Kriteria
Kompetensi	100%	Sangat Layak
Proses	100%	Sangat Layak
Konteks	80%	Layak
Pengetahuan	90%	Sangat Layak
Total Keseluruhan	92,5%	Sangat Layak

Dari hasil validasi media pembelajaran *e-flipbook* oleh ahli literasi sains dalam tabel 4.4 terdapat empat aspek penilaian dengan presentase aspek kompetensi sebesar 100% (sangat layak), aspek proses sejumlah 100% (sangat layak), aspek konteks sejumlah 80% (layak), dan aspek pengetahuan sejumlah 90% (sangat layak), total keseluruhan mendapatkan presentase 92,5% (sangat layak). Saran dan masukan dari ahli literasi sains yaitu praktikum kualitas ekosistem perairan di sekitar sekolah dibuat perbandingan contohnya air sungai ditambahkan air sabun, air kolam ditambahkan dengan sabun dan air selokan ditambahkan dengan sabun untuk mendapatkan data perbandingan kualitas ekosistem perairan disekitar sekolah.

4. Penilaian Guru Biologi

Data hasil penilaian guru biologi berupa penilaian atas tampilan media berbasis *socio scientific issue* (SSI), materi dan literasi sains yang disajikan dalam media pembelajaran *e-flipbook* berdasarkan instrumen yang sudah disusun. Guru biologi yang menilai yaitu Ibu Deasy Artha Lukitasary, S.Pd. Data hasil penilaian guru biologi terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Penilaian Guru Biologi

Aspek	Presentase Rata-Rata	Kriteria
Media	84%	Sangat Layak
Socio Scientific Issue (SSI)	85%	Sangat Layak
Materi	84%	Sangat Layak
Literasi Sains	82,5%	Sangat Layak
Total Keseluruhan	83,9%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil penilaian guru biologi pada tabel 4.5 terdapat empat aspek penilaian dengan presentase aspek media sejumlah 84% (sangat layak), aspek socio scientific issue (SSI) sejumlah 85% (sangat layak), aspek materi sejumlah 84% (sangat layak) dan aspek literasi sains sejumlah 82,5% (sangat layak), total keseluruhan mendapatkan presentase 83,9% (sangat layak). Saran dan masukan dari guru biologi yaitu media pembelajaran yang

diterapkan sudah bagus alangkah baiknya materinya tidak hanya di perubahan lingkungan dan bisa dikembangkan lagi.

5. Tanggapan Peserta Didik

Dalam proses *implementation* (penerapan), peneliti melaksanakan uji coba skala kecil media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) pada peserta didik kelas X9 di SMA Negeri 14 Semarang sebanyak 30 peserta didik. Data uji kelayakan media pembelajaran *e-flipbook* didapatkan dari angket secara tertulis yang memuat pertanyaan tentang tanggapan peserta didik atas materi, tampilan media berbasis *socio scientific issue* (SSI), literasi sains. Data respon peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Tanggapan Peserta Didik

No.	Nama	Skor
1.	AM	100 %
2.	AZ	100%
3.	AL	89,2%
4.	AJ	80%
5.	CY	98,5%
6.	CL	80%
7.	CP	100%
8.	CA	100%
9.	DP	96,9%
10.	DM	69,2%
11.	DW	100%
12.	EC	76,9%
13.	ED	80%
14.	FF	93,8%
15.	FA	93,8%
16.	GV	92,3%
17.	HI	95,4%
18.	KP	92,3%
19.	MA	93,8%
20.	MF	100%
21.	MA	95,4%
22.	NA	100%
23.	NM	80%
24.	PR	100%
25.	PS	100%
26.	RP	100%
27.	SB	100%
28.	SM	87,7%
29.	TV	93,8%
30.	WU	96,9%
	Rata-Rata	92,8%

Berdasarkan uji skala kecil dengan respon peserta didik dalam Tabel 4.6 mempunyai presentase rata –rata 92,5% sehingga dikategorikan sangat baik.

Bagian penilaian yang kurang maksimal yaitu pada kemudahan mengakses sumber belajar dalam bentuk *e-flipbook* karena pada saat uji coba di lapangan ada beberapa peserta didik yang terkendala oleh internet pada saat mengakses media *e-flipbooknya*.

C. Revisi Produk

Media pembelajaran *e-flipbook* yang sudah divalidasi kemudian dilakukan revisi berdasarkan masukan dan saran dari ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), ahli materi, ahli literasi sains, serta guru biologi di SMA Negeri 14 Semarang. Dari hasil validasi penulis memperoleh masukan serta saran dari tiap ahli guna memperbaiki serta menyempurnakan media pembelajaran *e-flipbook* yang telah dilakukan pengembangan. Berikut ini masukan serta saran dari beberapa validator ahli:

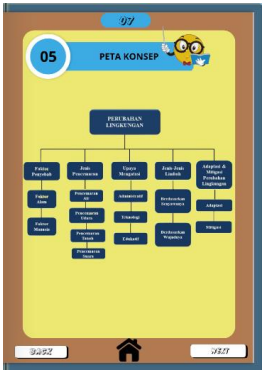
1. Validator Media Berbasis *socio scientific issue* (SSI)

   Masukan serta saran dari ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) maupun hasil revisi bisa terlihat dalam Tabel 4.7.

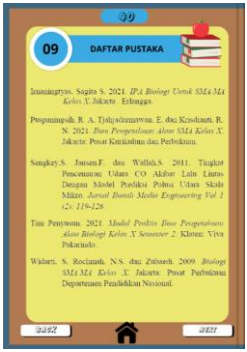
Tabel 4.7 Saran dan Masukan Ahli Media

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
1.		
	Logo yang digunakan sebelum masuk ke media *e-flipbook* diganti UIN Walisongo	Logo yang digunakan sebelum masuk ke media *e-flipbook* sudah diganti logo UIN Walisongo
2.		
	Bagian cover tulisan media pembelajaran ditaruh di atas tulisan perubahan lingkungan	Bagian Cover tulisan media pembelajaran sudah diletakkan di atas tulisan perubahan lingkungan

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
3.		
	Pemilihan kekontrasan warna pada media diperbaiki lagi agar memperjelas tulisan/informasi pada media	Kekontrasan warna pada media sudah diperbaiki sehingga memperjelas tulisan/informasi pada media.
4.		
	Foto biodata penulis sebaiknya diubah, pilih foto yang terlihat wajahnya, agar	Foto biodata penulis telah diubah sudah dipilih yang terlihat jelas wajahnya, selain itu sudah

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	pembaca dapat mengenali siapa penulisnya dan tambahkan hobi yang dimiliki oleh penulis.	ditambahkan hobi yang dimiliki oleh penulis.
5.		
	Petunjuk penggunaan disesuaikan dengan tombol yang ada di media *e-flipbook*	Petunjuk penggunaan sudah disesuaikan dengan tombol yang ada di media *e-flipbook*
6.		
	Peta konsep bagian	Peta konsep bagian kota

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	kotak putihnya dihilangkan (transparan).	putih sudah dihilangkan (transparan).
7.		
	Gambar dibuat lebih sistematis agar tidak boros tempat	Gambar sudah dibuat sistematis sehingga tidak boros tempat
8.		
	Tambahkan link agar	Sudah ditambahkan link

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	memudahkan dalam proses mengakses projek dan kata projek diubah menjadi praktikum.	sehingga memudahkan dalam proses mengakses projek.
9.		
	Daftar pustaka kotak putihnya dihilangkan (dibuat transparan sehingga tulisannya lebih jelas	Daftar pustaka bagian kotak putih sudah dihilangkan sehingga tulisannya lebih terlihat dengan jelas.
10.		

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	Tambahkan peristiwa perubahan lingkungan (isu sosial) atau tambahkan ke dalam media yang berhubungan dengan *socio scientific issue* (SSI)	 Sudah ditambahkan ke media *e-flipbook* peristiwa perubahan lingkungan (isu sosial) yang berhubungan dengan *socio scientific issue* (SSI).
11.	 Pilihlah gambar yang jelas dan tidak pecah, logo,penulisan SMA Negeri 14 dan tahun ajaran baru 2023/2024 Semarang dihilangkan, selain itu judul praktikumnya	 Gambar sudah diubah sehingga terlihat jelas dan tidak pecah, logo dan penulisan SMA Negeri 14 Semarang sudah dihilangkan, selain itu judul praktikum sudah diganti menjadi “Kualitas

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	diganti “Kualitas Ekosistem Perairan di Sekitar Sekolah”.	Ekosistem Perairan di Sekitas Sekolah”.
12.	 PRAKTIKUM Mata Pelajaran : Kelas/Semester : Anggota Kelompok : Tujuan Pembelajaran Menemukan berbagai data kondisi air kolam, selokan, dan sungai serta kesehatan ekosistemnya. Alat & Bahan • Alat Tulis • pH Meter atau Indikator Universal • Termometer • Galah Panjang • Ember kecil • Botol Plastik • Handphone untuk dokumentasi Ditambahkan peristiwa perubahan lingkungan yang sesuai dengan praktikum yang akan dilakukan, jangan tiba-tiba setelah tujuan pembelajaran langsung alat dan bahan	 PRAKTIKUM Mata Pelajaran : Kelas/Semester : Anggota Kelompok : Tujuan Pembelajaran Menganalisis berbagai data kondisi air kolam, selokan, dan sungai serta kesehatan ekosistemnya. Studi Kasus Sungai Banjir Kanal Barat dan Sungai Silandak adalah sungai yang berada di kota Semarang. Sungai tersebut merupakan daerah perairan yang digunakan masyarakat sekitar sebagai tempat pembuangan limbah domestik seperti limbah industri, limbah rumah tangga yang berasal dari daerah aliran kedua sungai tersebut. Selain itu fungsi dari sungai tersebut dijadikan warga sekitar sebagai tempat mencari ikan, mencuci dan aktivitas lainnya. Sudah ditambahkan peristiwa perubahan lingkungan yang disesuaikan dengan praktikum yang akan dilakukan.

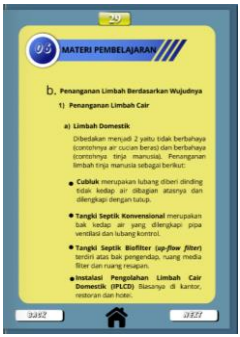
2. Validator Materi

Saran dan masukan dari ahli materi serta hasil revisi dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Saran dan Masukan Ahli Materi

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
1.		
	Pada bagian peraturan pelestarian lingkungan yang masih berlaku yaitu Pasal 1 Angka 6 UU No. 23 Tahun 2009 dan PP No 22 Tahun 2021	Peraturan pemerinta yang sudah tidak berlaku sudah dihapus dan Sudah diganti dengan Pasal 1 Angka 6 UU No. 23 Tahun 2009 dan PP No 22 Tahun 2021

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
2.		
	Pencemaran *degredable* dan *non degredable* dihapus karena sudah ada macam-macam pencemaran	Pencemaran *degredable* dan *non degredable* sudah dihapus dan diganti macam-macam pencemaran
3.		
	Kata “Teknologis” pada bagian upaya mengatasi permasalahan	Kata “Teknologis” sudah diganti dengan kata “Teknologi”

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	lingkungan diganti dengan “Teknologi”	
4.			
	Bagian penanganan limbah cair domestik “Cubluk” dihilangkan karena kurang efektif dalam penanganan limbah cair domestik.	Bagian penanganan limbah cair domestik “Cubluk” sudah dihilangkan
5.			
	Persamakan persepsi materi antara yang di	Sudah disamakan persepsi materi antara

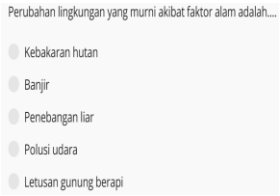
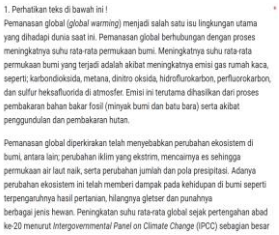
No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	video pencemaran air tentang limbah organik dan anorganik agar peserta didik tidak bingung	yang di video pencemaran air tentang limbah organik dan anorganik agar peserta didik tidak bingung. Limbah organik contohnya pakaian bekas dan kertas bekas, sedangkan limbah anorganik contohnya botol plastik dan kaleng

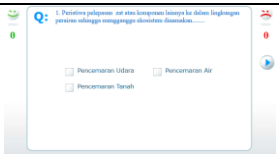
3. Validator Literasi Sains

Saran dan masukan dari ahli literasi sains serta hasil revisi dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Saran dan Masukan Ahli Literasi Sains

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
1.		
	Rangkuman materi diganti dengan evaluasi pembelajaran, tujuannya	Rangkuman materi sudah diganti dengan evaluasi pembelajaran

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	untuk mengukur sejauh mana pemahaman peserta didik	
2.	 Sebaiknya latihan soal dibuat berupa peristiwa/fenomena mengenai perubahan lingkungan yang bertujuan untuk memberdayakan literasi sains peserta didik	 Latihan soal sudah dibuat berupa peristiwa/fenomena mengenai perubahan lingkungan
3.	 Bagian bawah video sebaiknya ditambahkan pertanyaan atau kuis sebagai umpan balik	

No	Sebelum Direvisi	Sesudah Direvisi
	peserta didik	 Pada bagian bawah video sudah ditambahkan pertanyaan atau kuis sebagai umpan balik peserta didik
4.	 Tambahkan instruksi untuk mendengarkan pada bagian audio	 Sudah ditambahkan instruksi untuk mendengarkan pada bagian audio

4. Guru Biologi di SMA Negeri 14 Semarang

Saran dan masukan dari guru biologi di SMA Negeri 14 Semarang yaitu produk berupa media pembelajaran yang diterapkan sudah bagus serta layak untuk dipakai pada aktivitas pembelajaran tetapi alangkah baiknya materinya tidak hanya di lingkungan dan bisa dikembangkan lagi.

D. Kajian Produk Akhir

Hasil akhir produk pengembangan yang dilaksanakan peneliti dihasilkan produk akhir berupa media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI). Produk media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) yang menjadi produk akhir ialah hasil dari masukan serta saran dari validator ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), validator ahli literasi sains, validator ahli materi, serta guru pengampu mata pelajaran biologi, setelah mendapatkan masukan serta saran dari validator kemudian peneliti dilakukan revisi produk sampai di dapatkan produk akhir berbentuk media pembelajaran *e-flipbook* dengan *socio scientific issue* (SSI). *E-flipbook* merupakan perangkat lunak (*Software*) berupa modul ataupun buku yang bisa dibolak-balik dalam bentuk elektronik. *E-flipbook* dapat diakses melalui

laptop/*handphone*. Aplikasi yang digunakan peneliti dalam pembuatan *e-flipbook* yaitu *Flip PDF Profesional* menghasilkan output berwujud file melalui ekstensi *html yang dirancang dengan *link* yang dapat diakses pada laptop/*handphone*.

Langkah penggunaan media pembelajaran *e-flipbook* yaitu *Pertama* mengirimkan *link* media pembelajaran kepada peserta didik yang dapat diakses tanpa di *download*. *Kedua* link media pembelajaran itu dikirim oleh peneliti melalui perantara *whatsapp* ketua kelas, kemudian ketua kelas mengirimkan link tersebut ke *whatsapp group*, sebelum mengirim link media pembelajaran sebelumnya sudah dijelaskan prosedur penggunaan untuk mengoperasikan media pembelajaran *e-flipbook*. Media pembelajaran *e-flipbook* yang dikembangkan peneliti mempunyai kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

1. Kelebihan Produk *E-Flipbook*
   a. Kegiatan pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran *e-flipbook* akan lebih menyenangkan karena disertai video, gambar, audio, kuis, latihan soal, praktikum, dan evaluasi pembelajaran.

b. Produk *e-flipbook* menyajikan evaluasi pembelajaran yang berbasis *socio scientific issue* (SSI) dimana tidak dimiliki oleh *e-flipbook* yang lain.
c. Media pembelajaran *e-flipbook* dapat digunakan untuk pembelajaran mandiri bagi peserta didik.
d. Media pembelajaran *e-flipbook* pada materi perubahan lingkungan terdapat latihan soal dan evaluasi pembelajaran yang dapat membantu guru dalam melihat sebarapa jauh pemahaman peserta didik.
e. Media pembelajaran *e-flipbook* di dalamnya terdapat tombol/*icon* untuk memudahkan peserta didik dalam mengoperasikan media pembelajaran.

2. Kekurangan Produk *E-Flipbook*
   a. Materi yang dibahas pada media pembelajaran *e-flipbook* hanya terbatas mengenai materi perubahan lingkungan.
   b. Penggunaan media pembelajaran *e-flipbook* hanya dapat digunakan secara *online* dan terbatas pada jaringan.
   c. Pemberian umpan balik dan motivasi belum ada pada media pembelajaran.

E-flipbook adalah perangkat lunak (*software*) berupa buku ataupun modul yang dapat dibolak-balik yang disusun untuk kegiatan pembelajaran sehingga peserta didik dapat mengoperasikan media pembelajaran berdasarkan kebutuhannya. *E-flipbook* memperoleh penilaian yang baik dari validator, guru pengampu serta peserta didik karena *e-flipbook* menampilkan informasi dengan menarik, terstruktur, serta mempunyai taraf kooperatif yang besar. Kelebihan media pembelajaran *e-flipbook* yaitu bentuknya *softfile* sehingga mudah dibawa dimanapun serta kemanapun, hemat kertas sebab pada wujud *softfile*, ringan sebab cuma memerlukan perangkat *portable* menjadi perantara guna memberikan akses, dan hemat biaya karena berbentuk *softfile* (Pixyoriza, 2018).

E-flipbook dinyatakan menarik dan membantu peserta didik dalam mendalami materi karena ada gambar, video, audio, kuis, latihan soal, praktikum, dan evaluasi pembelajaran. Hasil yang diperoleh berdasarkan penilaian guru biologi, validasi ahli, serta respon peserta didik mengenai media pembelajaran mendapatkan tanggapan yang sangat bagus. Hal tersebut bisa diberikan bukti melalui penilaian ahli media mendapatkan presentase 82% (sangat layak) dan *socio scientific issue* (SSI) mendapatkan presentase 80% (layak), ahli materi

memperoleh presentase 85% (sangat layak), ahli mendapatkan sains mendapatkan presentase 92,5% (sangat layak), dan guru pengampu mata pelajaran biologi memperoleh presentase 83,9% (sangat layak). Tanggapan peserta didik mendapatkan presentase 92,8% dengan kategori amat layak. Media pembelajaran bisa dinyatakan layak bila dikethaui dari berbagai aspek yakni komponen kelayakan media, materi, serta isi (Arikunto, 2013).

E. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan pengembangan media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X yang telah dilakukan oleh peneliti sebagai berikut:

1. Ruang lingkup penelitian hanya dilakukan di SMA Negeri 14 Semarang, sehingga permasalahan dan hasil penelitian kemungkinan memperoleh hasil yang berbeda jika dilakukan di sekolah lain.
2. Materi yang di bahas pada media pembelajaran *e-flipbook* hanya terbatas mengenai materi perubahan lingkungan.
3. Penelitian dilakukan pada tahap *disseminate* menyebarkan *link* ke guru biologi di SMAN 4 Semarang,

SMAN 8 Semarang, SMAN 13 Semarang dan SMA 1 Kesatrian melalui *whatsapp* tetapi belum dilakukan uji keefektifan produk.

4. Penggunaan media pembelajaran *e-flipbook* dalam materi perubahan lingkungan terbatas pada jaringan dan kuota pengguna.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) pada materi perubahan lingkungan dapat disimpulkan bahwa:

1. Desain produk yang dikembangkan berupa media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X, menggunakan model pengembangan 4D. Produk dari aplikasi dalam bentuk *software* yang dapat diakses melalui *link*. Produk tersebut terdiri dari beberapa menu yaitu biodata penulis, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, materi pembelajaran, latihan soal dan praktikum, evaluasi pembelaran dan daftar pustaka.
2. Produk media pembelajaran *e-flipbook* yang sudah divalidasi oleh validator ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI), ahli materi, ahli literasi sains dan guru biologi. Presentase yang didapatkan dari ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) sebesar 79,3%

(layak) dan 80% (layak), ahli materi sebesar 86,7% (sangat layak), ahli literasi sains sebesar 92,5% (sangat layak) dan penilaian guru biologi sebesar 83,9% (sangat layak).

3. Respon peserta didik terhadap media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X mendapatkan presentase rata-rata 92,8% sehingga dikategorikan sangat baik.

B. Saran

Dari hasil penelitian serta pengembangan media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas x, sehingga peneliti memberikan beberapa saran untuk peneliti selanjutnya antara lain:

1. Dilakukan uji keefektifan terkait media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) dalam memberdayakan literasi sains.
2. Ruang lingkup penelitian bisa diperluas tidak hanya satu sekolahan

3. Materi biologi pada media pembelajaran *e-flipbook* bisa dikembangkan lagi tidak hanya terbatas pada materi perubahan lingkungan.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lanjut

Proses *diseminate* (penyebaran) dilakukan dengan menyebarkan link media pembelajaran ke guru biologi di SMA Negeri 4 Semarang, SMA Negeri 8 Semarang, SMA Negeri 13 Semarang, SMA 1 Kesatrian melalui *whatsapp* tetapi belum dilakukan uji keefektifan produk (Lampiran 23). Peneliti menyarankan supaya media pembelajaran *e-flipbook* ini dapat diuji keefektifannya, disisi lain harus dilaksanakan penelitian pengembangan aplikasi *e-flipbook* dengan materi biologi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Almahfuz. (2021). Media pembelajaran berbasis konvensional dan teknologi informasi. *Tajak: Jurnal of Education and Teaching*, 2(1).

Anandari, Q. S. (2019). Deskripsi minat dan persepsi peserta didik terhadap media pembelajaran. *Jurnal Profesi Keguruan*, 5(2), 169–173.

Andi, W. (2020). Analisis literasi sains siswa Sekolah Dasar pada kasus pandemi covid-19. *Jurnal Educatio FKIP UNMA* 7(2), 516.

Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Asrial, A., Syahrial., Kurniawan, D. A., & Anandari. Q. S. (2020). Digitalization of ethno constructivism based module for elementary school students. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 25(1), 33.

Chowdhury, M. (2016). Emphasizing morals, values, ethics, and character education in science education and science teaching. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences,* 4(2), 1–16.

Dana, Z; sadler & Scoott, A. (2008). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in science teaching*, 46(1), 74.

Diana, A; & Anna, P. (2016). Rekonstruksi bahan ajar dengan konteks socio-scientific issues pada materi zat aditif makanan untuk meningkatkan literasi sains siswa, *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. H. 157.

Fera, H; Dadi, S; Syukur, A; & Wayan, I. (2021). Pengembangan bahan ajar berbasis sets (science, environment, technology, society) untuk meningkatkan literasi sains peserta didik. *Jurnal Pijar Mipa*, 16 (1), 69.

Fibonacci, A. (2020). *Literasi Sains Dan Implementasinya Dalam Pembelajaran Kimia*. Semarang: Insan Cendekia Mandiri

Fitri, E; & Suharti,T. (2017). Pengembangan tes literasi sains pada materi kalor di SMA Negeri 5 Surabaya. *Jurnal Inovasi Pendidikan* Fisika, 6(3), 252.

Fuadi, H., Robbia, A., Jamaluddin; & Jufri, A. (2020). Analisis faktor penyebab rendahnya kemampuan literasi sains peserta didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan,* 5,(2), 109.

Gormally,C., Bricman, P., & Lutz, M. (2011). Developing a test of scientific literacy skill (tosls): measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE-Life Sciences Education* Vol.11:364-377.

Hamid, A. (2021). Pentingnya mengembangkan e-modul interaktif berbasis flipbook di sekolah menengah atas. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 911–918.

Hanafi. (2017). Konsep penelitian r&d dalam bidang pendidikan. *Jurnal Kajian Keislaman*, 4(2), 129-150.

Hapsari, A. (2022). *Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook Berbasis Unity Of Sciences Pada Materi Perubahan Lingkungan*. Semarang: UIN Walisongo Semarang.

Hasanah, H. (2017). Teknik-teknik observasi (sebuah alternatif metode pengumpulan data kualitatif ilmu-ilmu sosial). *At-Taqaddum*. 8(1): 21.

Hayatun. (2017). *Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Kvisoft Pada Materi Ekosistem Untuk Memberdayakan Sikap Peduli Lingkungan peserta Didik Kelas X SMA*. Skripsi. Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan.

Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 275-288.

Kemendikbud Ristek. (2023). *Peringkat Indonesia pada PISA 2022 Naik 5-6 Posisi Dibanding 2018*. Jakarta: Kemendikbud Ristek

Kodi, A., Hudha M., & Ayu H. (2019). *Pengembangan Media Flipbook Fisika Berbasis Android untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Pada Topik Perpindahan Kalor*. Prosiding Seminar Nasional Fisika (e-jurnal).

Kresna, E. N. (2014). Perbandingan pembelajaran konvensional dan pembelajaran berbasis masalah terhadap titik jenuh siswa maupun hasil belajar dalam pembelajaran matematika. *Educatio Vitae,* 1(1), 152-164.

Lestari, A. W. (2017). *Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Kearifan Lokal di Kawasan Wisata Goa Kreo Pada Materi Ekosistem Kelas X SMA Negeri 16 Semarang.* Semarang: UIN Walisongo Semarang.

Lestari, A., Lianah, L. & Hidayat, S. (2019). Pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis kearifan lokal di kawasan wisata goa kreo pada materi ekosistem kelas X SMA Negeri 16 Semarang. Phenomenon: *Jurnal Pendidikan MIPA*. 9(1): 1–9.

Lidya, B; Lestari, H; & Siskandar, R. (2021). Penerapan blended learning dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa pada pembelajaran biologi di masa pandemi. *Journal of Biology Learning* 3 (1): 28.

Maesaroh, S., Bahagia, B., & Kamalludin, K. (2021). Strategi menumbuhkan literasi lingkungan pada siswa. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 1998–2007.

Mania, S. (2008). Teknik non tes: telaah atas fungsi wawancara dan kuesioner dalam evaluasi pendidikan. Lentera Pendidikan: *Jurnal Ilmu Tarbiyah dan Keguruan*. 11(1): 45-54.

Miller, S. D. (2018). Diving Deep: Reflective Questions for Identifying Tacit Disciplinary Information Literacy Knowledge

Monalisa, G. (2016). Pengaruh metode pembelajaran dan kemampuan bepikir kritis terhadap literasi sains. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 7.2, 256.

Mulyadi, D. U. (2018). *Pengembangan Media Double-Display Untuk Pembelajaran Fisika Pada Materi Cahaya Dan Optik di SMK Teknologi dan Rekayasa*. Thesis: Universitas Jember.

Mulyaningsih, N. N., & Saraswati, D. L. (2017). Penerapan media pembelajaran digital book dengan kvisoft flipbook maker. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 25.

Novita, M., Rusilowati, A., Susilo; & Marwoto, P. (2021). Meta-Analisis literasi sains siswa di Indonesia. UNPEJ, 10(3), 77–83.

Nurrita,T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasis belajar siswa. *Jurnal Misykat*, 03 (01), 171-187.

OECD, "PISA. (2012). *Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD Publishing, 2013.

OECD, PISA. (2015) Result Volume I: Exellence and Equality in Education PISA, (Paris: OECD Publishing, 2016), p.28.

OECD, PISA. (2018). *Assessment and Analytical Framework*, (Paris: OECD Publishing, 2019), p.104-105.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), PISA. (2015). Draft Frameworks.

Pixyoriza. (2018). *Pengembangan Media Pembelajaran Digtal Book Menggunakan Kvisof Flipbook Berbasis Problem Solving*. Thesis: Universitas Raden Intan Lampung

Pradani, Y. F., & Aziza, Y. (2019). Pengembangan multimedia pembelajaran dalam bentuk buku digital interaktif berbasis flipbook bagi mahasiswa teknik mesin. *Jupiter (Jurnal Pendidikan Teknik Elektro)*, 4(2), 1–10.

Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA abad 21 dengan literasi sains siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 9(1), 34–42.

Putri, A., Pertiwi, P., & Halim, S. (2020). Pengaruh model pembelajaran project based learning (pjbl) terhadap hasil dan aktivitas belajar siswa pada materi

pencemaran lingkungan di kelas X MIA SMAN 6 Binjai, *Jurnal Pembelajaran dan Matematika Sigma* 6 (11), 11.

Rahmadani, Y., Fitakurahmah, N., Fungky, N., & Prihatin, R. (2018). Profil keterampilan literasi sains siswa Sekolah Menengah Atas (SMA) di Karanganyar. *Jurnal Pendidikan Biologi* 7(3).

Rahmawati, D., Wahyuni, S. dan Yuhardi. (2017). Pengembangan media pembelajaran flipbook pada materi gerak benda di SMP. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 6(4): 326-332.

Ramli. (2015). "Media pembelajaran dalam perspektif al-Qur'an dan Al-Hadits". *Ittihad Jurnal Kopertais Wilayah XI Kalimantan*

Reny, K; & Agung. P. (2019). Pembelajaran literasi sains melalui pemanfaatan lingkungan. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 2 (2):186.

Rohmawati, E., Widodo, W., & Agustin, R. (2018). Membangun kemampuan literasi sains siswa melalui pembelajaran berkonteks socio-scientific issues berbantuan media weblog. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA 3* (1).

Rosidah, fitri., Sunarti, T. (2017). Pengembangan tes literasi sains pada materi kalor di SMA Negeri 5 Surabaya. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF), 06(03), 250–257.*

Safitri, S. N, Churiyah, M, Arief, M, & Zen, F. (2021). Pengembangan E-modul berdasarkan aplikasi Pdf Flipbook untuk meningkatkan kemampuan menulis dan kemampuan belajar mandiri peserta didik (E-module based on the corporate Pdf Flipbook application). *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Pendidikan*, 1(6), 589–599.

Setiyo, E, Zulhermanan Z, & Harlin H. (2018). Pengembangan media pembelajaran berbasis flash flip book pada mata kuliah elemen mesin 1 di program studi pendidikan teknik mesin universitas sriwijaya.

INVOTEK: *Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 18(1), 1–6.

Siti, S; Chairul, A; & Rizki, W. (2019). Pengaruh Model pembelajaran auditory intellectually repetition terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis. *journal of Medives: Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang* 3 (1) ; 88.

Soejana, Y, Anwar, M. dan Sudding. (2020). Pengaruh media e-modul berbasis flipbook pada model problem based learning (pbl) terhadap motivasi dan hasil belajar peserta didik kelas XII SMA Negeri 1 Wajo (Studi Pada Materi Pokok Sifat Koligatif Larutan). *Jurnal Chemica*. 21(2): 163-172.

Sofiana; & Wibowo, T. (2019). Pengembangan modul kimia socio scientific issue (ssi) materi reaksi reduksi oksidasi. *JEC (Jurnal Of Educational Chemistry)* 1 (2).

Sri, R. (2015). *Meningkatkan Profesionalisme Guru Dalam Mewujudkan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran Kimia/IPA Berkonteks Isu-isu sosiosaintifik (socioscientific issues)*, Semnas Pendidikan Kimia & Sains Kimia.

Suardi, M. I. (2018). *Pengembangan Media Ajar Berbasis Macromedia Flash Pada Materi Tata Surya Kelas VI Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Madrasah Ibtidaiyah Nurul Ihsan Telanaipura Kota Jambi*. Thesis: UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.

Sulandari. (2020). Analisis terhadap metoda pembelajaran klasikal dan metoda pembelajaran *e-learning* di lingkungan badiklat kemhan. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2 (1): 176-187.

Suprapto. (2006). Peningkatan kualitas pendidikan melalui media pembelajaran menggunakan teknologi informasi di Sekolah. *Jurnal Ekonomi & Pendidikan* 3 (1).

Sutrisna, N. (2021). Analisis kemampuan literasi sains peserta didik SMA di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1 (12), 2683.

Suwono, H., Rofi'Ah, N. L., Saefi, M., & Fachrunnisa, R. (2021). Interactive socio-scientific inquiry for promoting scientific literacy, enhancing biological knowledge, and developing critical thinking. *Journal of Biological Education*.

Tafonao, T. (2018). Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103.

Tafsir Qur'an Kemenag. (2019). Tafsir Kemenag Q.S *Al-Mujadalah/58:11).*

Tasruddin, R. (2020). Media konvensional yang terbarukan. *Jurnalisa*, 6(2), 225-232.

Toharudin, U., Hendrawati, S., & Rustaman, A. (2011). *Membangun Literasi Sains Peserta Didik*. Bandung: Humaniora.

Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 59, 110–116.

Usman, Susilowati, S. (2017). Analisis kesesuaian rpp terhadap pelaksanaan pembelajaran biologi dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Journal of Innovative Science Education*, 6(2), 243–251.

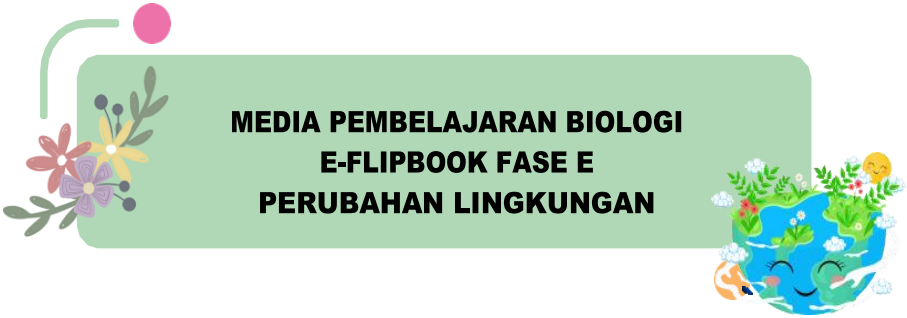
Werdiningsih, D. (2021). Literasi Sains dan Materi Pembelajaran Bahasa Indonesia. CV Literasi Nusantara Abadi.

Yanti, F dan Widya, I. (2020). *Pengembangan Model Pembelajaran PBL Berbasis Digital untuk Meningkatkan Karakter Peduli Lingkungan dan Literasi Sains*. Sleman: Budi Utama

Zulia, R; & Galih, I. (2022). Analisis aspek literasi sains pada buku siswa kurikulum 2013 Kelas 4 Tema 6. *Jurnal Education And Development* 10(1), 220.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Media Pembelajaran



A. INFORMASI UMUM

1. Identitas Modul

Nama Penyusun	: Nafi'ah Nurul Aini
Sekolah	: SMA Negeri 14 Semarang
Tahun Pembelajaran	: 2023/2024
Jenjang	: SMA
Mata Pelajaran	: Biologi
Fase/Kelas/Semester	: E/X/(Genap)
Alokasi Waktu	: 8JP x 40 Menit (4 Pertemuan)

2. Kompetensi Awal : Memahami faktor dan dampak perubahan lingkungan
3. Sarana dan Prasarana : Laptop, *Handphone*, Proyektor
4. Model Pembelajaran : *Problem Based Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PJBL)
5. Metode Pembelajaran: *Student Centered Learning* (SCL) dengan media *E-flipbook*

B. KOMPETENSI INTI

1. Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas 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 dan pencemaran lingkungan.	1. Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor penyebab perubahan lingkungan 2. Peserta didik dapat menganalis dampak perubahan lingkungan 3. Peserta didik dapat menemukan gagasan terkait pemecahan masalah perubahan lingkungan di lingkungan sekitar
Keterampilan Berproses: 1) Peserta didik dibagi ke dalam beberapa kelompok 2) Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk melakukan praktikum kualitas ekosistem perairan di sekitar SMA Negeri 14 Semarang. 3) Peserta didik melaksanakan proyek sederhana untuk mengatasi perubahan lingkungan dan membuat karya daur ulang limbah 4) Peserta didik melaksanakan proyek	1) Peserta didik dapat menciptakan solusi untuk mengatasi pemanasan global dengan melakukan praktikum sederhana dengan benar 2) Peserta didik dapat membuat karya daur ulang limbah melalui percobaan dengan benar

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran
sederhana untuk mengatasi perubahan lingkungan dan membuat karya daur ulang limbah	

2. Pemahaman Bermakna

1) Peserta didik dapat menganalisis faktor penyebab perubahan lingkungan
2) Peserta didik dapat menganalisis dampak dari perubahan lingkungan.

3. Deskripsi Singkat Materi

Sebelum belajar pada materi ini silahkan peserta didik memperhatikan gambar kejadian yang sering terjadi di lingkungan.

Jika di suatu lingkungan mengalami kejadian seperti gambar berikut, apa yang menjadi penyebabnya?

Penumpukan Sampah
Sumber:
https://jabar.wahananews.com

Banjir
Sumber:
https://www.rri.co.id

Coba analisislah penyebab dan dampak terjadinya penumpukan sampah dan banjir jika dibiarkan secara terus menerus! Bagaimana Solusi agar mencegah terjadinya hal tersebut?

Jawab:

1) **Penumpukan sampah**
   a) Penyebab penumpukan sampah adalah bertambahnya jumlah penduduk, kurangnya kesadaran dan edukasi masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya atau mengolah sampah dengan prinsip 3R (Reduce, Reuse, dan Recycle), daya tampung tempat pembuangan akhir (TPA) yang kurang), waktu untuk mengangkut sampah yang kurang efektif dikarenakan jarak tempat pembuangan pusat sampah relatif jauh, fasilitas tempat pembuangan sampah terbatas, teknologi penanganan dan pengelolaan sampah tidak ideal.
   b) Dampaknya penumpukan sampah yaitu lingkungan menjadi kotor dan tidak sehat, pembakaran sampah bisa menyebabkan pencemaran udara, sisa sampah yang membusuk menyebabkan bau yang tidak sedap, dan dapat menyebabkan banjir.
   c) Solusi yaitu melakukan pengelolaan sampah dengan prinsip 3 R yaitu mencangkup aktivitas pembatasan atau pengurangan timbunan sampah (reduce) contohnya dengan membawa tempat makan/tempat minum sendiri, menggunakan totbag yang bisa digunakan berkali-kali, memanfaatkan lagi sampah yang sudah tidak digunakan (reuse) contohnya menggunakan cangkir bekas untuk pot tanaman, menggunakan galon untuk tempat sampah, menggunakan kaleng bekas

untuk tempat pensil, dan mendaur ulang sampah (recycle) contohnya pemanfaatan sampah organik rumah tangga untuk membuat pupuk atau kompos..

2) Banjir

a) Penyebab banjir mencakup curah hujan yang tinggi; permukaan tanah lebih rendah dibandingkan muka air laut; wilayah terletak pada suatu cekungan yang dikelilingi perbukitan dengan sedikit resapan air; pendirian bangunan disepanjang bantaran sungai; aliran sungai tidak lancar akibat terhambat oleh sampah; serta kurangnya tutupan lahan di daerah hulu sungai.

b) Dampaknya yaitu masalah kesehatan terganggu, sulitnya air bersih, kerugian ekonomi karena barang elektronik, kendaraan terendam oleh air, aktivitas warga terhambat, dan munculnya korban jiwa.

c) Solusi yaitu tidak membuang sampah di sungai, menanam pohon, membuat daerah/sumur resapan, membangun tanggul pengendali air

4. Materi Pembelajaran

Modul ini terdiri dari kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, penugasan, assessmen diagnostik dan ulangan harian.

- Perubahan lingkungan
- Pencemaran lingkungan
- Faktor penyebab pencemaran lingkungan
- Jenis-jenis limbah dan dampaknya

5. Pertanyaan Pemantik

1) Apa saja faktor Penyebab dari perubahan lingkungan?

2) Bagaimana dampak perubahan lingkungan?
3) Bagaimana cara memecahkan permasalahan lingkungan?

6. Media, Alat/Bahan

1) Buku paket IPA Biologi Untuk SMA/MA Kelas X
2) Modul belajar praktis biologi kelas X semester 2
3) Buku Biologi SMA/MA Kelas X
4) *E-Flipbook*
5) *Link Youtube*
   a) Apersepsi : https://youtu.be/db2LbL7NBDw?si=Ryicuv_K-mxwKIbe dan https://youtu.be/ruH03WooR_8?si=8KyKTCnpLL8ZlYNo
   b) Pencemaran Air: https://youtu.be/wzOI0spZuHc?si=hsAixpuUU5swEtqP
   c) Pencemaran Tanah: https://youtu.be/0qA-lSw5H1I?si=JmsBCwIlM5n3RKyK
   d) Pencemaran Suara : https://youtu.be/VJVKDayqfvA?si=GRjU0ZUFcbUHt3-G
6) Link Latihan Soal : https://forms.gle/vV3pabVaLCBxbhnv5
7) Link Praktikum Kualitas Ekosistem Perairan Disekitar Sekolah : https://bit.ly/44DoR2o
8) Link Praktikum Kertas Daur Ulang : https://bit.ly/44DoR2o
9) Link Evaluasi Pembelajaran : https://bit.ly/44DoR2o

7. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila	Elemen yang Akan Dicapai
Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia	Mengidentifikasi permasalahan dilingkungan sekitar dan melakukan langkah-langkah kongkret yang bisa dilakukan untuk menghindari kerusakan lingkungan dan menjaga keharmonisan ekosistem yang ada di lingkungannya.
Bernalar kritis	Secara kritis menganalisis gagasan dan informasi yang kompleks dan abstrak dari berbagai sumber. Memprioritaskan suatu gagasan yang paling relevan dari hasil klarifikasi dan analisis.
Kreatif	Bereksperimen dengan berbagai pilihan secara kreatif untuk memodifikasi gagasan sesuai dengan perubahan situasi.
Bertanggung Jawab	Bertanggung jawab atas proses dan hasil belajarnya.

8. Materi Pembelajaran

A. Keseimbangan dan Perubahan Lingkungan Hidup

Menurut **UU No. 32 Tahun 2009**, lingkungan hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang memengaruhi kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. **Pencemaran lingkungan hidup** adalah masuk atau dimasukannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Keseimbangan lingkungan adalah kemampuan lingkungan untuk mengatasi tekanan dari alam maupun aktivitas manusia dalam menjaga kestabilan kehidupannya. Keseimbangan lingkungan merupakan keseimbangan yang bersifat dinamis yaitu keseimbangan yang dapat mengalami perubahan, perubahan ini bersifat menjaga keseimbangan komponen-komponen dan tidak menghilangkan suatu komponen tertentu. Keseimbangan lingkungan dapat terganggu jika terjadi perubahan lingkungan berupa pengurangan fungsi dari komponen atau hilangnya sebagian komponen yang dapat menyebabkan putusnya mata rantai dalam ekosistem. **Faktor penyebab perubahan lingkungan** dapat dibedakan menjadi dua yaitu faktor alam dan faktor manusia.

1. **Faktor Alam**

   Faktor alam yang dapat menyebabkan perubahan lingkungan antara lain gempa bumi, gunung meletus, gelombang tsunami, tanah longsor, banjir, angin topan, dan kemarau panjang.

2. **Faktor Manusia**

Perubahan lingkungan akibat faktor manusia terjadi akibat aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya yang tidak terkendali sehingga sering menyebabkan perubahan lingkungan, misalnya penggundulan hutan serta pembuangan limbah tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menimbulkan pencemaran. Contoh kegiatan manusia yang dapat menyebabkan perubahan lingkungan sebagai berikut:

a. **Pembukaan lahan**, merupakan kegiatan manusia dengan menghilangkan beberapa komponen biotik pada suatu ekosistem. Dampak pembukaan lahan baru yaitu mengakibatkan punahnya flora dan fauna tertentu, berkurangnya kesuburan tanah, serta mengakibatkan berubahnya daur air. Contoh aktivitas pembukaan lahan yaitu pembukaan lahan untuk pemukiman, pertanian, industri, serta sarana transportasi.

b. **Penggunaan freon -11, -12, -13 digunakan dalam kehidupan sehari-hari**, sebagai bahan refrigeran (bahan pendingin ruangan) dalam sistem pendingin ruangan atau air conditioning (AC), kulkas, aerosol. Pengaruh gas freon terhadap lingkungan alam yaitu ketika terhempas ke atmosfer, freon (CFC) akan berubah menjadi karbon dioksida yang akan menambah kepadatan gas rumah kaca di atmosfer. CFC juga bisa mengakibatkan penipisan lapisan ozon bumi sehingga sinar ultraviolet matahari

masuk ke bumi secara langsung dapat meningkatkan suhu bumi.

c. **Aktivitas penggunaan kendaraan (motor dan mobil) yang meningkat** mengakibatkan meningkatnya emisi gas buang hasil reaksi pembakaran meningkat yang menyebabkan terjadinya pencemaran udara. Meningkatnya kandungan gas buangan hasil reaksi pembakaran di udara, terutama karbon dioksida yang merupakan gas rumah kaca, hal tersebut dapat menyebabkan pemanasan global.

d. **Aktivitas pertanian** dengan penggunaan pestisida dan pupuk yang berlebihan dapat mengakibatkan resistensi hama, terbunuhnya hama bukan sasaran, serta adanya residu pestisida pada hasil panen. Penggunaan pupuk yang berlebihan juga mengakibatkan terganggunya penyerapan air oleh akar dan terjadinya peristiwa eutrofikasi (peningkatan kadar mineral dan nutrien, terutama nitrogen dan fosfor, sehingga mengakibatkan peningkatan produktivitas fitoplankton). Seiring bertambahnya penduduk dan kebutuhan pangan maka diterapkan **intensifikasi pertanian** yang bertujuan untuk meningkatkan produksi pertanian tanpa harus menambah luas lahan (ekstensifikasi pertanian). Penerapan intensifikasi pertanian dengan **Panca Usaha Tani** disatu sisi dapat meningkatkan ketersediaan pangan, tetapi disisi lain dapat merugikan manusia. Pemakaian pupuk dan pestisida yang

berlebihan dapat menyebabkan polusi dan pencemaran. Pemilihan bibit unggul untuk mementingkan komoditas tertentu menyebabkan petani hanya menanam satu jenis tanaman dalam satu lahan (pertanian monokultur). **Pertanian monokultur** akan menurunkan keanekaragaman organisme sehingga menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem dan berpotensi menyebabkan ledaknya hama. Misalnya hama wereng atau tikus yang menyerang area tanaman padi.

e. **Eksploitasi sumber daya laut yang tidak ramah lingkungan**, seperti penggunaan bahan peledak atau pukat harimau untuk menangkap ikan yang mengakibatkan rusaknya terumbu karang, terjaringnya ikan-ikan kecil sehingga kelangsungan hidup ikan trancam punah.

B. Pencemaran lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah masuknya zat-zat pencemar ke dalam lingkungan yang menyebabkan kualitas lingkungan menurun. Zat atau bahan yang dapat mencemari lingkungan disebut polutan. Suatu zat dapat disebut polutan apabila jumlahnya melebihi jumlah normal, serta berada pada waktu dan tempat yang tidak tepat. Macam-macam pencemaran dapat dibedakan menjadi tiga yaitu pencemaran menurut tempat terjadinya, pencemaran menurut bahan pencemar, dan pencemaran menurut tingkat pencemaran.

a. Pencemaran Menurut Tempat Terjadinya

1) Pencemaran Air

Pencemaran air adalah masuknya makhluk hidup atau zat lain kedalam air yang menyebabkan kualitas air menurun ke tingkat tertentu sehingga tidak dapat berfungsi sesuai kegunaannya. Penyebab pencemaran air yaitu:

a) **Limbah industri** berupa zat-zat buangan yang sangat berbahaya, seperti logam berat, zat-zat radioaktif, sampah, kotoran dari pengolahan hasil ternak, dan polutan panas dari air pendingin industri. Logam berat seperti Pb, Hg, dan Zn dapat terakumulasi dan bersifat racun. Contoh: kasus pencemaran air raksa (Hg) di Teluk Minamata, Jepang

b) **Limbah rumah tangga** berupa limbah organik yang dibusukkan oleh bakteri menyebabkan O_2 di air berkurang sehingga mengganggu aktivitas kehidupan organisme air, sisa detergen yang mencemari air

c) **Limbah pertanian**, misalnya sisa pemakaian pupuk buatan, pestisida, herbisida, yang berlebihan. Fosfat hasil pembusukan bersama NO_3 dan pupuk pertanian yang larut dalam air terakumulasi dan menyebabkan eutofikasi, yaitu penimbunan mineral yang menyebabkan pertumbuhan yang cepat pada alga (*booming algae*). Eutrofikasi menyebabkan tanaman dalam air tidak dapat berfotosintesis sehingga banyak ikan mati dan

mengendap di perairan. Contoh limbah pertanian yang menimbulkan polusi adalah *Dichloro diphenyl trichloroethan* (DDT) yaitu sejenis pestisida yang sangat efektif terhadap serangga tetapi tidak beracun bagi hewan lain seperti burung dan mamalia, tetapi dalam dosis besar penggunaan DDT dapat merusak jaringan dan berpotensi menimbulkan kanker, senyawa ini juga menghambat proses pengapuran kulit telur pada burung akibatnya populasi burung dapat mengalami penurunan akibat telurnya gagal menetas, bahkan sifat DDT yang tidak mudah terurai bisa terbawa air sampai ke perairan yang jaraknya jauh dari sumber pencemaran. Penggunaan DDT di perkebunan apel di Amerika misalnya ternyata dapat mempengaruhi kehidupan pinguin di benua Antartika karena DDT tersebut terbawa arus laut melalui Samudera Pasifik.

d) **Limbah pertambangan**, misalnya tambang emas yang menggunakan merkuri (Hg) untuk memisahkan emas dari bijinya dan tumpahan minyak dari pertambangan minyak lepas pantai.

e) **Sampah anorganik**, misalnya PO_4 (Ortofosfat, penggunaan fosfat berpengaruh pada laju pertumbuhan alga di permukaan air, semakin banyak alga di permukaan air maka kandungan oksigen di dalam air semakin menipis sehingga ikan banya yang mati karena kekurangan

oksigen), SO_3 (belerang trioksida merupakan polutan agen utama terjadinya hujan asam), NO (nitrogen monoksida berpengaruh terhadap hujan asam), Ni (nikel merupakan jenis logam berat yang dapat mencemari lingkungan), Pb (timbal merupakan logam berat yang bersifat racun dan dapat mencemari lingkungan), Fe (besi dapat mencemari lingkungan, bersifat racun dan korosif), Hg (merkuri merupakan logam berat yang bersifat racun).

2) Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau tercampurnya unsur-unsur berbahaya ke dalam atmosfir yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lingkungan, gangguan pada kesehatan manusia secara umum serta menurunkan kualitas lingkungan. Zat yang menyebabkan terjadinya pencemaran udara yaitu:

a) **Gas Karbon Monoksida (CO)** berasal dari hasil pembakaran yang tidak sempurna dari bahan buangan kendaraan atau bahan bakar fosil. Karbon monoksida dapat menyebabkan kematian karena gas ini mempunyai daya ikat terhadap hemoglobin yang jauh lebih tinggi dari pada O_2 sehingga menggangu pengikatan O_2 dalam darah.

b) **Gas Karbon Dioksida (CO_2)** dihasilkan oleh pembakaran bahan

bakar minyak bumi, batu bara, dan pembakaran hutan. Gas CO2 yang berlebihan dapat menggangu pernafasan dan dapat mengikat panas matahari sehingga suhu di bumi menjadi panas.

c) **Gas NO_x (nitrogen oksida),** gas NO berasal dari alat transportasi (kendaraan bermotor), generator pembangkit listrik, pembuangan sampah, gas NO dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan iritasi pada mata dan gangguan saraf. Gas NO2 dapat menyebabkan hujan asam yang membahayakan kehidupan tumbuhan dan hewan, menyebabkan korosi logam, serta merapuhkan struktur candi dan bangunan.

d) **Gas SO_2 (Blerang dioksida)** pencemaran SO_2 berasal dari pabrik dan kendaraan bermotor. Gas SO_2 dapat membahayakan bagi penderita penyakit pernapasan kronis dan dapat menyebabkan kejang saluran pernapasan.

e) ***Cholorofluorocarbon* (CFC)** dan Halon dimanfaatkan sebagai gas pendorong dalam kaleng semprot (aerosol), pengembang busa polimer, pendingin dalam lemari es dan AC (*air conditioning*), serta pelarut pembersih *microchip*. Gas CFC yang naik ke atmosfer dapat merusak lapisan ozon (O_3). Menipisnya lapisan ozon dapat menyebabkan semakin tingginya intensitas paparan sinar ultraviolet

(UV) ke bumi, sehingga memicu terjadinya kanker kulit dan kerusakan mata pada manusia, serta mematikan spesies tumbuhan tertentu.

f) **Gas rumah kaca (H_2O, CO_2, CH_4, O_3, dan NO)** menyebabkan terjadinya efek rumah kaca (*greenhouse effect*). Efek rumah kaca (proses naiknya suhu bumi) dapat menyebabkan pemanasan global (Global warming). Meningkatnya suhu bumi akibat pemanasan global berdampak pada mencairnya es di kutub dan perubahan iklim bumi.

3) Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah semua keadaan dimana polutan masuk kedalam lingkungan tanah sehingga menurunkan kualitas tanah tersebut. Sumber-sumber pencemaran tanah sebagai berikut:

a) **Limbah domestik** yaitu limbah yang berasal dari perumahan, pusat perdagangan, perkantoran, hotel, rumah sakit, dan tempat umum lainnya. Contoh limbah domestik berupa detergent, sampah organik, tinja hewan, tinja manusia.

b) **Limbah industri** yaitu limbah yang berasal dari industri (pabrik). Limbah industri berupa bahan-bahan sisa yang mengandung logam berat berbahaya dan beracun, seperti merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), krom (Cr), seng (Zn), dan nikel (Ni) yang meresap ke dalam tanah.

c) **Limbah pertambangan** yaitu limbah yang berasal dari area pertambangan. Contohnya, tambang emas yang menggunakan merkuri (Hg) untuk memisahkan emas dari bijinya.

d) **Limbah pertanian** yaitu limbah dari kegiatan pertanian berupa pupuk kimia dan pestisida. Kelebihan pemberian pupuk kimia di lahan pertanian akan terbawa oleh hujan dan masuk saluran irigasi, sungai, dan danau sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan unsur hara di badan perairan yang disebut eutrofikasi. Peningkatan unsur hara menyebabkan terjadinya blooming yaitu pertumbuhan ganggang atau enceng gondok secara cepat sehingga menutup permukaan air. Permukaan yang tertutup ganggang atau enceng gondok akan menghambat masuknya cahaya dalam perairan sehingga dapat menurunkan oksigen terlarut di air akibatnya banyak organisme berupa zat kimia penyusun peptisida.

4) Pencemaran Suara

Pencemaran suara adalah suara yang tidak diinginkan, mengganggu, dan merusak pendengaran manusia. Secara umum pencemaran suara dibedakan menjadi empat yaitu:

a) Kebisingan impulsif

Adalah kebisingan yang terjadi dalam waktu singkat dan biasanya mengejutkan. Contoh: suara ledakan

mercon, suara tembakan senjata, dan suara petir.

b) **Kebisingan Impulsif Kontinu**

Adalah kebisingan yang terjadi terus menerus, tetapi hanya sepotong-sepotong. Contoh: suara palu yang dipukul terus menerus.

c) **Kebisingan Semi Kontinu**

Adalah kebisingan kontinu yang hanya sekejab, kemudian hilang dan muncul lagi. Contoh: suara lalu lalang kendaraan bermotor di jalanan dan suara pesawat terbang yang sedang melintas.

d) **Kebisingan Kontinu**

Adalah kebisingan yang datang secara terus-menerus dalam waktu yang cukup lama. Contoh: suara mesin pabrik, kebisingan kontinu yang berintensitas tinggi dapat menyebabkan rusaknya pendengaran.

b. Pencemaran Menurut Bahan pencemar (Polutan)

1) **Pencemaran kimia** disebabkan oleh polutan yang mengandung zat atau senyawa kimia baik organik maupun anorganik. Contoh: logam berat (Hg, Pb, As, Cd, Cr, Ni), pestisida, minyak, batu bara dan detergen.
2) **Pencemaran fisika** disebabkan oleh polutan berupa kaleng, botol, plastik dan karet.
3) **Pencemaran biologi** disebabkan oleh polutan yang berupa makhluk hidup

terutama kelompok mikroorganisme seperti bakteri dan virus penyebab penyakit yang sering terdapat pada kotoran, sisa-sisa makanan dan jasad organisme lain, misalnya *Escherichia* coli, *Entamoeba* coli, dan *Salmonella thyposa*.

c. Pencemaran Menurut Tingkat Pencemaran

Pencemaran lingkungan dapat diukur dengan parameter pencemaran lingkungan, antara lain sebagai berikut:

1) **Parameter biologi** meliputi ada tidaknya mikroorganisme, misalnya E.Coli, Planaria, dan Tubifex.
2) **Parameter fisik** meliputi temperatur, rasa, bau, warna, kekeruhan, dan radioaktivitas.
3) **Parameter biokimia** meliputi BOD (*biological oxygen demand*) yaitu jumlah oksigen dalam air. Cara pengukurannya adalah dengan menyiram sampel air yang telah diketahui kandungan oksigen selama 5 hari, kemudian kadar oksigen diukur lagi. BOD digunakan dalam air minum atau BOD tidak boleh kurang dari 3ppm.

C. Pelestarian Lingkungan, Etika Lingkungan dan Solusi Mengatasi Pemanasan Global

1. Pelestarian Lingkungan

Menurut Pasal 1 Angka 6 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, **Pelestarian lingkungan** adalah rangkaian upaya untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Tujuan adanya undang-undang lingkungan

hidup adalah untuk mencegah kerusakan hutan, meningkatkan kualitas hidup, dan menindak para pelanggar. Dasar hukum pelestarian lingkungan di Indonesia antara lain sebagai berikut:

a. **Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021** tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

2. Etika Lingkungan

Etika lingkungan adalah kebijakan moral manusia dalam bergaul dengan lingkungannya. Pentingnya etika lingkungan agar aktivitas yang berhubungan dengan lingkungan dipertimbangkan secara cermat sehingga keseimbangan lingkungan tetap terjaga. Prinsip etika lingkungan adalah sebagai berikut:

a. Manusia merupakan bagian dari lingkungan yang tidak terpisahkan sehingga perlu menyayangi semua kehidupan dan lingkungannya.
b. Lingkungan disediakan untuk semua mahluk hidup sehingga harus dijaga kelestariannya, keseimbangan, dan keindahannya.
c. Sumber daya alam bersifat terbatas sehingga harus dipelihara dan bijak dalam pemanfaatannya.
d. Berusaha memperbaiki kualitas kehidupan yang sesuai dengan kondisi alam. Lingkungan disediakan bukan untuk manusia saja, melainkan untuk makhluk hidup yang lain juga.

e. Aktivitas manusia dapat berpengaruh terhadap alam sehingga hubungan manusia dan alam harus saling menguntungkan. Ditetapkannya undang-undang sebagai bentuk keperdulian pemerintah terhadap lingkungan.

3. Solusi Mengatasi Masalah Pemanasan Global

Pemanasan global (*global warming*) merupakan gejala peningkatan rata-rata suhu permukaan bumi. Penyebab terjadinya pemanasan global (*global* warming) yaitu sebagai berikut:

a. Meningkatnya gas rumah kaca

Gas rumah kaca terjadi akibat adanya pembakaran minyak bumi, seperti bahan akar batu bara serta pembakaran gas alam, sehingga menyebabkan adanya pemanasan yang terpantul tidak dapat diteruskan ke luar angkasa, tetapi kembali lagi ke bumi, dan gas yang paling berpengaruh adalah karbondioksida.

b. Penggunaan Clorofluorocarbon (CFC) yang berlebihan

Chlorofluorocarbon (CFC) adalah suatu bahan kimia yang diproduksi untuk berbagai kebutuhan peralatan rumah tangga seperti AC atau pendingin ruangan dan kulkas. Ketika zat tersebut berada di stratosfer, kemudian zat kimia ini diubah oleh radiasi ultraviolet sinar matahari dan mengeluarkan atom-atom klorin perusak ozon. Setelah lapisan ozon menipis, banyaknya bahaya ultraviolet yang mencapai bumi bertambah antara lain

menyebabkan perubahan ekosistem, kanker kulit, dan katarak.

c. Penggundulan hutan

Perusakan hutan akan menyebabkan pemanasan global, karena hutan memiliki fungsi menyerap gas karbondioksida, dan hutan merupakan penghasil oksigen. Semakin banyak terjadinya penebangan liar atau penggundulan hutan maka jumlah karbondioksida akan makin besar, berkumpul di atmosfer sehingga menyebabkan terjadinya pemanasan global.

d. Penggunaan listrik yang berlebihan

Pemborosan listrik membuat cadangan energi listrik menjadi semakin menipis karena energi listrik memerlukan pembakaran batu bara sehingga meningkatkan pemanasan global.

e. Polusi udara akibat industri pabrik

Industri pabrik menyebabkan banyaknya asap yang yang dihasilkan, dan dapat mengakibatkan polusi udara yang akan membuat lingkungan tercemar dan terjadinya pemanasan global.

Pemanasan global (*global* warming) menyebabkan peningkatan suhu di permukaan bumi. Suhu bumi yang meningkat dapat menyebabkan berbagai dampak buruk bagi lingkungan dan ekosistem lainnya. Salah satu contoh dampak yang ditimbulkan dari pemanasan global (*global* warming) adalah mencairnya es di kutub, curah hujan yang tinggi, kegagalan panen, hilangnya

terumbu karang, kepunahan berbagai spesies dan penipisan lapisan ozon atmosfer di bumi.Solusi untuk mengatasi masalah pemanasan global yaitu:

a. Penggunaan energi terbarukan sebagai sumber energi yang ramah lingkungan, misalnya dengan mengurangi penggunaan dan bahan bakar fosil dan beralih ke sumber energi terbarukan yang ramah sebagai berikut:
   1) Penggunaan teknologi kendaraan *hybrid* dengan bahan bakar listrik
   2) Riset nanomaterial untuk produksi skala besar sel surya dengan harga yang dapat dijangkau oleh masyarakat dan sektor industri sebagai sumber energi listrik.
b. Gaya hidup yang berkelanjutan dengan menjalankan kebiasaan-kebiasaan baik dalam hal penggunaan energi yang bertujuan untuk memperlambat semakin bertambahnya gas rumah kaca. Misalnya dengan mengurangi konsentrasi gas karbon dioksida (CO_2) di udara dengan bersepeda atau berjalan kaki jika berpergian dalam jarak dekat, menanam dan memelihara pohon karena selain berfungsi sebagai penyerap karbon dioksida pohon juga memiliki fungsi sebagai penyuplai oksigen terbesar bagi atmosfer bumi. Menghindari produk elektronik yang mengandung *Cholorofluorocarbon* (CFC) karena akan menambah kepadatan gas rumah kaca di atmosfer, selain itu CFC juga mengakibatkan penipisan lapisan ozon

bumi sehingga sinar ultraviolet matahari masuk ke bumi secara langsung dan meningkatkan suhu bumi.

D. Upaya Mengatasi Permasalahan Lingkungan

1. Penanggulangan secara Administratif dimana upaya ini dilakukan dengan cara melakukan analisis lingkungan terlebih dahulu mengenai dampak lingkungan yang dikenal dengan istilah AMDAL untuk meminimalisir terjadinya ketidakseimbangan lingkungan yang berakibat terjadinya kerusakan lingkungan.
2. Penanggulangan secara Teknologis dimana upaya ini dilakukan dengan cara melakukan pengelolaan mengenai alat tertentu, bergantung dari permasalahan lingkungan yang ditemukan
3. Penanggulangan secara Edukatif dimana upaya ini dapat dilakukan dengan melakukan suatu pengarahan atau sosialisasi mengenai cara mengatasi berbagai permasalahan lingkungan.

E. Limbah dan Daur Ulang Limbah

1. Jenis-Jenis Limbah

Limbah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis diantaranya sebagai berikut:

a. Berdasarkan jenis senyawanya, limbah dibedakan menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut:
   1) **Limbah organik** adalah limbah yang dapat mengalami proses penguraian secara ilmiah, contohnya pakaian bekas dan kertas bekas
   2) **Limbah anorganik** adalah limbah yang berasal dari sumber daya alam

tidak terbarui dan sulit diuraikan secara alamiah oleh mikroorganisme, seperti limbah baja, dan limbah cat.

3) **Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3)** adalah limbah yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan, membahayakan lingkungan, kesehatan, dan kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Berdasarkan karakteristiknya limbah B3 dibedakan menjadi mudah meledak, pengoksidasi, beracun, sangat beracun, amat sangat beracun, sangat mudah sekali menyala, sangat mudah menyala, mudah menyala, berbahaya, korosif, iritatif, berbahaya bagi lingkungan, karsinogenik, teratogenik, dan mutagenik. Contoh limbah B3 dari kehidupan sehari-hari seperti oli, baterai, obat anti nyamuk, pemutih, aki mobil.

b. **Berdasarkan wujudnya, limbah dibedakan menjadi tiga jenis yaitu sebagai berikut:**

1) **Limbah padat,** berupa sisa-sisa makhluk hidup, limbah domestik, limbah dari pabrik yang berupa bahan padat contohnya limbah besi.

2) **Limbah cair**, biasanya berupa bahan yang terlarut dalam air, dapat berupa sisa-sisa metabolisme seperti urine, limbah cair dari pabrik maupun dari rumah sakit dan air limbah domestik rumah tangga seperti air detergen, sisa cucian, air sabun dan air tinja.

3) **Limbah gas**, berasal dari asap kendaraan bermotor, debu, asap pabrik, maupun asap gunung berapi.

2. Daur Ulang Limbah

Daur ulang limbah artinya limbah diproses menjadi suatu produk yang dapat dimanfaatkan kembali. Langkah-langkah daur ulang limbah sebagai berikut:

a. Pemisahan barang-barang/material yang dapat di daur ulang dengan sampah yang harus dibuang ke tempat sampah.
b. Penyimpanan barang/material kering yang sudah dipisahkan tadi ke dalam boks/kotak tertutup bergantung pada jenis barangnya, misalnya boks untuk kertas bekas. Jika akan membuat kompos, tumpuk sampah rumah tangga pada lokasi pembuatan kompos.
c. Pengiriman/penjualan barang yang terkumpul ke pabrik yang membutuhkan material bekas tersebut sebagai bahan baku atau dijual ke pemulung.

3. Macam-Macam Penanganan Daur Ulang Limbah

a. Penanganan Limbah Daur Ulang Berdasakan Jenisnya

1) Limbah Organik

Limbah organik dapat dimanfaatkan secara langsung, misalnya sampah rumah tangga berupa sayuran dan daun-daun bekas dapat dijadikan makanan ternak; ampas tahu digunakan sebagai bahan makanan ternak; dan serbuk gergaji sebagai media penanaman jamur. Limbah organik dapat dimanfaatkan dengan

daur ulang, misalnya dengan pembuatan kertas daur ulang, pembuatan kain perca, kompos, dan biogas.

2) **Limbah Anorganik**

Limbah anorganik dapat dimanfaatkan melalui proses daur ulang. Limbah anorganik dapat didaur ulang dengan cara sebagai berikut:

a) Menjadi bentuk lain yang bermanfaat, misalnya limbah botol plastik untuk kerajinan tangan yang mempunyai nilai seni, seperti lampion dari plastik bekas dan pot bunga dari plastik bekas.
b) Menjadi bentuk asal yang bermanfaat, misalnya limbah plastik diproses kembali menjadi alat-alat rumah tangga, seperti ember, piring, gelas, dan cangkir.

Pengolahan limbah anorganik secara umum antara lain:

a) ***Sanitary landfill* (Penimbunan)** metode pengolahan limbah secara terkontrol melalui sistem sanitasi yang baik. *Sanitary landfill* merupakan salah satu sistem pengolahan sampah dimana sampah ditimbun pada lokasi yang cekung, sebelum menumpuk dan menimbun sampah cekungan tersebut dipasang lapisan kedap yang berupa material geomembran, material geomembran dipasang pada bagian dasar dan dinding

cekungan, kemudian sampah dipadatkan barulah ditutup dengan lapisan geomembran yang bertujuan agar sampah cepat membusuk, sehingga tumpukan sampah tersebut dapat ditimbun anah untuk proses revitalisasi dan penghijauan kembali.. Lokasi *Sanitary landfill* harus jauh dari pemukiman agar tidak mengggganggu sistem sanitasi dari segi kebersihan dan kesehatan masyarakat sekitar.

b) ***Incineration*** **(pembakaran)** limbah anorganik berupa zat padat perlu dibakar dalam sebuah reaktor sampah untuk menurunkan jumlah timbunan sampah padat. Kekurangan dari metode pembakaran ini menghasilkan residu berupa asap yang akan menimbulkan pencemaran udara.

c) ***Pulverisation*** **(penghancuran)** bertujuan mengubah bentuk limbah menjadi lebih kecil sehingga lebih mudah dimanfaatkan untuk menimbun tanah yang letaknya rendah.

b. Limbah Berdasarkan Wujudnya

1) Penanganan Limbah Cair

Penanganan limbah cair dapat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu pendekatan non teknis dan pendekatan teknis. **Pendekatan non**

teknis dilakukan dengan penerbitan peraturan sebagai landasan hukum bagi pengelola badan air dan penghasilan limbah, sosialisasi peraturan, dan penyuluhan pada masyarakat. Sementara itu, **pendekatan teknis** dilakukan dengan penyediaan atau pengadaan sarana dan prasarana penanganan limbah, *monitoring*, dan evaluasi.

a) **Sistem Penanganan Limbah Cair Domestik**

Limbah cair domestik ada yang tidak berbahaya dan ada yang berbahaya. Limbah cair yang tidak berbahaya contohnya air cucian beras dan sayuran dapat dimanfaatkan untuk menyirami tanaman. Limbah cair berbahaya contohnya tinja manusia. Penanganan limbah tinja manusia dapat dilakukan dengan

- **Tangki Septik Konvensional**
  Adalah bak kedap air yang dilengkapi dengan pipa ventilasi dan lubang kontrol. Limbah cair minimal disimpan satu hari di dalam tangki septik, kemudian dialirkan ke sumur resapan. Partikel padat dalam limbah akan mengendap dan membentuk lumpur tinja. Diatas tangki septik diberi lubang pemeriksaan yang berfungsi sebagai lubang penyedot tinja.

- **Tangki Septik Biofilter (*up-flow filter*)**
  Tangki septik biofilter terdiri atas bak pengendap, ruang yang berisi media filter (batu pecah, batu apung, ijuk, dan kerikil), dan ruang resapan berisi kerikil, pasir dan ijuk. Bak pengendap berfungsi mengendapkan partikel padatan menjadi lumpur tinja. Air luapan dari bak pengendap dialirkan ke ruang yang berisi media filter. Pada permukaan media filter, tumbuh lapisan tipismikroorganisme (bakteri anaerob) yang menguraikan bahan organik dalam limbah cair tersebut. Selanjutnya, air luapan dari ruangan media filter dialirkan ke ruang resapan.
- **Instalasi Pengolahan Limbah Cair Domestik (IPLCD)**
  Biasanya dibangun untuk perkantoran, restoran, hotel dan rumah sakit. **Tahapan pengolahannya** yaitu ***Pertama,*** pengolahan penyaringan yaitu dengan menyaring benda-benda kasar yang terbawa dalam limbah cair, mencampur bak dalam ekualisasi, dan mengatur agar aliran limbah yang menuju ke bak aerasi selalu tetap (tidak

berfluktuasi). ***Kedua*,** pengolahan pengendapan yaitu dengan mengendapkan pasirdan partikel padat lainnya. ***Ketiga*,** pengolahan proses biologis yaitu dengan mengurangi bahan organik secara biokimiawi, pengendapan partikel padatan ketiga, dan disinfeksi dengan dosis khusus. ***Keempat,*** pengolahan lumpuryaitu dengan mengumpulkan lumpur dan mengurangi kadar air (pemekatan lumpur), menstabilkan, mengeringkan lumpur.

b) Sistem Penanganan Limbah Cair Industri

Sistem penanganan limbah cair industri dapat dilakukan dengan melalui penanganan sistem setempat dan sistem terpusat. **Penangan sistem setempat**, industri membuat instalasi pengolahan limbah sendiri. Limbah yang dihasilkan diupayakan sesedikit mungkin dan dapat dimanfaatkan kembali. Sedangkan **Penanganan sistem terpusat** dikembangkan di daerah kawasan industri yang menghasilkan berbagai jenis limbah yang berbeda. Masing-masing industri harus melakukan pengolahan terlebih dahulu hingga efluen

limbah memenuhi syarat tertentu sebelum masuk ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

2) **Penanganan Limbah Padat**

Berdasarkan sumbernya limbah padat dapat dibedakan menjadi dua yaitu limbah padat domestik dan limbah padat non domestik. **Limbah padat domestik** adalah limbah padat yang berasal dari kegiatan rumah tangga, perkantoran, perdagangan, dan rumah sakit. Contohnya, kertas, kardus, sisa-sisa bahan kimia dari laboratorium, komputer yang telah rusak, sampah dari kegiatan operasi pembedahan, peralatan bekas (jarum suntik dan botol infus) dan sisa-sisa obat. **Limbah padat nondomestik** adalah limbah padat yang berasal dari kegiatan pertanian dan perkebunan, industri konstruksi gedung, dan industri umum. Contohnya, jerami, paku bekas, potongan besi, bahan kimia beracun, dan sisa-sisa pengemasan produk (plastik, kertas) Penanganan limbah padat dapat dilakukan dengan cara

a) **Penimbunan tanah (*landfill*)**

Tumpukan sampah dari rumah tangga dan pasar dapat digunakan untuk menimbun tanah yang agak rendah dengan cara dipadatkan, diratakan dan ditimbun dengan tanah untuk mempercepat penguraian dan tidak menimbulkan bau. Kekurangan

pengurangan limbah padat dengan cara ini yaitu menimbulkan pencemaran air tanah yang bersumber dari air rembesan sampah (lindi)

b) **Penimbunan limbah padat dengan tanah secara berlapis (*sanitary landfill*)**

Metode penimbunannya dengan cara pada area cekungan pembuangan sampah, dibangun diding yang kedap air, dipasang pipa penyalur gas metana, dan saluran drainase untuk menampung air rembesan sampah (lindi) yang dihasilkan. Selanjutnya tumpukan sampah dipadatkan dan ditutup dengan lapisan tanah setebal 10-15% dari ketebalan lapisan sampah untuk mencegah berkmbangnya penyakit serta penyebaran debu dan sampah ringan yang dapat mencemari lingkungan sekitanya. Jika tempat pembuangan sudah menapai kapasitas maksimum, lapisan tanah penutup terakhir setinggi 60 cm atau lebih ditimbun di atas lapisan sampah untuk mencegah terjadinyya polusi udara di lingkungan sekitarnya.

c) **Pembakaran (*incineration*)**

Pembakaran sampah akan menghasilakn abu, serta menimbulkan panas dan asap

sehingga dilakukan di tempat yang jauh dari pemukiman.

d) **Penghancuran (*pulverisation*)**
Sampah yang terkumpul dihancurkan dengan alat hingga menjadi potongan-potongan keci, kemudian dipakai untuk menimbun tanah yang rendah.

e) **Pengomposan (*composting*)**
Sampah-sampah organik (dedaunan, sisa sayur, kulit buah, kotoran hewan) dibusukan dengan menggunakan bakteri hingga menjadi pupuk kompos.

f) **Pemanfaatan sebagai makanan ternak (*hog feed*)**
Sisa sayuran, ampas tapioka dan ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak.

3) **Penanganan Limbah Gas**
Penanganan limbah gas dapat dilakukan dengan menambahkan alat bantu sebagai berikut:

a) **Filter Udara**
Filter udara dipasang di cerobong untuk menyaring kotoran. Jika sudah penuh dengan debu harus diganti dengan yang baru.

b) **Pengendap Siklon (*Cyclone separator*)**
Merupakan pengendap debu yang terdapat dalam gas buangan atau udara di ruang pabrik yang berdebu. Prinsip kerjanya yaitu memanfaatkan gaya sentrifugal dari udara/gas buangan yang

sengaja dihembuskan melalui tepi dinding tabung silikon sehingga partikel yang relatif berat akan jatuh ke bawah.

c) **Filter Basah (*Scrubbes* atau *Wet Collector*)**
Prinsip kerjanya yaitu membersihkan udara yang kotor dengan cara menyemprotkan air. Debu akan turun ke bawah saat mengalami kontak dengan air.

d) **Pengendap sistem gravitasi**
Digunakan untuk membersihkan udara kotor yang partikelnya relatif berukuran besar. Prinsip kerjanya yaitu mengalirkan udara kotor ke dalam alat yang dibuat sedemikian rupa sehingga pada saat terjadi perubahan kecepatan secara tiba-tiba partikel jatuh terkumpul akibat gaya gravitasi.

e) **Pengendap elektrostatik**
Digunakan untuk membersihkan udara kotor dalam volume yang relatif besar dan kotoran dalam udara berupa aerosol atau uap air.

4) **Penanganan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)**
Adalah bahan yang sifat, konsentrasi, atau jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari atau merusak lingkungan hidup manusia beserta makhluk hidup lainnya. Karakteristik limbah B3 yaitu mudah meledak, mudah terbakar, korosif, beracun, dan menyebabkan

infeksi. Limbah B3 berasal dari kegiatan industri, rumah sakit, ataupun pertanian.

a) **Limbah B3 dari kegiatan industri**
   Berupa senyawa kimia yang terlepas ke lingkungan yang terjadi pada waktu pengadaan, pengangkutan, penyimpanan ataupun penggunaan bahan-bahan dalam industri. Contohnya, industri pupuk yang menghasilkan amonia.
b) **Limbah B3 dari kegiatan rumah sakit**
   Berupa limbah radioaktif, limbah patologis(sisa-sisa jaringan, organ, plasenta, darah, dan cairan tubuh), limbah kimiawi (sisa zat untuk disinfeksi), limbah farmasi (obat-obatan kadaluarsa), benda-benda tajam (jarum suntik bekas, pisau, dan gunting) yang terkontaminasi oleh kuman penyakit, dan limbah yang berpotensi menularkan penyakit.
c) **Limbah B3 dari kegiatan rumah tangga**
   Berupa sisa-sisa obat kadaluarsa, pemutih, detergen, sampo, kamper, baterai bekas, aerosol, racun tikus dan pembasmi nyamuk.
d) **Limbah B3 dari kegiatan pertanian** Berupa insektisida dan pupuk.

F. Adaptasi dan Mitigasi terhadap Perubahan Lingkungan

Adaptasi terhadap perubahan lingkungan merupakan penyesuaian diri terhadap kondisi perubahan lingkungan yang terjadi. **Mitigasi** adalah serangkaian untuk menanggulangi, mengurangi, memperkecil resiko/dampak perubahan lingkungan, serta memulihkan kondisi lingkungan yang telah berubah.

1. Beberapa kegiatan adaptasi terhadap perubahan lingkungan antara lain sebagai berikut:
   a. Banjir yaitu dengan membuat dan memelihara saluran drainase, rumah pompa, biopori serta melakukan pengerukan saluran air.
   b. Longsor, dengan merelokasi pemukiman, membuat terasering pada lahan miring, serta memelihara dan merehabilitasi hutan di daerah hulu.
   c. Kekeringan akibat kemarau panjang, yaitu dengan menghemat air bersih, menggunakan air bekas yang tidak mengandung detergen untuk menyiram tanaman, dan memperdalam sumur untuk mendapatkan air.
   d. Kebakaran hutan, yaitu melakukan pemadaman api, mencegah penjalaran api ke daerah lain, dan menggunakan masker penutup hidung.
   e. Kenaikan permukaan air laut, yaitu dengan merelokasi pemukiman penduduk sehingga jauh dari pantai, membangan sistem pemecah ombak, dan memelihara hutan bakau.
2. Kegiatan mitigasi dapat dilakukan dalam

berbagai sektor sebagai berikut:

a. Sektor pertanian, yaitu dengan mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida, menggunakan kotoran ternak, untuk pupuk serta menanam varietas unggul.
b. Sektor transportasi, yaitu dengan mengurangi penggunaan motor/mobil pribadi dan beralih menggunakan kendaraan umum seperti bis atau kereta, jika jarak dekat bisa menggunakan sepeda atau jalan kaki.
c. Sektor kehutanan, yaitu dengan melakukan reboisasi, mencegah dan mengurangi kebakaran hutan.
d. Sektor energi, yaitu dengan memanfaatkan sumber energ yang dapat diperbarui, seperti panas bumi, mikrohidro, angin, surya, dan biomassa.
e. Sektor pengelolaan sampah, yaitu dengan mengurangi jumlah sampah, menghemat pemakaian kantong plastik, dan melakukan pemilahan sampah untuk di daur ulang.
f. Sektor pendidikam, yaitu dengan memberikan pelatihan dan penyuluhan kepada pelajar terkait pelestarian lingkungan hidup serta mengadakan kampanye peduli lingkungan.
g. Sektor tata kota, yaitu dengan melakukan penghijauan, memperluas area resapan air, serta membuat dan memperbaiki saluran air.

Aktivitas 1 Pengaruh Pencemaran Air

A. Tujuan

Menganalisis berbagai data kondisi air kolam, selokan, dan sungai serta kesehatan ekosistemnya.

B. Alat dan Bahan

1. Alat tulis
2. pH meter atau indikator universal
3. Termometer
4. Galah panjang
5. Ember kecil
6. Botol plastik
7. Handphone (untuk dokumentasi)

C. Langkah Kerja

1. Kerjakan kegiatan praktikum ini secara berkelompok yang terdiri dari 7 orang.
2. Kemudian tentukan lokasi pengamatan di sekitar sekolah seperti kolam, selokan dan sungai. Pilihlah lokasi yang aman dan tidak terlalu dalam.
3. Amati kondisi aliran dan warna air kolam, selokan dan sungai. Amati pula jenis-jenis hewan dan tumbuhan yang ada di sana dan deskripsikan keadaannya.
4. Amati berbagai jenis sampah yang mungkin ada, dan ambilah sampah-sampah tersebut (masukan ke dalam ember)
5. Ambilah sampel air kolam, selokan dan sungai dengan botol plastik, kemudian ukurlah suhunya dengan termometer dan ukurlah pH nya dengan pH meter.
6. Jangan lupa setiap pengamatan di dokumentasikan!
7. Isikan data pengamatan kalian dalam tabel berikut!

   Jenis Perairan :
   Lokasi :
   Tanggal Pengamatan :
   Kelompok :
   Anggota Kelompok :

Tabel Pengamatan Ekosistem Perairan

Jenis Perairan	Sifat Fisik				Organisme		Jenis Sampah	
	Arus	Warna /Bau	Suhu (^oC)	pH	Hewan	Tumbuhan	Organik	Anorganik
Kolam								
Selokan								
Sungai								

Keterangan:

1. Bagian arus diisi arus tenang atau arus mengalir (sesuaikan dengan keadaan yang sebenarnya)
2. Bagian warna air (sesuaikan dengan keadaan sebenarnya), bau (bau amis, bau tidak sedap atau tidak berbau)
3. Untuk suhu dan pH dituliskan setelah kalian melakukan pengukuran menggunakan termometer dan pH meter.
4. Organisme (jika kalian menemukan hewan dan tumbuhan tuliskan jenis dan jumlah hewan dan tumbuhan yang

kelompok kalian temukan)

5. Jenis sampah centang salah satu.

D. Pertanyaan

1. Berdasarkan pengamatan kalian, bagaimana kondisi ekosistem perairan yang kalian amanti? Apakah ekosistem tersebut masih sehat atau sudah tercemar?
2. Coba cari di literatur kondisi ekosistem perairan yang sehat itu yang seperti apa dan bandingkan dengan hasil yang kalian dapatkan setelah pengamatan!
3. Apa yang dapat kalian usulkan untuk menjaga kelestarian lingkungan perairan tersebut beserta ekosistemnya?

E. Laporan

Buatlah laporan hasil pengamatan secara berkelompok dan ketik ke dalam word (font time new roman ukuran 12)!

Aktivitas 2 Membuat Kertas Daur Ulang

A. Tujuan

Mengetahui cara membuat kertas daur ulang

B. Alat dan Bahan

1. Blender
2. Spons
3. Kain lap
4. Baskom besar
5. Bingkai saringan (*screen* sablon)
6. Meja
7. Air
8. Kertas bekas
9. Bunga kering/glitter
10. Pewarna makanan
11. Kertas manila berwarna 1 buah
12. Alat Pelubang Kertas

C. Langkah Kerja

1. Robek kecil kertas bekas, rendam dengan menggunakan air semalaman, ambil rendaman kertas bekas kemudian masukan ke dalam blender!
2. Tambahkan air dengan perbandingan 1:2 (1 gelas kertas bekas banding 2 gelas air). Kemudian blender kertas hingga halus.
3. Masukan ke dalam baskom besar kertas yang sudah di blender.
4. Tuangkan air 1/3 bagian ke dalam baskom/box yang lain.
5. Tuangkan bubur kertas perlahan ke dalam baskom yang berisi air.
6. Kemudian tambahkan lem kertas 1/3 bungkus kemudian aduk hingga merata.
7. Saring campuran (jangan terlalu tebal) di baskom memakai *screen sablon* !
8. Kemudian keringkan bagian atas *screen sablon* dengan spons secara hati-hati
9. Siapkan papan ujian yang diatasnya sudah dilapisi kain
10. Letakan *screen sablon* yang sudah terisi bubur kertas pada papan ujian, kemudian tepuk bagian atas *screen sablon* perlahan usahakan rata.
11. Kmudian jemur kertas hingga kering, setelah kering ambil kertas secara hati-hati.

Ketika ingin membuat motif lain, cobalah beberapa proses berikut!

1. **Proses Tempelan**

   Sebelum menutup campuran bubur kertas dengan kain yang sudah dibasahi, tempelkan bunga kering atau ciprat-cipratkan pewarna makanan di atas bubur kertas yang sudah disaring !

2. **Proses Campuran**

   Saat menuangkan bubur kertas di baskom

tambahkan bunga kering, pewarna makanan atau glitter yang akan memberikan warna atau motif !

LATIHAN SOAL

PETUNJUK UMUM

1) Soal ini digunakan untuk mengukur tingkat literasi sains peserta didik pada mata pelajaran biologi terkait materi perubahan lingkungan.
2) Bacalah narasi dan instruksi soal terlebih dahulu sebelum Anda menjawab soal pertanyaan. Isilah identitas seperti nama, kelas, nomor absen dan email telebih dahulu sebelum mengerjakan soal.
3) Pastikan telah mengerjakan soal sejumlah butir soal yang diberikan.
4) Periksalah kembali pekerjaan Anda sebelum pekerjaan Anda dikirimkan.
5) Kerjakan soal ini dengan jujur.

PILIHAN GANDA

1. Perhatikan teks di bawah ini !

Pemanasan Global (*Global Warming)*

Pemanasan global (*global warming*) menjadi salah satu isu lingkungan utama yang dihadapi dunia saat ini. Pemanasan global berhubungan dengan proses meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi. Meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi yang terjadi adalah akibat meningkatnya emisi gas rumah kaca, seperti; karbondioksida, metana, dinitro oksida, hidroflurokarbon, perfluorokarbon, dan sulfur heksafluorida di atmosfer. Emisi ini terutama dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil (minyak bumi dan batu bara) serta akibat penggundulan dan pembakaran hutan.

Pemanasan global diperkirakan telah

menyebabkan perubahan ekosistem di bumi, antara lain; perubahan iklim yang ekstrim, mencairnya es sehingga permukaan air laut naik, serta perubahan jumlah dan pola presipitasi. Adanya perubahan ekosistem ini telah memberi dampak pada kehidupan di bumi seperti terpengaruhnya hasil pertanian, hilangnya gletser dan punahnya berbagai jenis hewan. Peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) sebagian besar disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca akibat aktivitas manusia. Suhu permukaan global akan meningkat 1,1 hingga 6,4 °C antara tahun 1990 dan 2100. Sebagian besar pemerintahan negara-negara di dunia telah menandatangani dan meratifikasi Protokol Kyoto, yang mengarah pada pengurangan emisi gas-gas rumah kaca.

Pilihlah jawaban yang benar pada pernyataan dibawah ini?

a. Pemanasan global disebabkan meningkatnya emisi gas rumah kaca seperti karbondioksida, metana, dinitro oksida, hidroflurokarbon, perfluorokarbon, dan sulfur heksafluorida di atmosfer.
b. Pemanasan global disebabkan akibat adanya pembakaran hutan, reboisasi, dan penggunaan pupuk kimia secara berlebihan.
c. Internalgoverment Panel On Climate Change (IPCC)
d. Suhu permukaan global akan meningkat 1,1 hingga 6,4 °C antara tahun 1990 dan 2020.
e. Protokol Kyoto, yang mengarah pada pencegahan emisi gas-gas rumah kaca.

(Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

2. “Kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang memengaruhi kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain”. Merupakan pengertian dari?
   a. Ekosistem
   b. Lingkungan hidup
   c. Biosfer
   d. Keseimbangan lingkungan
   e. Permasalahan lingkungan

   (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

3. Perhatikan artikel di bawah ini!

   Analisis Pengaruh Nilai IPM dan Jumlah Penduduk Terhadap Timbunan Sampah Di TPA SE-Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

   Lingkungan yang sehat adalah seberapa baiknya pengelolaan sampah yang ada. Sampah telah menjadi isu besar tidak hanya di Indoensia tapi juga di dunia. Bahkan Indonesia menjadi penyumbang sampah plastik no.2 di dunia. Diperkotaan sampah menjadi masalah utama lingkungan, berkembangnya suatu kota dikarenakan makin tingginya tingkat pertumbuhan ekonomi menyebabkan tingginya tingkat urbanisasi.

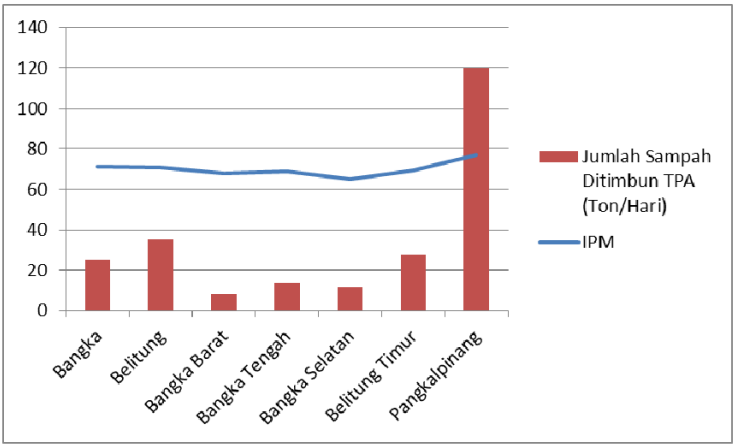
   Menurut Biro Pusat Statistik Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan cara untuk melihat bagaimana penduduk dapat mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan sebagainya. IPM dibentuk oleh 3 (tiga) dimensi dasar, yaitu umur panjang dan hidup sehat, Pengetahuan, dan Standar hidup layak. IPM adalah indikator penting yang diperkenalkan oleh UNDP pada tahun 1990 untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia

(masyarakat/penduduk). Diharapkan dengan semakin baiknya nilai IPM akan meningkatkan pemahaman tentang pengelolaan sampah dan hal tersebut akan mempengaruhi jumlah timbunan sampah di TPA. Berikut merupakan tabel perbandingan IPM dengan jumlah sampah di TPA:

Tabel 1. Perbandingan IPM dengan Jumlah Sampah Di TPA

Kab/Kota	Jumlah Penduduk	Jumlah Sampah Ditimbun Di TPA (Ton/Hari)	Jumlah Sampah yang Dihasilkan (Kg/Jiwa)	IPM
	Tahun 2017	Tahun 2017-2018	Tahun 2017	Tahun 2017
Bangka	324,305	25,15	0,08	71,09
Belitung	182,418	35,36	0,19	70,93
Bangka Barat	204,778	8,26	0,04	67,94
Bangka Tengah	188,603	13,5	0,07	68,99
Bangka Selatan	201,782	11,59	0,06	65,02
Belitung Timur	124,587	27,69	0,22	69,57
Pangkal Pinang	204,392	120	0,59	76,86

Tabel di atas menggambarkan seberapa pengaruh antara jumlah penduduk, IPM dengan jumlah sampah yang ditimbu di TPA. Berikut adalah diagram nilai IPM dengan jumlah sampah yang di timbun TPA se Provinsi Kepulauan Bangka Belitung



Berdasarkan grafik yang terdapat pada artikel di atas, pernyataan yang benar adalah….

a. Daerah yang memiliki jumlah penduduk tertinggi yaitu Bangka selatan
b. Pangkal pinang jumlah sampah yang ditimbun di TPA Tahun 2017-2018 merupakan yang terbesar ke dua
c. Jumlah sampah yang dihasilkan terkecil yaitu bangka barat
d. Belitung timur memiliki IPM terendah yaitu 69,57
e. Bangka barat memiliki jumlah penduduk terbesar ke tiga dengan jumlah penduduk 204,778

(Indikator: Menafsirkan data dan bukti ilmiah, (menganalisis, menafsirkan data, dan menarik kesimpulan)

4. Dalam penerapan etika lingkungan perlu diperhatikan beberapa prinsip. Manakah yang bukan merupakan prinsip-prinsip etika lingkungan?
   a. Manusia merupakan bagian dari lingkungan yang tidak terpisahkan sehingga perlu menyayangi semua kehidupan dan lingkungannya.
   b. Manusia sebagai bagian dari lingkungan, hendaknya selalu berupaya menjaga kelestarian, keseimbangan, dan keindahan alam.
   c. Kebijaksanaan dalam mengunakan sumber daya alam yang terbatas, termasuk bahan energi
   d. Lingkungan diciptakan untuk manusia, sehingga manusia bebas melakukan pemanfaatan sumber daya alam
   e. Ditetapkannya undang-undang sebagai bentuk keperdulian pemerintas terhadap lingkungan

   (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

5. Perhatikan uraian di bawah ini!
   1) Pembakaran hutan
   2) Reboisasi
   3) Penggunaan listrik yang berlebihan
   4) Gas Limbah Industri
   5) Mendaur ulang sampah

   Pernyataan yang termasuk penyebab pemanasan global ditunjukan oleh nomor….
   a. 1, 2 dan 4
   b. 1, 4 dan 5
   c. 2, 3 dan 5
   d. 1, 3 dan 4
   e. 2, 4, dan 5

   (Indikator: mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, (mengidentifikasi pertanyaan dalam studi ilmiah)

6. Perhatikan uraian di bawah ini!
   1) Angin Topan
   2) Es kutub mencair
   3) Perubahan cuaca yang stabil
   4) Suhu rata-rata bumi meningkat

   Pernyataan yang tidak termasuk dampak pemanasan global terhadap lingkungan ditunjukan oleh nomor……
   a. 2 dan 3
   b. 1 dan 2
   c. 2 dan 4
   d. 3 dan 4
   e. 1 dan 3

   (Indikator: mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, (mengidentifikasi pertanyaan dalam studi ilmiah)

7. Perhatikan pernyataan sebab akibat di bawah ini!

   SEBAB

   Belerang oksida (SO_2) mudah bereaksi dengan uap air membentuk asam sulfat

   AKIBAT

   Belerang oksida (SO_2) di udara dapat menyebabkan hujan asam

   Berdasarkan pernyataan sebab akibat di atas pilihan yang tepat adalah…

   a. Pernyataan benar, alasan benar, dan keduanya menunjukan hubungan sebab dan akibat
   b. Pernyataan benar, alasan benar, tetapi keduanya tidak menunjukan hubungan sebab dan akibat.
   c. Pernyataan benar dan alasan salah.
   d. Pernyataan salah dan alasan benar
   e. Pernyataan dan alasan salah

   (Indikator: menafsirkan data dan bukti ilmiah, (membedakan argumen berdasarkan bukti dan teori ilmiah)

8. Sebuah molekul metana (CH_4) menghasilkan efek pemanasan 23 kali dari molekul karbondioksida (CO_2). Molekul dinitrogen oksida (N_2O) bahkan menghasilkan 300kali dari molekul karbondioksida (CO_2). Jika kota X merupakan kawasan industri pabrik, sedangkan kota Z merupakan kawasan peternakan sapi. Prediksi akibat yang akan terjadi jika masing-masing kota menghasilkan jumlah molekul yang sama berdasarkan informasi di atas adalah…
   a. Kota Z memberikan efek pemanasan global lebih banyak dibandingkan kota X
   b. Kota X memberikan efek pemanasan global lebih banyak dibandingkan kota Z
   c. Kota X memberikan efek pemanasan global yang sama dengan kota Z
   d. Tidak dapat di tentukan kota mana yang memberikan efek pemanasan global lebih banyak.
   e. Semua jawaban benar

   (Indikator: menafsirkan data dan bukti ilmiah, (menganalisis, menafsirkan data dan menarik kesimpulan)

9. Pemanfaatan sampah rumah tangga berupa sayuran, daun-daun bekas atau bungkus makanan untuk makanan ternak merupakan…..
   a. Pemanfaatan secara langsung limbah anorganik
   b. Pemanfaatan secara langsung limbah organik
   c. Pemanfaatan tidak langsung limbah organik
   d. Pemanfaatan tidak langsung limbah anorganik
   e. Fermentasi limbah organik

   (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

10. Pencemaran tanah akibat limbah rumah tangga menyebabkan kematian mikroorganisme tanah. Dampak lebih lanjut dari pencemaran ini adalah….
    a. Bakteri pengurai menjadi tergusur oleh dekomposer lain
    b. Tanah menjadi tandus dan kesuburannya menurun
    c. Korosi pada besi dan logam
    d. Kerusakan hutan, tanaman pertanian dan perkebunan
    e. Tanah mengalami erosi

    (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

ESSAY

1. Jelaskan bagaimana upaya manusia dalam mengatasi dampak perubahan lingkungan! (10 point)
   (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

2. Jelaskan terjadinya *global warming*. Bagaimana dampak *global warming* bagi lingkungan jika terus dibiarkan terjadi? (10 point)
   (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menjelaskan implikasi dari pengetahuan)

3. Jelaskan pengertian dari etika lingkungan dan pentingnya etika lingkungan bagi keberlangsungan hidup? (10 point)
   (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

4. Bagaimana peran kearifan lokal dalam menjaga kelestarian lingkungan? (10 point)
   (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

5. Jelaskan bagaimana cara penanganan limbah organik, anorganik dan limbah B3 (limbah bahan berbahaya dan beracun) ! (10 point)
   (Indikator: Menjelaskan fenomena ilmiah, (menerapkan pengetahuan ilmiah yang sesuai)

JAWABAN ESSAY

1. Misalnya dengan menerapkan sistem tebang pilih diikuti reboisasi, menhindari pembakaran hutan. Mengurangi konservasi lahan pertanian menjadi pemukiman. Selain itu, meningkatkan produksi pangan, intensifikasi pertanian dilakukan secara hati-hati sehingga tidak merugikan lingkungan.
2. *Globaal warming* terjadi karena adanya peningkatan suhu pada atmosfir bumi yang ditimbulkan oleh efek rumah kaca. Efek rumah kaca adalah suatu kondisi suhu bumi yang terus meningkat akibat pemantulan kembali oleh lapisan CO_2 di atmosfer. Jika *global warming* terus dibiarkan maka akan terjadi efek rumah kaca dapat memicu mencairnya es di kutub sehingga terjadi peningkatan tinggi permukaan laut dan mampu menenggelamkan pulau-pulau atau daerah dataran rendah. Efek lain dari *global warming* yaitu perubahan iklim sehingga terjadi pergeseran curah hujan dan kekeringan di beberapa tempat.
3. Etika lingkungan adalah kebijakan moral manusia dalam bergaul dengan lingkungannya. Pentingnya etika lingkungan agar aktivitas yang berhubungan dengan lingkungan dipertimbangkan secara cermat sehingga keseimbangan lingkungan tetap terjaga.

4. Peran kearifan lokal dalam menjaga kelestarian lingkungan yaitu di dalam masyarakat terdapat aturan-aturan untuk menjaga kelestarian lingkungan, contohnya pada masyarakat adat tertentu di Indonesia di desa terpencil atau sekitar hutan ada wilayah tertentu yang dikeramatkan, sehingga penduduk tidak berani melakukan tindakan merusak. Sekedar mengambil kayu bakarpun tidak berani, apalagi melakukan penebangan pohon secara liar. Kita mengenal adanya hutan adat yaitu suatu kawasan hutan yang dijaga oleh masyarakat dengan aturan-aturan adat yang ketat sehingga keberadaan hutan tersebut tetap lestari.
5. Penanganan limbah dapat dilakukan dengan prinsip 3 R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*). *Reduce* (mengurangi) adalah mengurangi sampah dengan menggunakan produk yang tidak sekali pakai langsung dibuang, contohnya yaitu dengan membawa botol minum atau alat makan sendiri sehingga tidak perlu menggunakan berbagai alat makan dan minum sekali pakai. *Reuse* (menggunakan kembali) adalah menggunakan kembali barang yang sudah tidak terpakai, contohnya yaitu pengggunaan kaleng biskuit sebagai kotak penyimpanan barang, penggunaan galon air mineral/ botol minum sebagai pot tanaman. *Recycle* (mendaur ulang) adalah mendaur ulang bahan atau produk yang sudah tidak terpakai menjadi barang yang dapat digunakan kembali, contohnya potongan kain perca/kain yang sudah tidak terpakai dapat di daur ulang menjadi baju,celana atau selimut, penggunssn limbah tempurung kelapa dan ampas tebu untuk diolah menjadi briket arang yang akan digunakan sebagai bahan bakar kebutuhan rumah tangga.

GLOSARIUM

B3	:	Limbah dari bahan berbahaya dan beracun, misalnya merkuri, timbal.
CFC	:	Chloro Fluoro Carbon, atau sering disebut gas freon yang berasal dari kebocoran mesin pendingin ruangan, kulkas, AC mobil.
Degredable	:	Polutan penyebab pencemaran yang dapat diuraikan kembali atau dapat diturunkan sifat bahayanya ke tingkat yang dapat diterima oleh proses alam
Etika Lingkungan	:	Kebijakan moral manusia dalam bergaul dengan lingkungannya
Non Degredable	:	Polutan penyebab pencemaran yang tidak dapat diuraikan secara alami karena bentuk unsurnya kompleks
Pencemaran	:	Masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan, atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Lampiran 2. Validasi Media Berbasis SSI

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Ahli Media

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Tampilan	1. Pemilihan latar (*background)*					
	2. Komposisi warna					
	3. Komposisi gambar					
	4. Komposisi teks					
	5. Tata letak					
	6. Pemilihan jenis huruf (*font*)					
	7. Desain luar produk (*cover*)					
	8. Pemilihan bentuk tombol					
	9. Konsistensi tampilan desain					
	10. Ketepatan penempatan tombol dan ikon					
Pemrograman	1. Konsistensi navigasi					
	2. Kemudahan navigasi					
	3. Kelancaran sistem pemrograman					
	4. Kemudahan pengaksesan informasi berikutnya					
Pembelajaran	1. Kejelasan penggunaan					
	2. Kejelasan pemahaman materi					
	3. Penggunaan bahasa mudah					

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
	dipahami					
	4. Kualitas interaksi dengan pengguna					
	5. Kepraktisan dalam proses pembelajaran					
	6. Pemberian umpan balik dan motivasi					
Jumlah						
Total Skor						
Nilai						

(Sumber: Hapsari, A.M. 2022. *Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook Berbasis Unity Of Science Pada Materi Perubahan Lingkungan*. Semarang: UIN Walisongo)

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Ahli *Socio Scientific Issue* (SSI)

Indikator	Karakteristik	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Nyata	Masalah yang dihadapi adalah nyata bukan buatan					
Relevansi Kontemporer	Masalah dalam media adalah modern dan masih ada hingga saat ini					
Kontroversial	Masalah dalam media pembelajaran dalam bentuk masalah yang					

Indikator	Karakteristik	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
	dapat memicu konflik.					
Kombinasi Teknologi, Sains dan Sosial	Masalah yang disajikan merupakan perpaduan antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan masalah sosial					
Jumlah						
Total Skor						
Nilai						

(Sumber:Shoba,T.M, Hardianti, R.D & Pamelasari,S.D. 2023.Penerapan Pendekatan Socio Scientific Issue (SSI) Berbantuan Modul Elektronik Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. Seminar Nasional IPA XIII, UNNES:Semarang).

Rubik Penilaian

Kriteria	Skor
Sangat Baik (A)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang Baik (D)	2
Sangat Kurang Baik (E)	1

Lampiran 3. Validasi Ahli Materi

INSTRUMEN LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Tampilan	1. Materi sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.					
	2. Kesesuaian materi dengan pendukung kurikulum merdeka					
	3. Sistematika/keruntutan isi materi					
Materi	1. Ketetapan pemilihan materi					
	2. Aktualisasi materi					
	3. Unsur yang terkandung dalam materi					
	4. Cakupan materi untuk mencapai tujuan					
	5. Contoh yang diberikan untuk menjelaskan materi					
	6. Kemenarikan penyampaian materi					
	7. Kejelasan					

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
	dalam penyampaian materi					
	8. Sistematika penyampaian materi					
	9. Keakuratan istilah					
	10. Tingkat pemahaman materi					
Pembelajaran	1. Kejelasan penggunaan petunjuk belajar					
	2. Pemberian umpan balik dan motivasi					
	3. Kesempatan belajar secara mandiri					
	4. Kemungkinan berpengaruh kuat terhadap siswa					
	5. Kualitas soal untuk pemahaman konsep					
	6. Meningkatkan kreativitas siswa					
	7. Meningkatkan literasi sains siswa					
Jumlah						
Total Skor						

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Nilai						

(Sumber: Hapsari, A.M. 2022*. Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook Berbasis Unity Of Science Pada Materi Perubahan Lingkungan*. Semarang: UIN Walisongo)

Rubik Penilaian

Kriteria	Skor
Sangat Baik (A)	5
Baik (B)	4
Cukup (C)	3
Kurang Baik (D)	2
Sangat Kurang Baik (E)	1

Lampiran 4. Validasi Ahli Literasi Sains

INSTRUMEN LEMBAR VALIDASI AHLI LITERASI SAINS

No	Aspek Yang Diukur	Kompetensi	Indikator	Pilihan Penilaian				
				SB	B	CB	KB	SKB
1.	Aspek Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	- Mengidentifikasi pendapat ilmiah yang valid.					
			- Menerapkan pengetahuan sains dalam bentuk praktikum.					
2.	Aspek Proses	Mengidentifikasi isu sains	- Mengenali isu yang dapat diselidiki secara ilmiah					
		Menggunakan bukti ilmiah	- Mengidentifikasi asumsi, bukti					

No	Aspek Yang Diukur	Kompetensi	Indikator	Pilihan Penilaian				
				SB	B	CB	KB	SKB
			dan alasan					
3.	Aspek Konteks	Internalisasi	- Membuat grafik secara tepat dari data					
			- Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk statistik dasar					
4.	Aspek Pengetahuan	Fenomena Sains	- Memahami fenomena sains					
			- Menganalisis dan menafsirkan data dan menarik					

No	Aspek Yang Diukur	Kompetensi	Indikator	Pilihan Penilaian				
				SB	B	CB	KB	SKB
			kesimpulan yang tepat					
Jumlah								
Total Skor								
Nilai								

(Sumber: Putri,D.A. 2022. Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X SMAN 16 Bandar Lampung. Lampung : Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung)

Rubik Penilaian

Kategori	Interval
Sangat tinggi	100-86
Tinggi	85-76
Sedang	75-60
Rendah	59-55
Sangat Rendah	≤54

Lampiran 5. Wawancara Guru Biologi

Pertanyaan	Jawaban
Berapa jumlah kelas X yang ibu ampu di SMA Negeri 14 Semarang?	6 Kelas (X5,X6,X7,X8,X9)
Berapa jam pelajaran yang ibu ampuh di kelas X selama 1 Minggu?	18 JP
Kurikulum apa saja yang digunakan oleh sekolah saat ini?	Kelas 10 dan 11 menggunakan kurikulum merdeka, sedangkan kelas 12 menggunakan kurikulum 2013
Bagaimana kendala yang dialami ibu selama mengajar biologi?	Memahami karakter belajar tiap peserta didik yang berbeda-beda.
Apa model dan metode pembelajaran yang sering digunakan ibu dalam kegiatan pembelajaran?	Model pembelajaran yang sering digunakan yaitu discovery learning berbasis masalah PBL (Problem based learning)
Media apa saja yang biasanya ibu gunakan saat pembelajaran	Menggunakan power point, lembar diskusi, video
Media yang digunakan dalam materi perubahan lingkungan yang biasanya digunakan di SMA 14 Semarang	Mencontohkan masalah di lingkungan sekolah dan lingkungan rumah
Sumber belajar apa saja yang digunakan ibu di kelas?	Buku paket erlangga, dari internet dan buku pendamping seperti LKS
Apakah di sekolah SMA Negeri 14 Semarang termasuk sekolah Adiwiyata mandiri ?	Iyah termasuk sekolah adiwiyata mandiri
Apakah di SMA 14 Semarang sudah menerapkan pembelajaran berwawasan lingkungan? Terutama pada pembelajaran biologi (contohnya pembuatan pupuk kompos, pembuatan briket arang dari sampah, atau pembuatan	Sudah, pembuatan kompos dan ecoenzim sudah diterapkan di sekolah dan sudah diterapkan juga pada kegiatan P5

Pertanyaan	Jawaban
kerajinan dari sampah plastik yang memiliki nilai jual)	
Apakah di sekolah SMA Negeri 24 Semarang sudah pernah dilakukan pengukuran literasi sains pada peserta didik?	Belum pernah dilakukan pengukuran literasi sains pada peserta didik
Apakah di SMA Negeri 14 Semarang sudah memiliki media pembelajaran berupa *e-flipbook* berbasis *socio scientoific issue* (SSI)?	Belum ada
Apakah buku yang digunakan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran sudah berorientasi Socio Scientific Issue (SSI)? (pendekatan pembelajaran yang dikaitkan tentang isu kontroversial yang berkaitan dengan sains)	Biasanya dalam pembelajaran biologi sudah mengaitkan antara sains dengan permasalahan sosial.

Lampiran 6. Wawancara Peserta Didik

Pertanyaan	Jawaban
Kurikulum yang digunakan di SMA Negeri 14 Semarang di kelas X?	Kurikulum merdeka
Apakah kalian suka membaca?	Peserta didik yang suka membaca 78%, dan peserta didik yang tidak suka membaca 22%
Apakah pembelajaran biologi pernah dilakukan di luar kelas? Seperti laboratorium dan pengamatan secara langsung di alam?	Peserta didik yang menjawab sering 2%, Peserta didik yang menjawab tidak pernah 8%, Peserta didik yang menjawab kadang-kadang 90%
Apasaja buku pegangan yang dibuat referensi pada saat pembelajaran?	LKS, LKPD, buku paket biologi kelas X
Apakah pembelajaran biologi di sekolah pernah menggunakan media *e-flipbook* ?	100% peserta didik menjawab tidak
Metode pembelajaran apa saja yang sering digunakan guru dalam proses pembelajaran?	14% demonstrasi, 24% diskusi, dan 62% ceramah
Apakah siswa tau mengenai *socio scientific issue* (SSI)?	14% tau, 86% tidak tau
Apakah ada kesulitan/kendala selama pembelajaran biologi berlangsung?	Media yang digunakan kurang (buku paket, buku lks) 2%, kekurangan alat/bahan laboratorium 6%, pembelajaran yang disampaikan membosankan 32%, tidak ada kendala 60%
Tuliskan keluh kesah kamu ketika belajar biologi?	Materinya bilogi sulit untiuk dipahami, ngantuk, usahakan lebih banyak praktik dibandingkan materi, jangan terlalu banyak ceramah karena akan membuat peserta didik

Pertanyaan	Jawaban
	lebih cepat bosan, sering pembelajaran di luar kelas.
Tuliskan saran kamu agar pembelajaran biologi lebih menarik dan menyenangkan	Lebih sering belajar di luar kelas, lebih sering praktik dibandingkan materi, dapat menggunakan media yang bervariasi contohnya *e-flipbook*, diberikan game/*ice breaking* agar tidak mengantuk

Lampiran 7. Daftar Nilai X5

	DAFTAR NILAI PESERTA DIDIK KELAS X SISWA SMA NEGERI 14 SEMARANG										
		Virus				Keanekarag.			Klasifikasi		
No	Nama	LKS	Resum	PSB	Poster	F1	F2	S2	Laporan		PSAS
1	Akbar Atka Yamesa A	85	83	56	82	85	85	85	80	84	46
2	Akhla Dzakwan	80	39	39	70	70	85	80	86	80	49
3	Alya Putri Malika	83	58	53	78	83	85	85	85	85	55
4	Alyssa Na'afiazahra	85	83	61	84	83	85	85	85	85	63
5	Atha Resky Ananta	77	42	40	79	83	70	84	86	81	45
7	Azriel Febiansyah	85	68	78	77	70	70	70	86	74	40
8	Az-Zahra Sheilla Feb	87	57	52	83	85	85	84	80	84	63
9	Carissa Putri Dhamay	77	82	72	82	85	85	84	85	85	71
10	Chelsa Choirunnisa	85	35	30	70	70	70	70	85	74	29
11	Danurendra Ziggy Pra	87	98	87	86	85	85	83	85	85	80
12	Dini Winarti	77	72	49	87	85	85	84	80	84	58
13	Faradita Asyla Putri	85	64	53	84	70	85	85	86	82	58
14	Farid Dwi Prasetiyo	77	57	32	70	70	70	85	75	75	18
15	Ganis Revanda Prata	86	69	69	83	80	70	82	85	79	36
16	Junita Selviana Putri	80	43	36	70	70	70	84	86	78	34
17	Kayla Pramudya Putr	82	90	83	83	85	85	85	85	85	88
18	Keisha Alexandria Pu	86	73	77	84	70	70	70	87	74	65
19	Keysia Putri Oliviani	82	87	83	83	85	85	85	87	86	73
20	Luthfi Hakim	85	83	91	81	85	85	83	85	85	68
21	Maura Arafah Riquelr	87	81	65	84	85	85	83	85	85	63
22	Mizan Tsalis Hilal Mag	85	78	70	82	83	85	84	85	84	41
23	Muhammad Rafid Ral	82	69	58	83	70	70	70	80	73	48
24	Muhammad Satria Ab	80	53	40	70	70	70	70	85	74	43
25	Nabila Serlykinasasya	82	49	40	84	85	85	85	80	84	35
26	Nadya Shafwah	85	45	32	83	75	85	84	85	82	34
27	Retno Qumalasari	80	52	39	70	85	84	85	85	85	36
28	Revan Maulana	78	66	64	83	85	70	84	85	81	40
29	Rizky Yusro Khasana	85	46	47	83	85	85	85	85	85	38
30	Rizky Zahwa Raya Pu	77	58	59	83	80	70	80	85	79	29
31	Sains Adjie Activianto	82	68	51	84	70	83	85	85	81	35
32	Salsabila Cassy Anin	85	72	80	84	85	85	85	86	85	66
33	Shabilla Fajrin Citra A	85	98	98	84	86	85	84	86	85	81
34	Sophitia Azahra	85	78	75	86	85	85	83	85	85	46
35	Veyleen Andrea	85	76	81	80	85	85	85	85	85	48
36	Yahra Ilmiatus Sania	77	45	54	70	83	70	84	85	81	45

Lampiran 8. Daftar Nilai X6

DAFTAR NILAI PESERTA DIDIK KELAS X SMA NEGERI 14 SEMARANG								
		Virus						
No	Nama	LKS	Poster	Resum	PSB	Nilai tengah	PSAS	
1	Adinda Saraswati	70	60	60	23	65	39	59
2	Ahmad Hamdani Assya	70	70	32	30	51	29	49
3	Alfay Nadhif Bhara Wica	77	77	45	50	61	59	79
4	Andara Debi Prameswu	78	81	45	31	61.5	61	81
5	Arjun Bintang Adennov	73	70	69	60	71	56	76
6	Arya Andika Pratama	72	83	50	37	61	25	45
7	Athiyya Ayunanda	72	81	61	48	66.5	50	70
8	Ayundira Nurita Oktakira	82	79	59	52	70.5	53	73
9	Berliana Ramadani	83	82	72	87	77.5	84	104
10	Chelsea Ade Nadya	80	80	59	66	69.5	60	80
11	Chelsea Arthalita Hasna	78	84	70	49	74	46	66
12	Destada Alta Kania Wib	82	84	71	76	76.5	75	95
13	Dhini Aila Kiandra	80	80	81	60	80.5	74	94
14	Dikki Dodi Noviyanto	70	70	60	22	65	30	50
15	Dimas Rayhan Pratham	81	70	41	47	61	48	68
16	Firmansyah Aji Handina	75	70	34	41	54.5	43	63
17	Judith Nayaka Putra	72	70	55	48	63.5	51	71
18	Keisha Alvina Putri	81	83	67	79	74	58	78
19	Kharisma Setiana Dwi R	72	75	60	34	66	33	53
20	Maulida Mareta Putri	80	81	85	77	82.5	84	104
21	Miko Agus Prasetiyo	78	78	63	37	70.5	49	69
22	Muhammad Aria Zamria	78	82	47	55	62.5	58	78
23	Muhammad Sulaiman K	74	70	69	62	71.5	63	83
24	Okiiki Nokiitaki Riyadi	73	77	70	60	71.5	50	70
25	Rahmawati	72	82	35	45	53.5	25	45
26	Reynggar Dyaning Hati S	79	85	82	64	80.5	76	96
27	Risal Firmansyah	77	80	51	50	64	49	69
28	Risma Sella Trianita	80	80	83	79	81.5	56	76
29	Rizky Alfa Aditya	78	75	39	51	58.5	30	50
30	Satrio Addy Wicaksono	78	70	45	66	61.5	56	76
31	Siti Nazhera Althafunnis	80	77	66	52	73	60	80
32	Syafira Chaerani Ramac	79	73	61	67	70	83	103
33	Tanaya Puspita Arum	80	78	37	30	58.5	36	56
34	Valerie Angelica Wijaya	80	83	61	35	70.5	46	66
35	Variska Jenie Pratiwi	73	77	64	40	68.5	31	51
36	Yaqdhan Rakha Rahma	70	70	43	31	56.5	35	55

Lampiran 9. Daftar Nilai X7

	DAFTAR NILAI PESERTA DIDIK KELAS X SMA NEGERI 14 SEMARANG						
No	Nama	Virus LKS	Poster	Resume	PSB	LKPD	PSAS
1	Adika Luthfi Budiono	72	70	70	40	90	30
2	Aika Mahardeka Rani	80	86	56	55	80	40
3	Aisya Khusnul Maulid	79	86	53	52	90	61
4	Aji Mukti	60	70	38	27	70	38
5	Akbar Rizkika	60	70	55	36	90	29
6	Azra Arifa Hernita	77	84	73	55	90	60
7	Desfina Maharani	75	81	80	19	90	44
8	Farrel Eka Praditya	79	84	67	77	90	81
10	Ilham Putra Zavero	79	70	53	32	90	33
11	Ilham Satrio Wicaksor	60	84	71	78	90	55
12	Jesica Putri Aulia	75	82	37	21	90	23
13	Kirana Almiranda	76	82	85	47	90	39
14	Lala Rahmawati	80	70	36	16	90	25
15	Masara Fat'han Nurro	60	70	51	32	90	29
16	Meyta Salsabiila Pute	83	86	78	72	90	69
17	Mezzaluna Shadea A	81	84	79	58	90	47
18	Muhammad Anantyo I	83	70	79	69	90	70
19	Muhammad Ilham	60	84	49	35	90	25
20	Muhammad Luthfi Far	60	70	43	5	70	24
21	Muhammad Rasyah A	60	70	56	27	90	38
22	Nabila Arinda Syahpu	79	84	56	35	90	59
23	Naura Oktavia Firdaus	79	85	49	60	90	69
24	Noni Aliffah Puteri	78	86	69	60	90	91
25	Prassa Erica Cahaya	60	84	44	50	90	53
26	Rayhana Fadya Saws	79	86	64	54	90	60
27	Renjiro Rexa Putra Pu	72	70	31	31	90	34
28	Reza Agustyo Aji Prat	72	77	48	33	90	36
29	Rhino Fitra Wijaya	60	80	70	23	90	25
30	Rino Dwi Febriyanto	78	70	70	32	90	45
31	Rio Lucky Hartawan	60	70	52	14	90	19
32	Rizqi Inas Syoraya	80	78	42	25	90	29
33	Sabitha Salwa Nida	77	84	57	51	90	56
34	Syakura Putri Revanik	80	85	56	56	90	68
35	Syaloum Nayla Sofa	81	87	74	76	90	78
36	Tsania Diva Aristawati	73	85	70	69	90	54

Lampiran 10. Daftar Nilai X8

	DAFTAR NILAI PESERTA DIDIK KELAS X SMA NEGERI 14 SEMARANG										
		Virus				Keanekaragaman Hayati					
No	Nama	LKS	Poster	Resum	PSB	LKS	LKPD	LKPD			PSAS
1	Advent Yus Saputra	79	70	47	35	70	90	90	57.8	83.3	41
2	Albert Yeriko Putra	72	70	54	55	70	90	90	62.8	83.3	56
3	Alena Devania Christian	82	83	50	47	85	90	90	65.5	88.3	61
4	Anindya Cinta Novela	72	70	38	41	85	90	90	55.3	88.3	38
5	Athalla Putra Maslan	80	86	75	69	85	90	85	77.5	86.7	59
6	Aulia Zahwa Salsabila	80	70	31	48	85	90	90	57.3	88.3	36
7	Cahaya Keysha Maretha	80	70	29	39	85	90	90	54.5	88.3	43
8	Daffa Soni Rajendra	72	75	26	23	85	90	85	49	86.7	30
9	Devin Putra Aryaguna	72	70	54	49	70	90	90	61.3	83.3	49
10	Ezra Janet Agdya	79	76	66	55	85	90	90	69	88.3	71
11	Glenn Farel Aquilla Woh	82	85	88	79	85	85	90	83.5	86.7	85
12	Hidayat Nur Murtadhoh	76	70	43	34	85	90	90	55.8	88.3	16
13	Ivan Fausta Permana	80	86	73	76	85	90	90	78.8	88.3	45
14	Ivan Lanang Romeiro	60	70	43	34	70	90	90	51.8	83.3	30
15	Karina Aurell	79	73	39	27	85	90	70	54.5	81.7	34
16	M. Deva Maulana Jibril	60	70	41	30	70	90	90	50.3	83.3	35
17	Melanie Ramadhani	82	86	92	87	85	85	90	86.8	86.7	91
18	Muchammad Ariel Orteg	80	86	39	31	85	90	85	59	86.7	36
19	Nafisa Adella Diniarrifa	82	84	69	46	85	90	90	70.3	88.3	46
20	Nailah Salsabila	79	84	45	46	85	90	90	63.5	88.3	46
21	Nastya Primaningtyas	82	88	69	78	85	90	90	79.3	88.3	83
22	Nurul Herlina Wulandari	72	70	39	35	85	90	85	54	86.7	43
23	Rafael Ferrel Pratama	82	80	74	59	85	90	90	73.8	88.3	56
24	Regina Marta Savila	78	83	72	37	85	90	90	67.5	88.3	48
25	Regita Pramesty Avanza	82	86	82	74	85	90	90	81	88.3	71
26	Reva Wahyu Trihapsari	70	84	14	16	85	90	90	46	88.3	19
27	Ruth Sevilla Abelita Nidiy	78	84	79	78	85	85	90	79.8	86.7	58
28	Sabila Nur Yuanita	72	70	21	30	85	90	90	48.3	88.3	39
29	Steven Christian Widodo	70	70	44	38	85	90	85	55.5	86.7	31
30	Surya Candra Kartika	60	70	20	37	85	90	90	46.8	88.3	48
31	Tio Farel Wibowo	60	70	34	26	85	90	90	47.5	88.3	33
32	Viky Dwi Valentino	79	82	62	24	85	85	85	61.8	85	41
33	Winda Candra Dewi	81	85	85	80	85	90	90	82.8	88.3	76
34	Wisnu Satrio Utomo	60	70	20	31	85	85	90	45.3	86.7	44
35	Zelosa Yuna Ariella	79	86	83	64	85	90	90	78	88.3	76
36	Zidan Damar Hakan Uma	80	85	48	44	85	90	85	64.3	86.7	50

Lampiran 11. Daftar Nilai X9

	DAFTAR NILAI PESERTA DIDIK KELAS X SMA NEGERI 14 SEMARANG						
		Virus					
No	Nama	LKS	Resum	Poster	PSB		PSAS
1	Adli Azhar Mussoddaq		36	70	45	40.5	45
2	Ahmad Zulfikar		61	83	64	62.5	69
3	Amanda Latifah Hakim		75	86	79	77	66
4	Angelique Joycelyn Prayitno		71	80	51	61	54
5	Camelia Yasmin Sabila		32	70	22	27	25
6	Caroline Lysandra		67	84	82	74.5	63
7	Cicilia Putri Sekar Sari Arinia De		71	86	81	76	75
8	Cinta Andara Putri		74	82	39	56.5	49
9	Destiana Putri		59	77	20	39.5	41
10	Deswita Maharani		47	82	25	36	59
11	Dewi Widyadhana		72	86	82	77	81
12	Ernesto Che Guevara Magno Da		20	70	54	37	31
13	Eva Dewi Aryanti		55	84	47	51	59
14	Farel Ferdiansyah		40	78	36	38	59
15	Funny Alyari S		44	78	78	61	56
16	Gisella Verliz Thalita		80	84	72	76	68
17	Hanif Ikhlas Sanusi		57	84	64	60.5	61
18	Kaesa Putra Santosa		43	70	38	40.5	36
19	Matthew Aditya Wimatra		81	83	83	82	64
20	Muhamad Faishal Yuliyanto		47	82	59	53	59
21	Muhammad Abdul Syaid		20	70	58	39	60
22	Nadya As Syifa Arifiani		45	84	62	53.5	55
23	Nuri Maida Wimala		39	86	81	60	71
24	Paulus Reinardi		82	86	76	79	64
25	Pranandya Sri Buana Z		69	77	72	70.5	87
26	Raissa Puspita Wahyu Arleta		75	85	77	76	80
27	Satria Badra Saputra		74	84	53	63.5	53
28	Siti Mustafiroh		53	86	34	43.5	29
29	Tafta Vahriza Putra		57	75	49	53	40
30	Wahyu Utomo		33	75	38	35.5	35

Lampiran 12. Nilai Latihan Soal X9

Nilai Latihan Soal Perubahan Lingkungan

Kelas X9

No	Nama	Nilai		Total Nilai
		Pilihan Ganda	Essay	
1.	Adli Azhar Mussoddaq	35	15	50
2.	Ahmad Zulfikar	25	25	50
3.	Amanda Latifah Hakim	40	20	60
4.	Angelique Joycelyn Prayitno	25	20	45
5.	Camelia Yasmin	30	15	45
6.	Caroline Lysandra	30	30	60
7.	Cicilia Putri Sekar Sari Amia Dewi	35	30	65
8.	Cinta Andara Putri	20	30	50
9.	Destiana Putri	30	25	55
10	Deswita Maharani	20	15	35
11.	Dewi Widyadhana	40	30	70
12.	Ernesto Che Guevara Magno Da Silva	30	30	60
13.	Eva Dewi Aryanti	35	30	65
14.	Farel Ferdiansyah	15	40	55
15.	Funny Alyari S	30	30	60
16.	Gisella Verliz Thalita	35	30	65
17.	Hanif Ikhlas Sanusi	25	40	65
18.	Kaesa Putra Santosa	30	35	65
19.	Matthew Aditya Wimatra	30	30	60
20.	Muhamad Faishal Yulianto	20	35	55
21.	Muhammad Abdul Syaid	20	30	50
22.	Nadya As Syifa Arifiani	35	30	65
23.	Nuri Maida Wimala	25	30	55
24.	Paulus Reinaldi	25	30	55
25.	Pranandya Sri Buana Z	30	30	60
26.	Raissa Puspita Wahyu Arletta	40	20	60
27.	Satria Badra Saputra	30	25	55
28.	Siti Mustafiroh	20	25	45
29.	Tafta Vahriza Putra	10	20	30
30.	Wahyu Utomo	30	30	60
Rata-Rata				55,7

Lampiran 13. Surat Izin Observasi

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

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185 Telepon (024) 76433366

Nomor : B-2647/Un.10.8/J.8/PP.00.9/04/2023 20 November 2023
Lamp. : -
Hal : Permohonan Izin Observasi

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 16 Semarang
di Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan untuk memenuhi tugas akhir program S.1 Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang, mahasiswa kami atas nama :

Nama : Nafi'ah Nurul Aini
NIM : 2008086045
Jurusan : Prodi Pendidikan Biologi

Oleh karena itu, kami mohon sudilah kiranya bapak/ibu memberikan ijin mahasiswa kami untuk melakukan observasi pra riset di Sekolah/Madrasah yang Bapak/Ibu Pimpin.
Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan teimakasih.
Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Lilisyono, M.Pd.
NIP. 19691016200811008

Lampiran 14. Penunjukan Dosen Pembimbing

KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jalan Prof. Dr. H. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185
Telepon (024) 76433366, Website: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B-8849/Un.10.8/J.8/PP.00.9/12/2023 13 Desember 2023
Lamp. : -
Hal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Yth.
Bapak/Ibu Dosen
Di UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Jurusan Pendidikan Biologi, maka Fakultas Sains dan Teknologi menyetujui judul skripsi mahasiswa:

Nama : Nafi'ah Nurul Aini
NIM : 2008086045
Judul : Pengembangan Media Pembelajaran E-flibook Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X Di SMA Negeri 14 Semarang

dan menunjuk Bapak/Ibu:

1. Chusnul Adib Ahmad, M.Si. sebagai pembimbing metode
2. Dr. Listyono, M.Pd. sebagai pembimbing materi

Demikian pemberitahuan ini kami sampaikan, atas perkenan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 19691016200811008

Tembusan:
1. Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip jurusan

Lampiran 15. Penunjukan Dosen Validator

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

Jalan Prof. Dr. H. Hamka Kampus II Ngaliyan Semarang 50185
Telepon (024) 76433366, Website: fst.walisongo.ac.id

Nomor : **B-992/Un.10.8/J.8/PP.00.9/03/2018** **Kamis, 02 Mei 2024**
Lamp. : -
Hal : Surat Permohonan menjadi Validator

Yth.
Bapak/Ibu
1. Widi Cahya Adi, M. Pd.
2. Anif Rizqianti Hariz, S.T., M.Si.
3. Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc.
UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Berdasarkan pertimbangan dari dosen pembimbing, maka diperlukan validasi pada produk skripsi mahasiswa:

Nama	:	Nafi'ah Nurul Aini
NIM	:	2008086045
Judul	:	**Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X**

Oleh karena itu kami meminta kesediaan Bapak/Ibu untuk menjadi Validator Kuisioner pada skripsi tersebut.
Demikian surat permohonan ini kami sampaikan, atas perkenan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Listyono, M.Pd.
NIP. 196910162008011008

Tembusan:
1. Dekan FST UIN Walisongo sebagai laporan
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip jurusan

Lampiran 16. Surat Selesai Penelitian

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SMA NEGERI 14 SEMARANG
Jalan Kokrosono Semarang, Kelurahan Panggung Lor, Kecamatan Semarang Utara
Kode Pos 0177 (024) 3513404 Fax (024) 3564343
Email sman14smg_padblass@yahoo.com *Web* http://sman14-smg.sch.id

SURAT KETERANGAN
Nomor 070/0336/VI/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	: Aniek Windrayani, S.Pd., M.Pd.
NIP	: 19730923 199903 2 007
Pangkat/Gol	: Pembina, IVa
Jabatan	: Kepala Sekolah

Menerangkan dengan sebenarnya bahwa :

Nama	: Nafi'ah Nurul Aini
NIM	: 2008086045
Program Studi	: Fakultas Sains dan Teknologi, S1
Perguruan Tinggi	: Universitas Islam Negeri Walisongo (UIN) Semarang
Kegiatan	: Penelitian dengan Siswa dan Guru SMA Negeri 14 Semarang

Bahwa yang bersangkutan telah melakukan pengambilan data penelitian dalam rangka penelitian skripsi dengan judul **"Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan X"** pada tanggal 5 Desember 2023 s.d. 12 Juni 2024.

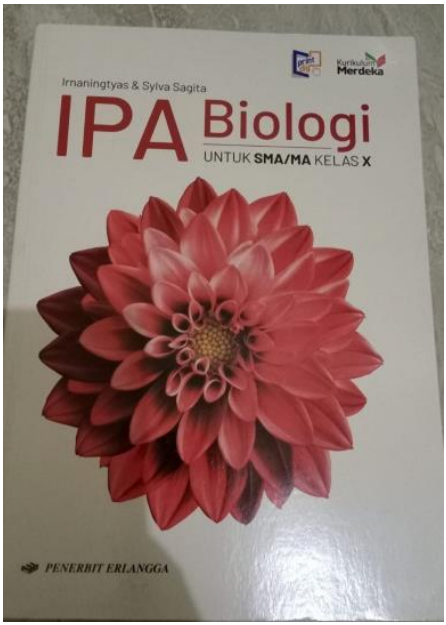
Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

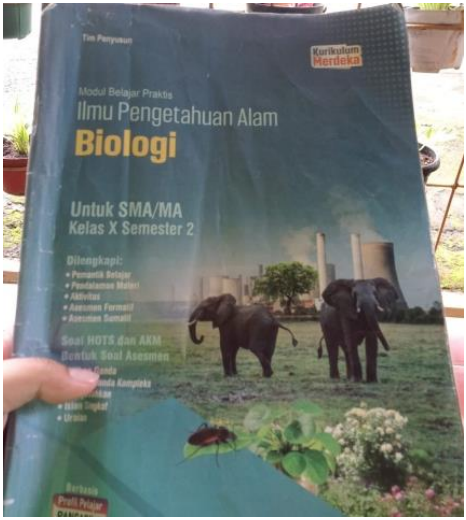
Semarang, 19 Juni 2024
Kepala Sekolah,

PEMPROV JATENG SMAN 14 SEMARANG

Aniek Windrayani, S.Pd., M.Pd.,
Pembina Tingkat I, IVb
NIP 19730923 199903 2 007

Lampiran 17. Sumber Belajar





Lampiran 18. Hasil Validasi Media SSI

INSTRUMEN LEMBAR VALIDASI AHLI MEDIA
BERBASIS *SOCIO SCIENTIFIC ISSUE* (SSI)

Judul Skripsi	:Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X
Nama Penyusun	: Nafi'ah Nurul Aini
Pembimbing	: 1. Chusnul Adib Achmad, M.Si 2. Dr. Listyono, M.Pd.
Nama Validator	: Widi Cahya Adi, M.Pd.
Hari/Tanggal	: Jum'at, 31 Mei 2024

Bapak/Ibu yang saya hormati
Saya sebagai peneliti memohon bantuan kepada Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi berikut ini. Lembar validasi ini ditujukan untuk mengetahui penilaian Bapak/Ibu selaku Ahli Media Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI) terhadap media pembelajaran *e-flipbook* yang dikembangkan oleh peneliti. Pendapat, saran, masukan dan penilaian yang telah Bapak/Ibu berikan sangat bermanfaat bagi peneliti guna memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Oleh karena itu, atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi di bawah ini, saya ucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

Lembar validasi ini bertujuan untuk menganalisis pendapat Bapak/Ibu selaku validator ahli media berbasis *socio scientific issue* (SSI) terhadap kelayakan media pembelajaran *e-flipbook* untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X.

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar validasi ini dengan memilih skala penilaian yang tertera. Berilah tanda "✓" pada salah satu kriteria penilaian.
2. Gunakan skala penilaian berikut ini untuk memberikan penilaian:

Kriteria	Skor Nilai
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup Baik (CB)	3
Kurang Baik (KB)	2
Sangat Kurang Baik (SKB)	1

3. Apabila penilaian Bapak/Ibu 1 atau 2 Maka berilah saran untuk hal-hal apa yang menyebabkan kekurangan atau perlunya penambahan sesuatu yang lebih baik.
4. Berilah kesimpulan dari hasil penilaian Bapak/Ibu terhadap media pembelajaran *e-flipbook* ini.

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Ahli Media

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Tampilan	1. Pemilihan latar (*background*)		✓			
	2. Komposisi warna	✓				
	3. Komposisi gambar			✓		
	4. Komposisi teks			✓		
	5. Tata letak		✓			
	6. Pemilihan jenis huruf (*font*)		✓			
	7. Desain luar produk (*cover*)		✓			
	8. Pemilihan bentuk tombol		✓			
	9. Konsistensi tampilan desain		✓			
	10. Ketepatan penempatan tombol dan ikon	✓				
Pemrograman	1. Konsistensi navigasi		✓			
	2. Kemudahan navigasi	✓				
	3. Kelancaran sistem pemrograman		✓			
	4. Kemudahan pengaksesan informasi berikutnya		✓			
Pembelajaran	1. Kejelasan penggunaan		✓			
	2. Kejelasan pemahaman materi		✓			
	3. Penggunaan bahasa mudah dipahami		✓			
	4. Kualitas interaksi dengan pengguna	✓				
	5. Kepraktisan dalam proses pembelajaran	✓				
	6. Pemberian umpan balik dan motivasi			✓		
Jumlah		25	48	9		
Total Skor		82				
Nilai		82				

(Sumber: Hapsari, A.M. 2022. *Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook Berbasis Unity Of Science Pada Materi Perubahan Lingkungan*. Semarang: UIN Walisongo)

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Ahli *Socio Scientific Issue* (SSI)

Indikator	Karakteristik	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Nyata	Masalah yang dihadapi adalah nyata bukan buatan		✓			
Relevansi Kontemporer	Masalah dalam media adalah modern dan masih ada hingga saat ini		✓			
Kontroversial	Masalah dalam media pembelajaran dalam bentuk masalah yang dapat memicu konflik.		✓			
Kombinasi Teknologi, Sains dan Sosial	Masalah yang disajikan merupakan perpaduan antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan masalah sosial		✓			
Jumlah			16			
Total Skor			16			
Nilai			80			

(Sumber:Shoba,T.M, Hardianti, R.D & Pamelasari,S.D. 2023.Penerapan Pendekatan Socio Scientific Issue (SSI) Berbantuan Modul Elektronik Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. Seminar Nasional IPA XIII, UNNES:Semarang).

B. Komentar, saran dan masukan Bapak/Ibu secara keseluruhan terhadap media pembelajaran

Produk sudah melalui tahapan revisi beberapa kali sehingga sudah dapat digunakan di lapangan

C. Kategori hasil penilaian

Data yang diperoleh dari angket di analisis secara deskriptif presentase dengan menggunakan rumus presentase sebagai berikut:

$$Presentase = \frac{Jumlah\ Skor\ Lembar\ Validasi}{Skor\ Maksimal} \times 100\%$$

Selanjutnya presentase kelayakan yang di dapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

Tabel kriteria kelayakan

Kriteria Validasi	Tingkat Validitas
0-20%	Sangat tidak layak
21-40%	Tidak layak
41-60%	Cukup layak
61-80%	Layak
81-100%	Sangat layak

(Sumber: Arikunto, 2013).

D. Kesimpulan

Dengan demikian media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X.

a. Layak digunakan tanpa revisi
b. Layak digunakan dengan revisi
c. Tidak layak digunakan

Mohon diberi tanda lingkaran pada nomer yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

Semarang, 31 Mei 2021

Validator Ahli Media Berbasis *Socio Scientific Issue* (SSI)

Widi Cahya Adi, M.Pd.
NIP. 199206192019031014

Lampiran 19. Hasil Validasi Ahli Materi

INSTRUMEN LEMBAR VALIDASI AHLI MATERI

Judul Skripsi	:Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X
Nama Penyusun	: Nafi'ah Nurul Aini
Pembimbing	: 1. Chusnul Adib Achmad, M.Si 2. Dr. Listyono, M.Pd.
Nama Validator	: Anif Rizqianti Hariz, S.T., M.Si.
Hari/Tanggal	: Selasa / 11-6-2024

Bapak/Ibu yang saya hormati

Saya sebagai peneliti memohon bantuan kepada Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi berikut ini. Lembar validasi ini ditujukan untuk mengetahui penilaian Bapak/Ibu selaku Ahli Materi terhadap media pembelajaran *e-flipbook* yang dikembangkan oleh peneliti. Pendapat, saran, masukan dan penilaian yang telah Bapak/Ibu berikan sangat bermanfaat bagi peneliti guna memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Oleh karena itu, atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi di bawah ini, saya ucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

Lembar validasi ini bertujuan untuk menganalisis pendapat Bapak/Ibu selaku validator ahli materi terhadap kelayakan media pembelajaran *e-flipbook* untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X.

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar validasi ini dengan memilih skala penilaian yang tertera. Berilah tanda "✓" pada salah satu kriteria penilaian.
2. Gunakan skala penilaian berikut ini untuk memberikan penilaian:

Kriteria	Skor Nilai
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup Baik (CB)	3
Kurang Baik (KB)	2
Sangat Kurang Baik (SKB)	1

3. Apabila penilaian Bapak/Ibu 1 atau 2 Maka berilah saran untuk hal-hal apa yang menyebabkan kekurangan atau perlunya penambahan sesuatu yang lebih baik.
4. Berilah kesimpulan dari hasil penilaian Bapak/Ibu terhadap media pembelajaran *e-flipbook* ini.

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Ahli Materi

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Tampilan	1. Materi sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.	√				
	2. Kesesuaian materi dengan pendukung kurikulum merdeka	√				
	3. Sistematika/keruntutan isi materi		√			
Materi	1. Ketetapan pemilihan materi		√			
	2. Aktualisasi materi		√			
	3. Unsur yang terkandung dalam materi		√			
	4. Cakupan materi untuk mencapai tujuan		√			
	5. Contoh yang diberikan untuk menjelaskan materi		√			
	6. Kemenarikan penyampaian materi	√				
	7. Kejelasan dalam penyampaian materi		√			
	8. Sistematika penyampaian materi		√			
	9. Keakuratan istilah		√			
	10. Tingkat pemahaman materi		√			
Pembelajaran	1. Kejelasan penggunaan petunjuk belajar	√				
	2. Pemberian umpan balik dan motivasi		√			
	3. Kesempatan belajar secara mandiri	√				
	4. Kemungkinan berpengaruh kuat terhadap siswa		√			
	5. Kualitas soal untuk pemahaman konsep		√			
	6. Meningkatkan kreativitas siswa		√			
	7. Meningkatkan literasi sains siswa		√			

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Jumlah		5	15			
Total Skor		25	60			
Nilai		85				

(Sumber: Hapsari, A.M. 2022. *Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook Berbasis Unity Of Science Pada Materi Perubahan Lingkungan*. Semarang: UIN Walisongo)

B. Komentar, saran dan masukan Bapak/Ibu secara keseluruhan terhadap media pembelajaran

.....
.....
.....
.....
.....

C. Kategori hasil penilaian

Data yang diperoleh dari angket di analisis secara deskriptif presentase dengan menggunakan rumus presentase sebagai berikut:

$$Presentase = \frac{Jumlah\ Skor\ Lembar\ Validasi}{Skor\ Maksimal} \times 100\%$$

Selanjutnya presentase kelayakan yang di dapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:

Tabel kriteria kelayakan

Kriteria Validasi	Tingkat Validitas
0-20%	Sangat tidak layak
21-40%	Tidak layak
41-60%	Cukup layak
61-80%	Layak
81-100%	Sangat layak

(Sumber: Arikunto, 2013).

D. Kesimpulan

Dengan demikian media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X.

a. Layak digunakan tanpa revisi
b. Layak digunakan dengan revisi
c. Tidak layak digunakan

Mohon diberi tanda lingkaran pada nomer yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

Semarang, 11 - 6 - 2024

Validator Ahli Materi

Anif Rizqianti Hariz, S.T., M.Si.
NIP. 199101222016012901

Lampiran 20. Hasil Literasi Sains

INSTRUMEN LEMBAR VALIDASI AHLI LITERASI SAINS

Judul Skripsi	:Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X
Nama Penyusun	: Nafi'ah Nurul Aini
Pembimbing	: 1. Chusnul Adib Achmad, M.Si 2. Dr. Listyono, M.Pd.
Nama Validator	: Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc.
Hari/Tanggal	: Rabu, 29 Mei 2024

Bapak/Ibu yang saya hormati

Saya sebagai peneliti memohon bantuan kepada Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi berikut ini. Lembar validasi ini ditujukan untuk mengetahui penilaian Bapak/Ibu selaku Ahli Literasi Sains terhadap media pembelajaran *e-flipbook* yang dikembangkan oleh peneliti. Pendapat, saran, masukan dan penilaian yang telah Bapak/Ibu berikan sangat bermanfaat bagi peneliti guna memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Oleh karena itu, atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi di bawah ini, saya ucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

Lembar validasi ini bertujuan untuk menganalisis pendapat Bapak/Ibu selaku validator ahli literasi sains terhadap kelayakan media pembelajaran *e-flipbook* untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X.

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar validasi ini dengan memilih skala penilaian yang tertera. Berilah tanda "✓" pada salah satu kriteria penilaian.
2. Gunakan skala penilaian berikut ini untuk memberikan penilaian:

Kriteria	Skor Nilai
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup Baik (CB)	3
Kurang Baik (KB)	2
Sangat Kurang Baik (SKB)	1

3. Apabila penilaian Bapak/Ibu 1 atau 2 Maka berilah saran untuk hal-hal apa yang menyebabkan kekurangan atau perlunya penambahan sesuatu yang lebih baik.
4. Berilah kesimpulan dari hasil penilaian Bapak/Ibu terhadap media pembelajaran *e-flipbook* ini.

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Ahli Literasi Sains

No	Aspek Yang Diukur	Kompetensi	Indikator	Pilihan Penilaian				
				SB	B	CB	KB	SKB
1.	Aspek Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	- Mengidentifikasi pendapat ilmiah yang valid	✓				
			- Menerapkan pengetahuan sains dalam bentuk praktikum.	✓				
2.	Aspek Proses	Mengidentifikasi isu sains	- Mengenali isu yang dapat diselidiki secara ilmiah	✓				
		Menggunakan bukti ilmiah	- Mengidentifikasi asumsi, bukti dan alasan	✓				
3.	Aspek Konteks	Internalisasi	- Membuat grafik secara tepat dari data	✓				
			- Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk statistik dasar			✓		
4.	Aspek Pengetahuan	Fenomena Sains	- Memahami fenomena sains	✓				
			- Menganalisis dan menafsirkan data dan menarik kesimpulan yang tepat		✓			
Jumlah				6	1	1		
Total Skor				30	4	3		
Nilai				92,5				

D. Kesimpulan

Dengan demikian media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X.

a. Layak digunakan tanpa revisi
b. Layak digunakan dengan revisi
c. Tidak layak digunakan

******Mohon diberi tanda lingkaran pada nomer yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu****

Semarang, 29 Mei 2024

Validator Ahli Literasi Sains

Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc.

NIP. 199304092019032020

Lampiran 21. Hasil Validasi Guru Biologi

LEMBAR VALIDASI GURU BIOLOGI SMA NEGERI 14 SEMARANG
E-FLIPBOOK BERBASIS *SOCIO SCIENTIFIC ISSUE* (SSI) PADA MATERI PERUBAHAN LIGKUNGAN

Judul Skripsi	:Pengembangan Media Pembelajaran *E-Flipbook* Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Memberdayakan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X
Nama Penyusun	: Nafi'ah Nurul Aini
Pembimbing	: 1. Chusnul Adib Achmad, M.Si 2. Dr. Listyono, M.Pd.
Nama Validator	: Deasy Artha Lukitasary, S.Pd.

Bapak/Ibu yang saya hormati
Saya sebagai peneliti memohon bantuan kepada Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi berikut ini. Lembar validasi ini bertujuan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang E-Flipbook berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Pada Materi Perubahan Lingkungan. Penilaian, pendapat, saran dan masukan Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini. Oleh karena itu, atas ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi di bawah ini, saya ucapkan terimakasih.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Validasi

1. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan penilaian pada setiap pertanyaan dalam lembar validasi ini dengan memilih skala penilaian yang tertera. Berilah tanda "✓" pada salah satu kriteria penilaian.
2. Gunakan skala penilaian berikut ini untuk memberikan penilaian:

Kriteria	Skor Nilai
Sangat Baik (SB)	5
Baik (B)	4
Cukup Baik (CB)	3
Kurang Baik (KB)	2
Sangat Kurang Baik (SKB)	1

3. Apabila penilaian Bapak/Ibu 1 atau 2 Maka berilah saran untuk hal-hal apa yang menyebabkan kekurangan atau perlunya penambahan sesuatu yang lebih baik.
4. Berilah kesimpulan dari hasil penilaian Bapak/Ibu terhadap media pembelajaran *e-flipbook* ini.

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Media

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Tampilan	1. Pemilihan latar (*background*)		✓			
	2. Komposisi warna	✓				
	3. Komposisi gambar		✓			
	4. Komposisi teks		✓			
	5. Tata letak	✓				
	6. Pemilihan jenis huruf (*font*)		✓			
	7. Desain luar produk (*cover*)		✓			
	8. Pemilihan bentuk tombol		✓			
	9. Konsistensi tampilan desain		✓			
	10. Ketepatan penempatan tombol dan ikon		✓			
Pemrograman	1. Konsistensi navigasi		✓			
	2. Kemudahan navigasi		✓			
	3. Kelancaran sistem pemrograman		✓			
	4. Kemudahan pengaksesan informasi berikutnya	✓				
Pembelajaran	1. Kejelasan penggunaan		✓			
	2. Kejelasan pemahaman materi	✓				
	3. Penggunaan bahasa mudah dipahami		✓			
	4. Kualitas interaksi dengan pengguna		✓			
	5. Kepraktisan dalam proses pembelajaran		✓			
	6. Pemberian umpan balik dan motivasi		✓			
Jumlah		4	16			
Total Skor		20	64			
Nilai		84				

(Sumber: Hapsari, A.M. 2022. *Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook Berbasis Unity Of Science Pada Materi Perubahan Lingkungan*. Semarang: UIN Walisongo)

Kolom Pengisian Instrumen Validasi *Socio Scientific Issue* (SSI)

Indikator	Karakteristik	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Nyata	Masalah yang dihadapi adalah nyata bukan buatan	✓				
Relevansi Kontemporer	Masalah dalam media adalah modern dan masih ada hingga saat ini		✓			
Kontroversial	Masalah dalam media pembelajaran dalam bentuk masalah yang dapat memicu konflik.		✓			
Kombinasi Teknologi, Sains dan Sosial	Masalah yang disajikan merupakan perpaduan antara ilmu pengetahuan, teknologi, dan masalah sosial		✓			
Jumlah		1	3			
Total Skor		5	12			
Nilai		85				

(Sumber:Shoba,T.M, Hardianti, R.D & Pamelasari,S.D. 2023.Penerapan Pendekatan Socio Scientific Issue (SSI) Berbantuan Modul Elektronik Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. Seminar Nasional IPA XIII, UNNES:Semarang)

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Materi

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Tampilan	1. Materi sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.	√				
	2. Kesesuaian materi dengan pendukung kurikulum merdeka		√			
	3. Sistematika/keruntutan isi materi		√			
Materi	1. Ketetapan pemilihan materi	√				
	2. Aktualisasi materi		√			
	3. Unsur yang terkandung dalam materi		√			
	4. Cakupan materi untuk mencapai tujuan	√				
	5. Contoh yang diberikan untuk menjelaskan materi		√			
	6. Kemenarikan penyampaian materi		√			
	7. Kejelasan dalam penyampaian materi		√			
	8. Sistematika penyampaian materi		√			
	9. Keakuratan istilah		√			
	10. Tingkat pemahaman materi		√			
Pembelajaran	1. Kejelasan penggunaan petunjuk belajar	√				
	2. Pemberian umpan balik dan motivasi		√			
	3. Kesempatan belajar secara mandiri		√			
	4. Kemungkinan berpengaruh kuat terhadap siswa		√			
	5. Kualitas soal untuk pemahaman konsep		√			
	6. Meningkatkan kreativitas siswa		√			
	7. Meningkatkan literasi sains siswa		√			

Indikator	Aspek yang Diukur	Pilihan Penilaian				
		SB	B	CB	KB	SKB
Jumlah		4	16			
Total Skor		20	64			
Nilai		84				

(Sumber: Hapsari, A.M. 2022. *Pengembangan Media Pembelajaran E-Flipbook Berbasis Unity Of Science Pada Materi Perubahan Lingkungan*. Semarang: UIN Walisongo)

Kolom Pengisian Instrumen Validasi Literasi Sains

No	Aspek Yang Diukur	Kompetensi	Indikator	Pilihan Penilaian				
				SB	B	CB	KB	SKB
1.	Aspek Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	- Mengidentifikasi pendapat ilmiah yang valid.		✓			
			- Menerapkan pengetahuan sains dalam bentuk praktikum.		✓			
2.	Aspek Proses	Mengidentifikasi isu sains	- Mengenali isu yang dapat diselidiki secara ilmiah	✓				
		Menggunakan bukti ilmiah	- Mengidentifikasi asumsi, bukti dan alasan		✓			
3.	Aspek Konteks	Internalisasi	- Membuat grafik secara tepat dari data		✓			
			- Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk statistik dasar		✓			

No	Aspek Yang Diukur	Kompetensi	Indikator	Pilihan Penilaian				
				SB	B	CB	KB	SKB
4.	Aspek Pengetahuan	Fenomena Sains	- Memahami fenomena sains		√			
			- Menganalisis dan menafsirkan data dan menarik kesimpulan yang tepat		√			
Jumlah				1	7			
Total Skor			5 28					
Nilai			82,5					

(Sumber: Putri,D.A. 2022. Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) Untuk Meningkatkan Literasi Sains Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X SMAN 16 Bandar Lampung. Lampung : Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung)

B. Komentar, saran dan masukan Bapak/Ibu secara keseluruhan terhadap media pembelajaran

Media pembelajaran yang diterapkan sudah bagus langkah baiknya materinya tidak hanya di perubahan lingkungan dan bisa dikembangkan lagi.

C. Kategori hasil penilaian

Data yang diperoleh dari angket di analisis secara deskriptif presentase dengan menggunakan rumus presentase sebagai berikut:

$$Presentase = \frac{Jumlah\ Skor\ Lembar\ Validasi}{Skor\ Maksimal} \times 100\%$$

Selanjutnya presentase kelayakan yang di dapatkan kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan berdasarkan tabel berikut:
Tabel kriteria kelayakan

Kriteria Validasi	Tingkat Validitas
0-20%	Sangat tidak layak
21-40%	Tidak layak
41-60%	Cukup layak
61-80%	Layak
81-100%	Sangat layak

(Sumber: Arikunto, 2013).

D. Kesimpulan

Dengan demikian media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X.

a. Layak digunakan tanpa revisi
b. Layak digunakan dengan revisi
c. Tidak layak digunakan

******Mohon diberi tanda lingkaran pada nomer yang sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu****

Semarang, 11 Juni 2024

Validator Guru Biologi

(Deasy Arta Lukitasary, S.Pd)
NIP. 199412172024212020

Lampiran 22. Tanggapan Peserta Didik

TANGGAPAN PESERTA DIDIK TERHADAP MEDIA PEMBELAJARAN *E-FLIPBOOK* BERBASIS *SOCIO SCIENTIFIK ISSUE* (SSI) PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN KELAS X

Nama : Farel Ferdiansyah
No Absen : 14
Kelas : X9
Sekolah : SMA N 14 SEMARANG

A. Tujuan

Untuk mengetahui respon peserta didik terhadap sumber belajar dengan media pembelajaran *e-flipbook* berbasis *socio scientific issue* (SSI) untuk memberdayakan literasi sains pada materi perubahan lingkungan kelas X

B. Petunjuk Pengisian

1. Sebelum mengisi angket ini, pastikan Anda telah membaca dan memahami media e-flipbook berbasis socio scientific issue (SSI)
2. Tulislah terlebih dahulu identitas Anda pada tempat yang sudah disediakan
3. Bacalah dengan teliti pertanyaan-pertanyaan pada kolom di bawah
4. Berilah tanda "✓" pada salah satu kriteria penilaian.
5. Gunakan skala penilaian berikut ini untuk memberikan penilaian:

Kriteria	Skor Nilai
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

C. Penilaian

No	Aspek yang Dinilai	Poin Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Saya berpendapat bahwa tampilan *e-flipbook* materi perubahan lingkungan ini sangat menarik			✓		
2.	Saya berpendapat desain cover memiliki daya tarik dan menggambarkan isi dari materi yang disampaikan					✓

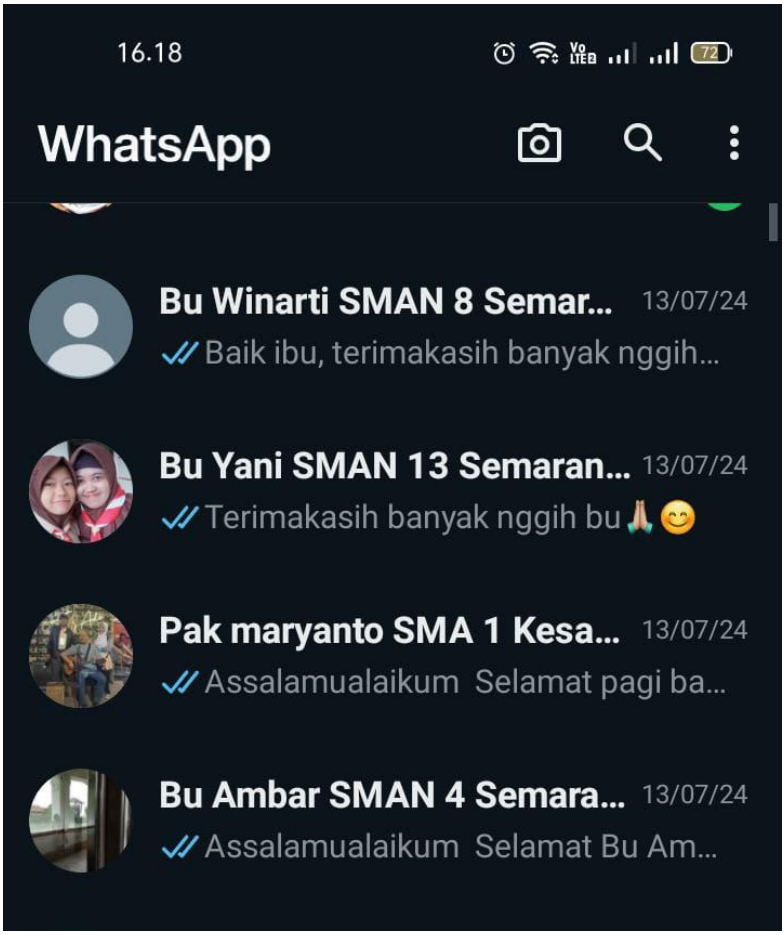
No	Aspek yang Dinilai	Poin Penilaian				
		1	2	3	4	5
3.	Video dan gambar membantu saya memahami materi perubahan lingkungan					✓
4.	Saya berpendapat bahwa bahasa yang digunakan sederhana, komunikatif, dan mudah dipahami					✓
5.	Teks yang digunakan tidak menimbulkan makna ganda bagi saya					✓
6.	Teks yang disajikan dalam *e-flipbook* membuat saya paham dengan materi perubahan lingkungan yang ada di sumber belajar ini				✓	
7.	Saya berpendapat bahwa dengan adanya *e-flipbook* ini, membantu saya mempermudah belajar biologi					✓
8.	Saya berpendapat bahwa setelah saya mempelajari *e-flipbook* materi perubahan lingkungan ini dapat memberdayakan literasi sains					✓
9.	Kemudahan dalam mengakses sumber belajar dalam bentuk *e-flipbook*					✓
10.	Media pembelajaran yang dikemas dalam bentuk *e-flipbook* sesuai dengan kebutuhan saya				✓	
11.	Saya senang belajar menggunakan *e-flipbook* materi perubahan lingkungan					✓
12.	Saya berpendapat bahwa materi, latihan soal, praktikum, dan evaluasi pembelajaran dalam media *e-flipbook* ini memberikan pengetahuan baru bagi saya					✓
13.	Contoh penerapan materi terdapat dalam kehidupan sehari-hari					✓
Jumlah				1	2	10
Total Skor				3	8	50
Nilai		93,8				

Sumber: Ramadhana (2021)

Semarang, 12 Juni 2024
Peserta Didik

(Farel Fardiansyah)

Lampiran 23. Bukti Tahap Disseminasi



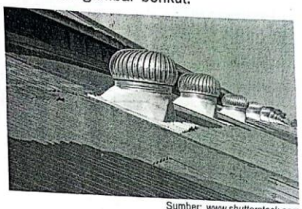
Lampiran 24. Latihan Soal Buku Paket

Karakteristik limbah B3 adalah mudah meledak, terbakar, reaktif dan korosif, beracun, menyebabkan infeksi. Limbah B3, antara lain obat kedaluwarsa, cairan pembasmi nyamuk, baterai telepon seluler dan cairan pembersih porselen.

Uji Pemahaman

Pilihlah satu jawaban yang benar.

1. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: www.shutterstock.com

Jika alat ini dilepas dari atas atap gedung atau pabrik, hal yang akan terjadi adalah . . . .
   A. peningkatan pencemaran suara
   B. peningkatan pencemaran udara lingkungan
   C. mengurangi pencemaran udara dalam ruangan
   D. udara dalam ruangan menjadi panas, pengap, dan kotor
   E. ruangan menjadi gelap akibat tidak ada cahaya matahari

2. Pemilik usaha yang menghasilkan limbah kategori B3 (bahan berbahaya dan beracun), wajib mengelola limbahnya agar tidak membahayakan manusia dan kehidupan organisme lainnya. Tindakan yang *tidak* benar adalah . . . .
   A. mengolah limbah menjadi sesuatu yang bermanfaat
   B. mengolah limbah sendiri sesuai standar yang berlaku
   C. menyimpan limbah untuk sementara waktu sesuai peraturan
   D. membuang ke perairan di tengah laut yang jauh dari dermaga
   E. mengekspor limbah ke negara lain yang memiliki teknologi modern

3. Semakin hari, semakin banyak limbah elektronik telepon seluler (ponsel) dan laptop berupa baterai ion litium. Baterai bekas tersebut termasuk limbah B3 yang membahayakan manusia dan makhluk hidup lainnya. Penanganan yang paling tepat adalah . . . .
   A. ditimbun di dalam tanah yang sangat dalam
   B. dibakar bersama-sama dengan sampah plastik
   C. didaur ulang untuk dijadikan mainan anak-anak
   D. dibungkus plastik lalu dibuang ke tempat sampah
   E. diserahkan ke tempat penampungan khusus limbah B3

4. Limbah medis infeksius yang mengandung virus dan bakteri, harus segera dimusnahkan dalam waktu tidak melebihi 1×24 jam. Pemusnahan tersebut dapat dilakukan dengan cara . . . .
   A. dikubur di dalam tanah
   B. direndam dalam alkohol
   C. dihancurkan dengan mesin
   D. pemanasan pada temperatur 100°C
   E. pembakaran dengan alat insinerator

Lampiran 25. Latihan Soal LKS Biologi

D. PO_4 yang menyebabkan terjadinya hujan asam

E. gas NH_3 yang menyebabkan kematian tumbuhan

32. Usaha pencegahan paling tepat yang harus dilakukan untuk menghindari kerugian terhadap lingkungan akibat pendirian pabrik atau proyek yang baru adalah . . . .
    A. melakukan analisis mengenai dampak lingkungan (amdal) sebelum memulai pembangunan
    B. mewajibkan pabrik mengolah limbah hingga menjadi bentuk yang tidak membahayakan lingkungan
    C. mendorong penggunaan teknologi modern untuk mengolah limbah yang berbahaya menjadi aman
    D. membuat undang-undang dan peraturan-peraturan yang mencegah pencemaran lingkungan
    E. melakukan analisis efek bahaya limbah yang dibuang ke lingkungan

33. Usaha-usaha manusia untuk melestarikan lingkungan agar serasi dan seimbang adalah . . . .
    A. pemakaian sumber daya alam secara berlebihan
    B. perburuan satwa tanpa memedulikan jumlah populasi
    C. penebangan hutan secara ekonomis
    D. pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana
    E. pemberantasan hama dengan pestisida

34. Pada efek rumah kaca, CO_2 dapat berkumpul di udara dan membentuk lapisan. Hal yang menyebabkan CO_2 dapat melayang di udara dan berkumpul di atmosfer adalah . . . .
    A. CO_2 dapat berikatan dengan oksigen bebas udara
    B. karena gas CO_2 yang lebih ringan dari udara
    C. tingginya radiasi ultraviolet di atmosfer
    D. CO_2 mudah berikatan di udara dengan gas lainnya
    E. karena pencemaran udara yang tinggi

35. Berikut yang termasuk dalam mitigasi terhadap perubahan lingkungan adalah . . . .
    A. menggunakan bahan bakar fosil secara berlebihan
    B. membangun tanggul untuk melindungi dari banjir
    C. mengurangi emisi gas rumah kaca dengan beralih ke energi terbarukan
    D. mengubah pola tanam sesuai kebutuhan
    E. menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan yang berubah

36. Tariklah garis antara jenis limbah berdasarkan senyawanya dan contoh yang tepat!

Jenis Limbah Berdasarkan Senyawanya			Contoh
A. Limbah organik	☐	☐	1. Oli, baterai, aki mobil, obat anti-nyamuk, dan pemutih.
B. Limbah anorganik	☐	☐	2. Minyak bumi, plastik, kaleng, dan botol.
C. Limbah bahan berbahaya dan beracun (B3)	☐	☐	3. Sisa hewan dan tumbuhan.

37. Melakukan penghijauan, membuat dan memperbaiki saluran air merupakan kegiatan mitigasi terhadap perubahan lingkungan dalam sektor . . . .
    A. pertanian
    B. tata kota
    C. pengelolaan sampah
    D. pendidikan
    E. perhutanan

38. Isu yang paling hangat saat ini mengenai lingkungan adalah berlubangnya lapisan ozon. Salah satu penyebabnya adalah . . . .
    A. penggunaan CFC untuk AC dan kulkas
    B. penggunaan bahan bangunan pengganti berupa kaca
    C. pembangunan gedung berkaca yang tinggi
    D. pencemaran udara oleh belerang dan nitrogen
    E. pencemaran udara oleh karbon dioksida

Lampiran 26. Dokumentasi Penelitian

Foto Bersama Guru Pengampu Biologi

Pengisian Instrumen Tanggapan Peserta Didik

Pengenalan Produk dan Pengisian Instrumen Tanggapan Peserta Didik

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap	: Nafi'ah Nurul Aini
2. Tempat & Tgl. Lahir	: Cilacap, 11 September 2002
3. Alamat Rumah	: JL. DI. Panjaitan, RT 04 / RW 04, Desa Gandrungmangu, Kec. Gandrungmanis, Kab. Cilacap

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
   a. TK Sudirman Satu Atap (2008)
   b. SD Negeri Layansari 01 (2008-2014)
   c. SMP Negeri 1 Gandrungmangu (2014-2017)
   d. MAN 1 Banyumas (2017-2020)
   e. UIN Walisongo Semarang (2020-2024)
2. Pendidikan Non Formal
   a. Pondok Pesantren Putri Al-Jamil Purwokerto (2017-2019)