

**VALIDITAS DAN KEPRAKTISAN ELECTRONIC BOOK BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

***Validity and Practicality of Problem Based Learning Electronic Book on Environmental Change Material to Train Senior High School Students Critical Thinking Skills***

**Durrotun Nafisah**

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [durrotunnafisah.21001@mhs.unesa.ac.id](mailto:durrotunnafisah.21001@mhs.unesa.ac.id)

**Herlina Fitrihidajati**

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: [herlinafitrihidajati@unesa.ac.id](mailto:herlinafitrihidajati@unesa.ac.id)

**Abstrak**

Pada abad ke-21, berpikir kritis ditempatkan sebagai bagian dari keterampilan esensial yang harus dimiliki serta Profil Pelajar Pancasila yang wajib dikuasai oleh siswa. Berpikir kritis dapat dilatih secara efektif melalui penggunaan bahan ajar yang inovatif seperti buku elektronik (*e-book*) serta penerapan model pembelajaran *problem based learning*. Tujuan utama penelitian ini untuk merancang dan menghasilkan *e-book* berbasis *problem based learning* materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA yang valid dan praktis. Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian pengembangan (R&D) dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, and Disseminate*). Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi validitas *e-book* ditinjau berdasarkan aspek kelayakan isi, penyajian, dan bahasa, serta kepraktisan *e-book* ditinjau berdasarkan aspek keterlaksanaan aktivitas siswa dan respon siswa. Penelitian ini diuji cobakan pada 35 siswa kelas X-6 di SMA Negeri 1 Krian. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Penelitian menunjukkan validitas *e-book* sebesar 97,08% dengan kriteria sangat valid. Kepraktisan *e-book* ditinjau dari keterlaksanaan aktivitas siswa sebesar 98,75% dengan kriteria sangat baik dan respon siswa sebesar 98,12% dengan kriteria sangat positif. Berdasarkan hasil tersebut, *e-book* berbasis *problem based learning* dinyatakan layak dan praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA.

**Kata Kunci:** *E-book, problem based learning, berpikir kritis, perubahan lingkungan.*

**Abstract**

*In the 21st century, critical thinking is positioned as part of the essential skills that must be possessed and the Pancasila Student Profile that must be mastered by students. Critical thinking can be trained effectively through the use of innovative teaching materials such as electronic books (e-books) and the application of problem-based learning models. The main objective of this study is to design and produce a problem-based learning-based e-book on environmental change material to train valid and practical critical thinking skills for high school students. This research is included in the category of development research (R&D) with a 4D development model (Define, Design, Develop, and Disseminate). The parameters measured in this study include the validity of the e-book reviewed based on the aspects of the appropriateness of content, presentation, and language, as well as the practicality of the e-book reviewed based on the aspects of the implementation of student activities and student responses. This study was tested on 35 students of grades X-6 at SMA Negeri 1 Krian. Data analysis in this study was carried out descriptively quantitatively. The study showed the validity of the e-book at 97.08% with the criteria of very valid. The practicality of the e-book was assessed based on the implementation of student activities, which was 98.75%, with very good criteria, and student responses, which were 98.12%, with very positive criteria. Based on these results, the problem-based learning e-book was declared feasible and practical for use in the learning process to train high school students' critical thinking skills.*

**Keywords:** *E-book, problem-based learning, critical thinking, environmental change.*

## PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia, beriringan dengan perkembangan pesat dalam ranah sains dan teknologi dituntut untuk mengikuti perkembangan tersebut. Perkembangan yang semakin pesat menjadikan peran pendidikan semakin signifikan dalam menciptakan individu yang unggul dan kompetitif guna beradaptasi dalam berbagai tuntutan keterampilan di era abad 21. Salah satu cara menilai pendidikan yang mampu menghasilkan SDM unggul adalah melalui sistem pendidikan yang diterapkan, yaitu kurikulum. Pada masa sekarang, sistem pendidikan di Indonesia mengacu pada Kurikulum Merdeka yang sedang diterapkan secara nasional. Sartini & Mulyono (2022) mengemukakan, kurikulum merdeka merupakan transformasi pendidikan di Indonesia guna mempersiapkan generasi berkualitas di masa depan yang mampu bersaing dalam menghadapi tuntutan keterampilan di era abad 21. Sejalan dengan itu, Muslim dkk. (2021) menyatakan, pendidikan di Indonesia juga memprioritaskan peningkatan mutu, salah satunya melalui pendidikan berkarakter yang mendukung terbentuknya Profil Pelajar Pancasila. Dengan demikian, kurikulum merdeka tidak semata-mata menekankan pada penguasaan keterampilan di era abad 21, namun juga mengedepankan penguatan nilai-nilai kebangsaan yang tercermin dalam Profil Pelajar Pancasila (Azizah & Wisanti, 2024).

Memasuki era abad 21, terdapat keterampilan krusial yang menjadi aspek penting yang harus dikuasai oleh setiap orang sekaligus bagian dari Profil Pelajar Pancasila yang wajib dikuasai siswa adalah keterampilan berpikir kritis. Juliyantika & Batubara (2022) mengemukakan, keterampilan ini melibatkan proses berpikir reflektif sesuai kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah. Ariadila dkk. (2023) mengemukakan, siswa yang terampil dalam berpikir kritis umumnya lebih mudah dalam memahami materi pembelajaran, mengambil keputusan yang akurat dan efektif, serta menyikapi dan menyelesaikan sebuah masalah. Selain itu, keterampilan ini juga mendukung siswa menghadapi tantangan kehidupan sehari-hari. Astini (2020) menambahkan, keterampilan berpikir kritis berbanding lurus dengan capaian pembelajaran (CP) siswa. Semakin meningkat keterampilan berpikir kritis siswa, maka semakin meningkat pula capaian pembelajaran (CP) siswa. Keterampilan berpikir kritis memiliki enam indikator yang saling berhubungan, yaitu interpretasi, analisis, inferensi, eksplanasi, evaluasi, dan regulasi diri (Facione, 2020).

Penerapan model pembelajaran yang sesuai tentunya dibutuhkan guna siswa dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya, seperti model pembelajaran berbasis masalah atau yang dikenal dengan model *problem based learning* (PBL). Milatti & Fitrihidajati (2024) mengemukakan, PBL mengorientasikan permasalahan di lingkungan sekitar untuk mengajarkan siswa cara berpikir dalam menyelesaikan masalah dan memahami konsep penting. Artisari dkk. (2024) menambahkan, model pembelajaran berbasis masalah atau PBL termasuk dalam model pembelajaran yang relevan dengan nilai-nilai yang diusung dalam Kurikulum Merdeka, sebab siswa didorong untuk ikut andil secara aktif dalam perumusan solusi terhadap masalah yang muncul dalam aktivitas harian mereka. Model ini cocok diterapkan dalam pembelajaran Biologi kelas X fase E, karena mengajak siswa untuk tanggap terhadap permasalahan global dan terlibat secara aktif dalam menyelesaikan masalah. Lima tahapan dalam PBL meliputi: (1) mengarahkan siswa dalam permasalahan, (2) mengatur kegiatan belajar siswa secara terstruktur, (3) memberikan bimbingan dalam proses penyelidikan, (4) membantu mengembangkan serta mempresentasikan hasil kerja, dan (5) menilai keseluruhan proses pemecahan masalah (Setiawan dkk., 2022).

Penggunaan bahan ajar yang efektif dan inovatif sangat diperlukan untuk pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa, seperti buku elektronik (*e-book*). Harahap (2020) mengemukakan, *e-book* merupakan media bacaan berbasis yang memungkinkan untuk dioperasikan melalui gawai pintar seperti ponsel pintar, tablet digital, laptop, serta komputer desktop yang didesain secara menarik dengan penambahan konten seperti gambar, audio, dan video untuk memudahkan pemahaman. Tambunan dkk. (2020) mengemukakan, *e-book* juga sangat cocok digunakan dalam kegiatan pembelajaran karena *e-book* bisa digunakan secara fleksibel tanpa batas waktu ataupun tempat sehingga memudahkan siswa dalam melakukan kegiatan pembelajaran. *E-book* yang memuat fitur visual digital berupa gambar, audio, video, dan *hyperlink* dapat dikembangkan untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan berorientasi pada model pembelajaran *problem based learning* (PBL). *E-book* berbasis PBL mengadopsi sintaks PBL dan bercirikan permasalahan kontekstual yang merangsang siswa untuk berpikir kritis, menyelesaikan permasalahan, dan meningkatkan rasa ingin tahu siswa. Dirancang dalam bentuk *soft file*, *e-book* ini dapat diakses melalui ponsel, memungkinkan siswa

belajar mandiri melalui fitur menarik yang meningkatkan motivasi belajar. *E-book* berbasis PBL juga dapat dikembangkan dengan fitur inovatif seperti: *Eco-Orientation*, *Eco-Think*, *Eco-Solution*, *Eco-Lab*, *Eco-Present*, *Eco-Reflection*, *Eco-Play*, dan *Eco-Quiz*, serta menyediakan aktivitas yang berfokus pada permasalahan dunia nyata untuk mendorong siswa berpikir kritis.

*E-book* yang dikembangkan memiliki bentuk dan karakteristik berbeda sesuai kebutuhan pembelajaran. Dalam biologi, materi yang dinilai relevan dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa yaitu materi perubahan lingkungan karena topik ini mengangkat berbagai persoalan lingkungan yang mencerminkan realitas yang akrab dalam keseharian siswa. Materi ini krusial diajarkan untuk menumbuhkan kesadaran sejak dini akan pentingnya pelestarian lingkungan, serta menuntut siswa berpikir kritis dalam memahami dan memecahkan masalah lingkungan yang kompleks. Dengan demikian, karena memiliki karakteristik yang kontekstual dan kompleks, materi perubahan lingkungan cocok diajarkan melalui model PBL. Melalui model ini siswa diberikan ruang untuk mengasah keterampilan mereka dalam berpikir secara kritis dengan efektif melalui analisis dan pemecahan masalah nyata yang berkaitan dengan lingkungan sekitar.

Materi perubahan lingkungan dipilih karena sesuai dengan pencapaian kurikulum merdeka belajar pada akhir fase E, yaitu peserta didik memiliki kemampuan responsif terhadap isu global dan berperan aktif dalam penyelesaian masalah. Kemampuan ini mencakup keterampilan mengamati, mempertanyakan, memprediksi, merencanakan dan melakukan penelitian, menganalisis data, mengevaluasi, merefleksi, serta mengkomunikasikan hasil dalam bentuk proyek atau simulasi visual dengan teknologi. Materi yang dipelajari mencakup topik seperti energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, bioteknologi, hingga pemanfaatan limbah, yang semuanya diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Melalui keterampilan proses ini juga dibangun sikap ilmiah dan Profil Pelajar Pancasila.

Hasil temuan yang diperoleh melalui proses observasi dan wawancara bersama salah satu pengajar biologi di SMA Negeri 1 Krian, pemberdayaan keterampilan berpikir kritis siswa masih belum optimal, khususnya pada materi perubahan lingkungan. Kondisi tersebut tercermin berdasarkan pencapaian nilai siswa dalam ulangan harian yang memperoleh rata-rata nilai sebesar 70, sementara KKM yang ditetapkan sekolah adalah 78, dan hanya sedikit siswa yang melampaui

KKM. Pembelajaran masih didominasi oleh pendekatan *teacher centered* dan metode ceramah yang cenderung membatasi kesempatan siswa untuk berpartisipasi penuh dalam aktivitas belajar untuk pengembangan keterampilan berpikir kritis. Dalam pembelajaran, guru masih bergantung pada LKS (Lembar Kerja Siswa) dan bahan ajar berupa buku cetak terbitan penerbit yang menyajikan isu lingkungan secara umum sehingga siswa kesulitan mengaitkannya dengan kondisi lokal. Akibatnya, keterampilan berpikir kritis terhadap isu lingkungan sekitar tidak berkembang optimal dan minat belajar siswa menurun. Padahal, sekolah telah memiliki fasilitas digital yang memadai, namun belum dimanfaatkan secara maksimal dalam penyediaan bahan ajar digital. Karena hal tersebut, diperlukan bahan ajar digital yang kontekstual dan mampu membuka wawasan siswa terhadap kondisi lingkungan sekitarnya guna meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

## METODE

Jenis penelitian yang dilaksanakan dapat diklasifikasikan ke dalam kategori penelitian pengembangan (R&D) karena pada dasarnya fokus utama dari pelaksanaan penelitian ini adalah perancangan, pengembangan, dan pengujian kelayakan serta kepraktisan suatu produk pembelajaran dalam bentuk *e-book* berbasis *problem based learning* (PBL) materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA. Adapun proses pengembangan dari produk bahan ajar tersebut mengacu pada kerangka model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan, yang secara sistematis terdiri dari empat tahapan utama, yakni tahapan pendefinisian atau *Define*, tahapan perancangan atau *Design*, tahapan pengembangan atau *Develop*, serta tahapan penyebaran atau *Disseminate*. Tahap yang dilalui dalam penelitian ini meliputi tiga proses yaitu proses pengembangan, proses validasi, dan proses pelaksanaan uji coba. Proses pengembangan dilaksanakan di gedung C14, Prodi S1 Pendidikan Biologi Unesa, pada bulan Oktober 2024 sampai Februari 2025. Proses validasi dilaksanakan di gedung C14, Prodi S1 Pendidikan Biologi Unesa & SMA Negeri 1 Krian, pada bulan Maret 2025 sampai April 2025 oleh 3 validator yaitu guru biologi SMA Negeri 1 Krian, dosen pakar media pembelajaran, dan dosen pakar materi. Sedangkan proses pelaksanaan uji coba dilaksanakan di SMA Negeri 1 Krian pada bulan Mei 2025 sebanyak tiga kali pertemuan. Adapun sasaran dalam penelitian ini difokuskan pada 35 siswa SMA Negeri 1 Krian khususnya yang berasal dari kelas X-6.

Pada tahapan pendefinisian atau *Define* proses pelaksanaan mencakup berbagai aktivitas meliputi mengkaji kurikulum, memahami karakter peserta didik, menelaah isi materi dan konsep, menganalisis tugas pembelajaran, serta merumuskan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai. Pada tahapan perancangan atau *Design* proses pelaksanaan mencakup berbagai aktivitas meliputi pemilihan media yang relevan, penetapan format penyajian, serta penyusunan rancangan awal produk pembelajaran. Pada tahapan pengembangan atau *Develop* proses pelaksanaan mencakup berbagai aktivitas meliputi peninjauan produk pengembangan oleh dosen pembimbing, validasi oleh ahli, serta uji coba terbatas. Kemudian, pada tahapan penyebaran atau *Disseminate* proses pelaksanaan mencakup berbagai aktivitas meliputi penyebarluasan produk melalui publikasi artikel ilmiah.

Penelitian ini menggunakan dua variabel penelitian yaitu validitas dan kepraktisan. Validitas merupakan ukuran yang digunakan sebagai petunjuk sejauh mana bahan ajar yang dikembangkan benar-benar mengukur sesuai dengan aspek yang seharusnya diukur. Validitas ditinjau berdasarkan aspek kualitas isi/materi, cara penyajian, dan penggunaan bahasa. Validitas dilakukan oleh tiga validator ahli yaitu guru biologi SMA Negeri 1 Krian, dosen pakar media pembelajaran, dan dosen pakar materi. Temuan data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif menggunakan kriteria interpretasi kelayakan adaptasi dari Riduwan (2016) dan dihitung rata-rata nilai yang diperoleh. *E-book* berbasis *problem based learning* dinyatakan valid apabila validitasnya  $\geq 70\%$ .

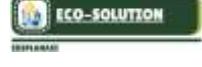
Kepraktisan merupakan ukuran yang digunakan sebagai petunjuk sejauh mana bahan ajar yang dikembangkan dapat diterapkan dengan mudah dan efisien dalam situasi nyata. Kepraktisan ditinjau berdasarkan aspek keterlaksanaan aktivitas siswa dan respon siswa. Data keterlaksanaan aktivitas siswa dikumpulkan melalui lembar observasi yang diisi oleh lima orang pengamat saat proses pembelajaran berlangsung, sementara data respon siswa dikumpulkan melalui angket yang siswa isi setelah kegiatan belajar selesai. Temuan data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif menggunakan kriteria interpretasi kepraktisan adaptasi dari Riduwan (2016) dan dihitung rata-rata nilai yang diperoleh. *E-book* berbasis *problem based learning* dinyatakan praktis apabila keterlaksanaan aktivitas siswa  $\geq 70\%$  dengan kategori sangat baik dan respon siswa  $\geq 70\%$  dengan kategori sangat positif.

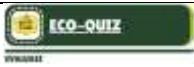
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengembangan *E-Book* Berbasis PBL

Dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis *e-book* berbasis *problem based learning* (PBL) materi perubahan lingkungan dikembangkan dengan menggunakan pendekatan PBL yang mencakup beberapa sintaks pembelajaran yaitu: (1) mengarahkan siswa dalam permasalahan, (2) mengatur kegiatan belajar siswa secara terstruktur, (3) memberikan bimbingan dalam proses penyelidikan, (4) membantu mengembangkan serta mempresentasikan output pengajaran, dan (5) menilai keseluruhan proses penyelesaian permasalahan. Penerapan pendekatan PBL ini bertujuan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa yang mencakup beberapa indikator yaitu: interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, eksplanasi, dan regulasi diri. *E-book* terdiri atas tiga submateri utama yaitu: Kesimbangan dan Perubahan Lingkungan Hidup, Pecemaran Lingkungan Hidup, dan Penanganan Limbah. *E-book* juga memuat aktivitas siswa yang berfokus pada topik “Pencemaran Air dan Penanganan Limbah Cair” dengan aktivitas siswa berupa praktikum penerapan metode fitoremediasi. *E-book* berbasis PBL materi perubahan lingkungan ini juga dikemas dengan menarik yaitu dilengkapi dengan beberapa fitur yang sesuai dengan sintaks PBL dan indikator berpikir kritis di dalamnya. Adapun fitur-fitur yang dimuat di dalam *e-book* dijabarkan secara rinci pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Fitur-Fitur *E-Book* Berbasis PBL

Fitur	Deskripsi
 <b>ECO-ORIENTATION</b> INTERPRETASI	Pada fitur ini disajikan artikel yang membahas tentang sungai di Kalisari Surabaya yang berbusa. Berdasarkan artikel tersebut diharapkan siswa mampu mengidentifikasi permasalahan dari isi artikel tersebut.
 <b>ECO-THINK</b> ANALISIS	Pada fitur ini disajikan pertanyaan-pertanyaan terkait isi bacaan atau artikel yang diberikan pada fitur <i>Eco-Orientation</i> yaitu pertanyaan terkait indikator pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran air, serta dampak terjadinya pencemaran air.
 <b>ECO-SOLUTION</b> INFERENSI	Pada fitur ini disajikan arahan kepada siswa untuk menganalisis berbagai solusi yang relevan untuk mengatasi permasalahan pencemaran air pada artikel tersebut dengan cara melakukan percobaan metode fitoremediasi secara berkelompok.
 <b>ECO-LAB</b> EVALUASI, INFERENSI, EKSPLANASI, & REGULASI DIRI	Pada fitur ini disajikan arahan kepada siswa untuk melaksanakan serangkaian kegiatan percobaan, diantaranya yaitu: menentukan rumusan masalah, tujuan, alat & bahan, prosedur kerja, menghimpun, mengolah, dan menganalisis data, serta penarikan kesimpulan hasil percobaan.

Fitur	Deskripsi
	Pada fitur ini disajikan arahan pada siswa untuk menyajikan hasil percobaan dan mengkomunikasikan hasil percobaan kepada siswa lain dalam bentuk video saat melakukan percobaan.
	Pada fitur ini disajikan arahan pada siswa untuk menganalisis & mengevaluasi keefektifan rancangan percobaan dengan metode fitoremediasi dalam menyelesaikan masalah pencemaran air berdasarkan kegiatan percobaan yang telah dilakukan. Selain itu, siswa dapat menilai dan merefleksi diri usai mengikuti pembelajaran menggunakan bahan ajar yang telah disusun.
	Pada fitur ini disajikan video-video yang yang dirancang untuk memperjelas informasi dan meningkatkan pemahaman siswa terkait topik perubahan lingkungan.
	Pada fitur ini memuat tes evaluasi siswa setelah melaksanakan serangkaian kegiatan pembelajaran yang dikemas menggunakan web <i>Google Form</i> .

### Validitas E-Book Berbasis PBL

Validitas e-book berbasis *problem based learning* (PBL) ditinjau berdasarkan penilaian ahli oleh tiga validator, yaitu: guru biologi SMA Negeri 1 Krian, dosen pakar media pembelajaran, dosen pakar materi. Validitas e-book ditinjau berdasarkan tiga aspek penilaian, yaitu: aspek kelayakan isi/materi, cara penyajian, dan penggunaan bahasa. Hal tersebut sesuai dengan kriteria kelayakan penyajian buku yang ditetapkan oleh BNSP (BNSP, 2014) dimana setiap buku teks harus dirancang mengikuti pedoman standar yang telah ditetapkan sebelumnya, standar tersebut mencakup kelayakan isi, penyajian, dan bahasa. Adapun hasil validitas e-book dijabarkan secara rinci pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Hasil Validitas E-Book Berbasis PBL

No.	Aspek yang Dinilai	Validator			P (%)	KI			
		V1	V2	V3					
<b>KELAYAKAN ISI</b>									
<b>Judul</b>									
Mencantumkan judul pada e-book	3	4	4	91,67	SV				
Judul ditulis dengan susunan kalimat yang jelas	3	4	4	91,67	SV				
Judul mencerminkan isi dan cakupan materi pada e-book	3	4	4	91,67	SV				
<b>Tujuan Pembelajaran</b>									
Tujuan pembelajaran tercantum pada e-book	4	4	4	100	SV				
Tujuan pembelajaran sesuai dengan aktivitas pada e-book	4	4	4	100	SV				
Tujuan pembelajaran ditulis dengan diksi yang jelas	4	4	4	100	SV				
<b>Petunjuk Penggunaan</b>									
Mencantumkan petunjuk penggunaan pada e-book	3	4	4	91,67	SV				
Petunjuk penggunaan sesuai dengan penggunaan e-book	3	4	4	91,67	SV				

No.	Aspek yang Dinilai	Validator			P (%)	KI
		V1	V2	V3		
	Petunjuk penggunaan disusun dengan bahasa yang komunikatif dan tidak membingungkan	4	4	4	100	SV
	Petunjuk penggunaan disajikan secara sistematis	3	4	4	91,67	SV
<b>Materi</b>						
	Materi sesuai dengan kurikulum	4	4	4	100	SV
	Materi sesuai dengan tujuan pembelajaran	4	4	4	100	SV
	Materi disusun berdasarkan landasan konsep dan teori yang valid	4	4	4	100	SV
	Materi dalam e-book tidak menimbulkan salah konsep (miskonsepsi)	4	4	4	100	SV
<b>Kemutakhiran Materi</b>						
	Materi dalam e-book telah mengikuti tren dan pembaruan dalam ilmu biologi masa kini	4	4	4	100	SV
	Memiliki keterkinian konten yang mencerminkan peristiwa atau kondisi terkini	4	4	4	100	SV
	Konten gambar, video, atau artikel dapat mendukung penjelasan pada materi	4	4	4	100	SV
<b>Ketersediaan Konten Pendukung</b>						
	Memuat konten pendukung seperti gambar, video, atau artikel pada e-book	4	4	4	100	SV
	Konten pendukung berkaitan dengan topik materi pada e-book	4	3	4	91,67	SV
<b>Kesesuaian dengan Sintak PBL</b>						
	E-book mencantumkan masalah faktual yang mencerminkan persoalan dalam konteks kehidupan sehari-hari	4	4	4	100	SV
	E-book mencantumkan perintah pembagian tugas belajar dengan metode kolaboratif dalam bentuk kelompok	4	4	4	100	SV
	E-book mencantumkan langkah-langkah prosedur pembelajaran yang melibatkan penyelidikan bersama dalam kelompok	4	4	4	100	SV
	E-book mencantumkan perintah untuk membuat atau mempresentasikan hasil karya	4	4	4	100	SV
	E-book mencantumkan perintah untuk menulis atau mendiskusikan evaluasi pemecahan masalah	4	4	4	100	SV
<b>Kesesuaian dengan Indikator Berpikir Kritis</b>						
	Fitur “Eco-Orientation” memfasilitasi siswa untuk mencapai keterampilan berpikir kritis interpretasi	4	4	4	100	SV
	Fitur “Eco-Think” memfasilitasi siswa untuk mencapai keterampilan berpikir kritis analisis	4	4	4	100	SV

No.	Aspek yang Dinilai	Validator			P (%)	KI
		V1	V2	V3		
	Fitur <b>“Eco-Solution”</b> memfasilitasi siswa untuk mencapai keterampilan berpikir kritis eksplanasi	4	4	4	100	SV
	Fitur <b>“Eco-Lab”</b> memfasilitasi siswa untuk mencapai keterampilan berpikir kritis analisis, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri	4	4	4	100	SV
	Fitur <b>“Eco-Present”</b> memfasilitasi siswa untuk mencapai keterampilan berpikir kritis eksplanasi	4	4	4	100	SV
	Fitur <b>“Eco-Reflection”</b> memfasilitasi siswa untuk mencapai keterampilan berpikir kritis analisis, evaluasi, dan regulasi diri	4	4	4	100	SV
	Fitur <b>“Eco-Play”</b> memfasilitasi siswa untuk mencapai keterampilan berpikir kritis interpretasi	4	4	4	100	SV
	Fitur <b>“Eco-Quiz”</b> memfasilitasi siswa untuk mencapai keterampilan berpikir kritis evaluasi	4	4	4	100	SV
<b>Petunjuk Praktikum</b>						
	Mencantumkan petunjuk praktikum	3	4	4	91,67	SV
	Petunjuk praktikum sesuai dengan kegiatan praktikum yang dilakukan	3	3	4	83,33	V
	Petunjuk praktikum disajikan secara lugas dan mudah dipahami	4	4	4	100	SV
	Petunjuk praktikum disajikan secara sistematis	3	4	4	91,67	SV
<b>Daftar Pustaka</b>						
	Mencantumkan daftar pustaka pada <i>e-book</i>	3	4	4	91,67	SV
	Daftar pustaka ditulis sesuai dengan kaidah penulisan daftar pustaka yang benar	3	4	4	91,67	SV
<b>Rata-Rata Aspek Kelayakan Isi (%)</b>			<b>97,15</b>	<b>SV</b>		
<b>KELAYAKAN PENYAJIAN</b>						
<b>Tampilan</b>						
	Tampilan <i>e-book</i> menarik	4	4	4	100	SV
	Tampilan <i>e-book</i> menggunakan kombinasi warna dengan baik	3	4	4	91,67	SV
	Tata letak <i>e-book</i> proporsional	3	3	4	83,33	V
	Komponen isi <i>e-book</i> tersusun rapi	4	4	4	100	SV
<b>Desain Sampul</b>						
	Judul pada sampul sesuai dengan topik	3	4	4	91,67	SV
	Gambar pada sampul sesuai dengan topik	3	4	4	91,67	SV
	Menyertakan jenis model pembelajaran beserta kompetensi yang ditargetkan untuk dilatihkan	4	4	4	100	SV
<b>Warna</b>						
	Desain <i>e-book</i> berwarna	4	4	4	100	SV

No.	Aspek yang Dinilai	Validator			P (%)	KI
		V1	V2	V3		
	Perpaduan warna <i>e-book</i> sesuai	4	4	4	100	SV
	Warna pada <i>e-book</i> menarik	4	4	4	100	SV
<b>Font</b>						
	Jenis <i>font</i> terbaca dengan jelas	3	4	4	91,67	SV
	Ukuran <i>font</i> terbaca dengan jelas	3	4	4	91,67	SV
	Perpaduan jenis <i>font</i> dan ukuran font sesuai	3	4	4	91,67	SV
<b>Gambar</b>						
	Penyajian gambar menarik	4	4	4	100	SV
	Penyajian gambar sesuai dengan topik	4	4	4	100	SV
	Penyajian gambar terlihat dengan jelas	4	4	4	100	SV
<b>Video</b>						
	Video yang disajikan menarik	4	4	4	100	SV
	Video yang disajikan sesuai dengan topik	4	4	4	100	SV
	Video yang disajikan terlihat dengan jelas	4	4	4	100	SV
<b>Sistematika Penyajian</b>						
	Penyajian <i>e-book</i> secara runut (uraian materi, gambar, video, artikel, kegiatan siswa, dan soal)	4	4	4	100	SV
	Kegiatan di dalam <i>e-book</i> disusun secara runut sesuai dengan sintaks <i>problem based learning</i> (PBL)	4	4	4	100	SV
<b>Aksesibilitas</b>						
	<i>E-book</i> dapat diakses secara <i>online</i> dengan mudah	3	4	4	91,67	SV
	<i>E-book</i> dapat diakses menggunakan koneksi internet	4	4	4	100	SV
	<i>E-book</i> dapat diakses menggunakan perangkat handphone, laptop, atau komputer.	4	4	4	100	SV
<b>Fitur Pendukung</b>						
	Halaman dapat dibolak-balik	3	4	4	91,67	SV
	Terdapat penomoran pada gambar, video, atau tabel.	3	4	4	91,67	SV
<b>Rata-Rata Aspek Kelayakan Penyajian (%)</b>					<b>96,48</b>	<b>SV</b>
<b>KELAYAKAN BAHASA</b>						
<b>Penggunaan Bahasa</b>						
	Bahasa yang digunakan sesuai dengan Ejaan Yang Disempurnakan (EYD)	3	4	4	91,67	SV
	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	4	4	4	100	SV
	Bahasa yang digunakan komunikatif	4	4	4	100	SV
	Bahasa yang digunakan tidak menimbulkan penafsiran ganda (ambigu)	4	4	4	100	SV
<b>Penggunaan Istilah</b>						
	Penggunaan istilah sesuai dengan PUEBI	3	4	4	91,67	SV
	Penggunaan istilah sesuai dengan bahasa ilmiah	4	4	4	100	SV
	Penggunaan istilah konsisten	4	4	4	100	SV
<b>Rata-Rata Aspek Kelayakan Bahasa (%)</b>					<b>97,62</b>	<b>SV</b>
<b>Rata-Rata Aspek Keseluruhan (%)</b>					<b>97,08</b>	<b>SV</b>

Keterangan: V1 (Validator 1), V2 (Validator 2), V3 (Validator 3), P % (Percentase), KI (Kriteria Interpretasi), SV (Sangat Valid), & V (Valid).

Pada aspek kelayakan isi, tergolong dalam kriteria interpretasi sangat valid dengan perolehan rata-rata validitas sebesar 97,15%. Agustina & Fitrihidajati (2020) mengemukakan, kelayakan isi merupakan kriteria kelayakan yang ditinjau berdasarkan tiga indikator utama, yaitu: kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, ketepatan atau keakuratan isi materi, serta keberadaan materi pendukung yang menunjang proses pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi, *e-book* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan isi berdasarkan kesesuaian judul, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan, materi, kemuktahiran materi, ketersediaan konten pendukung, sintaks *problem based learning* (PBL), indikator berpikir kritis, petunjuk praktikum, dan daftar pustaka.

Pada aspek kelayakan penyajian, tergolong dalam kriteria interpretasi sangat valid dengan perolehan rata-rata validitas sebesar 96,48%. Wardhani dkk. (2022) mengemukakan, kelayakan penyajian merupakan kriteria kelayakan yang ditinjau berdasarkan tiga indikator utama, yaitu: cara penyampaian materi, elemen pendukung penyajian, serta keterkaitan kesinambungan alur pikir. Berdasarkan hasil validasi, *e-book* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan penyajian berdasarkan kesesuaian tampilan, desain sampul, warna, *font*, gambar, video, sistematika penyajian, aksesibilitas, dan fitur pendukung.

Pada aspek kelayakan bahasa, tergolong dalam kriteria interpretasi sangat valid dengan perolehan rata-rata validitas sebesar 97,62%. Ningtyas & Rahmawati (2023) mengemukakan, kelayakan bahasa merupakan kriteria kelayakan yang ditinjau berdasarkan tiga indikator utama, yaitu: penggunaan bahasa, keterbacaan, dan kesesuaian bahasa dengan tingkat peserta didik. Berdasarkan hasil validasi, *e-book* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan bahasa berdasarkan kesesuaian penggunaan bahasa dan penggunaan istilah. Damayanti & Ratnasari (2021) mengemukakan, bahwa kemudahan bahasa dalam bahan ajar menjadi faktor penting yang mendukung pemahaman materi oleh siswa. Pendapat tersebut seiras dengan pernyataan, bahwa di dalam bahan ajar penggunaan bahasa idealnya disusun secara sederhana agar mudah dimengerti oleh siswa, sehingga dapat mendukung proses pembelajaran secara lebih efektif (Pribadi, 2021).

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui rekapitulasi kumulatif dari ketiga aspek termasuk dalam kategori sangat valid dengan perolehan nilai sebesar 97,08%. Dengan merujuk pada temuan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa *e-book* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan bahan ajar yang ditinjau berdasarkan aspek isi/materi, cara penyajian, dan penggunaan bahasa. Atas dasar temuan ini, dapat diindikasikan *e-book* yang dikembangkan tergolong layak dimanfaatkan sebagai bahan ajar di sekolah untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMA.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui rata-rata keseluruhan dari ketiga aspek yaitu sebesar 97,08% dengan kriteria interpretasi sangat valid. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa *e-book* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan bahan ajar yang ditinjau berdasarkan aspek isi, penyajian, dan bahasa. Dengan ini dapat disimpulkan bahwa *e-book* yang dikembangkan tergolong valid dan layak dimanfaatkan dalam pembelajaran di sekolah untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMA.

### Kepraktisan *E-Book* Berbasis PBL

Kepraktisan *e-book* berbasis *problem based learning* (PBL) ditinjau berdasarkan aspek keterlaksanaan aktivitas siswa selama pembelajaran menggunakan *e-book* dan aspek respon siswa setelah pembelajaran menggunakan *e-book*. Data mengenai keterlaksanaan aktivitas siswa dikumpulkan melalui lembar observasi yang diisi oleh lima orang observer selama proses pembelajaran. Sementara itu, data mengenai respon siswa dikumpulkan melalui lembar angket respon sebagai bentuk evaluasi setelah pembelajaran selesai. Yusuf dkk. (2023) mengemukakan, keterlaksanaan pembelajaran merupakan kesesuaian proses pembelajaran yang berlangsung dengan langkah-langkah atau tahapan yang telah direncanakan dalam modul ajar. Fatmawati & Anjarsari (2021) mengemukakan, respon siswa merupakan bentuk reaksi atau tanggapan yang ditunjukkan siswa setelah menerima rangsangan dari guru. Adapun hasil keterlaksanaan aktivitas siswa dijabarkan secara rinci pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Hasil Keterlaksanaan Aktivitas Siswa

No.	Aktivitas Siswa	K	KI
1.	Siswa mengakses <i>e-book</i> dengan lancar (tanpa mengalami hambatan yang signifikan)	97,14	SB
2.	Siswa membaca tujuan pembelajaran yang akan dicapai pada <i>e-book</i>	94,29	SB

No.	Aktivitas Siswa	K	KI
3.	Siswa memutar atau menonton video yang disajikan dalam <i>e-book</i>	100	SB
4.	Siswa membaca dan menganalisis bacaan atau artikel yang disajikan dalam <i>e-book</i>	100	SB
5.	Siswa mengakses <i>link</i> yang disajikan dalam <i>e-book</i>	100	SB
6.	Siswa mengakses <i>QR Code</i> yang disajikan dalam <i>e-book</i>	100	SB
7.	Siswa membaca uraian materi yang disajikan dalam <i>e-book</i>	88,57	SB
8.	Siswa melaksanakan setiap aktivitas yang terdapat pada fitur "Eco-Play" pada <i>e-book</i>	100	SB
9.	Siswa melaksanakan setiap aktivitas yang terdapat pada fitur "Eco-Orientation" pada <i>e-book</i>	100	SB
10.	Siswa melaksanakan setiap aktivitas yang terdapat pada fitur "Eco-Think" pada <i>e-book</i>	100	SB
11.	Siswa melaksanakan setiap aktivitas yang terdapat pada fitur "Eco-Solution" pada <i>e-book</i>	100	SB
12.	Siswa melaksanakan setiap aktivitas yang terdapat pada fitur "Eco-Lab" pada <i>e-book</i>	100	SB
13.	Siswa melaksanakan setiap aktivitas yang terdapat pada fitur "Eco-Present" pada <i>e-book</i>	100	SB
14.	Siswa melaksanakan setiap aktivitas yang terdapat pada fitur "Eco-Reflection" pada <i>e-book</i>	100	SB
15.	Siswa melaksanakan setiap aktivitas yang terdapat pada fitur "Eco-Quiz" pada <i>e-book</i>	100	SB
16.	Siswa telah melakukan aktivitas pada fitur <i>e-book</i> secara runtut sesuai dengan tahapan	100	SB
<b>Rata-Rata Keseluruhan (%)</b>		<b>98,75</b>	<b>SB</b>

Keterangan: K (Keterlaksanaan), KI (Kriteria Interpretasi), & SB (Sangat Baik).

Penilaian terhadap keterlaksanaan aktivitas siswa diperoleh berdasarkan hasil observasi terhadap kegiatan siswa selama menggunakan *e-book* saat pembelajaran berlangsung. Observasi ini dilakukan oleh lima orang observer (pengamat) yang masing-masing observer memantau dua kelompok yang berisi empat siswa per kelompok. Tujuan dari pengamatan ini adalah untuk mengetahui tingkat kepraktisan *e-book* dalam mendukung proses pembelajaran di kelas. Yuliani (2021) mengemukakan bahwa keterlaksanaan penerapan bahan ajar pada aktivitas siswa yang baik akan memberikan pengaruh positif dari kegiatan pembelajaran yang telah berlangsung. Selain itu, terdapat beberapa faktor yang memengaruhi keterlaksanaan kegiatan pembelajaran yaitu motivasi siswa dalam mengikuti pelajaran, pengalaman baru yang mereka dapatkan selama proses belajar, cara penyampaian guru yang mudah dipahami, sumber belajar yang menarik, model pembelajaran yang digunakan, adanya kegiatan praktik atau percobaan, serta keterkaitan materi dengan kehidupan sehari-hari (Hidayat & Hidayati, 2023).

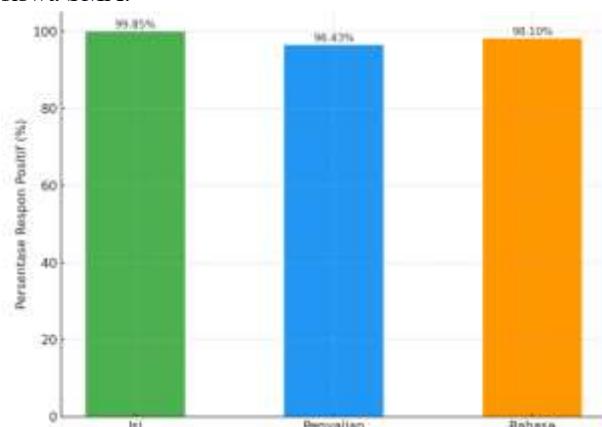
Meskipun sebagian besar aktivitas siswa terlaksana dengan sangat baik, terdapat tiga aktivitas siswa yang

belum berjalan optimal. Aktivitas pertama, yaitu siswa mengoperasikan *e-book* dengan baik, hanya mencapai keterlaksanaan 97,14% karena beberapa siswa masih bingung dalam mengoperasikan *e-book* serta kondisi jaringan internet yang kurang mendukung. Aktivitas kedua, membaca tujuan pembelajaran, hanya mencapai 94,29% karena beberapa siswa menganggap bahwa tujuan pembelajaran bukan bagian penting yang perlu dipelajari secara mendalam dan hanya dianggap sebagai informasi pembuka. Kemudian, aktivitas ketujuh, membaca uraian materi dalam *e-book*, hanya mencapai 88,57%, karena beberapa siswa merasa uraian materi telah dijelaskan secara singkat oleh guru saat pembelajaran berlangsung.

Sebaliknya, aktivitas siswa yang lain menunjukkan keterlaksanaan yang optimal sebesar, terutama aktivitas yang termuat dalam fitur-fitur pembelajaran berbasis model *problem based learning* (PBL). Fitur "Eco-Play" dan "Eco-Orientation" membimbing siswa mengidentifikasi masalah pencemaran air dari video dan artikel. Fitur "Eco-Think" membantu siswa menganalisis faktor penyebab dan dampak pencemaran. Fitur "Eco-Solution" dan "Eco-Lab" mendorong siswa merancang solusi berupa percobaan fitoremediasi. Fitur "Eco-Present", "Eco-Reflection", dan "Eco-Quiz" menuntun siswa menyajikan hasil, mengevaluasi keefektifan solusi, dan mengerjakan evaluasi. Seluruh fitur ini secara konsisten menunjukkan keterlaksanaan 100% dengan kriteria interpretasi sangat baik dan berkontribusi langsung dalam melatihkan keterampilan berpikir kritis siswa, mulai dari indikator interpretasi hingga regulasi diri.

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa mampu mengidentifikasi permasalahan lingkungan secara nyata, yaitu pencemaran air akibat limbah detergen, dan menawarkan solusi berbasis eksperimen menggunakan metode fitoremediasi. Siswa melakukan percobaan menggunakan tanaman eceng gondok dan kiambang, dan sebagian besar kelompok berhasil menurunkan pH air serta mengurangi bau deterjen. Meskipun ada kelompok yang mengalami kendala teknis, seperti air menjadi keruh atau tanaman mati, hal ini justru memperkaya proses refleksi dan diskusi siswa. Temuan ini selaras dengan pernyataan Ibrahim dkk. (2018) yang menjelaskan bahwa sebagai metode pemulihan lingkungan, fitoremediasi menawarkan solusi yang bersifat ekologis. Oleh karena itu, selain mengasah keterampilan berpikir kritis, model pembelajaran ini juga memberi kesempatan bagi siswa untuk merumuskan solusi nyata terhadap permasalahan lingkungan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui rekapitulasi kumulatif dari keterlaksanaan aktivitas siswa termasuk dalam kategori sangat baik dengan perolehan nilai sebesar 98,75% (Gambar 1). Dengan merujuk pada temuan tersebut, dapat diindikasikan bahwa *e-book* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kepraktisan bahan ajar yang ditinjau berdasarkan aspek keterlaksanaan aktivitas siswa. Atas dasar temuan ini dapat disimpulkan bahwa *e-book* yang dikembangkan tergolong praktis dimanfaatkan sebagai bahan ajar di sekolah untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMA.



**Gambar 1.** Hasil Respon Siswa Terhadap *E-Book*

Penilaian terhadap respon siswa didapatkan dari tanggapan siswa setelah menggunakan *e-book* saat pembelajaran berlangsung. Respon siswa dihimpun melalui penyebaran angket yang didistribusikan setelah sesi pembelajaran usai. Angket tersebut berisi pernyataan-pernyataan yang ditinjau berdasarkan tiga aspek, yaitu kelayakan isi, penyajian, dan kebahasaan. Lembar angket respon siswa akan diisi oleh 35 siswa yang telah mengikuti pembelajaran dengan *e-book* yang dikembangkan. Tujuan dari pengisian lembar angket respon siswa ini adalah untuk mengetahui tingkat kepraktisan *e-book* dalam mendukung proses pembelajaran di kelas.

Pada aspek kelayakan isi, tergolong dalam kriteria interpretasi sangat positif dengan perolehan rata-rata respon siswa sebesar 99,85%. Hasil tersebut disebabkan pada pernyataan no 4, sebanyak 1 siswa merasa kebingungan dalam menafsirkan petunjuk praktikum yang dikemas menggunakan diagram alir, sedangkan siswa belum pernah belajar cara membaca diagram alir sebelumnya. Diagram alir merupakan cara lain dalam menyampaikan konten yang rumit, karena membantu siswa menyusun dan merangkum informasi sehingga

lebih mudah dipahami dan bermakna bagi mereka (Zimmermann & Raja, 2024).

Pada aspek kelayakan penyajian, tergolong dalam kriteria interpretasi sangat positif dengan perolehan rata-rata respon siswa sebesar 96,43%. Hasil tersebut disebabkan pada pernyataan no 20, sebanyak 2 siswa merasa bahwa tampilan pada *e-book* terlalu monoton dan kurang menarik serta beberapa halaman hanya berisi teks tanpa gambar. Pada pernyataan no 21, sebanyak 1 siswa merasa bahwa desain sampul pada *e-book* kurang menarik. Namun, desain sampul pada *e-book* yang dibuat telah sesuai dengan standar isi buku yang disampaikan oleh Fadzilah & Isnawati (2023), yaitu terdapat judul buku, nama penulis, serta gambar pada cover yang disesuaikan dengan materi. Pada pernyataan no 22, sebanyak 1 siswa merasa bahwa perpaduan warna pada *e-book* kurang kontras dan kurang konsisten. Pada pernyataan no 23, sebanyak 1 siswa merasa bahwa beberapa ukuran *font* pada *e-book* terlalu kecil sehingga perlu diperbesar ketika membaca materi. Pada pernyataan no 24, sebanyak 1 siswa merasa bahwa beberapa gambar pada *e-book* terlalu kecil sehingga perlu diperbesar ketika membaca materi. Pada pernyataan no 26, sebanyak 3 siswa merasa bingung dalam mengoperasikan *e-book* karena selama ini siswa terbiasa menggunakan buku cetak dan belum pernah menggunakan buku elektronik dalam pembelajaran. Selain itu, hal tersebut juga dikarenakan kondisi jaringan internet di kelas (Wi-Fi) yang kurang mendukung. Sedangkan, pada pernyataan no 27, sebanyak 3 siswa merasa kesulitan dalam mengakses *e-book* karena kondisi perangkat siswa yang kurang mendukung sehingga saat membuka atau menjalankan *e-book*, perangkat menjadi lambat (lemot) dan tidak responsif.

Pada aspek kelayakan bahasa, tergolong dalam kriteria interpretasi sangat positif dengan perolehan rata-rata respon siswa sebesar 98,10%. Hasil tersebut disebabkan pada pernyataan no 29, sebanyak 1 siswa merasa bahwa terdapat beberapa istilah yang tidak familiar sehingga ia kesulitan memahami isi materi secara utuh. Namun, meskipun siswa mengalami kesulitan memahami istilah dalam *e-book*, sebenarnya *e-book* tersebut sudah menyediakan *glossarium* yang berisi penjelasan istilah-istilah penting di bagian akhir. Sulistiyanini dkk. (2024) mengemukakan, *glossarium* merupakan daftar istilah beserta penjelasannya yang berkaitan dengan suatu materi tertentu. Selain itu, pada pernyataan no 30, sebanyak 1 siswa merasa bahwa terdapat beberapa kalimat yang bisa menimbulkan penafsiran ganda, sehingga mereka bingung maksud sebenarnya dari penjelasan tersebut. Bahasa yang

digunakan dalam bahan ajar idealnya komunikatif dan tidak berbelit, sehingga siswa dapat menangkap maksudnya tanpa salah tafsir (Ariq & Fitrihidajati, 2021).

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui rekapitulasi kumulatif dari ketiga aspek respon siswa termasuk dalam kategori sangat positif dengan perolehan nilai sebesar 98,12%. Dengan merujuk pada temuan tersebut, dapat diindikasikan *e-book* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kepraktisan bahan ajar yang ditinjau berdasarkan aspek respon siswa. Atas dasar temuan ini dapat disimpulkan bahwa *e-book* yang dikembangkan tergolong praktis dimanfaatkan sebagai bahan ajar di sekolah untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMA.

## PENUTUP

### Simpulan

Melalui penelitian ini, telah dihasilkan produk yang dikembangkan berupa *e-book* berbasis *problem based learning* (PBL) materi perubahan lingkungan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA yang terbukti valid serta praktis sebagai sarana pembelajaran. Validitas *e-book* berbasis PBL terbukti sangat valid dengan perolehan sebesar 97,08%. Kepraktisan *e-book* berbasis PBL berdasarkan keterlaksanaan aktivitas siswa terbukti sangat baik dengan perolehan sebesar 98,75% dan respon siswa terbukti sangat positif dengan perolehan sebesar 98,12%. Dengan perolehan data tersebut dapat disimpulkan bahwa produk pengembangan berupa *e-book* tergolong layak dan praktis dimanfaatkan sebagai bahan ajar untuk mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMA

### Saran

Pada penelitian sejenis selanjutnya disarankan agar siswa mempersiapkan paket data pribadi guna mendukung kelancaran proses pembelajaran. Selain itu, pada kegiatan praktikum fitoremediasi disarankan untuk melakukan pengamatan hasil fitoremediasi secara berkala, bukan hanya terbatas pada hari pertama dan hari ketujuh. Langkah tersebut dilakukan guna memperoleh informasi yang lebih lengkap dan spesifik terkait perubahan kualitas air selama proses berlangsung.

### Ucapan Terima Kasih

Rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan penulis kepada Dr. Tarzan Purnomo, M.Si. dan Dr. Rinie Pratiwi Puspitawati, M.Si. atas kontribusinya sebagai validator, serta kepada Ibu Nurhayati, S.Pd., M.Si. atas kontribusinya sebagai validator sekaligus guru biologi SMA Negeri 1 Krian.

**Nafisah, Durrotun & Fitrihidajati, Herlina: Validitas dan Kepraktisan Electronic**

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh siswa SMA Negeri 1 Krian khususnya siswa kelas X-6 atas keikutsertaannya dalam mendukung pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. W., & Herlina. (2020). Pengembangan *Flipbook* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada Submateri Pencemaran Lingkungan untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas X SMA. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(1), 325–339.
- Ariadila, S. N., Silalahi, Y. F. N., Fadiyah, F. H., Jamaludin, U., & Setiawan, S. (2023). Analisis Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis terhadap Pembelajaran bagi Siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(20), 664-669.
- Ariq, M. I., & Fitrihidajati, H. (2021). Validitas E-LKPD Ekosistem Berbasis Saintifik untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(3), 562–571.
- Artisari, I. R., Indarwati, S., Rodli, W. S., & Kanzunnudin, M. (2024). Mengintegrasikan *Problem Based Learning* dengan Kurikulum Merdeka di SD Negeri 1 Gabus. *JGSD: Jurnal Guru Sekolah Dasar*, 1(1), 61-68.
- Astini, N. K. S. (2020). Tantangan dan Peluang Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Pembelajaran Online Masa COVID-19. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(2), 241-255.
- Azizah, E. N., & Wisanti. (2024). Pengembangan *E-Book* Transpor Membran Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(2), 266-276.
- BSNP. (2014). *Instrumen Penilaian Buku Teks Matematika*. Jakarta: BSNP.
- Damayanti, J., & Ratnasari, E. (2021). Profil dan Validitas Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis *Bioentrepreneurship* untuk Melatihkan Keterampilan Kewirausahaan dalam Era Industri 4.0. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(3), 530–541.
- Facione, P. A. (2020). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment*, 1-31.
- Fadzilah, H. N., & Isnawati. (2023). Pengembangan *E-Book* Interaktif *Tipe Flipbook* pada Materi Enzim dan Metabolisme untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XII SMA. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(2), 356–369.



- Fatmawati, & Anjasari, P. (2021). Stimulus Guru dan Respon Siswa dalam Pembelajaran Bahasa Arab di Tingkat SMP. *Al Urwatul Wutsqa: Kajian Pendidikan Islam*, 1(2), 13-26.
- Harahap, A. I. (2020). Cara Pembuatan *E-Book (Electronic Book)* dengan Memanfaatkan Fitur Sigil Ver 0.9.4 Format Epub. *Jurnal Fasilkom*, 10(3), 228-234.
- Hidayat, & Hidayati. (2023). Keterlaksanaan dan Respons Siswa terhadap Penerapan *Guided Inquiry* Berbantuan LKPD Berorientasi *Socio-Scientific Issues*. *Pensa Sains*, 11(3), 237-242.
- Juliyantika, T., & Batubara, H. H. (2022). Tren Penelitian Keterampilan Berpikir Kritis pada Jurnal Pendidikan Dasar di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 4731-4744.
- Milatti, S. I., & Fitrihidajati, H. (2024). Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa Elektronik (E-LKPD) Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 13(1), 066-078.
- Muslim, A. Q., Suci, I. G. S., & Pratama, M. R. (2021). Analisis Kebijakan Pendidikan di Jepang, Finlandia, China, dan Indonesia dalam Mendukung *Sustainable Development Goals*. *Adi Widya: Jurnal Pendidikan Dasar*, 6(2), 170-186.
- Pribadi, Y. T., Dunung, A. S., & Yetti, A. (2021). Pengembangan E-LKPD Materi Bilangan Pecahan Berbasis *Problem Based Learning* pada Kelas IV Sekolah Dasar. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 2(2), 264-279.
- Sartini, & Mulyono, R. (2022). Analisis Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar untuk Mempersiapkan Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 8(2), 1348-1363.
- Setiawan, T., Sumilat, J. M., Paruntu, N. M., & Monogir, N. N. (2022). Analisis Penerapan Model Pembelajaran *Project Based Learning* dan *Problem Based Learning* pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(6), 9736-9744.
- Sulistiyarini, D. (2024). Pengembangan Glosarium Berbasis Android pada Mata Kuliah Pendidikan Agama Islam. *Sosial Horizon: Jurnal Pendidikan Sosial*, 11(1), 1-16.
- Tambunan, L. R., Siregar, N. A. R., & Susanti, S. (2020). Implementasi *E-Book* Berbasis *Smartphone* pada Materi Polinomial di Kelas XI SMA Negeri 4 Tanjungpinang. *Jurnal Anugerah*, 2(2), 91-98.
- Wardhania, F. P., Fiamanillah, B., Islamiyah, H. Y., Zulfadilla, I., Pajriansyah, & Mukhlis, M. (2022). Analisis Kelayakan Penyajian Buku Teks Bahasa Indonesia Kelas XI Kurikulum 2013 Edisi Revisi *Nafisah, Durrotun & Fitrihidajati, Herlina: Validitas dan Kepraktisan Electronic*
2017. *Sajak: Sastra, Bahasa, dan Pembelajaran Bahasa dan Sastra*, 1(1), 156-167.
- Yusuf, R. R., Abdjul, T., & Payu, C. S. (2023). Validitas, Kepraktisan, dan Efektivitas Bahan Ajar Berbantuan Google Sites pada Materi Getaran, Gelombang, dan Bunyi. *IDEAS: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Budaya*, 9(1), 199-207.
- Zimmermann, A. E., King, E. E., & Bose, D. D. (2024). *Effectiveness and Utility of Flowcharts on Learning in a Classroom Setting: A Mixed-Methods Study*. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 88(1), 100591.

