

PENGEMBANGAN E-BOOK BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING PADA MATERI PERUBAHAN LINGKUNGAN UNTUK MELATIHKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS X SMA

Development of PBL Based E-Books in Environmental Change Topic to Train Critical Thinking Skills of 10th Grade Students in Senior High School

Aulia Safri Nahriyah

Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
aulia.17030204064@mhs.unesa.ac.id

Fida Rachmadiarti

Pendidikan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
fidarachmadiarti@unesa.ac.id

Abstrak

Kemampuan berpikir kritis menjadi tuntutan siswa di abad ke-21 ini agar siap menghadapi persaingan kerja, akademik, dan kehidupan. Beberapa indikator kemampuan berpikir kritis di abad 21 yang harus dikuasai siswa adalah interpretasi, analisis, evaluasi, interferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Penggunaan *e-book* sebagai sumber belajar siswa pada mata pelajaran biologi yang dikembangkan khusus untuk melatih kemampuan berpikir kritis dapat menjadi opsi solusi dalam melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Model pembelajaran *problem based learning* yang memiliki sintaks terkenal mampu melatih kemampuan berpikir kritis siswa digunakan sebagai basis *e-book* yang dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-book* berbasis *problem based learning* pada materi perubahan lingkungan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D (*define, design, develop, dan disseminate*), tanpa tahap *disseminate*. Parameter yang diukur adalah validitas dan kelayakan empiris. Validitas didapatkan dari hasil validasi dosen ahli materi dan dosen ahli pendidikan. Kelayakan empiris didapatkan dari hasil uji coba dan respon siswa. Uji kelayakan empiris dilakukan terhadap 15 siswa kelas X SMAN 1 Surabaya dengan menggunakan produk yang dikembangkan lalu meminta tanggapan dari penggunaannya melalui angket yang terdiri dari 14 butir pertanyaan. Instrumen penelitian adalah lembar validasi dan angket respon siswa. Pengumpulan data menggunakan metode validasi dan angket. Teknis analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. *e-book* yang dikembangkan memuat materi perubahan lingkungan dengan mengaplikasikan tahapan model pembelajaran *PBL*. Penelitian menunjukkan *e-book* yang dikembangkan validitasnya mendapatkan skor 93,75 dengan interpretasi sangat valid, dan kelayakan empiris sebesar 94% dengan interpretasi sangat layak digunakan. Berdasarkan temuan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa *e-book* berbasis *problem based learning* pada materi perubahan lingkungan yang dikembangkan ini mampu melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA. Implikasi produk *e-book* yang dikembangkan adalah secara praktis dapat digunakan oleh guru dalam pembelajaran biologi SMA untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada materi perubahan lingkungan.

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

Abstract

The ability to think critically is a requirement for students in the twenty-first century in order to compete in work, academics, and life. Interpretation, analysis, evaluation, interference, explanation, and self-regulation are some indicators of critical thinking skills that students must attain in the twenty-first century. *e-books* produced expressly to educate critical thinking abilities can be used as a source of student learning in biological disciplines. The purpose of this research is to develop an *e-book* based on problem-based learning on environmental change material to train critical thinking abilities in class 10th high school students. The developed *e-book* is based on the problem-based learning model, which has a syntax that is known for being able to train students' critical thinking skills. This study used a 4-D development methodology (*define, design, develop, and disseminate*), with the exception of the *disseminate* step. The findings are the parameters measured. The metrics measured are the outcomes of validity and empirical appropriateness. Validity is determined by the validation findings of material expert lecturers and education expert lecturers. Empirical feasibility is obtained from the results of trials and student responses.

The trial was done on 15 students from class X SMAN 1 Surabaya by utilizing the designed product and then asking for replies from its use using a questionnaire consisting of 14 items. The data was analyzed quantitatively and descriptively. The generated e-book provides content on environmental changes by including the stages of the problem-based learning approach. The analysis findings revealed that the developed e-book receives a score of 93.75 on the validation results with a highly valid interpretation, and a feasibility score of 94 percent from product trials with a very practicable interpretation. Based on these findings, it is reasonable to conclude that the developed problem-based learning-based e-book is capable of developing class X high school students' critical thinking abilities in the area of environmental change. Teachers in high school biology classes can use an e-book product that has been designed practically to train students' critical thinking abilities on environmental change material.

Keywords: *e-books, PBL, critical thinking abilities, environmental changes.*

PENDAHULUAN

Abad 21 meminta setiap siswa untuk memiliki kemampuan-kemampuan berpikir dan bersosial tertentu agar ia dapat unggul secara akademik dan karir (Jirana, 2016). Kemampuan berpikir di abad 21 yang dimaksud salah satunya adalah kemampuan berpikir kritis (Greenstein, 2012; OECD 2013; Nasution, 2017). Kebutuhan akan pemberdayaan kemampuan berpikir kritis terhadap siswa di sekolah harus menjadi salah satu prioritas sistem pendidikan, agar siswa tidak kalah bersaing di abad 21 ini setelah lulus sekolah nantinya (Saavedra & Opfer, 2012).

Fakta yang muncul adalah kemampuan berpikir kritis siswa belum optimal diberdayakan di sekolah di Indonesia, terutama pada mata pelajaran biologi. Kemampuan berpikir kritis siswa Sekolah Menengah atas di beberapa kota di Indonesia masih belum diberdayakan secara optimal (Ismiati, 2013; Insyasiska, 2013; Jafar, 2018; Agnah, 2018). Dengan demikian, kemampuan berpikir kritis siswa menjadi salah satu prioritas yang harus diberdayakan.

Greenstein (2012) menyatakan kemampuan berpikir kritis adalah ketika seseorang terampil dalam melakukan analisis informasi, memanfaatkan strategi ketika menentukan keputusan, terampil dalam mendapatkan ide, berinkuiri logis, menyatakan kesimpulan, mengevaluasi sebuah bukti, mengevaluasi sebuah kesimpulan, menilai dengan tingkat akurat yang baik, dan melakukan analisis asumsi. Kemampuan berpikir kritis terdiri dari 6 indikator, meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, interferensi, penjelasan, dan regulasi diri (Facione, 2013).

Kemampuan berpikir kritis dapat dilatih melalui penggunaan model pembelajaran (Lai, 2011). Keenam indikator kemampuan berpikir kritis menurut Facione (2013) tersebut dapat dilatih pada setiap langkah di sintaks model pembelajaran *problem based learning* (PBL). Pada langkah pertama dari sintaks PBL, yaitu orientasi siswa pada masalah, guru dapat melatih indikator kemampuan berpikir kritis interpretasi dan

analisis. Kemudian pada langkah mengorganisasi siswa, guru dapat melatih indikator kemampuan berpikir kritis interferensi. Selanjutnya pada langkah penyelidikan, guru dapat melatih indikator kemampuan berpikir kritis interpretasi, analisis, interferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Pada langkah mengembangkan hasil karya, guru juga dapat melatih indikator kemampuan berpikir kritis interpretasi, penjelasan, dan regulasi diri. Kemudian pada langkah akhir, yaitu analisis dan evaluasi, guru dapat melatih indikator kemampuan berpikir kritis analisis dan evaluasi. Hal ini didukung dengan beberapa penelitian yang menyatakan PBL mampu melatih kemampuan berpikir kritis siswa (Nafiah & Suyanto, 2014; Priawasana & Endra, 2019).

Kemampuan berpikir kritis juga dapat diberdayakan melalui penggunaan *e-book* yang dikembangkan untuk melatih kemampuan berpikir kritis (Fitri & Rahayu, 2022; Nurcahyono & Kustijono, 2019). Senada, Astuti dkk (2017) melalui penelitiannya membuktikan secara empiris jika penggunaan *e-book* berbasis PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan hasil belajar siswa. Oleh karena itu, jika pembelajaran PBL dikemas sebagai basis media inovatif *e-book* diharapkan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yang menggunakannya.

Secara definisi, *e-book* adalah format alternatif dari buku cetak dengan memiliki beragam keunggulan seperti mampu menampilkan video, audio, dan animasi terkait dengan bahan kajian yang dibahas. Hal ini berpotensi dapat membuat siswa lebih tertarik menggunakannya daripada buku cetak. 93,33% siswa dalam penelitian Maf'ula (2017) merasa lebih tertarik untuk menggunakan media pembelajaran berbasis elektronik. Beberapa *e-book* yang dihasilkan melalui penelitian lain juga ada yang mampu melatih kemampuan berpikir kritis, seperti Solkhah & Susantini (2022) pada materi pewarisan sifat, dan Andini & Qomariyah (2022) pada materi sistem pencernaan manusia. Tetapi yang menghasilkan produk *e-book* yang

melatih kemampuan berpikir kritis siswa di materi perubahan lingkungan cukup sulit ditemukan. Produk yang dikembangkan akan berbasis model pembelajaran PBL, yang disajikan dengan fitur-fitur unik inovatif seperti berita bio dan bio kritis. Karakteristik unik dan inovatif ini akan membedakan produk *e-book* yang dikembangkan dengan produk *e-book* lain, selain dari materi dan tujuan pembelajaran produk yang dikembangkan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

Kajian perubahan lingkungan yang dibahas oleh Permendikbud nomor 24 tahun 2016 di lampiran 7 pada Kompetensi Dasar 3.11 dan 4.11 menagih kemampuan analisis siswa (Aulia, 2020) yang termasuk ke dalam salah satu kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, pemilihan materi perubahan lingkungan cocok untuk dijadikan pembahasan dalam pengembangan *e-book* berbasis model PBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Kesadaran siswa terhadap lingkungannya cenderung akan membuat siswa meleak lingkungan dan akan lebih menjaga kesehatan lingkungannya (Febriani dkk, 2020).

Dengan demikian, maka perlu dikembangkan *e-book* pada materi perubahan lingkungan yang dirancang khusus untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator interpretasi, analisis, evaluasi, interferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Produk *e-book* yang dikembangkan berbasis model pembelajaran PBL dengan mengadopsi langkah-langkah sintaks di dalamnya. Produk *e-book* yang dikembangkan juga dilengkapi dengan fitur-fitur inovatif seperti: berita bio, bio kritis, lab bio, konsep bio, info bio, dan soal bio. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-book* pada materi perubahan lingkungan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa SMA yang layak digunakan dalam pembelajaran.

METODE

Penelitian ini berjenis penelitian pengembangan (*developmental research*) dengan menggunakan model pengembangan Thiagarajan (1974) 4D (*define, design, develop, dan disseminate*) dengan eksepsi tanpa dilakukan tahap *disseminate*.

Tahap pendefinisian (*define*)

Pada tahap pendefinisian ini, diawali dengan melakukan analisis kurikulum 2013 terkait KD 3.11 dan KD 4.11 yang merupakan bahasan pada penelitian pengembangan ini. KI dan KD yang diamanahkan kurikulum 2013 pada materi perubahan lingkungan untuk siswa SMA pada mata pelajaran Biologi.

Selanjutnya dilakukan analisis indikator guna menentukan pengalaman belajar siswa yang ingin dicapai

setelah pembelajaran. Penelitian dilanjutkan dengan menganalisis siswa guna menelaah kemampuan dan karakteristik siswa. Siswa SMA kelas X berada pada rentang usia 15 hingga 16 tahun, yang menurut Trianto (2010) telah mampu berpikir abstrak, melakukan analisis, dan membuat simpulan karena telah berada di tingkatan operasional formal.

Langkah ketiga adalah analisis tugas, bertujuan mendefinisikan tugas dan pemecahan masalah yang akan dilakukan siswa sesuai dengan bahan kajian perubahan lingkungan. Tugas dan pemecahan masalah yang harus siswa lakukan dalam melakukan pembelajaran menggunakan produk yang dikembangkan dilakukan berdasarkan indikator tersebut. Langkah keempat adalah analisis konsep. Hasil analisis konsep mendefinisikan bahwa bahan kajian perubahan lingkungan untuk pembelajaran biologi di tingkat Sekolah Menengah Atas terdiri dari faktor penyebab perubahan; sumber, jenis, dan dampak pencemaran lingkungan; serta solusi perubahan lingkungan.

Tahap perancangan (*design*)

Tahap perancangan dimulai dengan merancang konten produk *e-book*. Kegiatan dan tahapan belajar di *e-book* akan disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran PBL dengan tujuan melatih kemampuan berpikir kritis siswa. *e-book* terdiri dari tiga bagian, pertama adalah pendahuluan yang terdiri dari sampul yang terdiri dari grafis sampul, judul, dan pengarang; Daftar isi yang merupakan petunjuk bagi pembaca; dan kata pengantar yang terdiri dari ucapan terimakasih, alasan pengembangan produk, dan sasaran produk yang dikembangkan.

Bagian kedua adalah isi produk *e-book* terdiri dari tujuan pembelajaran pada setiap bab; peta konsep terkait bahan kajian; dilanjutkan oleh isi materi yang terdiri dari konsep, teori, dan fakta berdasarkan langkah atau aktivitas pembelajaran berbasis PBL beserta soal; dan rangkuman terkait materi perubahan lingkungan. Guna melatih kemampuan berpikir kritis siswa sesuai dengan aktivitas PBL, maka pada bagian isi *e-book* dilengkapi dengan fitur unik yang dikembangkan khusus untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Bagian ketiga adalah penutup yang terdiri dari sub evaluasi, glosarium, referensi, dan indeks.

Pelatihan kemampuan berpikir kritis siswa pada *e-book* yang dikembangkan direncanakan akan dilatihkan ke siswa melalui dua macam cara, yang pertama adalah penerapan basis PBL, yaitu penggunaan langkah-langkah model PBL untuk melatih setiap indikator kemampuan berpikir kritis. Langkah orientasi siswa pada masalah

ditargetkan untuk melatih indikator interpretasi dan analisis. Langkah mengorganisasi siswa ditargetkan untuk melatih indikator interferensi. Langkah penyelidikan ditargetkan untuk melatih indikator interpretasi, analisis, interferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Langkah mengembangkan hasil karya ditargetkan untuk melatih indikator interpretasi, penjelasan, dan regulasi diri. Langkah analisis dan evaluasi ditargetkan untuk melatih indikator analisis dan evaluasi. Kedua adalah pemanfaatan fitur-fitur inovatif khusus yang diharapkan membuat siswa berpikir dan beraktivitas yang sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kritis. Fitur Berita Bio ditargetkan untuk melatih indikator interpretasi dan analisis. Fitur Bio Kritis ditargetkan untuk melatih indikator interpretasi, analisis, evaluasi, interferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Fitur Lab Bio ditargetkan untuk melatih indikator analisis, evaluasi, interferensi, dan regulasi diri. Fitur Konsep Bio ditargetkan untuk melatih indikator analisis. Fitur Soal Bio ditargetkan untuk melatih indikator penjelasan dan evaluasi.

Tahap pengembangan (*develop*)

Tahap pengembangan dilakukan pada bulan Agustus hingga Oktober 2020. Pada tahap pengembangan, kegiatan yang telah didefinisikan dan dirancang mulai dibuat menjadi produk sesuai kaidah yang ada. Draft *e-book* yang dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli. Validasi tahap pertama dilakukan oleh dosen pembimbing, dosen ahli materi perubahan lingkungan, dan dosen ahli pendidikan biologi. Hasil validasi tahap pertama kemudian direvisi sesuai saran dan masukan para ahli. Selanjutnya validasi tahap kedua dilakukan kepada dosen ahli pendidikan biologi dan ahli materi lingkungan, dan praktisi lapangan seorang guru biologi SMA. Hasil validasi tahap kedua kemudian menghasilkan draft produk yang direvisi sesuai saran dan masukan ahli.

Tahap pengembangan kemudian dilanjutkan dengan uji kelayakan empiris terbatas kepada calon pengguna, yaitu siswa kelas X SMA Negeri 1 Surabaya untuk mengetahui kelayakan empiris *e-book*. Hasil uji kelayakan empiris calon pengguna menghasilkan revisi terhadap produk sesuai dengan masukan dan saran yang didapatkan. Setelah revisi, maka didapatkan produk *e-book* berbasis model pembelajaran *PBL* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa yang dapat digunakan oleh praktisi pendidikan.

Instrumen yang digunakan untuk mengukur hasil validitas dan kelayakan empiris berjenis angket. Terdapat empat aspek yaitu validitas penyajian, validitas isi, validitas bahasa, dan validitas soal yang seluruhnya terdiri dari 20 item untuk mengukur validitas dan 14 item untuk

mengukur kelayakan empiris produk *e-book*. Instrumen untuk mengukur validitas diadaptasi dari Azaly & Fitrihidajati (2022) dan instrumen untuk mengukur kelayakan empiris diadaptasi dari Rafidah & Rachmadiarti (2022).

Analisis data

Komponen validasi dan kelayakan empiris dinilai memakai skala likert maksimal 4 poin, dengan kategori 1 (kurang baik), 2 (cukup baik), 3 (baik), dan 4 (sangat baik). Skor yang didapatkan dari semua validator selanjutnya dihitung rata-ratanya kemudian diinterpretasikan berdasarkan deskriptor Riduwan (2013) disajikan di tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi kriteria persentase skor validasi produk.

Persentase skor	Kriteria
0%-25%	Sangat Tidak Valid
26%-50%	Tidak Valid
51%-70%	Cukup Valid
71%-85%	Valid
85%-100%.	Sangat Valid

Diadaptasi dari Riduwan (2013)

e-book dinyatakan valid jika validitas dan kelayakan empirisnya rata-rata skor yang didapatkan lebih di atas 71% (valid).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil produk *e-book*

Penelitian ini menghasilkan *e-book* berbasis model pembelajaran *PBL* pada materi perubahan lingkungan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA. Produk *e-book* yang dikembangkan terdiri dari tiga bagian dan 25 halaman. Bagian pertama adalah pendahuluan yang terdiri dari sampul (berisi judul, pengarang, dan gambar sampul), daftar isi, dan kata pengantar (berisi alasan penulisan 22 elektronik, sasaran penggunaan, dan ungkapan terima kasih). Kedua adalah bagian isi yang terdiri dari tujuan pembelajaran, peta konsep, isi materi (berisi konsep, teori, dan fakta yang dilengkapi aktivitas belajar berbasis *PBL* dan soal), dan rangkuman. Ketiga adalah penutup yang terdiri dari evaluasi, glosarium, referensi, dan indeks.

Produk *e-book* berbasis *PBL* memiliki komponen yang disajikan di tabel 2.

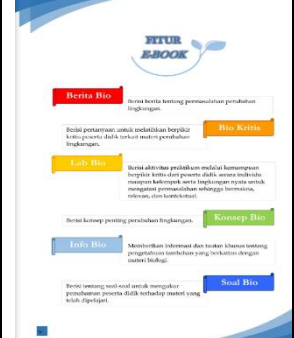
Tabel 2. Komponen *e-book* berbasis *PBL*

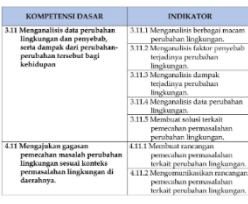
No	Komponen	Komponen penyusun
1.	Pendahuluan	Sampul (cover)
2.		Halaman informasi produk <i>e-book</i>

3.		Kata Pengantar
4.		Pedoman penggunaan
5.		Panduan Fitur
6.		Pernyataan Kompetensi Dasar dan Indikator
7.		Daftar Isi
8.		Pengantar materi
9.		Peta Konsep
10.	Isi	Fitur isi: Berita Bio, Info Bio, Bio Kritis
11.		Lab Bio
12.		Diskusi
13.		Konsep Bio
14.		Soal Bio
15.	Penutup	Daftar Pustaka
16.		Sampul akhir

Tampilan produk *e-book* berbasis *PBL* disajikan di tabel 3.

Tabel 3. Tampilan produk *e-book* berbasis *PBL*.

No	Tampilan	Deskripsi
1.		Sampul produk <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> . Sampul didesain sederhana tetapi elegan dengan hanya berfokus pada tiga palet warna yang tidak memperlihatkan corak norak. Pada sampul terdapat tiga gambar terkait lingkungan dan perubahannya. Gambar ini akan menarik minat siswa untuk mengakses <i>e-book</i> dan dapat mewakili tajuk dari <i>e-book</i> .
2.		Pedoman fitur produk <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> . Pada pedoman fitur <i>e-book</i> ini, terdapat enam fitur yang diunggulkan oleh produk <i>e-book</i> yang dijelaskan fungsinya. Ke-enam fitur tersebut adalah: (1) Berita Bio, (2) Bio Kritis, (3) Lab Bio, (4) Konsep Bio, (5) Info Bio, (6) Soal Bio. Informasi terkait fitur bio dapat dibaca

3.		pada Tabel 6. Daftar KD dan Indikator pada produk <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> . Tampilan KD dan Indikator didesain untuk semudah mungkin dibaca oleh siswa sehingga ketika mengakses produk, siswa langsung dapat melihat apa saja KD dan indikator yang diharapkan untuk dicapai siswa dengan menggunakan produk <i>e-book</i> ini. Daftar KD terkait materi <i>e-book</i> disajikan di tabel 4 dan daftar indikator disajikan di tabel 5.
4.		Tampilan halaman pertama dari materi di produk <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> . Pada halaman ini ditampilkan informasi singkat terkait kesimpulan dari perubahan lingkungan. Informasi ini beserta gambar yang ditampilkan berperan untuk menarik minat siswa dalam mengakses produk.
5.		Tampilan peta pikiran (<i>mind map</i>) pada produk <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> . Pada peta pikiran ini ditampilkan bagaimana perubahan lingkungan dari sisi faktor penyebabnya dari sisi dampaknya, dari sisi solusi untuk mengatasinya, dan dari sisi akibat pencemaran lingkungan. Diharapkan dengan membaca peta pikiran ini, siswa dapat memahami gambaran besar materi yang ingin dipelajari.

6. Berita Bio Gempa tak hanya diikuti gelombang laut raksasa, tapi juga fenomena tanah bergerak. Sejak saat itu, orang-orang di somero negeri membicarakan fenomena itu, ramainya adalah likuifaksi. Informasi adanya tanah bergerak muncul dari Sigi, pada Sabtu (29/9/2018). Bangunan dan pohon di kawasan itu bergerak dan amblas. Kepala Pusat Data Informasi dan Humas Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Sutopo Purwo Nugroho. Penggempuran tanah akibat gempa magnitudo 7,4 adalah faktor yang menyebabkan likuifaksi. Rumah bisa amblas ke dalam bumi. Menantu yang mengheni rumah itu juga bisa terkubur. Likuifaksi terjadi di Sigi, Potoho, dan kawasan Palu Selatan. Petobo menjadi yang terparah, ratusan rumah ditelan bumi. Hingga 20 Oktober 2018, korban tewas akibat bencana gempa, tsunami, dan likuifaksi di Sulawesi Tengah itu mencapai 2.113 jiwa, sebanyak 1.703 jiwa di antaranya ada di Kota Palu. Sebanyak 4.612 orang mengalami luka berat. Ada 223.751 orang mengungsi di 122 titik. Menurut catatan akhir tahun BNPB Selasa (18/12/2018), angka korban jiwa diperbaharui. Korban meninggal sebanyak 2.101 jiwa, sebanyak 1.727 jiwa di antaranya ada di Kota Palu, 188 jiwa di Sigi, 171 jiwa di Donggala, 15 jiwa di Parigi Moutong, 1 jiwa di Pasangkayu. Adapun korban hilang sebanyak 1.375 jiwa. Korban luka-luka ada 4.438 jiwa. Sebanyak 221.450 orang mengungsi. Dampak kerugian senilai Rp 2,89 triliun, dampak kerusakan senilai Rp 15,59 triliun. Sumber: https://news.detik.com/berita/d/4361370/sore-di-palu-dan-donggala-gempa-tsunami-dan-likuifaksi	Tampilan fitur berita bio pada <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i>. Pada contoh materi ini, fitur berita bio menampilkan informasi terkini terkait perubahan lingkungan, seperti gempa, gelombang laut, pergerakan tanah, dsb. Fitur ini dapat dijadikan sumber informasi pada langkah orientasi masalah di sintaks <i>PBL</i>, yang ditujukan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator interpretasi dan analisis. Siswa dapat dengan mudah mengakses fitur ini pada produk <i>e-book</i> yang dikembangkan. Fitur ditulis dengan font dan warna yang mudah dibaca.	8. Bio Kritis 1. Bagaimanakah perubahan lingkungan yang terjadi berdasarkan berita tersebut? 2. Mengapa perubahan lingkungan pada berita tersebut terjadi?	Fitur bio kritis dirancang untuk menyediakan pertanyaan penstimulasi kemampuan berpikir kritis siswa. Pada gambar di samping, bio kritis menstimulasi kemampuan berpikir kritis terkait perubahan lingkungan. Kehadiran pertanyaan ini mengundang keingintahuan siswa untuk mencari informasi tertentu. Pada fitur ini, seluruh indikator kemampuan berpikir kritis berpotensi dilatih tergantung pada pertanyaan yang didapatkan oleh siswa dan kesiapan siswa dalam menelusuri jawaban dari pertanyaan tersebut. Indikator yang berpotensi dilatih meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, interferensi, penjelasan, dan regulasi diri.										
7. Info Bio LIKUIFAKSI Likuifaksi tanah atau sering disebut likuifaksi gempa adalah keadaan hilangnya kekuatan tanah, sebaliknya, tanah yang tadinya padat menjadi mudah bergerak. Baca selengkapnya di artikel "Mengetil Likuifaksi Tanah: Penyebab, Dampak dan Pengelolannya", https://sido.id/ehLY	Fitur info bio dirancang untuk menampilkan informasi unik terkait perubahan lingkungan. Pada gambar di samping adalah informasi terkait likuifaksi. Fitur info bio juga dapat digunakan oleh guru sebagai pemantik awal di langkah orientasi masalah di sintaks <i>PBL</i> yang akhirnya dapat digunakan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa pada indikator interpretasi dan analisis.	9. Lab Bio Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air, seperti sungai, danau, dan laut akibat aktivitas manusia. Sungai, danau, dan laut merupakan bagian terpenting dalam kehidupan kita. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia. Fungsi tersebut sungai, danau, dan laut adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dari rumah, habitat berbagai makhluk hidup, sebagai sumber air minum, sebagai sarana transportasi air, pelayaran, dan lain-lain. Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air, seperti sungai, danau, dan laut akibat aktivitas manusia. Sungai, danau, dan laut merupakan bagian terpenting dalam kehidupan kita. Berbagai macam fungsinya sangat membantu kehidupan manusia. Fungsi tersebut sungai, danau, dan laut adalah untuk irigasi pertanian, bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dari rumah, habitat berbagai makhluk hidup, sebagai sumber air minum, sebagai sarana transportasi air, pelayaran, dan lain-lain. Salah satu penyebab pencemaran air yaitu penggunaan deterjen. Deterjen adalah pembersih sintetis yang terbuat dari bahan turunan minyak bumi, yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yang berakibat di air. Salah satunya adalah ikan. Banyak kasus yang kita dengar bahwa sering terjadi kematian ikan akibat pencemaran air yang disebabkan oleh penggunaan deterjen oleh ulah manusia. Deterjen bisa membuat ikan yang ada pada perairan terganggu, perusakannya terganggu, mabuk, bahkan berujung pada kematian. A. Alat dan Bahan <table><tr><td>1. Alat</td><td>2. Bahan</td></tr><tr><td>- 4 buah Gelas kimia</td><td>- Deterjen secukupnya</td></tr><tr><td>- 1 buah Stopwatch</td><td>- 4 ekor Ikan Hiu</td></tr><tr><td>- 1 buah Sendok pengaduk</td><td>- Air keran secukupnya</td></tr><tr><td>- 1 buah Timbangan</td><td></td></tr></table> B. Langkah Praktikum - Sediakan 4 gelas kimia yang telah diisi dengan air yang sama banyak. - Masukkan 1 ekor ikan ke dalam masing-masing gelas. - Gelas ke-1 tidak diberikan perlakuan apa-apa. - Masukkan deterjen ke dalam masing-masing gelas I = 0 gram, gelas II = 1 gram, gelas III = 3 gram, dan gelas IV = 10 gram. - Hitung kecepatan pernafasan ikan pada masing-masing gelas mulai mendengar detektor selama 1 menit. - Hitung lagi kecepatan bernafas ikan setelah 10 menit selama 1 menit. - Lakukan berulang-ulang sampai 3 kali. - Amati apa yang terjadi dengan kondisi ikan setelah 1 jam pengamatan. - Masukkan data ke dalam tabel - Rendahkan perbedaan dari keempat perlakuan tersebut.	1. Alat	2. Bahan	- 4 buah Gelas kimia	- Deterjen secukupnya	- 1 buah Stopwatch	- 4 ekor Ikan Hiu	- 1 buah Sendok pengaduk	- Air keran secukupnya	- 1 buah Timbangan		Tampilan fitur lab bio pada <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i>. Fitur lab bio yang disediakan meminta siswa untuk melakukan sederet aktivitas tertentu untuk menginvestigasi informasi terkait perubahan lingkungan. Fitur lab
1. Alat	2. Bahan												
- 4 buah Gelas kimia	- Deterjen secukupnya												
- 1 buah Stopwatch	- 4 ekor Ikan Hiu												
- 1 buah Sendok pengaduk	- Air keran secukupnya												
- 1 buah Timbangan													

		bio akan memandu siswa untuk mengembangkan aspek memecahkan masalahnya sehingga kemampuan berpikir kritisnya dapat dilatihkan. Indikator analisis, evaluasi, interferensi, dan regulasi diri dalam melakukan aktivitas praktikum guna menjawab permasalahan yang bermakna, relevan, dan kontekstual ditargetkan untuk dilatih melalui fitur ini.
10.	Diskusi 1. Berdasarkan panduan praktikum, apa tujuan dari praktikum tersebut? Jawab: 2. Buatlah rumusan masalah yang sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan! Jawab: 3. Sebut dan jelaskan variabel yang terdapat pada praktikum tersebut! Jawab: Variabel Manipulasi : Variabel Response: Variabel Kontrol: 4. Apakah terdapat perbedaan kecepatan pemapasan lemak dalam melakukan praktikum? Mengapa? Jawab: 5. Buatlah kesimpulan sesuai dengan praktikum yang telah dilakukan! Jawab:	Tampilan fitur diskusi pada <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i>. Fitur diskusi terdiri dari beberapa pertanyaan esai yang dapat dijawab siswa melalui beberapa aktivitas investigasi pada fitur lab bio. Siswa menulis diskusi akan secara langsung melatih kemampuan berpikir kritisnya.
11.	Soal Bio 1. Perhatikan grafik di bawah ini Perubahan Jumlah Hutan Bukit Sulgi Tahun 1984 - 2019 WRI INDONESIA	Tampilan salah satu soal yang tersedia pada fitur soal bio di <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i>. Terdapat tiga soal di akhir produk <i>e-book</i> yang setiap soalnya terdiri dari 2 atau 3 butir soal. Fitur ini selain berguna untuk mengetahui tingkat capaian belajar siswa, juga ditargetkan untuk melatih indikator penjelasan dan evaluasi siswa, contohnya pada soalutupan bukit di samping, dengan menganalisis data

[illegible]

Produk *e-book* yang dikembangkan ditujukan untuk siswa kelas X SMA pada mata pelajaran biologi yang memuat materi perubahan lingkungan. Indikator materi perubahan lingkungan yang ditetapkan beserta tugas siswa yang dirancang untuk setiap indikator disajikan di tabel 4.

Tabel 4. Indikator dan tugas pada produk *e-book* berbasis *PBL*.

No	Indikator	Tugas
3.11.1	Merumuskan masalah berdasarkan kasus yang disajikan.	Siswa diminta merumuskan masalah berdasarkan kasus yang disajikan.
3.11.2	Menganalisis berbagai macam perubahan lingkungan.	Siswa melakukan kegiatan pengamatan pada lingkungan sekitar untuk mengamati terjadinya berbagai macam perubahan lingkungan.
3.11.3	Menganalisis faktor penyebab terjadinya perubahan lingkungan.	Siswa diminta untuk mencermati data dan informasi yang telah ditemukannya kemudian ia mampu menganalisis penyebab terjadinya perubahan lingkungan.
3.11.4	Menganalisis dampak terjadinya	Siswa diminta untuk menganalisis dampak

	perubahan lingkungan.	terjadinya perubahan lingkungan berdasarkan artikel yang dibaca.
3.11.5	Menganalisis data perubahan lingkungan.	Siswa diminta untuk menganalisis data tabel perubahan lingkungan yang disajikan, selanjutnya digunakan dalam menjawab pertanyaan yang disajikan.
3.11.6	Membuat solusi terkait pemecahan permasalahan perubahan lingkungan.	Siswa diminta untuk membuat solusi atau alternatif pemecahan masalah berdasarkan artikel yang dibaca.
3.11.7	Membuat rancangan pemecahan permasalahan terkait perubahan lingkungan.	Siswa membuat rancangan percobaan terkait pemecahan masalah (alternatif solusi) mengenai perubahan lingkungan.
3.11.8	Mengomunikasikan rancangan pemecahan permasalahan terkait perubahan lingkungan.	Siswa melakukan refleksi pembelajaran yang telah dilakukan melalui presentasi hasil percobaan pemecahan permasalahan terkait perubahan lingkungan.

Berdasarkan KI, KD, dan indikator yang ditentukan pada materi perubahan lingkungan, maka bahan kajian yang dikembangkan pada *e-book* terdiri atas: (i) Faktor penyebab: alam dan manusia; (ii) Sumber pencemaran lingkungan: fisika, kimia, dan biologi; (iii) Jenis pencemaran lingkungan: pencemaran air, pencemaran tanah, dan pencemaran udara; (iv) dampak pencemaran lingkungan: sungai tercemar, tanah tandus, dan hujan asam; dan (v) solusi perubahan lingkungan: pelestarian lingkungan dan daur ulang limbah. Materi yang terdapat di dalam produk *e-book* dikembangkan menggunakan referensi berbagai sumber yang tersedia di daftar pustaka produk.

e-book yang dikembangkan dapat diakses secara daring maupun luring melalui berbagai perangkat elektronik yang memiliki browser terpasang pada programnya, seperti beberapa alat elektronik standar: PC, laptop, tablet, smartphone, dsb. Pengguna yang ingin mengakses produk secara daring dapat membuka browser miliknya seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, atau Safari lalu menelusuri alamat *e-book* dan dapat memanfaatkan segala fitur yang ada pada *e-book*. Penggunaan juga dapat secara luring,

dengan mengakses file *e-book* yang berformat pdf melalui alat perangkat lunak Flip PDF Professional. Akses *e-book* melalui Flip PDF Professional akan membuat pengguna merasakan efek seperti menggunakan buku asli dikarenakan terdapat cara transisi halaman yang serupa dengan buku fisik, jenis transisi ini biasanya membuat buku elektronik disebut *flipbook*.

Pengembangan *e-book* ini juga dapat menjadi solusi teknologi dunia pendidikan Indonesia yang baru saja akan keluar dari wabah pandemi Covid-19, sehingga tidak semua sekolah menetapkan pertemuan tatap muka, dan jika pun ada sekolah mengaplikasikan pertemuan tatap muka masih tetap membutuhkan perangkat elektronik agar dapat membuat pembelajaran menjadi campuran antara tatap muka dan jarak jauh. Ambarita (2020) menyatakan penggunaan media elektronik yang beragam dapat menjadi alternatif dalam mengoptimalkan efektivitas pembelajaran di masa Covid-19 atau pasca Covid-19 ini.

Produk *e-book* yang dikembangkan menggunakan tipe, warna, dan ukuran font yang mudah untuk dibaca dan terlihat jelas, serta menarik siswa agar mau membacanya dan tidak mudah bosan. Bahasa yang digunakan dalam produk *e-book* yang dikembangkan adalah bahasa Indonesia dengan beberapa nama latin. Penulisan yang mudah dibaca dan jelas memudahkan siswa untuk membacanya.

Aktivitas belajar pada produk *e-book* dikembangkan berdasarkan model pembelajaran *PBL*, yaitu terdiri dari sintaks: (i) melakukan pengamatan terhadap suatu fenomena, (ii) menganalisis informasi tentang suatu fenomena, (iii) melakukan penyelidikan terhadap suatu fenomena, (iv) menyimpulkan, dan (v) memberikan solusi dengan mengaplikasikan konsep yang telah dimiliki untuk menyelesaikan permasalahan.

Produk *e-book* berbasis model pembelajaran *PBL* ini dikembangkan dengan menambahkan beberapa fitur unggulan yang dapat didesain dan dirancang khusus untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa Sekolah Menengah Atas pada mata pelajaran biologi dan materi pembelajaran perubahan lingkungan. Penjabaran terkait fitur-fitur khusus ini disajikan di tabel 5.

Tabel 5. Fitur unik produk *e-book* yang dikembangkan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

No	Nama Fitur	Deskripsi
1.	 (Berita Bio)	Berita dan informasi terkait permasalahan lingkungan dan perubahan-perubahannya. Fitur

		berita bio dapat dimanfaatkan oleh guru dalam sintaks model pembelajaran PBL sebagai sumber informasi masalah pada langkah orientasi masalah, yang bertugas untuk melatih indikator interpretasi dan analisis dari kemampuan berpikir kritis.
2.	 Bio Kritis (Bio Kritis)	Pertanyaan yang mengundang keingintahuan dan mencari informasi tertentu untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa terkait perubahan lingkungan. Pada fitur ini, seluruh indikator kemampuan berpikir kritis berpotensi dilatih tergantung pada pertanyaan yang didapatkan oleh siswa. Pelatihan terhadap indikator interpretasi, analisis, evaluasi, interferensi, penjelasan, dan regulasi diri berpotensi didapatkan siswa.
3.	 Lab Bio (Lab Bio)	Aktivitas praktikum yang dapat melatih indikator interpretasi melalui perencanaan kegiatan lab, kemudian melatih indikator analisis, evaluasi, interferensi, dan regulasi diri dalam melakukan aktivitas praktikum guna menjawab permasalahan yang bermakna, relevan, dan kontekstual.
4.	 Konsep Bio (Konsep Bio)	Konsep penting perubahan lingkungan yang memuat berbagai informasi penting terkait lingkungan, dan ditargetkan dapat melatih indikator analisis siswa.
5.	 Info Bio (Info Bio)	Informasi dan tautan khusus tentang pengetahuan tambahan terkait materi biologi

6.	 Soal Bio (Soal Bio)	Soal-soal untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi yang dirancang untuk melatih kemampuan penjelasan dan evaluasi siswa.
----	---	--

Validitas produk *e-book*

Validasi produk *e-book* berbasis *PBL* dilakukan oleh tiga ahli, yaitu ahli materi, ahli pendidikan, dan guru biologi menggunakan instrumen yang telah disusun. Hasil validasi disajikan di tabel 6.

Tabel 6. Hasil validasi *e-book* berbasis *PBL*.

Tabel 6. Hasil validasi <i>e-book</i> berbasis PDL						
Aspek Penilaian		Skor			Rata - rata	Persentase Kevalidan (%)
		V1	V2	V3		
A. Validitas Penyajian						
1	Kemudahan dalam mengakses <i>e-book</i> .	4	4	4	4	100
2	Tampilan visual <i>e-book</i> secara keseluruhan menarik	3	4	4	3,67	91,67
3	Desain <i>e-book</i> secara keseluruhan menarik	3	4	4	3,67	91,67
4	Kualitas penggunaan <i>e-book</i> mutakhir	4	4	4	4	100
5	Gambar pendukung dalam <i>e-book</i> sesuai dengan materi	3	4	4	3,67	91,67
6	Kualitas layout <i>e-book</i> baik	3	4	4	3,67	91,67
7	Penyusunan kalimat dalam <i>e-book</i> terkategori baik	3	4	4	3,67	91,67
8	Penggunaan simbol, istilah dan kata <i>e-book</i> baik	3	2	4	3	75

Persentase Kevalidan (%)						91,67
Kategori						Sangat Valid
B. Validitas Isi						
9	Keutuhan komponen <i>e-book</i> , meliputi:					
	a. Bagian Pendahuluan	3	4	4	3,67	91,67
	b. Bagian Isi	4	3	4	3,67	91,67
	c. Bagian Penutup	4	4	3	3,67	91,67
10	Cakupan dan akurasi materi dalam <i>e-book</i> terkategori baik	3	4	4	3,67	91,67
11	Kesesuaian Konsep perubahan lingkungan dengan Kurikulum 2013 pada <i>e-book</i> terkategori baik.	3	4	4	3,67	91,67
12	Kebenaran konsep materi perubahan lingkungan pada <i>e-book</i> yang dikembangkan	3	4	4	3,67	91,67
13	Kemutakhir an dan kontekstual konsep pada <i>e-book</i>	3	4	4	3,67	91,67
14	Dapat mengembangkan kecakapan dan merangsang keingintahua n	3	4	4	3,67	91,67
15	Kesesuaian materi dalam <i>e-book</i> berbasis	3	4	4	3,67	91,67

	<i>PBL</i> untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa					
16	Kesesuaian aktivitas dalam <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa	3	4	4	3,67	91,67
Persentase Kevalidan (%)						91,67
Kategori						Sangat Valid
C. Validitas Bahasa						
17	Teknik penyajian yang digunakan dalam <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA terkategori baik	4	4	4	4	100
18	Pendukung penyajian yang digunakan dalam <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA terkategori baik	4	4	4	4	100
Persentase Kevalidan (%)						100
Kategori						Sangat Valid
D. Validitas Soal						

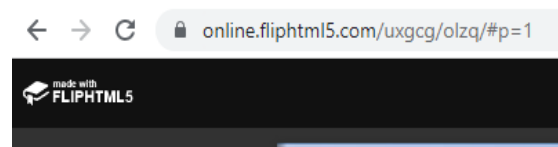
19	Bahasa dan penulisan soal yang disajikan dalam <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA terkategori baik	3	4	4	3,67	91,67
20	Validitas soal yang disajikan dalam <i>e-book</i> berbasis <i>PBL</i> untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA terkategori baik	3	4	4	3,67	91,67
Persentase Kevalidan (%)						91,67
Kategori						Sangat Valid
Persentase Kevalidan Keseluruhan (%)						93,75
Kategori						Sangat Valid

Hasil validasi oleh tiga ahli, yaitu ahli materi, ahli pendidikan, dan guru biologi menggunakan instrumen yang telah disusun memperlihatkan validitas sebesar 93,75. Hasil ini mengindikasikan bahwa *e-book* berbasis *PBL* tergolong ke dalam kategori sangat valid, dan dapat dijadikan sebagai media pembelajaran bagi siswa kelas X SMA sederajat dalam mempelajari materi perubahan lingkungan pada mata pelajaran biologi.

Pada aspek validitas penyajian, validator rata-rata memberikan nilai 91,67 kevalidan dengan kategori sangat valid. Hal ini mengindikasikan produk *e-book* berbasis *PBL* yang dikembangkan secara rata-rata memenuhi poin yang sangat baik pada setiap validitas penyajian. Didapatkannya nilai validitas yang tinggi ini dapat dilihat dari setiap poin penilaiannya, terutama dari poin aspek yang mencapai persentase validitas 100. Sub-aspek kemudahan dalam mengakses *e-book* yang

mendapatkan nilai 100 karena *e-book* yang dikembangkan dapat diakses menggunakan berbagai jenis perangkat elektronik yang dimiliki siswa dengan syarat yang mudah, yaitu memiliki kemampuan untuk mengakses browser. *e-book* dapat diakses melalui berbagai perangkat yang dapat mengakses browser dan/atau yang dapat mengakses internet, sehingga kemudahannya untuk diakses dari manapun dan kapanpun membuat skor pada sub-aspek ini. Di abad 21 ini, mayoritas siswa memiliki akses perangkat seluler, terutama di wilayah Asia Tenggara (Siddiquah & Salim, 2017; Essel dkk., 2018; Apuke & Ivendo, 2018; Muthuprasad dkk., 2021), sehingga ketersediaan media pembelajaran yang ada di internet membuat siswa dapat mengaksesnya dari manapun dan kapanpun. Hal ini didukung oleh pernyataan Tutkun (2011) bahwa pemanfaatan media yang tersedia di internet dapat membantu siswa dalam proses belajar mengajar. Pencapaian siswa dalam pembelajaran dapat ditingkatkan dengan penggunaan teknologi dalam pembelajaran (Harahap dkk, 2019), salah satu teknologi itu adalah buku pembelajaran dalam bentuk elektronik (*e-book*). Tampilan *e-book* di internet disajikan pada gambar 6.

Sub-aspek lain yang mendapatkan nilai 100 adalah kualitas penggunaan *e-book* mutakhir. Informasi yang terdapat dalam produk *e-book* merupakan informasi terkini terkait perubahan lingkungan. Ketersediaan informasi terkini ini membuat *e-book* mendapatkan skor tinggi oleh validator. Terutama dengan sifat *e-book* yang bersifat daring, maka pemutakhiran informasi di dalam *e-book* agar terus mengikuti perkembangan pengetahuan terus-menerus dilakukan. Kemutakhiran ini juga dapat disebabkan bentuk produk yang digital dan dapat diperbaharui kapanpun. Penggunaan teknologi internet yang dapat dengan mudah diperbaharui dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Hoerunnisa dkk, 2019). Alamat situs produk *e-book* berbasis *PBL* disajikan pada gambar 1.



Gambar 1. Alamat akses produk *e-book* berbasis *PBL*.

Pada sub-aspek tampilan visual *e-book* validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa tampilan visual *e-book* secara keseluruhan menarik. Hal ini tentu dapat membuat siswa menjadi tertarik untuk membaca dan belajar menggunakan *e-book* yang dikembangkan. Pada sub-aspek selanjutnya diperoleh

validitas 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa desain *e-book* secara keseluruhan menarik. Cahyani dkk (2020) menyatakan desain sebuah media yang menarik dapat membuat siswa termotivasi untuk belajar dengan demikian dapat tercapainya tujuan belajar yang ditetapkan. Tampilan desain dua halaman produk *e-book* berbasis *PBL* disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Contoh desain dua halaman produk *e-book* berbasis *PBL*.

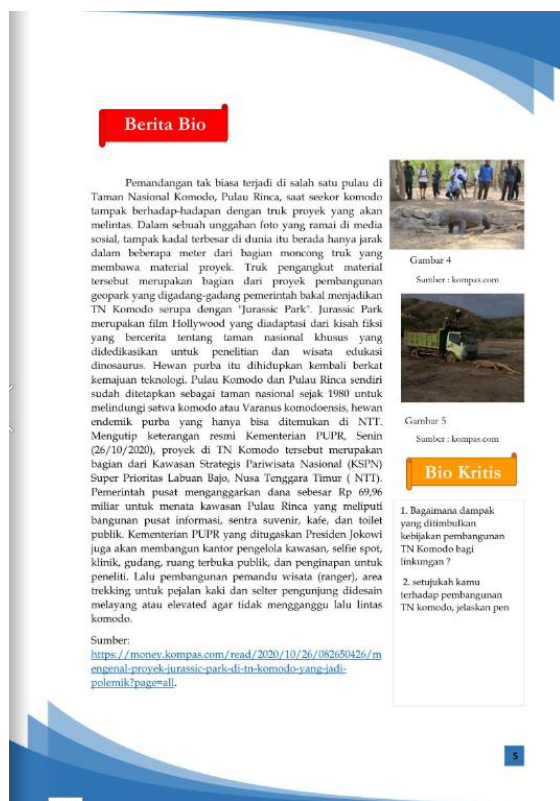
Pada sub-aspek gambar pendukung validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa gambar pendukung dalam *e-book* sesuai dengan materi. Penambahan gambar, video, dan/atau link yang relevan sangat membantu meningkatkan kemenarikan sebuah media pembelajaran. Validator menilai gambar pendukung yang tersedia di produk *e-book* dapat mendukung pembelajaran. Contohnya pada Gambar 3, dapat dilihat gambar yang ditampilkan memiliki resolusi yang baik dan mudah dilihat siswa. Pada keterangan gambar, juga diberikan informasi terkait gambar, yaitu beberapa contoh penyebab perubahan lingkungan. Hal inilah yang membuat sub-aspek ini memiliki skor validitas yang baik. Penggunaan gambar yang menarik dapat meningkatkan hasil belajar dan performa belajar siswa (Utami, 2020). Materi pembelajaran yang baik disajikan dengan bantuan visual yang baik, salah satu alat bantu visual adalah gambar (Daryanto, 2013; Syuryani & Rachmadiarti, 2020).



Gambar 3. Contoh gambar yang tersedia pada produk *e-book*.

Pada sub-aspek selanjutnya validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kualitas layout *e-book* baik. Layout produk *e-book* didesain sedemikian rupa agar siswa dapat membaca dengan mudah akan tetapi juga menarik karena susunan tata letaknya. Layout salah satu halaman disajikan pada gambar 4 di bawah ini. Isi halaman tidak terlalu menempel ke tepi halaman karena margin yang sesuai. Halaman terdiri dari satu main bar dan satu sidebar. Pada main bar terdiri dari fitur utama halaman, yaitu fitur berita bio. Sedangkan pada sidebar, terdiri dari fitur pendukung pembelajaran seperti info bio dan bio kritis. Tata letak yang memudahkan siswa untuk mengetahui mana artikel utama dan fitur tambahan yang mendukung pembelajarannya, serta kemudahan dan kemenarikan tata letak halaman, membuat sub-aspek ini dinilai baik oleh validator.

Pada sub-aspek penyusunan kalimat diperoleh validitas 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa susunan kalimat dalam *e-book* terkategori baik. Penyusunan kalimat mengikuti ketentuan bahasa Indonesia yang baik dan benar. Penyusunan kalimat yang baik pada produk pembelajaran seperti *e-book* dapat membuat siswa semakin mudah mengerti materi (Tayyibah & Rachmadiarti, 2021). Setiap kalimat pada *e-book* disusun dengan mengikuti beberapa ketentuan yang disarankan, seperti: (i) memilih diksi yang tepat, (ii) memiliki unsur utama yaitu subjek dan predikat, (iii) menggunakan kaidah penulisan sesuai Ejaan Bahasa Yang Disempurnakan (EYD), (iv) menekan pokok kalimat yang disampaikan, (v) koheren dan paralel, serta (vi) tidak menggunakan kata yang tidak perlu. Unsur tersebut digunakan oleh penyusun untuk membuat produk *e-book* yang dikembangkan memiliki struktur kalimat yang baik. Hal ini dikonfirmasi oleh validator yang memberikan nilai yang baik pada sub-aspek ini.

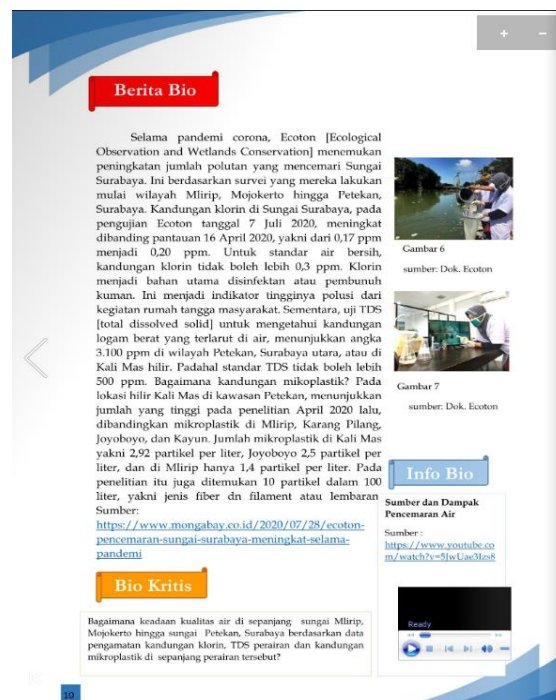


Gambar 4. Layout salah satu halaman produk *e-book*.

Pada sub-aspek penggunaan simbol, istilah, dan kata *e-book* diperoleh validitas 75. Persentase ini tidak sebaik pada sub-aspek sebelumnya, tetapi tetap dalam kategori baik, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa penggunaan simbol, istilah, dan kata *e-book* cukup baik. Setelah mendapatkan nilai ini, penyusun *e-book* memeriksa dan memperbaiki simbol, istilah, dan kata pada *e-book* agar lebih baik. Penggunaan simbol, istilah, dan kata yang baik pada produk pembelajaran seperti *e-book* dapat membuat siswa semakin mudah mengerti materi (Tayyibah & Rachmadiarti, 2021).

Validitas penyajian yang baik ini juga merupakan hasil dari pengembangan produk *e-book* yang disusun secara sistematis menggunakan desain yang mudah untuk dibaca dan diakses, serta tata letak yang menarik. *e-book* yang dikembangkan dilengkapi dengan berbagai fitur elektronik lain seperti gambar, video, dan link yang dapat diakses oleh siswa, faktor ini juga mempengaruhi kevalidan produk sesuai dengan aspek validitas penyajian (Rafidah & Rachmadiarti, 2022; Muhammad dkk, 2015). Hwang (2018) dalam tulisannya mengatakan bahwa jika dalam *e-book* dilengkapi dengan gambar, video, link, serta fitur elektronik lain, maka akan berpotensi tinggi dapat meningkatkan pola pikir siswa menjadi lebih aktif. Fitur gambar, link, dan video yang terdapat pada salah satu halaman materi disajikan pada

gambar 5.



Gambar 5. Fitur gambar, link, dan video yang terdapat pada salah satu halaman produk *e-book*.

Pada aspek validitas isi, validator rata-rata memberikan nilai 91,67 kevalidan dengan kategori sangat valid. Hal ini mengindikasikan produk *e-book* berbasis *PBL* yang dikembangkan secara rata-rata memenuhi poin yang sangat baik pada setiap validitas isi. Pada sub-aspek keutuhan komponen *e-book*, validitasnya 91,67. Hal ini menandakan seluruh komponen *e-book* seperti pendahuluan, isi, dan penutup telah tersedia utuh. Keutuhan komponen *e-book* berbasis *PBL* ini diharapkan dapat membuat siswa belajar secara keseluruhan, tidak mendapatkan pengetahuan atau konsep yang hanya sepotong. Penyusunan *e-book* yang utuh dan sistematis mampu memberikan siswa kemudahan dalam mempelajari materi ajar (Sadjati, 2018; Tayyibah & Rachmadiarti, 2021).

Pada sub-aspek selanjutnya diperoleh validitas 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa cakupan dan akurasi materi dalam *e-book* terkategori baik. Cakupan materi yang disediakan di dalam produk *e-book* disusun untuk memenuhi indikator capaian pembelajaran sebagaimana yang dinyatakan pada Tabel 4. Penilaian validasi yang baik ini dikarenakan materi pembelajaran yang ada di dalam produk *e-book* berbasis *PBL* merujuk kepada pustaka yang terpercaya, seperti buku teks, jurnal bereputasi, dan artikel valid dan reliabel lainnya. Akurasi materi pada produk dipercaya cukup baik karena penulis

memeriksa informasi yang disediakan di dalam produk agar terhindar dari miskonsepsi. Cakupan dan akurasi materi pada bahan ajar merupakan komponen kelayakan isi yang harus dipenuhi oleh para pengembang produk bahan/media pembelajaran (BSNP, 2015). Cakupan dan akurasi materi harus sesuai dengan kebenaran konsep dan teori (Dewi & Rachmadiarti, 2018). Materi ajar adalah komponen terpenting dalam sebuah kegiatan pembelajaran, harus disusun sistematis (Kemendikbud, 2013). Contoh materi pembelajaran pada salah satu halaman produk disajikan pada gambar 6.



Gambar 6. Materi pembelajaran pada salah satu halaman produk *e-book*, materi perubahan lingkungan.

Pada sub-aspek selanjutnya validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kesesuaian konsep perubahan lingkungan dengan kurikulum 2013 pada *e-book* terkategori baik. Materi ajar produk *e-book* berbasis PBL disusun berdasarkan KI dan KD yang diamanahkan oleh Mendikbud (2018) terkait kompetensi inti dan kompetensi dasar pelajaran pada Kurikulum 2013 pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah. KI dan KD yang diamanahkan kemudian dikonversi menjadi indikator capaian pembelajaran yang disajikan di tabel 4. Pada sub-aspek selanjutnya validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kebenaran konsep materi perubahan lingkungan pada *e-*

book yang dikembangkan baik. Sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya, materi yang ada pada produk *e-book* mengacu pada berbagai sumber terpercaya seperti buku ajar Nasional dan jurnal bereputasi, dengan demikian kebenaran serta akurasi telah diperiksa paling tidak tiga kali.

Pada sub-aspek selanjutnya validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kemutakhiran dan kontekstual konsep pada *e-book* baik. Konsep yang ada pada produk *e-book* telah mengikuti perkembangan ilmu lingkungan dan perubahan lingkungan terkini. Kemutakhiran konsep dan fakta yang ada pada produk yang dikembangkan seperti *e-book* merupakan salah satu aspek penting yang harus diperhatikan oleh penyusun produk (Pratiwi & Rachmadiarti, 2022; Rafidah & Rachmadiarti, 2022). Contohnya pada kebijakan terkait pembangunan TN Komodo yang baru-baru ini mencuat ke publik disajikan pada gambar 7. Produk *e-book* ini telah memasukkan informasi yang dikhawatirkan publik tersebut ke dalam materi ajarnya, dengan demikian konsep yang ada di dalam buku ini tergolong mutakhir dan telah divalidasi baik oleh ahli.



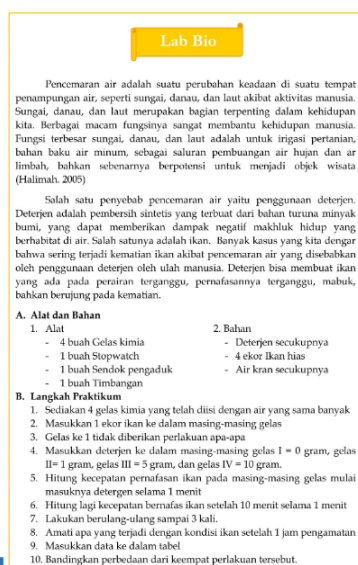
Gambar 7. Salah satu kajian produk *e-book* terkait masalah lingkungan.

Pada sub-aspek selanjutnya validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa *e-book* dapat mengembangkan kecakapan dan merangsang keingintahuan. Hal ini dapat disebabkan oleh kayanya materi *e-book* akan informasi terbaru, seperti link atau berita terkait masalah lingkungan di dunia nyata. Selain itu, kehadiran fitur Lab Bio pada produk juga berpotensi dapat mengembangkan kecakapan dan keingintahuan siswa karena mereka akan aktif dan berdiskusi bersama teman sembari belajar (Tayyibah & Rachmadiarti, 2022). Keingintahuan siswa akan dirangsang untuk mencari informasi terkait masalah tersebut. Ketercapaian sub-

aspek ini dinilai baik oleh validator.

Pada sub-aspek selanjutnya validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kesesuaian materi dalam *e-book* berbasis *PBL* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini dikarenakan produk *e-book* dikembangkan sesuai dengan langkah-langkah dalam pembelajaran *PBL*, yaitu: (i) melakukan pengamatan terhadap suatu fenomena, (ii) menganalisis suatu informasi tentang suatu fenomena, (iii) melakukan penyelidikan terhadap suatu fenomena, (iv) menyimpulkan, dan (v) memberikan solusi dengan mengaplikasikan konsep yang telah dimiliki untuk menyelesaikan permasalahan.

Pada sub-aspek selanjutnya validitasnya 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kesesuaian aktivitas dalam *e-book* berbasis *PBL* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa. Kemampuan berpikir kritis siswa dilatihkan melalui dua cara, yang pertama adalah penggunaan sintaks model pembelajaran *PBL* yang dikenal baik dalam melatih kemampuan berpikir kritis siswa (Nafiah & Suyanto, 2014; Priawasana & Endra, 2019). Cara kedua adalah pelatihan melalui fitur yang ada pada produk *e-book*. Fitur-fitur ini dirancang untuk menargetkan pelatihan indikator kemampuan berpikir kritis yang ada, yaitu: interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan regulasi diri. Fitur-fitur tersebut disajikan di tabel 6. Salah satu fitur yang melatih kemampuan berpikir kritis siswa melalui aktivitas pembelajaran adalah Lab Bio, disajikan pada gambar 8.



Gambar 8. Screenshot dari produk *e-book*.

Hasil validasi dari validator ahli menunjukkan produk *e-book* yang dikembangkan cukup sesuai dengan kaidah isi materi yang baik dan benar. Hal ini merupakan hasil dari pengembangan yang dilakukan secara runtut sesuai kaidah penelitian pengembangan yang dianjurkan.

Pada tahap awal, terlebih dahulu dilakukan analisis kurikulum, analisis siswa, analisis konsep, dan analisis tugas. Penyusunan media seperti buku ajar agar dapat digunakan secara baik ialah dengan berpedoman terhadap kurikulum serta peraturan lain terkait pembelajaran yang berlaku (Putri & Rachmadiarti, 2022). Memastikan prinsip dan format sesuai dengan SKL, KI, dan KD yang ditentukan, beserta bahan kajian yang ditetapkan, akan sangat mendukung berkembangnya media pembelajaran yang baik dengan materi dan alat penilaian yang otentik (Rahmiwati, 2018).

Pada aspek validitas bahasa, validator rata-rata memberikan nilai 100 dengan kategori sangat valid. Hal ini mengindikasikan produk *e-book* berbasis *PBL* yang dikembangkan secara rata-rata memenuhi poin yang sangat baik pada validitas bahasa. Pada sub-aspek pertama, diperoleh persentase 100, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa teknik penyajian yang digunakan dalam *e-book* berbasis *PBL* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA terkategori baik. Teknik penyajian yang digunakan dalam *e-book* berdasarkan sintaks model pembelajaran *PBL* dikombinasikan dengan fitur-fitur unik tertentu. Kedua aspek penyajian ini dinilai mendukung terlatihnya kemampuan berpikir kritis oleh ahli yang melakukan validasi.

Pada sub-aspek selanjutnya validitasnya 100, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa pendukung penyajian yang digunakan dalam *e-book* berbasis *PBL* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA terkategori baik. Hal ini karena produk *e-book* berbasis *PBL* memuat berbagai macam fitur yang menarik, dan disertai berbagai macam media pendukung, seperti pengantar materi, ilustrasi atau gambar, rangkuman, dan diskusi. Pendukung penyajian merupakan salah satu aspek bahasa yang harus diperhatikan dalam pengembangan buku ajar (Laily & Rachmadiarti, 2019). Tayyibah & Rachmadiarti (2022) menyatakan bahwa tingkat kemenarikan *e-book* yang dilengkapi pendukung penyajian seperti pendahuluan, gambar atau ilustrasi, fitur-fitur, latihan soal, rangkuman, dan refleksi dapat meningkatkan kualitas *e-book*.

Aspek bahasa yang dapat mencapai nilai sempurna di atas menandakan bahwa produk *e-book* dikembangkan dengan tingkat kebahasaan yang tepat. Kalimat dan kata di dalam produk *e-book* dipilih secara cermat dan teliti, sehingga miskonsepsi dapat dihindari dan ketertarikan siswa untuk membaca produk menjadi meningkat. Hal ini senada dengan yang dinyatakan Hermawan (2019) bahwa minat baca serta mengertinya siswa terhadap materi yang tersedia pada media pembelajaran

dipengaruhi oleh tata bahasa dan kalimat yang baik.

Pada aspek validitas soal, validator rata-rata memberikan nilai 91,67 dengan kategori sangat valid. Hal ini mengindikasikan produk *e-book* berbasis *PBL* yang dikembangkan memenuhi poin yang sangat baik pada setiap validitas soal. Pada sub-aspek pertama, diperoleh validitas 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa bahasa dan penulisan soal yang disajikan dalam *e-book* berbasis *PBL* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA terkategori baik. Hal ini terjadi karena penyusun *e-book* memperhatikan aspek bahasa dan penulisan soal, baik itu secara manual ataupun dengan bantuan perangkat lunak pemeriksa bahasa seperti google doc. Pada sub-aspek selanjutnya diperoleh validitas 91,67, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa validitas soal yang disajikan dalam *e-book* berbasis *PBL* untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA terkategori baik. Soal pada produk *e-book* berbasis *PBL* dirancang dan disusun secara akurat dan teliti untuk mencapai KD dan Indikator pembelajaran yang ditargetkan, sembari untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa, hal ini yang berpotensi membuat ahli menilai validitas soal baik. Contoh soal pada produk *e-book* disajikan pada gambar 9.

a. Permasalahan apa yang ditunjukkan grafik di atas?
b. Bagaimana dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan jika hal itu terus terjadi?
2. Bacalah cuplikan artikel berita berikut dengan seksama dan jawab pertanyaan di bawah ini!

CIANJUR, KOMPAS.com - Limbah cair dan bahan berbahaya beracun (B3) yang dibuang sembarangan di kawasan jalan lingkar timur Cianjur, Jawa Barat, berpotensi mencemari Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum. Pasalnya, di wilayah tersebut terdapat sejumlah aliran sungai yang bermuara ke Citarum. Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Cianjur sendiri mencatat, saat ini masih ada enam titik lokasi pembuangan limbah yang perlu segera ditangani.

a. Apa dampak yang akan ditimbulkan jika pembuangan limbah tersebut tidak segera ditangani?
b. Bagaimana cara menangani hal tersebut?
3. Bacalah cuplikan berita berikut dengan seksama dan jawablah pertanyaan di bawah ini!

Kabupaten Belitang Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, luasnya sekitar 250.691 hektar. Kabupaten ini wilayahnya dikelilingi sejumlah sungai. Sebagian besar DAS [Daerah Aliran Sungai] didominasi hutan mangrove. Ada empat jejaring sungai utama, yaitu Sungai Buding di utara, Sungai Manggar di timur laut, Sungai Cantung di timur, dan Sungai Dendang di selatan. Namun sejak 2016, sejumlah sungai di Kabupaten Belitang Timur yang pusat pemerintahannya di Kota Manggar, mulai terdegradasi akibat aktivitas perkebunan skala besar dan tambang timah liar. Banyak hutan dan lahan yang dibuka dan digali.

a. Berdasarkan teks tersebut, permasalahan apa yang terjadi di kabupaten Belitang Timur?
b. Bagaimanakah dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh permasalahan tersebut?
c. Jika kamu merupakan pemerintah disana, apa yang akan kamu lakukan untuk menangani permasalahan tersebut?

k.

baik di

memenuhi

poin dan standar untuk dapat digunakan. Penulisan soal dan bahasa pada soal dinilai baik untuk digunakan, begitu pula dari sisi model pembelajaran *PBL*, soal telah dikembangkan untuk melatih dan menguji kemampuan

berpikir kritis siswa.

Kelayakan empiris produk *e-book*

Kelayakan empiris produk *e-book* berbasis *PBL* didapatkan melalui pengisian lembar respon oleh 15 (lima belas) siswa kelas X setelah menggunakan produk dalam pembelajarannya. Rekapitulasi penilaian hasil uji kelayakan empiris produk *e-book* disajikan di tabel 7.

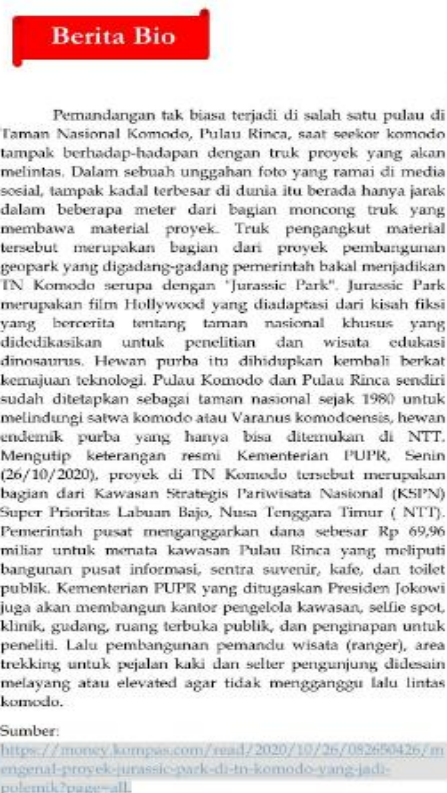
Tabel 7. Hasil uji kelayakan empiris produk *e-book* berbasis *PBL*.

No	Aspek	Rata-rata	Interpretasi
1.	Tingkat kemenarikan produk <i>e-book</i>	93,3%	Sangat menarik
2.	Tingkat kemudahan pengoperasian produk <i>e-book</i>	93,3%	Sangat mudah
3.	Tingkat kemudahan keterbacaan tulisan dan fitur lain pada produk <i>e-book</i>	100%	Sangat mudah
4.	Tingkat potensi produk <i>e-book</i> dalam meningkatkan pengetahuan	100%	Sangat berpotensi
5.	Tingkat keterbacaan font dan ukuran huruf produk <i>e-book</i>	100%	Sangat mudah
6.	Tingkat kejelasan gambar yang digunakan dalam mengilustrasikan materi	93,3%	Sangat jelas
7.	Tingkat kemenarikan fitur-fitur produk <i>e-book</i>	100%	Sangat menarik
8.	Tingkat kesesuaian <i>e-book</i> dengan tujuan pembelajaran	93,3%	Sangat sesuai
9.	Tingkat kepraktisan tahap interpretasi produk <i>e-book</i>	86,7%	Sangat praktis
10.	Tingkat kepraktisan kalimat yang digunakan produk <i>e-book</i>	100%	Sangat praktis
11.	Tingkat kemudahan dalam memahami istilah biologi pada produk <i>e-book</i>	86,7%	Sangat mudah
12.	Tingkat keefektifan produk <i>e-book</i> dalam melatih kemampuan analisis dalam berpikir kritis	100%	Sangat praktis
13.	Tingkat keefektifan produk <i>e-book</i> dalam melatih kemampuan	86,7%	Sangat praktis

	evaluasi dalam berpikir kritis		
14.	Tingkat keefektifan produk <i>e-book</i> dalam melatih kemampuan inferensi dalam berpikir kritis	86,7%	Sangat praktis
	Rata-rata skor keseluruhan produk <i>e-book</i>	94%	Sangat layak

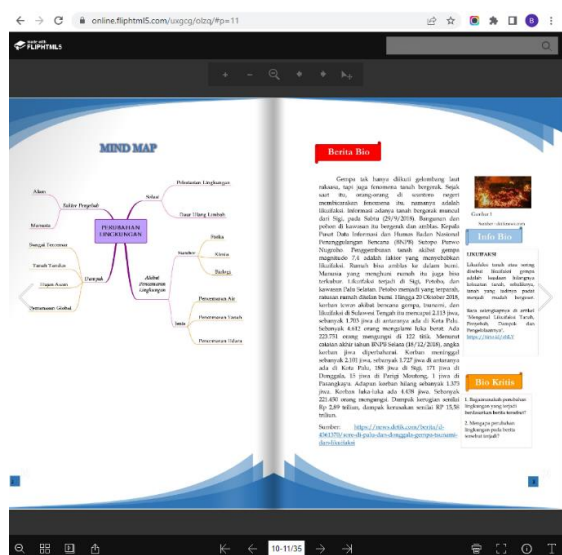
Hasil uji kelayakan empiris didapatkan kepraktisan sebesar 94%. Hasil tersebut menandakan bahwa siswa yang menggunakan produk *e-book* berbasis *PBL* pada materi perubahan lingkungan merasa produk sangat praktis dan layak secara empiris untuk digunakan baik itu dari sisi desain, isi, maupun kemampuannya dalam melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

Pada aspek kemenarikan produk *e-book*, rata-rata siswa memberikan skor 93,3% dan aspek kemenarikan fitur *e-book*, rata-rata siswa memberikan skor 100%. Skor ini dapat diinterpretasikan bahwa *e-book* berbasis *PBL* yang dikembangkan sangat menarik secara umum maupun pada fitur-fiturnya. Dua siswa yang diwawancarai secara acak dan anonim menyatakan desain produk *e-book* sangat menarik. Mereka secara spesifik menyatakan bahwa kehadiran fitur-fitur unik yang melatih kemampuan berpikir kritis pada produk *e-book* meningkatkan kemenarikan produk *e-book*, terutama fitur berita bio terkait informasi lingkungan terkini seperti yang ditampilkan pada Gambar 10 di bawah. Rafidah & Rachmadiarti (2022) menyatakan dengan adanya fitur berita/informasi terkini terkait materi pembelajaran, minat baca siswa terhadap buku ajar/*e-book* akan semakin baik.



Gambar 10. Fitur Berita bio terkait Taman Nasional Komodo. Kehadiran fitur berita bio menurut responden dapat meningkatkan kemenarikan produk.

Pada aspek kemudahan pengoperasian *e-book*, rata-rata siswa memberikan skor 93,3% dan kemudahan keterbacaan font dan ukuran huruf, serta akses fitur *e-book*, rata-rata siswa memberikan skor 100% pada kedua aspek tersebut. Kedua aspek ini menandakan siswa merasa mengoperasikan dan membaca *e-book* sangat mudah, hal ini dapat disebabkan oleh format *e-book* yang mudah diakses secara daring dari manapun dan kapanpun, serta melalui berbagai jenis perangkat yang sehari-hari digunakan. Sebenarnya aspek keterbacaan oleh pembaca dapat berbeda pada setiap orang, mengingat setiap orang memiliki keterbatasan tertentu, sehingga faktor keterbacaan dibatasi oleh unsur subyektivitas (Susanti & Rachmadiarti, 2018). Akan tetapi, karena produk bersifat elektronik, maka ada fitur memperbesar (*zoom*) tulisan bagi mereka yang sulit membaca ukuran font standar. Selama siswa memiliki perangkat yang mampu membuka atau mengakses internet melalui peramban web, ia dapat mengakses produk *e-book* tanpa masalah. Tampilan produk *e-book* berbasis *PBL* yang diakses melalui situs fliphtml5 disajikan pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan produk *e-book* berbasis PBL yang diakses melalui situs fliphtml5.

Pada aspek potensi *e-book* dalam meningkatkan pengetahuan siswa, rata-rata skor yang didapatkan adalah 100% dan pada aspek kesesuaian *e-book* dengan tujuan pembelajaran, rata-rata skor yang didapatkan adalah 93,3%. Kedua aspek ini menandakan bahwa materi yang tersedia pada *e-book* memiliki bobot yang sesuai dengan kurikulum. Hal ini dapat disebabkan oleh *e-book* yang dikembangkan mengikuti runtutan kurikulum yang tepat. Materi yang ada sesuai dengan KD, indikator, dan tujuan pembelajaran dan dapat diinterpretasikan materi pada *e-book* yang dikembangkan secara empiris layak untuk digunakan. Responden siswa yang diwawancarai menyatakan produk memuat materi pembelajaran yang tersusun sistematis sehingga siswa memiliki minat belajar yang tinggi. Potensi minat belajar yang tinggi meningkatkan potensi bertambahnya pengetahuan siswa setelah mempelajari produk *e-book* yang dikembangkan. Selain itu, responden menyatakan ketersediaan fitur info bio yang berbentuk media video di dalam produk *e-book* membuat materi yang diajarkan berpotensi semakin memberikan pengetahuan yang lebih luas kepada siswa. Gambar dan video berpotensi memudahkan siswa untuk mempelajari materi yang diberikan (Larassati & Rachmadiarti, 2021). Contoh fitur info bio disajikan pada gambar 12.



Gambar 12. Contoh fitur info bio pada produk *e-book* untuk menambah khasanah pengetahuan siswa.

Pada aspek kejelasan gambar yang digunakan dalam mengilustrasikan materi, rata-rata siswa memberikan nilai 93,3% yang dapat diinterpretasikan sebagai sangat jelas. Hal ini disebabkan oleh gambar yang digunakan pada produk *e-book* yang dikembangkan memiliki resolusi gambar yang baik, dan benar-benar dipilih yang relevan dengan materi pembelajaran yang dibahas. Kedua responden siswa yang diwawancarai tidak menemukan satu gambarpun yang tidak perlu untuk ditampilkan pada produk *e-book*. Penggunaan gambar dapat mengkonkritkan materi yang abstrak dan menghapuskan verbalisme pada anak (Faradiba & Rachmadiarti, 2020). Contoh gambar yang tersedia pada produk *e-book* berbasis PBL yang dikembangkan disajikan pada gambar 13.



Gambar 13. Dua contoh gambar yang tersedia pada produk *e-book* untuk mendukung pembelajaran.

Pada aspek kemudahan dalam memahami istilah biologi pada produk *e-book*, rata-rata siswa memberikan

nilai 86,7% yang dapat diinterpretasikan sebagai sangat mudah. Semua istilah biologi yang ada pada produk *e-book* telah dipilih agar tidak menyulitkan siswa dalam mempelajari *e-book* yang dikembangkan. Kedua responden siswa yang diwawancarai menyatakan bahwa mereka tidak menemukan istilah biologi yang sulit untuk dipahami dalam produk *e-book*.

Pada aspek keefektifan produk *e-book* dalam melatih kemampuan berpikir siswa, rata-rata skor yang didapatkan adalah 86,7% pada aspek interpretasi, 100% pada aspek analisis, 86,7% pada aspek evaluasi, dan 86,7% pada aspek inferensi. Hal ini menandakan siswa menilai produk *e-book* efektif dalam melatih kemampuan berpikir kritisnya. Hal ini dapat disebabkan karena produk *e-book* dikembangkan berbasis model pembelajaran *PBL* yang terkenal mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Fitri & Rahayu, 2022; Nurcahyono & Kustijono, 2019). Selain karena penyusunan *e-book* yang mengacu pada sintaks model pembelajaran *PBL*, penambahan fitur-fitur yang dirancang khusus untuk memberdayakan kemampuan berpikir kritis siswa membuat produk berpotensi meningkat kemampuan berpikir kritis siswa pada materi perubahan lingkungan. Salah satu fitur, yang bernama Bio Kritis, secara eksplisit meminta siswa untuk berpikir kritis pada setiap materi di fitur berita bio disajikan. Contohnya pada informasi terkait pencemaran sungai di berita bio, fitur bio kritis mengajak siswa berpikir kritis terkait materi pencemaran sungai. Contoh ini disajikan pada gambar 14.

Bio Kritis

Bagaimana keadaan kualitas air di sepanjang sungai Mlirip, Mojokerto hingga sungai Petekan, Surabaya berdasarkan data pengamatan kandungan klorin, TDS perairan dan kandungan mikroplastik di sepanjang perairan tersebut?

10

Gambar 14. Fitur bio kritis pada produk *e-book*.

Validitas dan kelayakan empiris produk yang ada memberikan skor yang baik kepada produk *e-book* yang dikembangkan. Dengan demikian, produk *e-book* berbasis *PBL* yang dikembangkan berdasarkan validitas dan kepraktisan serta keefektifan uji kelayakan empirisnya dapat digunakan pada materi perubahan lingkungan untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada dosen pembimbing Prof. Dr Fida Rachmadiarti, M.Kes. yang telah memberi saran dan masukan. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada dosen validator Dr. Tarzan Purnomo, M.Si. dan Dr. Isnawati, M.Si. Terimakasih juga kepada kedua orang tua yang senantiasa selalu mensupport sehingga penelitian ini berhasil. Selain itu, peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada guru biologi dan siswa SMAN 1 Surabaya yang telah memberikan tanggapan terbaik demi selesainya penelitian ini.

KESIMPULAN

Produk *e-book* berbasis *PBL* validitasnya sebesar 93,75 dengan interpretasi sangat valid, dan mendapatkan skor kelayakan empiris sebesar 94% dengan interpretasi sangat layak digunakan.

Berdasarkan temuan dan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa *e-book* berbasis *PBL* ini pada materi perubahan lingkungan layak digunakan dalam pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA.

SARAN

Penelitian berjenis eksperimen semu untuk mengetahui efektifitas produk *e-book* berbasis *PBL* ini pada materi perubahan lingkungan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA pada mata pelajaran biologi dalam pembelajaran formal disarankan untuk para peneliti guna menyelesaikan lanjutan penelitian pengembangan ini.

REFERENSI

- Agnah, S. M., Rusdi., & Yanti, H. 2018. Penerapan Metode Peta Argumen Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 13(1), hal. 57-66.
- Ambarita, J., Helwaun, H., & Houten L. Van. 2020. Workshop Pembuatan E-book sebagai Bahan Ajar Elektronik Interaktif untuk Guru Indonesia Secara Online di Tengah Covid-19. *Comunity Engagement and Emergence Journal*, 2(1), hal. 44-57.
- Andini, A. R. & Qomariyah, N. The Validation of e-Book Flipbook Type Human Digestive System Materials Based on PBL to Train Critical Thinking Skills of Senior High School Students. *BioEdu*, 11(2), 330-340. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n2.p330-340>

- Apuke, O.D., & Iyendo, T.O. 2018. University students' usage of the internet resources for research and learning: forms of access and perceptions of utility. *Heliyon*, 4, e01052. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e01052>
- Astuti, D.P., Siswandari, & Th, Djoko, S. 2017. E-Book for PBL to Improve Learning Outcome of the Students. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR)*, 158(1), hal. 220-227.
- Aulia, N. N., & Indana, S. 2020. Validitas LKPD Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan Berbasis Guided Discovery untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas XII SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 9(3), hal. 545-552.
- Azaly, Q. R. & Fitrihidajati, H. 2022. Development of Microsoft Office Sway Based Learning Media on Environmental Change Topic to Train Science Literation Skill of 10th Grade in Senior High School. *BioEdu*, 11(1), 218-227. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n1.p218-227>
- Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). 2014. Naskah Akademik Instrumen Penilaian Buku Teks Pelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Cahyani, A., Listiana, L, D. & Larasati, S.P.D. 2020. Motivasi Belajar Siswa SMA pada Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Islam*, 3(1), 123-140.
- Cano & Maryinez. 1991. The Relationship Between Cognitive Performance And Critical Thinking Abilities Among Selected Agricultural Education Students. *Journal of Agricultural Education*, 32(1), hal. 24-29. Retrieved from <http://pubs.aged.tamu.edu/jae/pdf/vol32/32-01-24.pdf>.
- Daryanto, D. 2013. Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran. Yogyakarta: Gava Media.
- Dewi, R.S. & Rachmadiarti, F. 2018. Validity of Textbook based on Ethnomycology on Material Mushroom of Grade X Senior High School to Train The Critical Thinking Skills for Student. *BioEdu*, 7(2), 171-176.
- Essel, H.B., Nunoo, F.K.N., Menson, A.T., & Amankwa, J.O. 2018. Higher education students' ownership and usage of smartphones and tablets: The case of Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST). *International Journal of Educational Technology*, 5(1), 20-28. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1182237>
- Facione P. A. 2013. *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Measured Reasons and the California Academic Press, Millbrae, CA.
- Faradiba, D.F. & Rachmadiarti, F. 2020. Theoretical Feasibility of An Interactive E-Book on Ecosystem Material to Practice The Critical Thinking Skills of Tenth Grade Senior High School. *BioEdu*, 9(2), 179-195.
- Fitri, H. M. M & Rahayu, Y. S. 2022. Development of Guided Inquiry Based E-Book in Plant Growth and Development Topic to Train Critical Thinking Skill of 12th Grade Students in Senior High School. *Bioedu*, 11(1), hal. 28-38.
- Greenstein, L. 2012. *Assesing 21 st Century Skill, A Guide To Evaluating Mastery and Authentic Learning*. USA: Corwin A Sage Company.
- Harahap, F., Insani, H., Diningrat, D.S., Nasution, N.E.A., Poerwanto, R., Hasibuan, R.F.M. 2020. Needs Assessment of Teaching Book Development Based on Plants Multiplication Research in Plant Tissue Culture Course. 2nd Educational Sciences International Conference, Atlantis Press, 17-21.
- Harahap, F., Nasution, N.E.A., & Manurung, B. 2019. The Effect of Blended Learning on Student's Learning Achievement and Science Process Skills in Plant Tissue Culture Course. *International Journal of Instruction*, 12(1), 521-538. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12134a>.
- Hermawan, I. 2019. *Teknik Menulis Karya Ilmiah Berbasis Aplikasi dan Metodologi*. Hidayatul Quran.
- Hoerunnisa, A., Suryani, N., & Efendi. A. 2019. The Effectiveness of The Use of E-Learning in Multimedia Classes to Improve Vocational Students' Learning Achievement and Motivation. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(2), 123-137. <https://doi.org/10.31800/jtp.kw.v7n2.p123--137>.
- Hwang, G. J., Tu , N. T., & Wang, X. M. 2018. Creating interactive E-books through learning by design: The impacts of guided peer-feedback on students' learning achievements and project out comes in science courses. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(1), hal. 25-36.
- Insyasiska, D. 2013. Pengaruh Project Based Learning terhadap Motivasi Belajar, Kreativitas, Kemampuan Berpikir Kritis, dan Kemampuan Kognitif Siswa Kelas X Mata Pelajaran Biologi di SMAN 1 Batu. *Unpublished Master thesis*, Program studi Pendidikan Biologi Pascasarjana UM. Malang.
- Ismiati, L. 2011. Pengaruh Strategi Belajar TPS, Reciprocal Teaching, dan Integrasinya terhadap Hasil Belajar Kognitif dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Berkemampuan Akademik

- Berbeda di R-SMA-BI Batu. *Unpublished Master thesis*, Program studi Pendidikan Biologi Pascasarjana UM. Malang.
- Jafar, J. 2018. Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Pada Mata Pelajaran Biologi Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Alla Kabupaten Enrekang. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, hal. 134-140.
- Jirana., Amin, M., Endang, S., Lukiat, B., 2016. *Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa pada Mata Kuliah Evolusi di Universitas Sulawesi Barat*. Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek 2016, 2557-533X, 953-957.
- Lai, E. R. 2011. *Critical Thinking: A Literature Review*. London: Pearson Research Report.
- Laily, M.N. & Rachmadiarti, F. 2019. Validitas Buku Ajar berbasis Collaborative Learning Materi Keanekaragaman Hayati Kelas X untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains Peserta Didik. *BioEdu*, 8(2), 152-161.
- Larassati, F. & Rachmadiarti, F. 2021. The Development of E-Book Based on Modified Free Inquiry on Ecology Topic to Train Critical Thinking Skills in Class X High School Students. *BioEdu*, 10(2), 302-313.
- Muhammad, M., Rahadian, D., Safitri E.R. 2017. Penggunaan Digital Book Berbasis Android untuk Meningkatkan Motivasi dan Keterampilan Membaca pada Pelajaran Bahasa Arab. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 15(2): 690-701.
- Muthuprasad, T., Aiswarya, S., Aditya, K.S., & Jha, G.K. 2021. Students' perception and preference for online education in India during COVID-19 pandemic. *Social Sciences & Humanities Open*, 3, 100101.
<https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2020.100101>
- Nafiah, Y. N. & Suyanto, W. 2014. Penerapan Model Problem-Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 4(1), hal. 125-143.
- Nasution, N. E. A., Harahap, F., & Manurung, B. 2017. The Effect of Blended Learning on Student's Critical Thinking Skills in Plant Tissue Culture Course. *International Journal of Science and Research*, 6(11), 1469-1473.
- Nurcahyono, M. R. & Kustijono, R. 2019. *Keefektifan penggunaan e-book untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa SMA*. Seminar Nasional Fisika (SNF), UNESA.
- OECD. 2013. *PISA 2012 Results in Focus: What 15year-olds know and what they can do with what they know*. Paris: OECD Publishing.
- Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. 2018. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2018. Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- Pratiwi, R.S. & Rachmadiarti, F. 2022. Development E-book Based on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Materials of Plant Growth and Development to Train Science Literacy Skills. *BioEdu*, 11(1), 165-178.
- Priawasana, E. & Waris. 2019. Peningkatan Kemampuan Berfikir Kritis Dengan Pendekatan PBL. *Madrosatuna: Journal of Islamic Elementary School*, 3(1):49-58.
- Putri, N. A. & Rachmadiarti, F. 2022. The Development of E-Book Based on Inquiry Learning on Environmental Change Material to Train Science Literacy Abilities of 10th Grade High School Students. *BioEdu*, 11(1), 179-193.
- Rafidah, H.N., & Rachmadiarti, F. 2022. Development of Collaborative Learning Teaching Based on Environmental Pollution Submaterials to Train Scientific Literacy Skills for 10th Grade High School Students. *Bioedu*, 11(2): 418-433.
- Febriani, R., Fariyah, U., & Nasution, N.E.A. 2020. Adiwiyata School: An environmental care program as an effort to develop Indonesian students' ecological literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1563 (2020) 012062, 1-8.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1563/1/012062>.
- Rahmiwati, S. 2018. The Implementation of Integrated Natural Science Textbook of Junior High School be Charged on Character-based Shared Models to Improve the Competence of Learners' Knowledge. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1), hal. 012-076. IOP Publishing.
- Saavedra, A. R. & Opfer, V. D. 2012. *Teaching and Learning 21st Century Skills: Lessons from the Learning Sciences, A Global Cities Education Network Report*. Retrieved from <http://asiasociety.org/files/rand-1012report.pdf>.
- Siddiquah, A., & Salim, Z. 2017. The ICT facilities, skills, usage, and the problems faced by the students of higher education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(8), 4987-4994.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00977a>.

- Solikah, A.N. & Susantini, E. 2022. Development of Heredity Interactive E-book to Train Critical Thinking Skill for 12th Grade in Senior High School. *BioEdu*, 11(2), 374-383. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n2.p374-383>.
- Susanti, T.J. & Rachmadiarti, F. 2018. Stesl-Based Textbook on Bacteri Materials Validity to Train Grade X Students Science Literacy Competencies. *BioEdu*, 7(2), 216-222.
- Syuryani, I.D. & Rachmadiarti, F. 2020. The Validity of Interactive E-Book on Biodiversity Material to Train Student'S Critical Thinking Skill of 10Th Grade Senior High School. *BioEdu*, 9(2), 140-149.
- Tayyibah, D. & Rachmadiarti, F. 2021. *Development of Collaborative Learning E-Book on Biodiversity Materials to Train Science Literacy Skills in Class X of High School*. *BioEdu*, 11(1), 77-88. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v11n1.p77-88>
- Tutkun, O, F. 2011. Internet Access, Use and Sharing Levels among Students during The Teaching-Learning Process. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(3), 152-160.
- Utami, Y.S. 2020. Penggunaan Media Gambar untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 2(1), 104-109.