



PENGEMBANGAN E-MODUL PEMBELAJARAN EKOSISTEM BERBASIS MASALAH

Jadsna Rohma Hanida^{1*}, Fida Rachmadiarti², Endang Susantini³

^{1*, 2, 3}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Negeri Surabaya

E-mail: jadsnahanida@gmail.com

HISTORY OF ARTICLE:

Received: 08 Agustus 2022

Accepted: 30 Desember 2022

Published: 31 Maret 2023

Keywords: ADDIE, e-modul,
problem-based learning

Kata kunci: ADDIE, e-modul,
pembelajaran berbasis masalah

ABSTRACT: The implementation of education has yet focused on guiding the students to analyze ecosystem problems and their consequences, proved by the low absorption of ecosystem material in the 2019 Biology National Exam and low critical thinking according to the OECD survey, as well as the majority of learning still inclined toward delivering concepts only. Thus, teaching materials to facilitate independent thinking activities in the form of e-moduls and problem-based learning (PBL) activities to support problem-solving is needed. This study aims to develop a PBL-based e-modul on ecosystem topics to train critical thinking skills following the ADDIE procedures. The data were collected through validity sheets by education, material experts, and biology teacher, and questionnaire sheets to examine the practicality based on students' respons. The data were descriptive-quantitatively analyzed using Likert and Guttman scale. The result showed that e-moduls were categorized as very valid based on content, presentation, and language aspects with an average score of 3.78, and were stated to be very practical with a score of 96.94%. Accordingly, the ecosystem e-modul based on PBL is feasible to train critical thinking skills and is applicable in shaping critically conscious students towards ecosystem problems.

ABSTRAK: Implementasi pendidikan belum sepenuhnya fokus untuk membimbing siswa dalam menelaah permasalahan ekosistem serta konsekuensinya, ditandai dengan rendahnya daya serap materi ekosistem dalam UN dan keterampilan berpikir kritis menurut survei OECD. Maka, dibutuhkan bahan ajar yang mampu memfasilitasi kegiatan berpikir secara mandiri dalam bentuk e-modul yang memuat kegiatan penyelesaian masalah dengan mengikuti sintaks *problem-based learning* (PBL). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul ekosistem berbasis PBL untuk melatih keterampilan berpikir kritis mengikuti prosedur pengembangan ADDIE. Pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen lembar validitas oleh pakar pendidikan, pakar materi, dan guru biologi, serta menggunakan lembar angket untuk mengetahui kepraktisan e-modul berdasarkan penilaian dari siswa. Data yang diperoleh lalu dianalisis deskriptif kuantitatif

menggunakan skala Likert dan skala Guttman. Hasil penelitian menunjukkan e-modul dikategorikan sangat valid berdasarkan tinjauan konten, presentasi, dan kebahasaan dengan rata-rata skor 3.78, serta dinyatakan sangat praktis dengan skor 96.94%. Dengan demikian, e-modul ekosistem berbasis PBL dinyatakan layak untuk melatih keterampilan berpikir kritis, serta berpotensi diterapkan oleh satuan pendidikan untuk membentuk siswa yang kritis akan permasalahan ekosistem.

PENDAHULUAN

Laju perubahan ekosistem yang berlangsung semakin cepat pada akhirnya akan mempengaruhi tataran kehidupan manusia. Perubahan yang berdampak pada kehidupan manusia ini sejatinya terjadi juga disebabkan oleh manusia (Malhi *et al.*, 2020). Salah satu alasan yang menyebabkan terjadinya perusakan ekosistem adalah karena kurangnya pengetahuan dan pemahaman yang mendalam tentang ekosistem. Sebagai generasi masa depan, siswa seharusnya dibekali pengetahuan dan pemahaman yang cukup tentang ekosistem (Hutcheson *et al.*, 2018).

Ekosistem sebagai salah satu topik Biologi yang diajarkan pada tingkat sekolah menengah atas, mencakup materi terkait komponen ekosistem, interaksi yang terbentuk di antaranya, dan siklus biogeokimia (Harahap *et al.*, 2020). Secara garis besar, konsep dasar ekosistem yang harus dipahami siswa sebagai generasi masa depan adalah terciptanya suatu hubungan timbal balik antara makhluk hidup dan benda tak hidup (Assa *et al.*, 2021). Konsep timbal balik inilah yang harus ditanamkan dalam struktur pikiran siswa agar terbentuk kesadaran, sikap yang aktif untuk menjaga kelestarian ekosistem, serta diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan ekosistem melalui aktivitas berpikir kritis untuk mencapai keputusan yang solutif (Hutcheson *et al.*, 2018).

Edukasi tentang ekosistem telah banyak termuat dalam buku-buku ajar di sekolah, namun penerapannya belum maksimal karena siswa belum sepenuhnya dibimbing untuk melihat dan menelaah permasalahan yang berkaitan dengan ekosistem secara mendalam (Assa *et al.*, 2021). Secara sederhana, dapat diartikan bahwa ketika disajikan suatu masalah ekosistem, siswa masih kesulitan untuk menelaah faktor penyebabnya apalagi untuk mengusulkan solusi penyelesaiannya. Realita ini dibuktikan melalui hasil Ujian Nasional Biologi tahun 2019 di Kabupaten Mojokerto yang menunjukkan bahwa materi ekosistem, utamanya berkaitan dengan pengusulan solusi, masih berada dalam kategori rendah yaitu sebesar 42,81 (Kemendikbud, 2019).

Penyelesaian masalah kerusakan ekosistem mengharuskan siswa berpikir mendalam untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah serta mampu menyelesaikannya melalui aktivitas berpikir kritis, sehingga terbentuk sikap yang bijak dalam melindungi ekosistem dari kerusakan (Setiawan *et al.*, 2019). Sebagai salah satu keterampilan yang harus dimiliki pada era saat ini, siswa Indonesia masih memiliki tingkat keterampilan berpikir kritis yang rendah. Contoh sederhana tampak pada siswa yang terlalu mudah percaya akan berita bohong (*hoax*) ketika menyikapi permasalahan sehari-hari dan peristiwa alam (Wahidin & Romli, 2020). Hal ini dibuktikan lebih lanjut dalam survei yang dilakukan oleh OECD (2018) yang menunjukkan bahwa 40% siswa Indonesia hanya mampu menjawab pertanyaan pada level 2, 3, dan 4. Artinya, kemampuan dasar untuk menganalisis masalah dengan berpikir kritis belum dikuasai oleh siswa Indonesia.

Keterampilan berpikir kritis umumnya mengacu pada proses penyelesaian masalah kompleks atau diketahui sebagai proses berpikir tingkat tinggi (Facione, 2016). Untuk mencapai hal ini, diperlukan pembelajaran Biologi yang berkualitas. Artinya, pembelajaran Biologi tidak hanya tentang menumpuk-numpuk konsep dalam struktur berpikir siswa.

Namun, lebih daripada itu pembelajaran Biologi yang berkualitas harus dapat mewujudkan pembelajaran yang memuat permasalahan nyata sebagai sarana berpikir kritis (Wahidin & Romli, 2020).

Permasalahan nyata terkait ekosistem merupakan suatu bahan yang fungsional untuk diterapkan dalam pembelajaran sehingga diperlukan juga model pembelajaran yang tepat. Model pembelajaran yang menggunakan permasalahan nyata sebagai inti utama tampak pada model *problem-based learning* (PBL). Implementasi model PBL akan membentuk lingkungan yang konstruktif bagi siswa agar lebih aktif dalam menyusun pengetahuan (Suryawati *et al.*, 2020). Aktivitas dalam model PBL seperti mengidentifikasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, tidak hanya meningkatkan pengetahuan tentang ekosistem dan literasi, namun juga bermanfaat untuk melatih sensitivitas dan keterampilan berpikir kritis siswa (Craig & Marshall, 2019).

Penerapan model PBL membutuhkan bahan ajar yang sesuai untuk memuat sintaks model dengan tepat dan memberikan pengalaman belajar yang menyeluruh (Lapuz & Fulgencio, 2020). Guru diharapkan mampu menyusun bahan ajar yang menstimulus partisipasi aktif siswa melalui jenis tugas yang mendorong aktivitas berpikir kritis, misalnya dengan *hands-on activity* (aktivitas langsung) (Erti, 2017). Aktivitas langsung terbukti efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, sebab melalui aktivitas ini siswa akan lebih aktif dalam menerapkan konsep ekosistem yang dipelajarinya dalam berbagai permasalahan autentik yang ada (Erti, 2017).

Salah satu bentuk bahan ajar yang sesuai untuk membantu siswa belajar secara aktif adalah modul (Selviani, 2019). Wahidin & Romli (2020) menyatakan bahwa bahan ajar modul sudah seharusnya dikemas dalam bentuk digital yaitu berupa e-modul. Bahan ajar berupa e-modul memuat struktur materi yang dilengkapi dengan lembar kerja dan soal latihan yang dikemas dalam bahasa interaktif dan instruksional, sehingga siswa dapat belajar secara mandiri. E-modul mengakomodasi penggabungan berbagai macam fitur interaktif seperti audio, video, animasi, referensi literatur, tes berbasis internet, dan dilengkapi karakteristik instruksi mandiri, dengan langkah pembelajaran yang tertulis jelas sehingga membantu siswa untuk menjadi pembelajar yang mandiri dan sadar teknologi (Lestari, 2019).

Berdasarkan wawancara yang dilaksanakan sebelum penelitian pada siswa SMA Negeri 1 Dawarblandong menunjukkan bahwa pembelajaran lebih terfokus pada pemaparan materi, penyampaian konsep utuh secara langsung, dan pemberian tugas tertulis baik yang pengumpulannya berupa dokumen format pdf maupun ppt. Hal ini berdampak pada penerapan aktivitas berpikir kritis melalui interpretasi permasalahan, analisis, evaluasi, presentasi, inferensi, dan refleksi yang belum maksimal untuk dilakukan. Hasil observasi ini didukung oleh Sugandi *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa guru di SMA Negeri 1 Dawarblandong belum terbiasa mendesain sendiri bahan ajar elektronik dan hanya mengandalkan bahan ajar yang tersedia. Hal ini menyebabkan terjadinya kendala selama pembelajaran daring seperti pada masa pandemi COVID-19.

Adanya celah antara praktik pembelajaran Biologi yang belum memfasilitasi pengalaman belajar yang menyeluruh ternyata menimbulkan kurang maksimalnya keterampilan berpikir kritis siswa. Pengembangan bahan ajar berupa e-modul dengan model PBL diperlukan untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Kebaruan penelitian ini terletak pada dikembangkannya aktivitas berpikir berupa diskusi permasalahan nyata yang dilengkapi dengan aktivitas langsung berupa praktikum pada setiap sub-materi. Baik aktivitas berpikir maupun aktivitas langsung disusun dengan mengikuti sintaks PBL, mengandalkan sumber daya yang ada di sekitar siswa, dan dilengkapi dengan pertanyaan berpikir kritis. Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan e-modul berbasis PBL

dalam materi ekosistem yang valid dan praktis untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa.

METODE

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan yang mengadopsi desain model ADDIE dengan lima tahap yaitu *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation* (Branch, 2009). Model pengembangan ADDIE dipilih karena memiliki tahapan yang jelas, sederhana, dan mudah untuk diulangi dalam mengembangkan produk (Alnajdi, 2018). Pengembangan e-modul dilakukan melalui perangkat lunak *Flip PDF Corporate Edition*.

Subjek penelitian merupakan siswa kelas X SMA Negeri 1 Dawarblandong yang berjumlah 10 orang dengan kriteria kemampuan akademik yang beragam dan berasal dari kelas peminatan MIPA. Uji coba dilakukan secara terbatas berkaitan dengan kondisi pandemi COVID-19 dan kebijakan sekolah untuk mengetahui kepraktisan e-modul.

Tahap *analysis* berlangsung dalam beberapa langkah, yaitu 1) analisis masalah untuk mengidentifikasi letak permasalahan pembelajaran, penggunaan Kompetensi Dasar (KD) 3.10 dan 4.10 kelas X, indikator pembelajaran, dan tujuan, serta 2) analisis siswa untuk memastikan kebutuhan siswa. Tahap *design* memuat perencanaan sistematis, membuat garis besar, memilih format, media, dan menyusun draf. Draft e-modul kemudian dihimpun untuk membentuk satu modul utuh dalam tahap *development*.

Tahap *development* juga mencakup proses validasi yang dilakukan oleh tiga pakar yaitu dosen pakar pendidikan, dosen pakar materi, dan guru Biologi SMA yang masing-masing berperan sebagai validator. Instrumen yang digunakan yaitu lembar validasi yang mencakup aspek konten, presentasi, dan kebahasaan menggunakan skala Likert satu sampai empat. Tahap *development* berlangsung di dua tempat yaitu Jurusan Biologi dan SMA Negeri 1 Dawarblandong, untuk mengetahui validitas e-modul dari sudut pandang dosen dan guru. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan aturan skor 1 sebagai skala terendah (tidak valid) sampai skor 4 sebagai skala tertinggi (sangat valid). Skor yang diperoleh dari tiga pakar untuk setiap aspek lalu dihitung rata-ratanya dengan rumus (1).

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- \bar{X} = rata-rata
- $\sum x$ = jumlah perolehan skor
- n = jumlah pakar

E-modul yang telah melalui proses validasi kemudian direvisi sesuai dengan saran dari validator sebelum akhirnya diujicobakan pada siswa. Jika diperoleh hasil skor validasi $\geq 2,51$, maka e-modul ekosistem berbasis PBL dinyatakan valid (Tabel 1).

Tahap *implementation* dilakukan dengan melibatkan guru dan siswa untuk memperoleh masukan dan respons sebagai saran perbaikan bagi e-modul yang telah dikembangkan. Guru diberikan pengarahan terkait tujuan dilaksanakannya uji coba terbatas, yakni untuk mengetahui respons siswa terkait kepraktisan e-modul. Dalam tahap *implementation*, siswa diberikan tautan e-modul sekaligus angket yang menggunakan skala Guttman, dengan skor 1 untuk pernyataan "Setuju" dan skor 0 untuk pernyataan "Tidak Setuju". E-modul dinyatakan praktis jika memperoleh persentase minimal 71% sesuai dengan kategori kepraktisan (Tabel 2). Tahap akhir yaitu *evaluation* yang dilakukan untuk merevisi kekurangan yang terdeteksi melalui tahap *implementation*.

Tabel 1. Kriteria interpretasi validitas

Skor	Kriteria
$1 \leq P \leq 1,5$	Tidak valid
$1,51 \leq P \leq 2,5$	Kurang valid
$2,51 \leq P \leq 3,5$	Valid
$3,51 \leq P \leq 4$	Sangat valid

Diadaptasi dari Çelik & Laptalı Oral (2016)

Tabel 2. Kriteria interpretasi kepraktisan

Skor (%)	Kriteria
0-25	Sangat tidak praktis
26-50	Tidak praktis
51-70	Cukup
71-85	Praktis
86-100	Sangat praktis

Diadaptasi dari Prihandono *et al.* (2017)

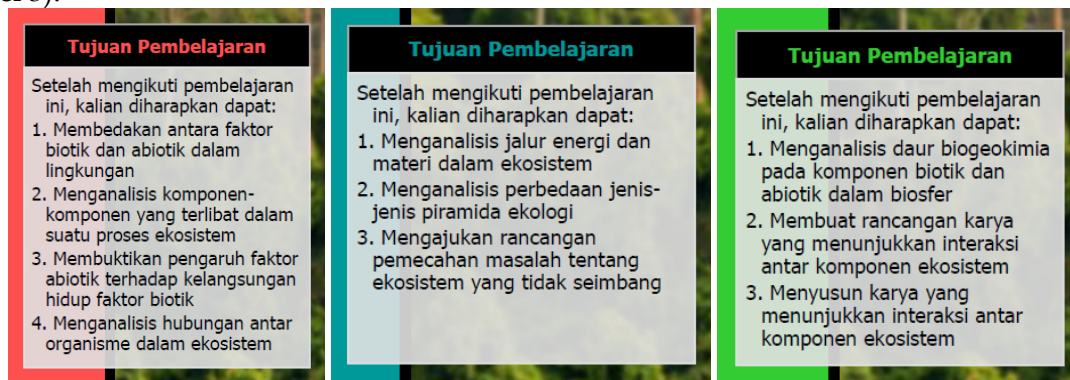
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analysis

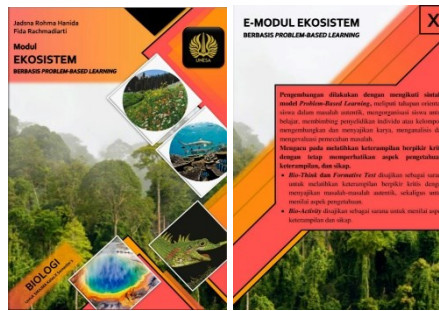
Tahap analisis yang dilaksanakan telah berhasil mengidentifikasi kebutuhan siswa yaitu pembelajaran aktif yang lebih fokus dalam aktivitas berpikir kritis. Dalam tahap ini diidentifikasi pula kompetensi dasar yang akan digunakan yaitu KD 3.10 dan 4.10 dari kelas X, serta indikator dan tujuan pembelajaran yang menjadi acuan keterampilan berpikir kritis untuk setiap sub-bab (Gambar 1).

Design

Tahap *Design* menghasilkan cetak biru e-modul dan desain pembelajaran yang tersurat di dalamnya. Tahapan ini merupakan tahapan paling penting untuk menemukan formula yang tepat dari berbagai sisi. Proses desain menghasilkan formula e-modul yang dimuat dalam kertas berukuran B5 dan ditulis menggunakan Times New Roman ukuran 12 poin sebanyak 106 halaman. E-modul memiliki halaman sampul depan dan belakang (Gambar 2), tiga sub-bab yaitu Pembelajaran I terkait komponen dan interaksi dalam ekosistem, Pembelajaran II tentang aliran energi dan piramida ekologi, serta Pembelajaran III tentang siklus Biogeokimia (Gambar 3). E-modul disusun mengikuti sintaks PBL, dilengkapi dengan fitur teks, gambar, dan video, serta transisi antar halaman layaknya buku cetak. Lebih lanjut, peneliti juga merancang fitur-fitur yang menunjang e-modul sebagai bahan ajar interaktif (Tabel 3).



Gambar 1. Tujuan pembelajaran untuk unit: a) Pembelajaran I; b) Pembelajaran II; dan c) Pembelajaran III



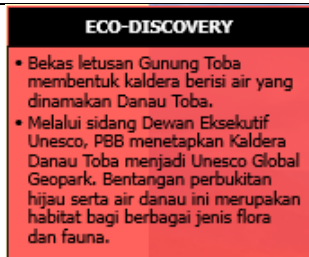
Gambar 2. Halaman sampul depan dan belakang



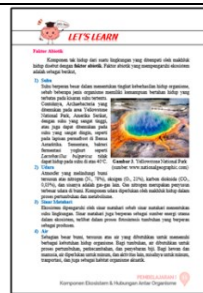
Gambar 3. Tiga bagian modul (Pembelajaran I, Pembelajaran II, Pembelajaran III)

Tabel 3. Fitur e-modul

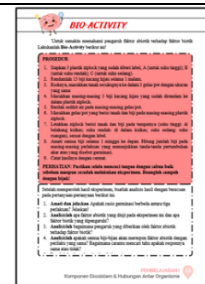
Fitur e-modul



Eco-Discovery, akronim dari *Ecological Discovery* yang memuat informasi menarik seputar ekosistem baik ekosistem Indonesia maupun ekosistem luar Indonesia.



Let's Learn, sajian materi atau konsep untuk dipelajari siswa dan mendukung aktivitas berpikir kritis dalam *Bio-Think*.



Bio-Activity, hadir dalam setiap pembelajaran, memfasilitasi siswa untuk melakukan aktivitas langsung atau praktikum dan berkaitan dengan berpikir kritis.



Reflection, prosedur evaluasi yang diisi mandiri oleh siswa setelah menyelesaikan pembelajaran. Jika memenuhi standar, siswa dapat melanjutkan ke *Formative test*.



Formative Test, asesmen yang memuat pertanyaan berpikir tingkat tinggi seputar ekosistem yang harus diisi oleh siswa di akhir pembelajaran.



Feedback, memuat rumus dan kriteria penguasaan, sehingga siswa dapat mengetahui posisinya. Jika memenuhi kriteria, maka siswa dapat beralih ke pembelajaran selanjutnya.

Development

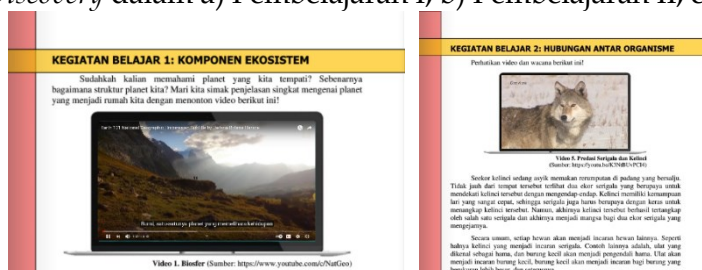
Tahap ini, dihasilkan materi yang lengkap, susunan kegiatan pembelajaran yang tercermin dalam e-modul, dan tambahan referensi informasi berkaitan dengan ekosistem yang bermanfaat bagi siswa. E-modul dapat diakses dalam bentuk file maupun pada tautan berikut secara gratis (<https://online.flipbuilder.com/wigdz/kxcn/>). Pembahasan untuk setiap topik materi dalam Pembelajaran I, II dan III selalu diawali dengan menyampaikan kata kunci dan tujuan pembelajaran (Gambar 1). Sewagegn (2020) menyatakan bahwa penyampaian tujuan pembelajaran dinilai memiliki atmosfer yang lebih dekat dengan siswa sebab tujuan pembelajaran berperan signifikan dalam tatanan siswa yang beragam dan memberikan pedoman serta membangun ekspektasi bagi siswa tentang apa yang akan diperoleh setelah belajar.

Selanjutnya, terdapat fitur *Eco-Discovery* yang mengajak siswa untuk menambah wawasan dengan fakta-fakta ekologis yang terjadi di Indonesia. Setiap unit sub-bab membahas fakta-fakta berbeda, yaitu 1) fakta penemuan kadal hidung tanduk (*Herpesaurus modiglianii*) di sekitar Danau Toba setelah 130 tahun tidak terlihat, 2) mamalia endemik kanguru pohon yang hidup di Kawasan Papua dan terancam punah akibat perburuan dan kehilangan habitat, dan 3) kemunculan penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*) dalam keadaan hidup di pesisir pantai peneluran terpanjang di Indonesia setelah belasan tahun, sebagai indikator kesehatan perairan (Gambar 4). Fitur ini berperan seperti layaknya apersepsi dalam pembelajaran di kelas, menyediakan keterkaitan antara informasi yang telah diketahui dengan informasi baru, sehingga membangun kesan lebih luas pada struktur kognitif siswa (Puteri, 2018).

Setelah menyimak *Eco-Discovery*, siswa akan melalui Pendahuluan untuk memperoleh gambaran umum dari langkah pembelajaran yang akan dilalui. Masing-masing Pembelajaran, akan terbagi dalam 1 sampai 2 Kegiatan Belajar. Pada tahap awal Kegiatan Belajar, siswa diajak untuk menonton video berkaitan dengan materi yang akan dibahas untuk membangkitkan motivasi siswa (Gambar 5).



Gambar 4. *Eco-Discovery* dalam a) Pembelajaran I; b) Pembelajaran II; c) Pembelajaran III

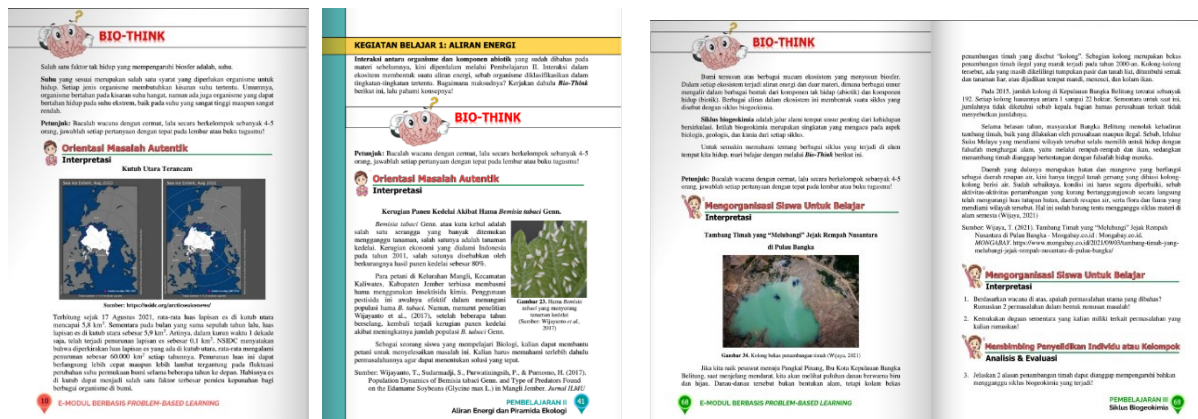


Gambar 5. Awal kegiatan belajar untuk membangkitkan motivasi siswa

Fitur terpenting dalam e-modul terletak pada *Bio-Think* yang memuat sintaks model PBL. Siswa akan mengikuti aktivitas belajar menurut dengan permasalahan autentik tentang 1) berkurangnya luas lapisan es di Kutub Utara dalam satu dekade terakhir, 2) resistensi hama yang menyebabkan kerugian panen dan terganggunya jaring-jaring makanan, dan 3) kolam

bekas penambangan dan kaitannya dengan siklus biogeokimia, sebagai inti utama untuk Pembelajaran I, II, dan III secara berturut-turut (Gambar 6). Ketiga permasalahan ini termasuk ke dalam tahap belajar “Orientasi Masalah Autentik”.

Tahap ini, siswa dilatih untuk meningkatkan literasi dan ketahanan membaca artikel yang berkaitan dengan biologi, data, dan teknologi. Hal ini menjadi penting dalam pembelajaran era saat ini, sebab adanya tuntutan penguasaan kompetensi yang tinggi dalam hal sains, numerasi, dan teknologi. Siswa yang terbiasa untuk berhadapan dengan data, melakukan penalaran, dan kreatif, cenderung memiliki kesiapan lebih untuk berkompetisi di era modern (Mykhailyshyn *et al.*, 2018).



Gambar 6. Permasalahan ekosistem yang dibahas dalam *Bio-Think* pada pembelajaran: a) I; b) II; dan c) III.

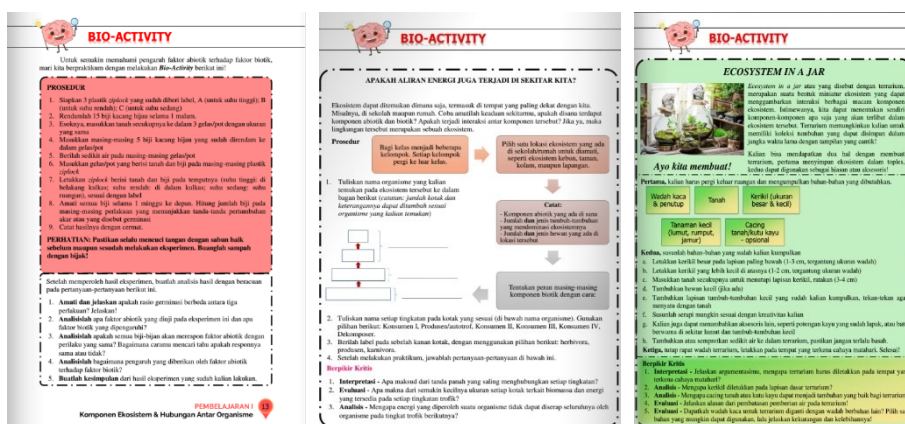
Setelah mengikuti aktivitas membaca membaca artikel yang memuat permasalahan ekosistem, siswa diajak untuk berlatih menginterpretasikan apa yang sudah dibaca dengan mengidentifikasi permasalahan utama yang dibahas, merumuskan 2 bentuk rumusan masalah, dan mengemukakan dugaan sementara. Keseluruhan aktivitas ini diwadahi dalam tahap “Mengorganisasi Siswa Untuk Belajar”. Selanjutnya, pada tahap “Membimbing Penyelidikan Individu atau Kelompok”, siswa dilatih untuk memahami permasalahan secara lebih mendalam berkaitan dengan topik bahasan. Melalui tahap ini siswa akan belajar untuk menganalisis wacana dan informasi yang diperoleh dari sumber belajar, sehingga siswa akan memahami konsep dan membuat kaitan antar konsep. Pertanyaan pengiring untuk membimbing siswa dalam memahami konsep dan menyelesaikan masalah juga dilengkapi dengan instruksi yang komunikatif bercetak miring sehingga pembelajaran lebih tefokus dan siswa tidak kebingungan saat belajar mandiri. Misalnya, pada *Bio-Think* Pembelajaran II, “*Setiap organisme dalam ekosistem melakukan interaksi, salah satu interaksi yang terbentuk adalah predasi. Cari tahu!ah organisme apa saja yang berperan sebagai pemangsa hama B. tabaci dengan membaca artikel berikut ini: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/IID/article/view/4116/4004>”.* Melalui instruksi tersebut, siswa diarahkan secara langsung untuk menyelidiki informasi dari artikel jurnal. Hal ini sekaligus memberikan contoh sumber informasi yang kredibel dan reliabel. Sebab, pada abad ke-21 ini, informasi tersedia dalam begitu banyak bentuk dari berbagai sumber. Pelajar yang berpikir kritis memiliki sikap selalu waspada, sehingga memunculkan keinginan untuk mencari tahu lebih lanjut. Dengan demikian, kemampuan untuk memilah informasi dan tidak mudah percaya pada informasi yang salah akan terbentuk. Seperti yang disampaikan Wahidin & Romli (2020) bahwa berpikir kritis merupakan proses berpikir yang masuk akal dan reflektif tentang apa yang akan dipercaya dan akan dilakukan.

Tahap “Mengembangkan & Menyajikan Hasil Karya” berfungsi dalam memberikan ruang bagi siswa untuk menginternalisasi permasalahan yang telah dianalisis sehingga terbentuk solusi. Hal ini seperti yang tampak pada Pembelajaran II, “*Susunlah dua solusi yang*

tepat untuk menangani masalah hama *B. tabaci* pada tanaman kedelai agar tidak terjadi kembali peristiwa ledakan populasi hama *B. tabaci*!" Pertanyaan ini lalu diikuti dengan pertanyaan lanjutan yaitu, "Dari solusi yang sudah kalian susun, apakah ada risiko yang mungkin terjadi? Jelaskan!" Tidak hanya sampai pada tahap pembentukan solusi, e-modul meminta siswa agar mempertimbangkan risiko yang mungkin muncul beriringan dengan solusi yang dikemukakan. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan tantangan dan memunculkan pemikiran mendalam bagi siswa sebelum mengambil keputusan.

Tahap "Menganalisis dan Mengevaluasi Pemecahan Masalah" selanjutnya menyediakan ruang bagi siswa untuk mendiskusikan solusi yang telah dipaparkan bersama dengan sesama teman maupun bersama guru, sehingga dapat dihasilkan kesimpulan yang logis berdasarkan masukan dan saran yang diperoleh.

Selain melalui aktivitas berpikir dalam *Bio-Think*, konsep yang diperoleh akan diperkuat dengan aktivitas langsung dalam *Bio-Activity* yang berupa praktikum atau observasi. *Bio-Activity* dalam setiap pembelajaran dirancang sesuai dengan topik bahasan (Gambar 7), 1) Pembelajaran I tentang komponen ekosistem dan interaksinya, siswa diajak untuk membuktikan pengaruh faktor abiotik terhadap biotik dengan praktikum perkecambahan biji dalam 3 variasi suhu; 2) Pembelajaran II tentang aliran energi dan piramida ekologi, siswa distimulasi untuk menentukan peran komponen biotik dalam ekosistem di sekitar siswa; 3) Pembelajaran III tentang siklus biogeokimia dengan *Bio-Activity* yang mengajak siswa untuk membuat terrarium sebagai perwujudan siklus yang terjadi antar komponen dalam ekosistem dengan memanfaatkan alat dan bahan yang ada di sekitar siswa. Hal ini dilakukan agar siswa tidak belajar secara terpaku di dalam kelas, melainkan dapat memperoleh pengalaman yang utuh dan beragam dengan belajar di alam.



Gambar 7. *Bio-Activity* pembelajaran, a) I; b) II; dan c) III

Proses validasi pakar pendidikan, pakar materi, dan guru biologi SMA menunjukkan hasil validasi yang menyatakan bahwa e-modul dinyatakan sangat valid dengan rerata total 3,78. Validitas ditentukan berdasarkan tiga aspek yaitu validitas konten, presentasi, dan kebahasaan.

Validitas konten tersusun atas sub-aspek keluasan dan akurasi materi, keterbaruan materi, dan praktik keterampilan berpikir kritis dengan perolehan total rerata 3,98 (Tabel 4). E-modul menjabarkan tujuan pembelajaran dan langkah yang jelas untuk berlatih berpikir kritis. Kedua hal tersebut dikemas secara terstruktur dalam *Bio-Think* mengikuti sintaks model PBL dan diperkuat dengan *Bio-Activity*. Misalnya, pada Pembelajaran III, siswa belajar mengenai siklus biogeokimia yang memuat siklus perpindahan dan perubahan bentuk materi. Melalui *Bio-Think*, siswa memperdalam konsep dan mengaitkan berbagai siklus di alam dengan peristiwa nyata berupa lubang bekas penambangan yang mempengaruhi siklus air, sedangkan melalui *Bio-Activity* siswa akan menerapkan konsep yang telah diperoleh untuk

menghasilkan karya terrarium sebagai perwujudan siklus yang terjadi antara komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi (Gambar 7c).

Tabel 4. Validitas konten e-modul

Kelayakan konten	Rerata	
Keluasan dan akurasi materi		
A.	1. Kejelasan tujuan pembelajaran	3,67
	2. Kelengkapan materi ekosistem	4
	3. Disajikan dalam e-modul lengkap (<i>self-contained</i>)	4
	4. Kebenaran konseptual dan teoretis.	4
	5. Materi mudah dipahami.	4
Keterbaruan materi		
B.	6. Searah dengan perkembangan sains dan teknologi (<i>adaptive</i>)	4
	7. Komponennya merefleksikan kondisi terkini	4
	8. Referensi tidak berusia lebih dari 10 tahun	4
Praktik keterampilan berpikir kritis		
C.	9. Mengidentifikasi permasalahan (<i>interpretation</i>)	4
	10. Mengembangkan argumen (<i>analysis</i>)	4
	11. Pencarian informasi berdasarkan sumber terpercaya (<i>evaluation</i>)	4
	12. Menyimpulkan secara logis (<i>inference</i>)	4
	13. Mengutarakan argumen (<i>presentation</i>)	4
	14. Menilai dan mengevaluasi diri sendiri (<i>self-regulation</i>)	4
	15. Menjabarkan jawaban pada fitur Formative Test	4
Skor kelayakan konten / kriteria	3.98 (Sangat valid)	

Bio-Activity merupakan perwujudan aktivitas *hands-on* yang memberikan kesempatan untuk memperdalam konsep yang telah diperoleh dari aktivitas berpikir, dalam hal ini melalui *Bio-Think*. Piramida Pembelajaran Edgar Dale menunjukkan bahwa informasi yang diserap oleh siswa melalui pendengaran sebesar 10%, dan 20% melalui penglihatan, akan tetapi persentase ini akan terus naik 10% setiap kali siswa melakukan suatu kinerja (Masters, 2020). Oleh karena itu, dengan *Bio-Activity* diharapkan dapat membentuk pembelajar aktif yang memiliki memori kuat, sehingga dapat lebih mudah untuk memanggil kembali dan mengaplikasikan informasi untuk berpikir kritis dalam menyikapi permasalahan (Markant *et al.*, 2016).

Pengembangan e-modul berprinsip pada akurasi konsep dan keterbaruan materi. Prinsip ini tampak pada usia referensi yang digunakan, yaitu tidak lebih dari 10 tahun, serta komponennya merefleksikan kondisi masa sekarang. Sub-aspek ini memperoleh skor 4 dengan kategori sangat valid. Penggunaan informasi aktual dan akurat ditujukan agar siswa terbiasa dengan kecepatan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Contohnya, permasalahan pada Pembelajaran I tentang perbandingan kondisi Laut Arktik sepuluh tahun lalu dengan kondisi saat ini. Keterbaruan komponen bahan ajar merupakan salah satu aspek krusial yang dapat mempengaruhi kualitas pembelajaran, yang selanjutnya berpengaruh terhadap kesiapan siswa untuk berpikir kritis (Zabidi *et al.*, 2017).

Aspek praktik berpikir kritis memperoleh skor 4 yang menunjukkan bahwa e-modul telah mencantumkan langkah-langkah sistematis untuk melatih diri siswa agar terbiasa menerapkan enam elemen berpikir kritis yaitu menginterpretasi dan menganalisis permasalahan, mengevaluasi kemungkinan-kemungkinan faktor, penyebab, dan solusi, menyimpulkan dan mempresentasikan argumen, serta melaksanakan regulasi diri dengan melakukan refleksi. Birgili (2015) berpendapat bahwa melalui keenam elemen ini, siswa

disiapkan agar mampu menyelesaikan berbagai permasalahan sehari-hari, baik itu berhubungan maupun tidak berhubungan dengan pembelajaran.

Tabel 5. Validitas presentasi e-modul

Kelayakan presentasi	Rerata
Format e-modul	
1. Perumusan judul yang jelas	3,67
2. Desain sampul sesuai topik	3,67
3. Desain sampul dan pemilihan warna yang sederhana	3,67
A. 4. Akese mudah melalui ponsel dan laptop	4
5. Instruksi jelas dan mudah dimengerti (<i>user friendly</i>)	4
6. Komponen berfungsi dengan baik	3,67
7. Fitur yang mendukung penyampaian materi	4
8. Bahan ajar yang berdiri sendiri (<i>stand-alone</i>)	3,67
Implementasi sintaks model PBL	
9. Mendorong siswa untuk mengenali dan menginterpretasi masalah	4
10. Menstimulasi siswa untuk mengorganisasi diri dalam belajar	4
B. 11. Memuat instruksi untuk mendampingi investigasi	4
12. Mendorong siswa untuk berbagi informasi	4
13. Mengajak siswa untuk mengevaluasi proses pemecahan masalah secara mandiri	4
Susunan kalimat	
14. Kalimat koheren berdasarkan konsep	3,67
C. 15. Konsistensi penggunaan jenis dan ukuran font	3,67
16. Jenis dan ukuran font mudah dibaca	3,67
17. Konsistensi spasi antar kalimat	3,67
Simbol, gambar, dan video	
D. 18. Kejelasan penomoran dan keterangan gambar	3,67
19. Relevansi penggunaan simbol dan ilustrasi	3,67
20. Relevansi video terhadap materi	4
Skor kelayakan presentasi / kriteria	3,82 (Sangat valid)

Aspek presentasi modul yang mendapatkan skor rerata 3,82 termasuk ke dalam kategori sangat valid (Tabel 5). Prinsip penyusunan e-modul yang harus diperhatikan adalah kemudahan akses dengan tersedianya instruksi yang jelas (*user-friendly*). E-modul berkategori sangat valid dalam hal ini sebab e-modul mengandung instruksi yang jelas dan mudah dipahami sehingga memudahkan siswa untuk belajar tanpa bimbingan guru secara langsung. Kesederhanaan dan pilihan kata yang umum, bahasa yang mudah dipahami, dan konsistensi penggunaan, merupakan unsur esensial dalam bahan ajar karena siswa pada dasarnya memerlukan bimbingan yang jelas, bernas, dan sederhana untuk memahami informasi saintifik yang rumit (King-Heiden & Litster, 2019; Terzian & Corbalán, 2021).

Materi dalam setiap pembelajaran yang dipresentasikan menurut sintaks model PBL juga dikategorikan sangat valid, sebab baik pada *Bio-Think* maupun *Bio-Activity*, aktivitas yang dirancang telah secara jelas menampakkan unsur konstruktivis dimana siswa berhak untuk mengontrol cara mereka dalam memperoleh pengetahuan, sehingga menanamkan pola pikir dan sikap kerja sistematis sebagai karakteristik dari proses berpikir kritis (Lapuz & Fulgencio, 2020).

Tabel 6. Validitas kebahasaan e-modul

Kelayakan kebahasaan	Rerata
Dialogis dan interaktif	
A. 1. Bahasa mudah dipahami oleh pembaca	3,33
2. Interaktif / menstimulasi pembelajaran mandiri (<i>self-instructional</i>).	3,67
3. Penggunaan bahasa yang memotivasi	3,67
4. Kesesuaian aplikasi tata Bahasa	3,67
Kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan	
B. 5. Sesuai dengan tingkat perkembangan intelektual	3,67
6. Sesuai dengan tingkat perkembangan emosional	3,33
<i>Language supports</i>	
C. 7. Menggunakan istilah Indonesia yang sesuai KBBI	3,67
8. Konsistensi penggunaan istilah asing	3,67
9. Penulisan istilah asing bercetak miring / <i>italic</i>	3,33
Skor kelayakan kebahasaan / kriteria	3,56 (Sangat valid)

Validitas kebahasaan e-modul mencakup tiga sub-aspek yaitu dialogis dan interaktif, kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan, dan dukungan kebahasaan. Secara keseluruhan, validitas kebahasaan memperoleh rerata skor yang paling rendah di antara ketiga aspek validitas, namun demikian rerata yang diperoleh sebesar 3,56 masih berkategori sangat valid (Tabel 6). Pada sub-aspek dialogis dan interaktif, terdapat satu prinsip pengembangan yaitu *self-instructional* yang memperoleh skor rerata 3,67 dari ketiga pakar. Prinsip ini esensial untuk diperhatikan sebab e-modul pada dasarnya dikembangkan untuk membentuk pebelajar yang independen, sehingga dibutuhkan penyusunan kalimat yang dialogis, mengalir, dan interaktif (Serrat *et al.*, 2014).

Pilihan kata dan bahasa yang digunakan juga berperan dalam menentukan keberhasilan atau kegagalan suatu pembelajaran. Penelitian Maree (2021) menyatakan bahwa menurut Teori Psikososial milik Erik Erikson, siswa sekolah menengah atas berada pada rentang usia 16-18 tahun sehingga menyebabkan mereka tergolong pada fase kelima dalam perkembangan sosial-emosional (usia 13-21 tahun) dimana banyak terjadi kebingungan. Pemilihan kata dan penggunaan bahasa yang salah akan berpotensi menimbulkan terjadinya semakin banyak kebingungan yang dapat berujung pada miskonsepsi. Oleh karena itu, kata dan bahasa yang digunakan dianjurkan untuk tidak terlalu kaku agar sesuai dengan tingkat perkembangan sosial dan emosional siswa.

Seorang guru tidak dianjurkan untuk menggunakan kata yang terlalu formal atau kaku, namun pada saat yang sama guru juga tidak boleh terlalu santai atau informal. Siswa juga harus dibiasakan untuk menyusun, menggunakan istilah, dan menulis kalimat yang terstruktur serta harus mampu memahami bacaan yang sulit dan kompleks. Lubis & Bahri (2021) menyatakan bahwa siswa sekolah menengah atas cenderung lebih banyak menghabiskan waktu berkomunikasi dengan teman sebaya daripada dengan orang yang lebih tua, sehingga siswa usia 16 tahun umumnya lebih senang menggunakan ucapan-ucapan populer (*slang / colloquial speech*). Akibatnya, banyak terjadi kendala dalam hal literasi dan menulis, karena siswa terlalu terbiasa berkomunikasi secara bebas. Dengan demikian, e-modul ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa semi-formal yang interaktif untuk menghindari hal tersebut.

Bahasa dan dukungan kebahasaan yang digunakan tidak hanya untuk merangkul tingkat perkembangan siswa, dengan menggunakan bahasa semi-formal, melainkan juga mempertimbangkan agar kemungkinan masalah, seperti ketidakpahaman dan kesulitan menyusun kalimat dengan struktur yang baik, tidak terjadi. Salah satu upaya yang tampak

adalah dengan menerapkan bacaan-bacaan ilmiah yang cukup kompleks dengan tingkat kesulitan yang sesuai (Susantini *et al.*, 2021). Sebab, menurut Flint & Spaulding (2021), siswa SMA dapat digolongkan sebagai manusia dewasa yang sudah berkembang kecerdasan serta emosinya, sehingga seharusnya mereka dapat memahami informasi dari bacaan yang memuat kosakata sulit dan kompleks. Oleh karena itu, e-modul menggunakan kalimat semi-formal untuk menyampaikan instruksi dan pertanyaan, namun menggunakan kalimat akademis untuk wacana-wacana ilmiah.

Implementation

Tahap *implementation* mencakup persiapan guru dan persiapan siswa menggunakan e-modul PBL yang telah dikembangkan. Hasil rata-rata respons siswa sebesar 96.94% dengan kategori sangat valid. Secara lebih rinci, respons siswa menunjukkan bahwa aspek kebahasaan dan penyajian memperoleh skor 100% yang dikategorikan sangat valid. Penggunaan istilah "kalian" dan "kamu" membuat siswa merasa lebih santai dan tidak tegang selama membaca e-modul (Reese, 2020). Hal ini memberikan kesan nyaman dan aman bagi siswa untuk membaca dan belajar menggunakan e-modul (Chik, 2020). Ditambah dengan penggunaan gambar, video, dan simbol yang menunjang aspek penyajian, sehingga siswa merasa lebih tertarik dan termotivasi untuk memperhatikan sajian materi dalam e-modul (Lari, 2014).

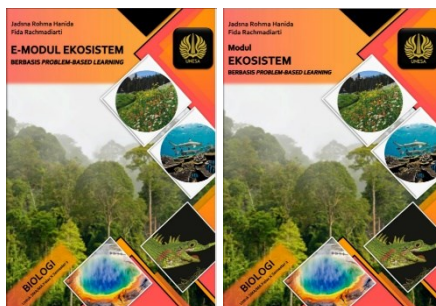
Penyajian fitur "Eco-Discovery" yang memuat informasi menarik terkait ekosistem, dinilai oleh siswa dapat membantu menambah pengetahuan baru dan siswa merasa senang dapat mempelajari ekosistem dari daerahnya serta dari berbagai daerah yang belum pernah dikunjungi sebelumnya. Fitur ini sesuai dengan fungsi apersepsi di awal pembelajaran untuk menarik perhatian, minat belajar, membuat siswa lebih santai, dan lebih semangat untuk mencari tahu lebih lanjut (Alnajdi, 2018).

Pada fitur *Bio-Think*, siswa berpendapat bahwa permasalahan terkait ekosistem telah disajikan dengan baik dan lengkap dengan pertanyaan-pertanyaan yang dapat memantik siswa untuk berpikir kritis melalui aktivitas menginterpretasi, menganalisis, dan menyelesaikan permasalahan autentik. Siswa merasa tertarik dengan permasalahan pertama yang disajikan dalam *Bio-Think* pada Pembelajaran I (Gambar 6a), yang menyajikan data terkait perbedaan luas tutupan es pada perairan Laut Arktik dalam satu dekade terakhir. Hal ini sesuai dengan Arends (2012) yang menyatakan bahwa permasalahan autentik sebagai pusat pembelajaran dapat menstimulus rasa ingin tahu siswa sehingga siswa akan secara aktif mencari dan terlibat dalam pembelajaran, dengan demikian akan terbentuk keterampilan berpikir kritis.

Aspek keterampilan berpikir kritis dalam e-modul juga memperoleh skor 100% dan dinilai telah merepresentasikan elemen keterampilan berpikir kritis. Dalam fitur *Bio-Activity* yang memfokuskan pada aktivitas praktikum dan diskusi di akhir praktikum, telah memasukkan elemen keterampilan berpikir kritis yakni interpretasi, analisis, evaluasi, presentasi, inferensi, dan refleksi (Facione, 2016). Seperti pada *Bio-Activity* Pembelajaran I (Gambar 7a), siswa diminta untuk melakukan praktikum penanaman biji pada tiga kondisi lingkungan abiotik yang berbeda. Siswa menginterpretasikan masalah dan menyusun hipotesis dari praktikum, selanjutnya siswa akan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan diperolehnya hasil praktikum. Dari proses analisis, siswa akan mengevaluasi langkah-langkah dan prosedur yang telah dilalui, yang selanjutnya keseluruhan proses tersebut akan dipresentasikan di depan kelas, sekaligus menyampaikan kesimpulan dan refleksi. Implementasi elemen keterampilan berpikir kritis dilakukan untuk menyiapkan siswa sebagai manusia yang setidaknya dapat menyelesaikan permasalahan sehari-hari (Larassati & Rachmadiarti, 2021), sekaligus menyiapkan siswa untuk menyelesaikan permasalahan ekosistem di masa sekarang dan yang akan datang (Chaiyasut *et al.*, 2014).

Evaluation

Tahap evaluasi berguna untuk melakukan perbaikan terhadap kekurangan e-modul yang terdeteksi melalui tahap *implementation*. Peneliti memperoleh saran dan masukan dalam aspek format e-modul dari pakar materi, terkait penulisan kata “Modul” dan “Ekosistem”, yang harus tertulis dalam baris yang berbeda (Gambar 8).



Gambar 8. Perbedaan sampul depan sebelum dan sesudah revisi

Perbaikan dan revisi yang dilakukan dalam tahap evaluasi ditujukan untuk memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan telah sesuai dengan tujuan penelitian. Implementasi keterampilan berpikir kritis dalam berbagai fitur e-modul menunjukkan keseriusan peneliti untuk melatih keterampilan tersebut pada siswa. Sebab, keterampilan berpikir kritis dalam menyikapi permasalahan akan menjadi salah satu elemen penting untuk membentuk generasi masa depan yang mumpuni dalam sikap dan usaha melestarikan ekosistem serta lingkungan (Setiawan *et al.*, 2019). Melalui e-modul ini siswa tidak hanya belajar konsep ekosistem, melainkan mengenal lebih jauh tentang permasalahan nyata terkini yang terjadi, dan belajar secara langsung di alam untuk mengenal ekosistem di sekitar mereka. Dimulai dari sekitar, siswa akan terdorong untuk menjalin hubungan timbal balik dengan lingkungan yang dapat berlangsung secara berkelanjutan. Oleh sebab itu, e-modul ekosistem berbasis PBL dengan karakter modul sebagai bahan ajar yang mendorong pembelajaran mandiri dapat diimplementasikan dalam pembelajaran, baik secara sinkronus maupun asinkronus, untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Lebih jauh diharapkan, dalam jangka panjang siswa dapat menunjang upaya penyelesaian masalah dan pelestarian ekosistem (Khairani & Titisari, 2022).

SIMPULAN

E-modul yang telah dirancang memperoleh rerata sebesar 3,78 dengan kategori sangat valid berdasarkan penilaian pakar pendidikan, materi, dan guru sekolah serta skor 96,94% dengan kategori sangat praktis. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa e-modul ekosistem berbasis PBL dinyatakan layak untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Pembelajaran dengan e-modul berbasis PBL pada materi ekosistem dapat menjadi sarana bagi satuan pendidikan untuk mendorong terciptanya lingkungan belajar yang konstruktif dan mengedepankan keterampilan berpikir kritis di era modern. Dengan demikian, pendidikan dapat berkontribusi dalam mencetak manusia yang berkenan untuk terlibat dalam menyelesaikan masalah ekosistem dalam skala kecil maupun besar, serta melestarikan hubungan timbal balik antara manusia dan lingkungannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada Dr. Rinie Pratiwi Puspitawati, M.Si., Dr. Tarzan Purnomo, M.Si., dan Puguh Cahyo Indarto, S.Pd., M.MPd., yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Alnajdi, S. M. (2018). The Effectiveness of Designing and Using a Practical Interactive Lesson based on ADDIE Model to Enhance Students' Learning Performances in University of Tabuk. *Journal of Education and Learning*, 7(6), 212.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach* (9th ed.). McGraw-Hill Companies, Inc.
- Assa, A.Se., Rumambi, F. ., Wibisono, C. (2021). Teaching strategy of ecosystems in Jakarta for elementary school students. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 26(3), 129-139.
- Birgili, B. (2015). Creative and Critical Thinking Skills in Problem-based Learning Environments. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 2(2), 71-80.
- Branch, R. M. (2009). *Approach, Instructional Design: The ADDIE*. In Department of Educational Psychology and Instructional Technology University of Georgia. USA.
- Çelik, G. T., Laptalı Oral, E. (2016). Big Five and Organizational Commitment-The Case of Turkish Construction Professionals. *Human Resource Management Research*, 6(1), 6-14.
- Chaiyasut, C., Samuttai, R., Phuwiphadawa, Inthanet, N. (2014). Factors and indicators of teachers' roles that promote lifelong learning skills of students at the basic education level. *International Journal of Behavioral Science*, 9(2), 71-86.
- Chik, A. (2020). Informal Language Learning. *General & Introductory Linguistics Second Language Acquisition*, 1.
- Craig, T. T., Marshall, J. (2019). Effect of project-based learning on high school students' state-mandated, standardized math and science exam performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1461-1488.
- Erti, M. P. (2017). Penerapan Model Hands On Activity untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika MTSN IV Koto Aur. *Natural Science Journal*, 3(1), 383-390.
- Facione, P. A. (2016). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts* (Issue January 2015). Measured Reasons LLC.
- Flint, K., Spaulding, T. J. (2021). Examining the Relationship Between the Readability and Comprehensibility of Practice Test Questions and Failure Rates on Learner's Permit Knowledge Tests. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 52(2), 554-567.
- Harahap, L. J., Komala, R., Ristanto, R. H. (2020). Studying Ecosystem in Senior High School: The Utilization of CirGi Learning Model to Enhance Mastery of Biological Concepts. *Indonesian Research Journal in Education | IRJE |*, February, 515-529.
- Hutcheson, W., Hoagland, P., Jin, D. (2018). Valuing environmental education as a cultural ecosystem service at Hudson River Park. *Ecosystem Services*, 31, 387-394.
- Kemendikbud. (2019). *Laporan Hasil Ujian Nasional Kabupaten Mojokerto | Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*. Hasil Ujian Nasional 2019. diakses online https://hasilun.puspendik.kemdikbud.go.id/#2019!sma!daya_serap!05&12&999!a&06&T&T&1&unbk!1!&.

- Khairani., Titisari, P. W. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran E-modul untuk Konservasi Gajah Sumatra (*Elephas maximus sumatranus*). *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 3(1), 1-11.
- King-Heiden, T. C., Litster, M. (2019). Using case-study based moduls to promote a better understanding of evolution in an undergraduate anatomy and physiology course. *Journal of Biological Education*, 53(5), 477-491.
- Lapuz, A. M., Fulgencio, M. (2020). Improving the Critical Thinking Skills of Secondary School Students Using Problem-Based Learning. *Online Submission*, 4(1), 1-7.
- 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. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(2), 302-331.
- Lari, F. S. (2014). The Impact of Using PowerPoint Presentations on Students' Learning and Motivation in Secondary Schools. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, , 1672-1677.
- Lestari, M. P. (2019). Validitas Modul Berbasis Problem Based Learning Pada Sub Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Melatihkan Literasi Sains Peserta Didik Kelas X SMA. *Bioedu*, 8(3), 13-19.
- Lubis, F. K., Bahri, S. (2021). Colloquial Speech of University Studentsâ€™™ Utterance. *SALTeL Journal (Southeast Asia Language Teaching and Learning)*, 4(1), 1-10.
- Malhi, Y., Franklin, J., Seddon, N., Solan, M., Turner, M. G., Field, C. B., Knowlton, N. (2020). Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 375(1794).
- Maree, J. G. (2021). The psychosocial development theory of Erik Erikson: critical overview. *Early Child Development and Care*, 191(7-8), 1107-1121.
- Markant, D. B., Ruggeri, A., Gureckis, T. M., Xu, F. (2016). Enhanced Memory as a Common Effect of Active Learning. *Mind, Brain, and Education*, 10(3), 142-152.
- Masters, K. (2020). *Edgar Dale ' s Pyramid of Learning in medical education : Further expansion of the myth. December 2018, 22-32.*
- Mykhailyshyn, H., Kondur, O., Serman, L. (2018). Innovation of Education and Educational Innovations in Conditions of Modern Higher Education Institution. *Journal OfVasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 5(1), 9-16.
- OECD. (2018). the Most Comprehensive and Rigorous International Assessment of Student Learning Outcomes To Date. *Programme for International Student Assessment (PISA) Result from PISA 2018*, 1-10.
- Prihandono, T., Wahyuni, S., Pamungkas, Z. S. (2017). Development of Modul Based on Local Potential Integrated SETS in Junior High School. *The International Journal of Social Sciences and Humanities Invention*, 4(9), 3939-3944.
- Puteri, L. H. (2018). The Apperception Approach for Stimulating Student Learning Motivation. *International Journal of Education, Training and Learning*, 2(1), 7-12.
- Reese, R. (2020). *Use clear and simple language*. Federation University Communication Guidelines - Writing Toolkit; Federation University Australia. <https://federation.edu.au/staff/business-and-communication/communication-guidelines/writing-toolkit/use-clear-and-simple-language>.

- Selviani, I. (2019). Pengembangan Modul Biologi Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA. *IJIS Edu : Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 1(2), 147-154.
- Serrat, M. A., Dom, A. M., Jr, J. T. B., Williams, A. R., Efaw, M. L., Richardson, L. L., Virginia, W., Virginia, W., Medicine, O., & Virginia, W. (2014). *Performance and Understanding of Anatomy*. 416(October), 406-416.
- Setiawan, D. W., Suharno, Triyanto. (2019). The Influence of Active Learning on the Concept of Mastery of Sains Learning by Fifth Grade Students at Primary School. *International Journal of Educational Methodology*, 5(1), 177-181.
- Sewagegn, A. A. (2020). Learning Objective and Assessment Linkage : Its Contribution to Meaningful Student Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11), 5044-5052.
- Sugandi, E. Rohma, N., Listyowati A., Nuryadi A., Pravesti, C.A. Mufidah, E.F., Asmaul R., Mutianingsih, N., & Prayit L.L. (2021). Pelatihan Pembuatan video pembelajaran berbasis software camtasi bagi guru SMA Negeri 1 Dawarblandong Mojokerto. *Jurnal pengabdian pada masyarakat* 6(4), 1244-1249.
- Suryawati E., Suzanti F., Zulfarina, Putriana A.R., Febrianti L. (2020). The Implementation of Local Environmental Problem-Based Learning Student Worksheets to Strengthen Environmental Literacy | Suryawati | *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 169-178.
- Susantini, E., Puspitawati, R. P., Raharjo., Suaidah, H. L. (2021). E-book of metacognitive learning strategies: design and implementation to activate student's self-regulation. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 16(1).
- Terzian, G., Corbalán, M. I. (2021). Simplicity of what? A case study from generative linguistics. *Synthese*, 198(10), 9427-9452.
- Wahidin, D., Romli, L. A. M. (2020). Students Critical Thinking Development in National Sciences and Mathematics Competition in Indonesia: A Descriptive Study | Wahidin | *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 106-116.
- Zabidi, N. A., Woo, T. K., Kumar, P. R., Fadzil, M., Husain, S. H. S. (2017). Quality assurance in learning material development at OUM. *Asian Association of Open Universities Journal*, 12(1), 69-81.