

PENGEMBANGAN *E-MODUL* BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI KOMPONEN EKOSISTEM UNTUK MELATIH KEMAMPUAN LITERASI SAINS SISWA KELAS X SMA

Development of E-Moduls Based on Problem Based Learning on Ecosystem Components Marers to Course Science Literatural Fabilities in X Class

Maulidatul Musyarofah

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

E-mail: maulidatul.20078@mhs.unesa.ac.id

Herlina Fitrihidajati

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

herlinafitrihidajati@unesa.ac.id

Abstrak

National Education Association menyatakan keterampilan masa era 21 keterampilan “The 4C yakni *communication, collaboration, critical thinking, dan creativity* (4C). Kemampuan literasi sains dapat dilatihkan dengan memanfaatkan pembelajaran model *Problem Based Learning*. Tujuan penelitian ini mendeskripsikan validitas dan kepraktisan *E-Modul* ekosistem berbasis *Problem Based Learning*. Penelitian ini dilakukan dengan model pengembangan 4D meliputi *Define, Designe, Develop, serta Disseminate*. Parameter tingkat validitas berdasarkan telaah 3 validator, kepraktisan ditinjau dari hasil observasi keterlaksanaan dan angket respon siswa. Penelitian ini diujicobakan pada 21 siswa kelas X MA Ibnu Husain Surabaya. Validitas *E-Modul* berdasarkan komponen aspek kelayakan penyajian, kelayakan isi, kesesuaian dengan *Problem Based Learning* serta kesesuaian dengan keterampilan literasi sains sebesar 97,4% kategori sangat valid. Kepraktisan ditinjau dari hasil observasi keterlaksanaan dan angket respon siswa. Hasil observasi keterlaksanaan siswa terhadap *E-Modul* persentase 88,9% kategori sangat praktis serta angket respon siswa terhadap *E-Modul* persentase 97,9% sangat positif. Dapat disimpulkan bahwa *E-Modul* berbasis *Problem Based Learning* pada materi komponen ekosistem yang dikembangkan valid dan praktis.

Kata Kunci *e-modul, problem based learning, kemampuan literasi sains, komponen ekosistem.*

Abstract

The National Education Association states that the skills of the 21st century are "The 4Cs": communication, collaboration, critical thinking, and creativity. (4C). The ability of science literacy can be developed using the Problem Based Learning model. The purpose of this research is to describe the validity and practicality of the E-Module on ecosystems based on Problem Based Learning. This research was conducted using the 4D development model, which includes Define, Design, Develop, and Disseminate. The validity parameter is based on the review of 3 validators, while practicality is assessed from the results of the implementation observation and student response questionnaires. This research was tested on 21 students from class X at MA Ibnu Husain Surabaya. The validity of the E-Module based on the components of presentation feasibility, content feasibility, alignment with Problem Based Learning, and alignment with science literacy skills is 97.4%, categorized as very valid. Practicality assessed from the results of the implementation observation and student response questionnaire. The results of the student implementation observation of the E-Module showed a percentage of 88.9%, categorized as very practical, while the student response questionnaire to the E-Module indicated a percentage of 97.9%, which is very positive. It can be concluded that the Problem-Based Learning-based E-Module on ecosystem component material developed is valid and practical.

Keywords: e-module, problem-based learning, science literacy skills, ecosystem components.

4C”. Didukung oleh pernyataan (Pratiwi *et al.*, 2019), bahwa pembelajaran pada masa modern harus mengajarkan 4 kemampuan yaitu di antaranya *communication, collaboration, critical thinking, dan creativity* (4C). Berdasarkan pernyataan tersebut, maka

PENDAHULUAN

National Education Association menyatakan kemampuan pada masa era 21 sebagai keterampilan “The

pendidikan harus mengajarkan keempat kompetensi tersebut dalam proses pembelajarannya. Keterampilan sains harus diajarkan, termasuk kemampuan berpikir kritis (*Critical thinking*) (Jamaludin, 2009). (Hasana *et al.*, 2017), menyatakan literasi sains yakni kemampuan yang sangat penting dan dibutuhkan di era modern.

Literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan untuk menggunakan pengetahuan sains untuk menemukan masalah, membuat kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah serta membuat keputusan yang tepat (OECD, 2006). Seseorang yang memiliki keterampilan literasi sains dapat melakukan hal-hal sehari-hari dengan menggunakan data ilmiah. Ketika teknologi dan sains berkembang pesat, keterampilan literasi sains sangat penting untuk menangani masalah moral, etika, dan global (Jamaluddin, 2019). Keterampilan yang sangat penting untuk proses pembelajaran di era kontemporer adalah kemampuan untuk memahami literatur sains.

Problem Based Learning (PBL) salah satu metode pembelajaran dimana masalah memulai proses (Sukorini, 2019). Permasalahan di awal proses pembelajaran dapat membantu siswa untuk lebih aktif berusaha memecahkan permasalahan tersebut. Untuk memastikan bahwa hasilnya sesuai dengan yang diharapkan, penting untuk selalu mempertimbangkan sintaks pembelajaran model PBL. Menurut (Sukarmin *et al.*, 2017) Sintaks model pemecahan masalah (PBL) berfokus pada masalah, mengarahkan penyelidikan individu dan kelompok, mengorganisasikan siswa untuk belajar, mengembangkan maupun menyajikan hasil karya, serta menganalisa juga mengevaluasi hasil proses pemecahan masalah.

Hubungan antara model pembelajaran PBL dengan kemampuan literasi sains adalah bahwa setiap sintaks PBL, termasuk pada orientasi siswa pada masalah, dapat melatih kemampuan literasi sains, yakni kemampuan untuk menjelaskan fenomena ilmiah. Tahap kedua PBL yaitu mengorganisasikan siswa untuk belajar juga melatih kemampuan literasi sains adalah menjelaskan fenomena ilmiah secara ilmiah. Pada tahap membimbing penyelidikan individual maupun kelompok melatih kemampuan literasi sains yaitu mengidentifikasi pertanyaan ilmiah. Pada tahap keempat serta kelima PBL melatih kemampuan literasi sains yang sama yaitu menggunakan bukti ilmiah untuk menyelesaikan permasalahan. Menurut (Azhari, 2013) penerapan PBL mampu meningkatkan penguasaan konsep serta keterampilan metakognitif siswa. Didukung oleh pernyataan (Hung, 2013) PBL dapat menumbuhkan hasil belajar siswa dengan meningkatkan kemampuan dan keterampilan kognitif, pemecahan masalah, berpikir tingkat tinggi, memotivasi diri sendiri, serta mengevaluasi pembelajaran siswa secara mandiri.

Berdasarkan hasil dari observasi dengan guru biologi MA Ibnu Husain, didapatkan data bahwa siswa kelas X melaksanakan pembelajaran materi ekosistem dengan metode studi kasus dan diskusi kelompok. Guru memakai media pembelajaran berupa *website* sekolah, *power point* serta video pembelajaran melalui *smart tv* di

setiap kelas yang bisa dihubungkan melalui *handphone*, LKS yang berisi soal-soal yang dikembangkan guru untuk memotivasi siswa untuk belajar, serta buku paket sebagai bahan referensi.

E-Modul didefinisikan jenis bahan ajar yang dapat diperkaya yang dirancang agar membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran. Bahan ajar sangat penting karena dapat memudahkan guru maupun siswa dalam proses belajar mengajar (Asmi *et al.*, 2018). *E-Modul* diartikan sebagai tampilan informasi dan format buku yang dapat dibaca dengan komputer ataupun alat elektronik lainnya (Wijayanto dan Zuhri, 2014). Dengan kemajuan dalam teknologi komunikasi dan informasi saat ini, *E-modul* telah berkembang di Masyarakat dengan menggunakan internet dan kemampuan *smartphone*. Adanya *E-modul*, meningkatkan motivasi siswa dan mempermudah pembelajaran mereka (Damayanti, dan Perdana, 2023).

Tujuan penelitian ini mendeskripsikan validitas dan kepraktisan *E-Modul* ekosistem berbasis *Problem Based Learning*.

METODE

Jenis penelitian yang diterapkan dalam mengembangkan *E-Modul* ini yakni 4-D meliputi *Define*, *Design*, *Develop*, serta *Disseminate*. Penelitian ini menggunakan Teknik analisis data deskriptif kuantitatif.

Tahap yang pertama adalah tahap *Define* (pendefinisian) merupakan tahap pertama dimana para peneliti menentukan dan mendefinisikan apa yang diperlukan untuk pengembangan. Ini termasuk analisis akhir, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas, dan perumusan tujuan pembelajaran.

Tahap yang kedua adalah *Design* (perancangan) mencakup penyusunan dan desain awal *E-Modul*. Pembuatan desain menggunakan bantuan aplikasi *canva*. Dalam fase ini, dilakukan pencocokan hubungan antara struktur PBL dan indikator literasi sains, yang kemudian akan menghasilkan fitur-fitur dalam *E-Modul* yang sedang digunakan.

Tahap ketiga adalah *Develop* (pengembangan), dilaksanakan pembuatan *E-Modul* berbasis PBL pada materi komponen ekosistem yang sudah di sesuaikan setelah diperbarui berdasarkan umpan balik dari para ahli.

Tahap keempat adalah *Dessiminate* (penyebaran) Pada tahapan ini dilaksanakan penyebaran produk melalui publikasi artikel dari penelitian yang dilakukan dan diujicobakan kepada 21 siswa kelas X SMA Ibnu Husain Surabaya.

Parameter penelitian ini lalu kemudian data hasil tersebut dianalisis mencakup lembar validasi, lembar observasi keterlaksanaan, serta angket respon siswa.

Validitas *E-Modul* dinilai melalui proses validasi oleh tiga validator, dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti penyajian, isi, kesesuaian dengan *Problem Based Learning*, kesesuaian dengan keterampilan literasi sains, dan kebahasaan. Proses penilaian memanfaatkan

lembar validasi yang mengikuti panduan skala likert, dengan rentang skor dari 1 hingga 4 skor yang terkumpul akan dihitung secara rata-rata, lalu dianalisis dengan rumus:

$$(\%) \text{ validitas} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh } X}{100\%} (1)$$

$$\sum \text{Skor Total}$$

Interpretasi nilai validitas berdasarkan pada kriteria validitas (Ridwan, 2019). *E-Modul* berbasis PBL dianggap valid jika memperoleh $\geq 70\%$.

Kepraktisan penggunaan *E-Modul* dinilai berdasarkan observasi aktivitas siswa dan tanggapan siswa yang diukur melalui angket. Observasi aktivitas siswa menggunakan skala Guttman dan perhitungannya dengan rumus:

$$(\%) \text{ Kepraktisan} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh } X}{100\%} (2)$$

$$\sum \text{Skor Total}$$

Kriteria perolehan dilakukan merujuk kepada kriteria penilaian aktivitas siswa yang diambil dari (Ridwan, 2016). *E-Modul* dikatakan praktis jika memperoleh nilai persentase $\geq 70\%$. Angket respon siswa digunakan dalam penilaian kepraktisan menggunakan skala Guttman dengan menggunakan rumus:

$$(\%) \text{ Respon} = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh } X}{100\%} (3)$$

$$\sum \text{Skor Total}$$

Kriteria respon siswa yang diadaptasi oleh (Riduwan, 2016). digunakan untuk menginterpretasikan skor yang diperoleh. Produk dianggap praktis apabila memperoleh $\geq 70\%$.

Kriteria respon siswa yang diadaptasi oleh (Riduwan, 2016). digunakan untuk menginterpretasikan skor yang diperoleh. Produk dianggap praktis apabila memperoleh $\geq 70\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk membuat buku ajar berbentuk *E-Modul* ekosistem berbasis *Problem Based Learning* yang layak dan valid untuk meningkatkan keterampilan literasi sains siswa kelas X SMA. Kelayakan *E-Modul* ini ditinjau berdasarkan validasi ahli, keterlaksanaan *E-Modul*, angket respon siswa.

Dalam *E-Modul* yang dibuat memuat beberapa fitur yang di desain agar mendukung perkembangan kemampuan literasi sains siswa dalam situasi pembelajaran berbasis masalah (PBL). Beberapa fitur yang termasuk didalamnya adalah Ayo Membaca, Ayo Berpikir, Ayo Lakukan, Ayo Berlatih, dan Evaluasi Pembelajaran yang telah diadaptasi sesuai dengan ciri

khas pembelajaran PBL. Informasi lebih lanjut mengenai penampilan dan fitur-fitur tersebut termuat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Fitu-Fitur *E-Modul*

Fitur	Keterangan
1) Ayo Membaca Ayo Membaca	Berisi informasi sebuah artikel untuk mengetahui pemahaman siswa untuk merumuskan pertanyaan dan menjelaskan hipotesis. PBL : orientasi siswa pada masalah otentik terkait ekosistem Literasi sains : mengidentifikasi fenomena ilmiah kemudian siswa membuat rumusan pertanyaan dan menjelaskan hipotesisnya.
2) Ayo Berpikir Ayo Berpikir	Berisi beberapa sebuah pertanyaan dari rumusan pertanyaan dan penjelasan hipotesis. PBL : mengorganisir siswa untuk belajar untuk menjawab pertanyaan Literasi sains : merumuskan pertanyaan dan menjelaskan hipotesis serta menjawab beberapa pertanyaan mengenai masalah yang telah diberikan.
3) Ayo Lakukan Ayo Lakukan	Berisi langkah-langkah atau cara tentang perancangan masalah dengan membuat sebuah pestisida alami dari tanaman cabai untuk memecahkan permasalahan mengenai populasi tikus PBL : membimbing penyelidikan individu maupun kelompok Literasi sains : merancang penyelesaian masalah
4) Ayo Berlatih Ayo Berlatih	PBL : mengembangkan dan menyajikan hasil karya Literasi sains : mengubah data dari satu bentuk ke bentuk yang lain serta menganalisis data
5) Evaluasi Pembelajaran Evaluasi Pembelajaran	Berisi informasi tentang siswa mengevaluasi dan menyimpulkan hasil dari kegiatan yang telah dilakukan.

Fitur	Keterangan
	PBL : menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah Literasi sains : mengevaluasi hasil dari rancangan masalah

Beberapa penilaian dilakukan dalam penelitian ini guna menentukan kelayakan berdasarkan validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Berikut merupakan uraiannya.

Pada tahap ini ketiga validator akan memberikan evaluasi, umpan balik, dan saran untuk perbaikan. Pada *draft E-Modul* yang telah dikembangkan, sehingga *draft* yang dihasilkan dapat dinyatakan valid dan layak. Informasi mengenai nilai validasi dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi *E-Modul*

No	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Penyajian	96,8%	Sangat Valid
2.	Isi	95,9%	Sangat Valid
3.	Kesesuaian dengan <i>Problem Based Learning</i>	100%	Sangat Valid
4.	Kesesuaian dengan Literasi Sains	100%	Sangat Valid
5.	Kebahasaan	94,5%	Sangat Valid
Rata-rata keseluruhan		97,4%	Sangat Valid

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi *E-Modul* pada Tabel 2 didapatkan hasil *E-Modul* ekosistem berbasis *Problem Based Learning* sangat valid dan layak pada seluruh komponen penilaian yaitu kelayakan penyajian, kelayakan isi, kesesuaian dengan *Problem Based Learning*, kesesuaian dengan keterampilan literasi sains, dan kebahasaan. Hasil rekapitulasi menunjukkan skor rata-rata dengan persentase kelayakan yaitu sebesar 97,4 %. Hasil tersebut memperlihatkan *E-Modul* ekosistem berbasis *Problem Based Learning* dinyatakan sangat valid dan layak. Hal tersebut sesuai dengan acuan rentang yang diadaptasi dari (Riduwan, 2016), bahwa apabila hasil validitas menunjukkan kelayakan sebesar 86%-100% maka termasuk kategori sangat valid.

Berdasarkan hasil validasi *E-Modul* berbasis *Problem Based Learning* dalam menumbuhkan keterampilan literasi sains siswa dinyatakan valid dengan nilai rata-rata 97,4 (Tabel 2). Validitas *E-Modul* didasarkan 5 aspek yaitu kelayakan penyajian, kelayakan isi, kesesuaian dengan *Problem Based Learning*, kesesuaian dengan keterampilan literasi sains, dan kebahasaan. Berdasarkan hasil rekapitulasi validasi *E-Modul* dieproleh skor pada aspek kelayakan penyajian sebesar 96,8%, aspek kelayakan isi sebesar 95,9%, aspek kesesuaian dengan *Problem Based Learning* sebesar 100%, aspek keterampilan literasi sains sebesar 100% dan aspek kebahasaan sebesar 94,5%. Berdasarkan hasil rekapitulasi validasi *E-Modul* menunjukkan bahwa mereka sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran dan memenuhi syarat-syarat penyusunan. *E-Modul* yang baik. Menurut (Rosmawanti *et al.*, 2020) *E-modul* disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran terkecil yang

disajikan dalam bentuk elektronik. Unit-unit ini memiliki penjelasan materi serta dilengkapi dengan video, gambar, dan animasi untuk membuat tampilannya lebih menarik.

Kepraktisan

Keterlaksanaan *E-Modul* digunakan untuk mengetahui kepraktisan serta hambatan dalam penggunaan *E-Modul* selama pembelajaran berlangsung. Berdasarkan data keterlaksanaan yang diperoleh dari observer, diperoleh data rekapitulasi hasil keterlaksanaan *E-Modul* yang tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Keterlaksanaan *E-Modul* Ekosistem Berbasis *Problem Based Learning*

No	Aspek	Persentase	Kriteria
1.	Aktivitas Pembelajaran	66,7%	Cukup Praktis
2.	Aktivitas <i>Problem Based Learning</i>	100%	Sangat Praktis
3.	Aktivitas Literasi Sains	100%	Sangat Praktis
Rata-rata keseluruhan		88,9%	Sangat Valid

Berdasarkan hasil rekapitulasi keterlaksanaan *E-Modul* ekosistem berbasis *Problem Based Learning* yang dilakukan oleh 3 (Observer) diperoleh persentase keterlaksanaan sebesar 88,9 % dengan kategori sangat praktis. Hasil persentase diperoleh dari total seluruh jawaban "Ya" dengan skor satu dan "Tidak" dengan skor nol dari komponen pernyataan yang dinilai. Skala penilaian mengacu pada skala Guttman.

Berdasarkan hasil uji coba yang sudah dilaksanakan, didapat hasil terkait keterlaksanaan *E-Modul* yang memperlihatkan rata-rata persentase keseluruhan 88,9% dengan kategori sangat baik (Riduwan, 2016). Pengamatan keterlaksanaan *E-Modul* berbasis *Problem Based Learning* dilaksanakan oleh 3 observer (Mahasiswa Pendidikan Biologi dan Mahasiswa Pendidikan Sains, Unesa). Komponen yang diamati dalam keterlaksanaan terbagi menjadi 3 yaitu aktivitas pembelajaran, aktivitas keterlaksanaan literasi sains dan keterlaksanaan *Problem Based Learning*.

Pada komponen aktivitas pembelajaran diperoleh rata-rata sebesar 66,7% dengan kategori cukup praktis. Terdapat 6 poin pernyataan yang harus diisi observer pada komponen ini. Pada poin 1b dan 1c yaitu Siswa membaca petunjuk penggunaan *E-Modul*, dan siswa membaca pengantar materi komponen ekosistem, terdapat observer yang menjawab tidak. Hal ini terjadi karena siswa tidak membaca tujuan pembelajaran pada materi komponen ekosistem dan siswa tidak membaca petunjuk yang ada pada *E-Modul*. Sehingga siswa tersebut langsung menuju halaman aktivitas 1.

Pada komponen aktivitas keterlaksanaan literasi sains memperoleh rata-rata persentase sebesar 100%. Dalam aktivitas ini, pengamat mengamati siswa saat mengerjakan fitur-fitur dalam *E-Modul* baik yang dikerjakan secara mandiri maupun kelompok. Contohnya pada fitur Ayo Lakukan siswa melakukan kegiatan praktikum sederhana dengan membuat sebuah pestisida

dari ekstrak cabai bekerja secara kelompok. Indikator literasi sains digunakan dalam fitur ini, seperti mengidentifikasi fenomena ilmiah, merumuskan pertanyaan, menjelaskan hipotesis, merancang penyelidikan ilmiah, mengubah data dari satu bentuk ke bentuk yang lain, menganalisis data serta mengevaluasi hasil dari rancangan masalah. Melalui aktivitas ini siswa dilatihkan kemampuan literasi sains dengan baik, karena siswa saling berdiskusi untuk memecahkan permasalahan yang diberikan. Saat melakukan ini, observer ikut serta mengamati keterlaksanaan indikator literasi sains yang harus dicapai siswa.

Pada komponen aktivitas keterlaksanaan *Problem Based Learning* memperoleh rata-rata sebesar 100% dengan kategori sangat baik. Penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* ini digunakan oleh guru pada saat proses pembelajaran. Guru memanfaatkan model *Problem Based Learning* selama proses pembelajaran. Mereka menerapkan model ini melalui beberapa fitur di *E-Modul*. Contohnya pada sintaks mengorientasi siswa pada masalah, guru meminta siswa membaca bacaan pada fitur Ayo Membaca. Siswa diminta untuk menjawab pertanyaan yang diajukan dalam fitur tersebut setelah disajikan masalah. Dengan memanfaatkan model *Problem Based Learning*, guru membantu siswa mengorganisasikan masalah yang berkaitan dengan konsep membuat hipotesis dan mencari solusi untuk masalah tersebut dengan menggunakan berbagai sumber belajar. Dalam *E-Modul* 5 sintaks pembelajaran berbasis masalah digunakan. Sintaks-sintaks ini meliputi orientasi siswa pada masalah, pengorganisasian siswa untuk belajar, pengarahan penyelidikan individu atau kelompok, pengembangan dan penyajian hasil, dan analisis serta evaluasi proses pemecahan masalah. Kelima sintaks tersebut ini merupakan bagian dari beberapa fitur modul.

Kepraktisan *E-Modul* juga didukung oleh hasil angket respon siswa akan diisi oleh 21 siswa kelas X IPA MA Ibnu Husain Sementara itu selama proses pembelajaran observer akan mengisi lembar observasi aktivitas siswa. Hasil respon siswa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Respon Siswa terhadap *E-Modul* Berbasis *Problem Based Learning*

No	Aspek yang dinilai	Rat-rata (%)	Kriteria
1.	Penyajian isi	95	Sangat positif
2.	Penyajian fisik	100	Sangat positif
3.	Bahasa	98,3	Sangat positif
4.	<i>Problem Based Learning</i>	98	Sangat positif
5.	Kemampuan literasi sains	97,8	Sangat positif
Rata-rata seluruh komponen		97,9	Sangat positif

Data hasil siswa menunjukkan hampir seluruh siswa menyatakan setuju dengan menjawab kolom "Ya". Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa merespon sangat positif terhadap *E-Modul* ekosistem berbasis *Problem Based Learning* yang dikembangkan oleh peneliti. Perolehan rata-rata skor yang didapatkan yaitu 97,9 % dari siswa dengan sangat positif. Hal tersebut sesuai dengan acuan rentang yang diadaptasi dari

(Riduwan, 2016), bahwa apabila hasil validitas menunjukkan sebesar 86% - 100% maka termasuk kategori sangat positif. Skor tertinggi 100% diperoleh pada 21 dari 27 pertanyaan menyatakan *E-Modul* yang dikembangkan sudah bagus. Skor dengan 95% diperoleh 2 pertanyaan yaitu *E-Modul* dapat digunakan sesuai dengan tingkat usia siswa, serta dengan adanya *E-Modul* ini siswa dapat mengerti konsep materi yang diajarkan. Skor 90% diperoleh 2 pertanyaan yaitu siswa dapat memeriksa sejauh mana pemahaman terhadap materi dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang disediakan pada *E-Modul* dan di dalam *E-Modul* siswa dilatih untuk orientasi siswa pada masalah, sesuai dengan permasalahan yang ada pada *E-Modul*. Dan skor terendah 80% diperoleh pada 1 pertanyaan yaitu apakah materi ekosistem berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Hal tersebut terjadi karena siswa kurang mengerti antara hubungan ekosistem dari komponen biotik dan abiotik bahwa komponen tersebut saling berhubungan dan saling bergantung, sehingga siswa perlu memahami suatu ekosistem yang ada di lingkungan agar dapat menjaga suatu ekosistem yang ada di kehidupan manusia untuk berlangsungnya makhluk hidup.

Kepraktisan *E-Modul* berbasis *Problem Based Learning* juga bisa dilihat berdasarkan angket respon siswa terhadap penggunaan *E-Modul* tersebut dalam pembelajaran. Respon siswa merupakan tanggapan terhadap pelaksanaan pembelajaran *E-Modul* berbasis *Problem Based Learning*. Hasil respon diperoleh dengan menyebarkan angket serta diisi oleh siswa sebagai pengguna setelah melaksanakan pembelajaran. Lembar angket respon terdiri dari 5 kriteria yakni kriteria penyajian isi, kriteria penyajian isi, kriteria penyajian fisik, kriteria bahasa, kriteria kesesuaian dengan *Problem Based Learning* dan kriteria *E-Modul* melatih kemampuan literasi sains. Masing-masing kriteria tersebut terdiri atas beberapa aspek atau pertanyaan. Apabila dilakukan persiapan yang matang dalam perencanaan materi (isi), tampilan atau desain, siswa akan mendapatkan bahan ajar yang (Belawati, 2017).

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa *E-Modul* ekosistem berbasis *Problem Based Learning* yang telah dikembangkan mendapatkan hasil rata-rata dari 5 kriteria termasuk dalam kriteria sangat positif. Hasil masukan serta respon siswa secara tertulis yang dikembangkan mendapat rata-rata sebesar 97,9% dengan kategori sangat positif.

Pada komponen kriteria penyajian isi dari 7 komponen yang meliputi materi berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, pembelajaran berpusat pada siswa, mampu mengembangkan proses literasi sains, membangun pengetahuan secara mandiri, memeriksa pemahaman, memahami konsep, dan menarik siswa untuk mempelajarinya. Kriteria penyajian isi mendapatkan rata-rata persentase sebesar 95% dengan kategori sangat positif.

Pada komponen kriteria penyajian fisik terdiri dari 5 komponen yang meliputi penampilan *E-Modul*, fitur-fitur dalam *E-Modul*, ilustrasi dalam *E-Modul*, dan huruf yang digunakan dalam *E-Modul*, kriteria penyajian fisik mendapatkan rata-rata sebesar 100% dengan kategori sangat positif.

Pada komponen kriteria bahasa terdiri dari 3 elemen : bahasa yang mudah dipahami, kalimat yang sesuai dengan usia, dan istilah yang mudah dipahami, kalimat yang digunakan sesuai dengan tingkat usia, dan istilah-istilah yang digunakan mudah dipahami. Kriteria penyajian fisik didapatkan rata-rata sebesar 98.3% dengan kategori sangat positif. Apabila siswa memperhatikan dan mengamati *E-Modul* dengan baik, maka akan menumbuhkan rasa ingin tahu serta meningkatkan ingatan terhadap istilah-istilah dalam materi yang dipelajari. Semakin banyak indra yang terlibat dalam kegiatan pengamatan yang dilakukan, maka akan semakin lama tingkat retensi atau ingatan terhadap pembelajaran (Ibrahim, 2020).

Pada komponen kriteria kesesuaian dengan *Problem Based Learning* terdiri dari terdiri dari 5 elemen yang memberi fokus pada masalah kepada siswa, mengatur bagaimana siswa belajar, memimpin penelitian baik secara individu ataupun kelompok, mengembangkan dan menyampaikan temuan, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Secara kriteria kesesuaian dengan pembelajaran berbasis masalah yang memiliki 5 elemen tersebut menerima 100% dan dinyatakan sebagai kategori yang sangat baik. Hal tersebut karena siswa sudah mengerjakan berbagai fitur yang di dalamnya terdapat sintaks *Problem Based Learning*. Contohnya sintaks orientasi siswa pada masalah terdapat pada fitur Ayo Membaca, sintaks mengorganisasikan siswa untuk belajar terdapat pada fitur Ayo Berpikir, sintaks membimbing penyelidikan individu maupun kelompok terdapat pada fitur Ayo Lakukan, mengembangkan hasil karya terdapat pada fitur Ayo Berlatih, dan menganalisis dan mengevaluasi hasil terdapat pada fitur Evaluasi Pembelajaran.

Pada komponen kriteria kemampuan literasi sains terdiri dari 7 komponen dengan mendapatkan rata-rata sebesar 97,8% dengan kategori sangat positif. Secara keseluruhan respons siswa memperoleh kategori sangat positif. Ini disebabkan oleh fakta *E-Modul* yang digunakan memenuhi 3 karakteristik buku yang baik : bahasa yang baik serta mudah dimengerti, penyajian yang menarik dengan gambar maupun keterangan yang lengkap, serta isi buku yang sesuai dengan ide penulis (Prastowo, 2019).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih ditunjukkan pada validator yaitu Prof Endang Susantini, M.Pd., Pak Tarzan Purnomo, M.Si., dan Ibu Amalia Hariyanti, S.Si., yang sudah membantu proses memberikan saran dan masukan, serta siswa kelas X IPA MA Ibnu Husain selaku responden dalam penelitian.

PENUTUP

Simpulan

E-Modul yang dikembangkan layak dengan validitas 97,4% dengan kategori sangat valid., dikatakan praktis dengan perolehan observasi aktivitas siswa sebesar 88,9% dengan kategori sangat praktis, dilihat dari hasil respon siswa sebesar 97,9% dengan kriteria sangat positif.

Saran

Jika prosedur yang dilakukan sesuai dan dilakukan secara rinci, baik, dan benar, maka *E-Modul* yang dikembangkan peneliti dapat dianggap valid dan praktis

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, R., Hukamdad, D., Akhter, A., & Khan, A. 2010. *Effect of Using Problem Solving Method in Teaching Mathematics on The Achievement of Mathematics Students. Asian Social Science*, 6(2), 67–72. <https://doi.org/10.5539/ass.v6n2p67>
- Aliyah, M. (2020). Ekologi.
- Anfa, Q, F. Rachmadiarti, & Winarsih. 2016. Kelayakan Teoritis Lembar Kegiatan Siswa *Collaborative – Learning* Materi Ekologi untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA. *BioEdu*. 5 (1): 122-127.
- Anggraini, R. I., & Suryawati, E. 2016. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berorientasi Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Sistem Ekskresi Kelas VIII SMP (*Doctoral dissertation*, Riau University).
- Anwar, Ilham. 2010. *Pengembangan Bahan Ajar*. Bahan Kuliah Online. Bandung: Direktori UPI.
- Asmi, A. R., & Surbakti, A. 2018. Pengembangan *E-Modul* Berbasis *Flip Book* Maker Materi. dalam *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 27(2), 1-10.
- Azhari. 2013. Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Metakognitif Siswa pada Konsep Sistem Reproduksi Manusia. *Jurnal Edubio Tropika*. Vol 1 (2) : 61-120.
- Cahyoratri. 2018. Pengembangan Modul Berbasis POP Materi Virus Kelas X SMA. *Jurnal Biologi* Halaman 2.
- Campbell, Neil A. dan Reece, Jane B. 2010. *Terjemahan Biologi Jilid 3*. Jakarta: Erlangga. Zhann.

- Cheva, V. K., dan Zainul, R. 2019. Pengembangan E-Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Sifat Keperiodikan Unsur untuk SMA/MA Kelas X. *Jurnal EKJ Edukimia*,1(1), h.28-36.
- Damaruta. 2018. Rantai Makanan dan Jaring-Jaring Makanan. (Online). (<http://www.damaruta.com/2018/09/rantai-makanan-dan-jaring-jaring.html>) diakses pada tanggal 10 november 2019 pukul 12.32 WIB).
- Damayanti, D. S., & Perdana, P. I. 2023. Pengembangan E-Modul Pembelajaran Tematik (EMOTIK) Berbasis *Flipbook* pada Tema 8 Subtema 1 Kelas V di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(5), 2886-2897.
- Dania, E. P. 2022. Pengembangan E-Modul Biologi Berbasis *Socio-Scientific Issues* (SSI) untuk Meningkatkan Literasi Sains pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X SMAN 16 Bandar Lampung (*Doctoral dissertation*, UIN Raden Intan Lampung).
- Darwati, I. M., & Purana, I. M. 2021. *Problem Based Learning* (PBL): Suatu Model Pembelajaran untuk Mengembangkan Cara Berpikir Kritis Siswa. *Widya Accarya*, 12(1), 61-69.
- Eggen. Paul., dan Kauchak. Don. 2012. Strategi dan Model Pembelajaran, Mengajarkan Konten dan Keterampilan Berpikir. Edisi 6. Jakarta: Indeks.
- Susantini, E., & Puspitawati, R. P. 2019. *Implementasi Strategi Metakognitif*. Surabaya: Unesa University Press
- Susantini, E., Sumitra, S. B., Corebima, A. D., dan Susilo, H. 2018. Improving Learning Process in Genetics Classroom by Using Metacognitive Strategy. *Asia Pacific Education Review*, 19 (3), 401– 411.
- Fakhriyah, F. 2014. Perangkat Pembelajaran *Problem Based Learning* Berorientasi *Green Chemistry* Materi Hidrolisis Garam untuk Mengembangkan *Soft Skill* Konservasi Siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), 95–101
- Fausih, M., & T. Danang. 2015. Pengembangan Media E-Modul Mata Pelajaran Produktif Pokok Bahasan “Instalasi Jaringan LAN (*Local Area Network*)” untuk Siswa Kelas XI Jurusan Teknik Komputer Jaringan di SMK Negeri 1 Labang Bangkalan Madura. *Jurnal Pendidikan*. 1(1).
- Firooznia, F. 2006. *Giant Ants and Walking Plants: Using Science Fiction to Teach a Writingintensive, Lab-Based Biology Class for Nonmajors*. *Journal of College Science Teaching*, 35(5):26-31.
- Haristy, Djuniar R., Enawaty E., &Lestari I. 2012. Pembelajaran Berbasis Literasi Sains pada Materi Larutan Elektrolit.
- Hasana, I., Saptasari, M., Wulandari, N. 2017. Pengembangan Instrumen Penilaian Kemampuan Literasi Sains Siswa Kelas XI Materi Sistem Ekskresi dan Koordinasi di SMAN 9 Malang. *Jurnal Pendidikan Biologi*. Vol 8 (2) : 52-56.
- Hasmori¹, A. A., Sarju, H., Norihan, I. S., Hamzah, R., & Saud, M. S. 2011. Pendidikan, Kurikulum dan Masyarakat: Satu Integrasi. *Journal of Edupres*, 1, 350-356.
- Hanania, Jordan, dkk. 2017. *Energy flow in ecosystems*. (Online). (https://energyeducation.ca/encyclopedia/Energy_flow_in_ecosystems, diakses pada tanggal 10 november 2019 pukul 12.13 WIB).
- Hotimah, H. (2020). Penerapan Metode Pembelajaran *Problem Based Learning* dalam Meningkatkan Kemampuan Bercerita pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Edukasi*, 7(2), 5-11.
- Hung, W. 2013. *Problem Based Learning*. A Learning Environment for Enhancing Learning Transfer. *New Direct for Adult and Continuing Education*.
- Ibrahim, M. 2002. *Pelatihan Terintegrasi Berbasis Kompetensi Guru Mata Pelajaran Biologi (Pengembangan Perangkat Pembelajaran)*. Jakarta: Depdiknas.
- Irmita, L., & Atun, S. 2018. *The Influence of Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Approach on Science Literacy and Social Skills*. *Journal of Turkish SciencEducation*, 15(3), 27-40. <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/2129309064-Luthfia-Ulva-Irmita>.
- Irnaningtyas. (2013). *Biologi untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- Irwan, Z. D. (2014). *Prinsip-Prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Jamaluddin., Jufri, A. W., Ramadhani, A., dan Azizah, A. 2019. Profil Literasi Sains dan Keterampilan Berpikir Kritis Pendidikan IPA SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. Vol 5 (1) : 120-130.

- Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. (2017). Panduan Praktis Penyusunan E- modul Pembelajaran. Direktorat Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta.
- Kimianti, F. E. B. Y. A. R. N. I. 2019. *Pengembangan E-Modul IPA Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Sains*. Universitas Negeri Yogyakarta
- Khoiri, W., Rochmad, R., & Cahyono, A. N. (2013). *Problem Based Learning* Berbantuan Multimedia dalam Pembelajaran Matematika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 2 (1), 1-8.
- Marti'ah, S. 2017. Kewirausahaan Berbasis Teknologi (*technopreneurship*) dalam Perspektif Ilmu Pendidikan. *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan Dan Informatika*, 3(2), 75-82.
- Maryati, I. 2018. Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah pada Materi Pola Bilangan di kelas VII Sekolah Menengah Pertama. *Mosharafa*. Vol 7 (1) : 63-74.
- Molles, M. C. 2013. *Ecology: Cocpts And Aplications*. USA: The McGraw-Hill Companies.
- Moto, M. M. 2019. Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran dalam Dunia Pendidikan. *Indonesian Journal of Primary Education*, 3(1), 20-28.
- Munawwarah, Azhar Al. 2019. Pengertian Siklus Karbon dan Proses Siklus Karbon. (Online). (<https://masteripa.com/penegrtian-siklus-karbon-dan-proses-siklus-karbon/>, diakses pada tanggal 10 november 2019 pukul 18.33 WIB).
- Nabila, H. 2023. Pengembangan *E-modul* Interaktif *Flipbook* Berbasis *Problem Based Learning* Pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa.
- Novilia, L., Iskandar, S. M., & Fajaroh, F. 2016. The Effectiveness of Colloid Module Based on Guided Inquiry Approach to Increase Students' Cognitive Learning Outcomes. *International Journal of Education*, 9 (1), 17-23.
- Odum, Eugene Pleasants. 1996. *Fundamentals of Ecology*. *Terjemahan Samingan Tjahjono*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Organization For Economic Co-Operation and Development (OECD). 2006. *Assessing Scientific, Reading, and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publication.
- Priadi, Arif. 2010. *Biologi SMA Kelas X*. Jakarta: Yudhistira.
- Prastowo, A. 2014. *Pengembangan Sumber Belajar Tematik*. Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.
- Pratama, W. A., Hartini, S., & Misbah, M. 2019. Analisis Literasi Digital Siswa melalui Penerapan *E-learning* Berbasis *Schoology*. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 6(1), 9-13.
- Rice, H. W. 2006. *Moodle E-Learning Course Development*. Birmingham- MumbI: Packt Publishing.
- Riduwan. 2010. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfa Beta.
- Rohana, H. D. 2017. Pengaruh Sistem *Full Day School* terhadap Pembentukan Karakter Religius Siswa Kelas V di SD Nasima Semarang. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rosmawanti et al., (2020). Pengembangan E-Modul dengan Model Pembelajaran Knisley Menggunakan Platform Android sebagai Alternatif Pembelajaran Trigonometri SMA. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1),67–76. <https://doi.org/10.36709/jpm.v12i2.19057>
- Sadjati, I. M. 2012. Pengembangan bahan ajar.
- Simon, Eric J., Jean L. Dickey, Jane B. Reece. 2013. *Campbell Essential Biology*. London: Dorling Kindersley Limited 80mStrand.
- Sukarmin., Ulil, A. U., dan Dwiningsih, K. 2017. *Inovasi Pembelajaran 2*. Surabaya: Unesa University Press.
- Shoimin, A. 2014. *68 Model Pembelajaran Inovatif*. Jakarta: Ar-Ruzz Media.
- Sukorini, P. A. 2019. Kelayakan dan Kepraktisan Lembar Kegiatan Siswa (LKPD) Berbasis *Problem Based Learning* (PBL) untuk Melatihkan Keterampilan Penyelesaian Masalah pada Sub Materi Daur Ulang Limbah Siswa Kleas X SMA. *BioEdu*. Vol 8 (1) : 63-69.
- Syahrial, Arial, Kurniawan, D. A., dan Piyana, S. C. 2019. E-Modul Etnokonstruktivisme Implementasi pada Kelas V Sekolah Dasar ditinjau dari Persepsi Minat dan Motivasi. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 21(1), h.165- 177.

- Turiman, P. 2012. Fostering the 21st Century Skills Through Scientific Literacy and Science Process Skill. *Procedia Social and Behaviorial Science*, 59, 110-116.
- Warsito, M. B., & Djuniadi, D. 2016. Pengembangan *E-Learning* Berbasis *Schoology* pada Mata Pelajaran Matematika Kelas VII. *KONTINU: Jurnal Penelitian Didaktik Matematika*, 4(1).
- Wahyono, Ikhsan Budi. 2011. Kajian Biogeokimia Perairan Selat Sunda dan Barat Sumatera Ditinjau dari Pertukaran Gas Karbon Dioksida (CO₂) antara Laut dan Udara. *Tesis* tidak diterbitkan. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Wijayanto, & Zuhri, M. S. 2014. Pengembangan *E-Modul* Berbasis *Flip Book Maker* dengan Model *Project Based Learning* untuk Mengembangkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika.
- Wijayanto, & Zuhri, M. S. 2014. Pengembangan *E-Modul* Berbasis *Flip Book Maker* dengan Model *Project Based Learning* Untuk Mengembangkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum* 2014, 625-628. <http://prosiding.upgris.ac.id/index.php/masif2014/masif2014/paper/viewFile/487/436>
- Wulandari, N., & Sholihin, H. 2016. Analisis Kemampuan Literasi Sains pada Aspek Pengetahuan dan Kompetensi Sains Siswa SMP pada Materi Kalor *Edusains*, 8(1), 66-73. <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains/article/view/1762>
- Yuliati, Y. 2017. Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*. Vol 3 (2) : 189-204.
- Zhang, Jiang. 2009. Energy Flows in Complex Ecological Systems. *Jrl Syst Sci & Complexity*. Vol. 22: pp. 1-15.