

Kevalidan dan Kepraktisan E-Modul Berbasis *Project Oriented Problem Based Learning* (POPBL) pada Materi Pergerakan Zat melalui Membran Sel

Nurul Fajryani Usman^{1*}, Nur Mustaqimah², Masra Latjompoh³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi, Universitas Negeri Gorontalo

E-mail: nurulfajryaniusman@ung.ac.id^{1*}

Article Info	Abstract
Article History Received: 2026-03-01 Revised: 2026-04-20 Published: 2026-04-21	<p><i>This study aimed to develop a Project Oriented Problem Based Learning (POPBL)-based e-module on the topic of substance transport across cell membranes and to examine its validity and practicality in biology learning. The study used a Research and Development approach with the ADDIE model. However, this research was limited to the development stage. The product was validated by one material expert and one media expert, and its practicality was tested in a small-group trial involving 15 students of Grade XI Biology at SMA Negeri 1 Kabila. The instruments included needs analysis sheets, expert validation sheets, and student response questionnaires. The results showed that the e-module had a very high validity level, with a feasibility score of 99% from the material expert and 95% from the media expert. The practicality test also showed that the e-module was very practical, with an average score of 90%. These findings indicate that the developed e-module is appropriate for use as a digital teaching material to support biology learning on membrane transport. This study was limited to validity and practicality testing; therefore, further research is needed to examine its effectiveness in improving learning outcomes and higher-order thinking skills.</i></p>
Keywords: <i>e-module; membrane transport; POPBL; practicality; validity</i>	
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2026-03-01 Direvisi: 2026-04-20 Dipublikasi: 2026-04-21	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis <i>Project Oriented Problem Based Learning</i> (POPBL) pada materi pergerakan zat melalui membran sel serta menguji validitas dan kepraktisannya dalam pembelajaran biologi. Penelitian menggunakan pendekatan <i>Research and Development</i> (R&D) dengan model ADDI. Namun, penelitian ini dibatasi sampai tahap <i>development</i>. Produk divalidasi oleh satu ahli materi dan satu ahli media, kemudian diuji kepraktisannya melalui uji kelompok kecil yang melibatkan 15 siswa kelas XI Biologi di SMA Negeri 1 Kabila. Instrumen penelitian meliputi lembar analisis kebutuhan, lembar validasi ahli, dan angket respons siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi, dengan persentase kelayakan sebesar 99% dari ahli materi dan 95% dari ahli media. Hasil uji kepraktisan juga menunjukkan bahwa e-modul tergolong sangat praktis dengan skor rata-rata 90%. Temuan ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan layak digunakan sebagai bahan ajar digital untuk mendukung pembelajaran biologi pada materi transportasi membran. Penelitian ini terbatas pada pengujian validitas dan kepraktisan, sehingga penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk menguji efektivitas e-modul terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.</p>
Kata kunci: <i>e-modul; kepraktisan; POPBL; transport membran; validitas</i>	

PENDAHULUAN

Era digitalisasi teknologi merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam pendidikan. Teknologi dalam pendidikan dijadikan sebagai alat bantu untuk mencapai tujuan pembelajaran (Maritsa et

al., 2021). Perkembangan pendidikan di abad 21 ditandai dengan penggunaan teknologi dalam pembelajaran. Pendidikan abad 21 menuntut sekolah agar siswa memiliki kemampuan yang menekankan pada kemampuan berpikir kritis,

pemecahan masalah, kolaborasi, dan literasi digital (Hadiyastama et al., 2022). Penerapan teknologi yang baik dapat menunjang pencapaian tujuan pembelajaran. Namun faktanya penerapan teknologi pembelajaran di sekolah-sekolah masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam penyediaan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan tujuan kurikulum. Salah satu bahan ajar yang digunakan dalam proses pembelajaran adalah modul ajar.

Modul merupakan salah satu bahan ajar yang disusun secara sistematis yang mencakup isi materi, metode, dan evaluasi. Modul ajar digunakan secara mandiri untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan (Sunantri et al., 2016). Pesatnya perkembangan teknologi juga menuntut adanya inovasi bahan ajar yang awalnya berbentuk cetak menjadi digital atau biasa disebut dengan e-modul. E-modul atau modul elektronik merupakan bahan ajar yang terstruktur yang mencakup materi dan evaluasi, namun pada penyajiannya dapat berupa format elektronik seperti media audio, visual, dan audio visual yang dapat digunakan dalam kegiatan belajar (Ramadhina & Pranata, 2022). Menurut (Arsyad, 2015) modul elektronik merupakan media berbasis digital yang dapat digunakan siswa belajar dan memberikan peluang kepada siswa untuk mengeksplorasi kemampuannya dalam proses belajar. Penerapan modul elektronik dinilai mampu dan efisien sebagai inovasi dari penggunaan buku cetak yang memiliki fungsi sebagai sumber informasi (Sa'diyah, 2021).

Hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan di SMA Negeri 1 Kabila menunjukkan bahwa sekitar 10% siswa yang hanya lulus Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada mata Pelajaran Biologi. Guru telah menggunakan bahan ajar dalam proses pembelajaran Biologi. Namun sebagian besar (80%) responden menjawab bahwa bahan ajar yang digunakan oleh guru masih bersifat monoton. Umumnya guru hanya menggunakan buku paket dalam proses pembelajaran. Selain itu, hasil analisis dan wawancara dengan guru Biologi diketahui bahwa materi yang sulit dipahami oleh siswa adalah transportasi membran melalui membran sel. Materi pergerakan zat melalui membran sel, yang mencakup proses difusi, osmosis, dan transpor aktif, merupakan salah satu topik penting dalam pembelajaran biologi di tingkat SMA. Namun, karakteristik materi yang abstrak sering kali membuat siswa kesulitan untuk memahami konsep-konsep tersebut secara mendalam, sehingga berpotensi menimbulkan miskonsepsi dan rendahnya retensi pengetahuan (Fitri Yona, 2021). Metode pengajaran tradisional yang didominasi oleh pendekatan berbasis buku teks dan ceramah dari guru, pada umumnya tidak cukup efektif dalam memenuhi kebutuhan belajar siswa yang beragam, serta kurang mampu mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang diperlukan untuk menguasai konsep-konsep tersebut.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dianggap mampu mengatasi tantangan tersebut adalah *Project Oriented Problem Based Learning* (POPBL). Model pembelajaran dapat mendorong semangat

siswa untuk aktif terlibat pada pembentukan pengalaman belajar (F. Halik et al., 2019). Model pembelajaran POPBL merupakan model pembelajaran yang mengintegrasikan pemikiran kritis dan pemecahan masalah (Francisco et al., 2024). POPBL merupakan model pembelajaran kooperatif yang menggabungkan antara model pembelajaran berbasis masalah dan proyek (Sari, 2023). Model POPBL membantu memberikan siswa pengalaman belajar yang berharga, berkontribusi pada peningkatan keterampilan mereka (Latada & Kassim, 2017) dikarenakan model pembelajaran ini berprinsip pada orientasi masalah, kerja dalam proyek, antar disiplin ilmu, berpusat pada siswa, dan kerja sama kelompok (Rongbutstri, 2017). Model bersifat dapat diterapkan di berbagai mata pelajaran sekolah, termasuk Biologi (Sari, 2023) karena karakteristik ilmu Biologi bersifat terbuka terhadap fenomena alam yang baru.

Penggunaan model POPBL lebih efektif jika didukung oleh bahan ajar yang relevan. Salah satu bahan ajar yang efektif digunakan oleh guru ada e-modul (Rismayanti et al., 2022). E-modul sebagai sumber belajar digital menawarkan platform yang fleksibel dan interaktif yang dapat disesuaikan untuk memenuhi berbagai gaya belajar siswa serta memberikan umpan balik langsung, sehingga mendukung lingkungan belajar yang lebih berpusat pada siswa. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa e-modul dapat mendukung pembelajaran yang lebih mandiri dan interaktif, sedangkan POPBL dapat memperkuat aktivitas pemecahan masalah dan kerja

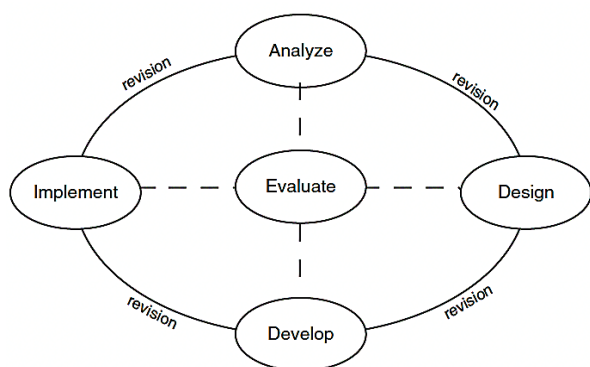
proyek. Namun, kajian yang secara khusus mengintegrasikan e-modul digital dengan sintaks POPBL pada materi pergerakan zat melalui membran sel masih terbatas. Padahal, materi ini termasuk materi abstrak yang memerlukan dukungan visualisasi dan aktivitas belajar yang terstruktur. Dengan demikian, celah penelitian terletak pada belum optimalnya pengembangan bahan ajar digital yang secara simultan mengintegrasikan karakteristik e-modul interaktif, sintaks POPBL, dan kebutuhan konseptual materi membran sel.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa e-modul dapat mendukung pembelajaran yang lebih mandiri dan interaktif, sedangkan POPBL dapat memperkuat aktivitas pemecahan masalah dan kerja proyek. Namun, kajian yang secara khusus mengintegrasikan e-modul digital dengan sintaks POPBL pada materi pergerakan zat melalui membran sel masih terbatas. Padahal, materi ini termasuk materi abstrak yang memerlukan dukungan visualisasi dan aktivitas belajar yang terstruktur. Dengan demikian, celah penelitian terletak pada belum optimalnya pengembangan bahan ajar digital yang secara simultan mengintegrasikan karakteristik e-modul interaktif, sintaks POPBL, dan kebutuhan konseptual materi membran sel.

METODE

Penelitian ini dilakukan di kelas XI Biologi, SMA Negeri 1 Kabila. Penelitian menggunakan model pengembangan *Research and Development* (R&D) menggunakan model pengembangan *Analysis, Design, Develop, Implement*, dan

Evaluate (ADDIE). Penelitian ini hanya terbatas sampai tahap *develop* (pengembangan). Model pengembangan ADDIE dapat digunakan untuk mengembangkan bahan belajar karena sintaks dari model pengembangan ini sesuai untuk pengembangan bahan belajar. Prosedur pengembangan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur penelitian pengembangan ADDIE (Branch, R. M, 2009)

Secara umum tahapan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut; a) *Analyze*, pada tahap ini peneliti melakukan analisis perlunya pengembangan emodul Biologi berbasis POPBL. Adapun jenis analisis yang dilakukan yaitu analisis kebutuhan kepada guru dan analisis karakteristik siswa. Pada tahap ini instrumen yang digunakan adalah angket dan pedoman wawancara kepada guru, b) *Design*, pada tahap ini dilakukan perencanaan pengembangan e-modul yang meliputi mengkaji kompetensi inti dan kompetensi dasar untuk menentukan materi pembelajaran dan merancang awal e-modul yang disesuaikan dengan materi dan evaluasi, 3) *Develop*, tahap ini peneliti melakukan realisasi rancangan produk dalam hal ini berupa e-modul berbasis model pembelajaran POPBL. Langkah pengembangan dalam penelitian ini

meliputi kegiatan membuat dan memodifikasi e-modul yang berbasis model pembelajaran POPBL. Pada tahap ini dilakukan validasi produk yang telah dikembangkan. Validasi merupakan proses pemeriksaan keabsahan data yang dilakukan oleh ahli. Validasi dilakukan oleh dua ahli yaitu ahli media pembelajara dan ahli materi. Setelah produk dikatakan valid, selanjutnya dilakukan uji coba kepraktisan Kepraktisan merupakan tingkat kemudahan responden dalam menggunakan suatu produk yang dikembangkan. Kepraktisan dilakukan dengan menggunakan teknik *small group* yang terdiri dari 15 siswa. Instrumen yang digunakan adalah angket validasi ahli, dan angket terhadap produk yang dikembangkan, 4) *Evaluate*, merupakan tahapan yang dilakukan sepanjang proses pengembangan.

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi; 1) lembar validasi ahli materi, 2) lembar validasi ahli media, 3) angket respon siswa untuk uji kepraktisan. Analisis data dilakukan untuk menilai sejauh mana tingkat kevalidan produk yang telah dikembangkan (Usman et al., 2023). Dalam penelitian ini, persentase validitas e-modul dievaluasi oleh validator media dan materi. Setiap validator mengisi angket yang berisi beberapa pernyataan dalam bentuk skala Likert yang di ceklis dan terdiri dari beberapa kategori (Tabel 1).

Tabel 1. Skala *likert* penilaian validator

Kategori Penilaian	Skor Penilaian
4	Sangat valid
3	Valid
2	Kurang valid
1	Tidak valid

Sumber: (Afifah et al., 2018)

Hasil validasi yang diperoleh dari para ahli atau validator kemudian akan disajikan dalam bentuk tabel. Selanjutnya, dilakukan analisis lembar validasi dengan rumus berikut;

$$\% \text{ kelayakan} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

Selanjutnya setelah nilai validasi diperoleh, maka akan disesuaikan dengan kriteria validasi dalam beberapa kategori (Tabel 2).

Tabel 2. Kategori kevalidan

Nilai	Kriteria
81-100	Sangat valid
61-80	Valid
41-60	Cukup valid
21-40	Kurang valid
<20	Tidak valid

Sumber: (Afifah et al., 2018)

Setelah dilakukan uji validitas, produk diuji kepraktisannya. Adapun tabel kriteria kepraktisan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori kepraktisan

Nilai	Kriteria
80% < x ≤ 100%	Sangat praktis
60% < x ≤ 80 %	Praktis
40% < x ≤ 60 %	Cukup praktis
20% < x ≤ 40 %	Kurang praktis
0% < x ≤ 20 %	Tidak praktis

Sumber: (Annisa et al., 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis kebutuhan

Hasil analisis kebutuhan siswa menunjukkan bahwa sebagian besar guru Biologi belum sepenuhnya menerapkan model pembelajaran berbasis proyek. Sebanyak 60% guru masih menggunakan metode pembelajaran tradisional yang cenderung monoton, sementara hanya 40% yang sudah menerapkan pembelajaran berbasis proyek. Selain itu, sebanyak 80%

siswa menilai bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran Biologi bersifat monoton, umumnya hanya menggunakan buku teks tanpa adanya variasi media atau pendekatan interaktif lainnya. Hasil ini mengindikasikan perlunya pengembangan bahan ajar yang lebih menarik dan interaktif, seperti e-modul yang terintegrasi dengan teknologi.

Lebih lanjut, seluruh siswa (100%) menyatakan setuju bahwa perlu dikembangkan bahan ajar berbasis digital untuk mendukung pembelajaran Biologi. Hasil ini didukung oleh fakta bahwa 73% siswa menganggap materi pergerakan zat melalui membran sel cukup sulit dipahami, dan 27% siswa merasa sangat sulit memahami materi tersebut. Kebutuhan akan bahan ajar yang memfasilitasi visualisasi dan interaksi dengan konsep-konsep kompleks menjadi sangat jelas, dan hal ini dapat diatasi dengan pengembangan e-modul yang berbasis POPBL.

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru Biologi, terungkap beberapa tantangan yang dihadapi dalam pembelajaran Biologi di kelas. Guru menjelaskan bahwa nilai rata-rata ulangan harian siswa masih berkisar di angka 75, dengan hanya 6 hingga 10 siswa per kelas yang memenuhi Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Selain itu, guru hanya mengandalkan buku paket sebagai sumber belajar utama, tanpa melibatkan teknologi dalam pembelajaran. Padahal, sarana dan prasarana di sekolah sudah memadai untuk mendukung penggunaan teknologi. Guru belum menggunakan media pembelajaran yang lebih interaktif, seperti modul pembelajaran yang mengintegrasikan video,

gambar, dan media digital lainnya yang dapat membantu memvisualisasikan konsep-konsep biologi yang sulit dipahami oleh siswa. Penggunaan bahan ajar yang lebih kaya visualisasi dan interaksi ini diyakini dapat meningkatkan pemikiran kritis dan kreatif siswa.

Temuan ini sejalan dengan pandangan bahwa bahan ajar digital dapat meningkatkan aksesibilitas, interaktivitas, dan kemandirian belajar siswa (Ramadhina & Pranata, 2022; Sa'diyah, 2021). Dalam konteks materi abstrak seperti transport membran, e-modul juga dapat membantu siswa memahami konsep melalui integrasi gambar, video, dan aktivitas reflektif (Hakim et al., 2020).

2. Design (Desain)

Pada tahap ini peneliti merencanakan dan merancang produk atau program yang akan dikembangkan. Tahap ini berfokus pada pembuatan *blueprint* atau kerangka dasar produk pembelajaran yang dibuat. Adapun tahapan yang dilakukan yaitu;

a. Merancang Tujuan Pembelajaran

Setelah melaksanakan analisis kebutuhan diketahui bahwa materi yang dianggap sulit dan kurang dipahami siswa adalah Pergerakan Zat melalui Membran Zat. Berdasarkan analisis Kompetensi Dasar (KD) diketahui bahwa tujuan pembelajaran pada materi ini 1) Merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis tentang transpor zat melalui membran yang dapat diselidiki; 2) Mengomunikasikan hasil penyelidikan tentang transpor zat melalui membran plasma menggunakan representasi yang sesuai; 3) Menganalisis hasil penyelidikan tentang transpor zat melalui membran plasma. Setelah menyusun tujuan

pembelajaran, peneliti kemudian menyusun aktivitas pembelajaran.

b. Menentukan Bahan Ajar yang Dikembangkan

Hasil analisis kebutuhan diketahui bahwa guru memerlukan bahan ajar yang dapat memandu siswa untuk belajar secara mandiri berupa modul yang terintegrasi dengan teknologi. E-modul yang dikembangkan berupa e-modul yang diintegrasikan dengan aplikasi *flippbook*. E-modul yang dikembangkan juga mengintegrasikan model pembelajaran *Project Oriented Problem Based Learning* (POPBL). Secara desain, e-modul memuat bagian pendahuluan, peta konsep, materi inti, aktivitas berbasis masalah, tugas proyek, evaluasi, serta umpan balik. Integrasi ini dirancang agar siswa tidak hanya membaca materi, tetapi juga mengikuti alur belajar yang menuntun mereka mengidentifikasi masalah, merancang solusi, melaksanakan proyek, dan merefleksikan hasil belajar.

Tabel 4. Struktur desain e-modul berbasis POPBL

Komponen	Deskripsi desain e-modul dan integrasi POPBL
Pendahuluan	Memuat petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, dan orientasi awal terhadap masalah yang akan dipelajari.
Materi inti	Menyajikan konsep transpor membran secara runtut dari konsep dasar ke konsep yang lebih kompleks, dilengkapi gambar dan visualisasi.
Aktivitas POPBL	Berisi masalah kontekstual, tugas penyelidikan, diskusi, dan proyek sederhana yang mendorong siswa mencari solusi.
Evaluasi	Memuat latihan, refleksi, dan umpan balik untuk menilai pemahaman konsep dan proses belajar siswa.

3. Develop (Pengembangan)

Pada tahap ini dilakukan pengembangan produk berupa e-modul berbasis model POPBL. Produk dibuat dengan menggunakan aplikasi PDF Flipbook Profesional. Setelah dibuat produknya, selanjutnya dilakukan validasi oleh validator ahli materi dan ahli media pembelajaran. Adapun hasil pengembangan produk dapat dilihat dari Tabel 5

Sebelum Revisi	Setelah Revisi

Masukan Validator: Jenis huruf belum cukup formal dan visualisasi belum sepenuhnya disesuaikan selaras dengan materi.
 Revisi: Jenis huruf diperbaiki menjadi lebih formal dan visualisasi disesuaikan dengan konsep materi.

Materi Pembelajaran	Materi Pembelajaran
<p>A. Transport Pasif</p> <p>1. Osmosis</p> <p>Osmosis adalah pergerakan air dari larutan hipotonis (konsentrasi air tinggi, konsentrasi zat terlarut rendah) ke larutan hipertonis (konsentrasi air rendah, konsentrasi zat terlarut tinggi) yang berakibat melalui membran semipermeabel. Contohnya proses penyerapan air dari tanah masuk ke akar, proses pengisian yang terjadi dalam proses keluarnya keringat dan sebagainya. Pergerakan konsentrasi zat terlarut di dalam dan di luar sel menyebabkan perbedaan osmolalitas. Osmolalitas menggambarkan konsentrasi total zat terlarut dalam suatu larutan. Tiga istilah yang digunakan untuk menjelaskan osmolalitas relatif antara lain: tonik, isotik, hipotonik dan tonik. Istilah tonik terjadi jika konsentrasi zat terlarut di lingkungan luar sel sama dengan konsentrasi zat terlarut dalam sel (Kenedy et al., 2009). Lebih lanjut dikemukakan bahwa hipotonik terjadi jika konsentrasi zat terlarut dalam sel lebih rendah dibandingkan konsentrasi zat terlarut di lingkungan luar sel. Hipertonik dengan hipertonik terjadi jika konsentrasi zat terlarut di dalam sel lebih tinggi dibandingkan konsentrasi zat terlarut di lingkungan luar sel.</p> <p>Ada empat macam keadaan sel akibat peristiwa osmosis, yaitu plasmolisis, turgid, krenasi, dan lisis.</p> <p>a. Plasmolisis</p> <p>Plasmolisis adalah fenomena membusut sel dari dinding sel tumbuhan karena sel berada di lingkungan yang hipertonis. Air dari luar sel akan keluar, sehingga sel lekang dan an.</p> <p>b. Turgid</p> <p>Turgid adalah keadaan sel tumbuhan yang mengembang karena sel berada di lingkungan yang hipotonis. Air dari luar sel akan masuk ke dalam sel, sehingga sel penuh dengan air. Hal ini akan mendorong membusut sel ketika ke dinding sel.</p>	<p>A. Transport Pasif</p> <p>1. Difusi Sederhana</p> <p>Pergerakan zat dari konsentrasi yang tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah ini dikenal sebagai difusi (Kenedy et al., 2009). Akibatnya sel-sel yang merupakan salah satu contoh terjadinya proses difusi. Difusi merupakan pergerakan zat (selain air) melintasi membran dari konsentrasi yang tinggi ke konsentrasi yang lebih rendah.</p> <p>Gambar 3. Proses difusi sederhana</p> <p>Difusi dipengaruhi oleh beberapa faktor (Sudarta, 2020), sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> Ukuran molekul yang bergerak: Molekul yang bermuatan besar akan lebih lambat melewati membran daripada molekul yang bermuatan kecil. Suhu: Kenaikan suhu akan mempercepat gerakan molekul, sehingga laju difusi semakin cepat. Konsentrasi zat: Semakin besar gradien konsentrasi antara dua zat, semakin cepat laju difusinya. Wujud materi: Zat padat akan lebih lambat dalam proses difusi dibandingkan zat cair dan gas. Contoh peristiwa difusi adalah dalam O₂ pada hewan kecil atau Difusi dapat terjadi karena konsentrasi O₂ di udara lebih tinggi daripada konsentrasi O₂ di dalam sel.

Masukan validator pada tahap ini menunjukkan bahwa kualitas produk tidak hanya ditentukan oleh isi materi, tetapi juga

oleh desain tampilan dan logika penyajiannya. Perbaikan tersebut berdampak langsung pada meningkatnya kelayakan media dan kemudahan penggunaan e-modul.

a. Validasi Ahli Media

Penilaian ahli media meliputi aspek desain sampul, kegrafikan, kepraktisan, dan kemudahan penggunaan. Hasil validasi menunjukkan skor persentase kelayakan sebesar 95%, yang termasuk kategori sangat layak. Penilaian oleh ahli media dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil penilaian validasi ahli media

No	Aspek Penilaian	Nilai
Desain Cover		
1.	Ilustrasi cover modul digital menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter objek.	3
2.	Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf	3
3.	Warna judul modul digital kontras dengan warna latar belakang	3
4.	Ukuran huruf judul, sub judul, dan teks pendukung modul digital lebih dominan dibandingkan ukuran modul digital dan nama pengarang	4
Kegrafikan		
5.	Ukuran huruf yang digunakan mudah dibaca dengan jelas	4
6.	Jenis huruf yang digunakan mudah dibaca dengan jelas	3
7.	Spasi antar baris susunan pada teks normal	4
8.	Spasi antar huruf normal	4
9.	Ilustrasi gambar yang digunakan jelas (tidak buram)	4
10.	Video berjalan dengan lancar (tidak tersendat) dan dapat dilihat dengan jelas (tidak buram)	4
11.	Narasi video jelas dapat didengar serta dipahami	4
12.	Penggunaan warna pada	4

modul digital sudah tepat dan tidak berlebihan.

Kepraktisan

13. Modul digital dapat diakses di berbagai perangkat (laptop, tablet, smartphone)	4
14. Waktu muat (loading) e-modul cepat	4
15. Tampilan 86lipbook menarik dan interaktif	4
16. Flippbook berjalan lancar tanpa gangguan teknis (lagging, eror).	4

Kemudahan Penggunaan

17. Kemudahan pencarian halaman modul digital	4
18. Petunjuk penggunaan modul digital jelas dan tidak membingungkan.	4
19. Fitur interaktif (quiz, video, dll.) berfungsi dengan baik dan menambah pemahaman.	4
20. Informasi yang disediakan dalam video jelas dan mudah dipahami	4

Jumlah	76
Persentase Kelayakan	95% (sangat layak)

Tingginya skor validasi media menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi aspek teknis penting, seperti keterbacaan, kualitas visual, kelancaran akses, dan fungsi fitur interaktif. Aspek-aspek ini berpengaruh besar terhadap kenyamanan belajar siswa saat menggunakan bahan ajar digital. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa kualitas desain visual dan interaktivitas merupakan faktor penting dalam penerimaan e-modul oleh pengguna (Hakim et al., 2020; Ramadhina & Pranata, 2022).

b. Validasi Ahli Materi

Hasil validasi ahli materi menunjukkan persentase kelayakan sebesar 99%, yang termasuk kategori sangat layak. Adapun

penilaian oleh ahli materi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil penilaian validasi ahli materi

No	Aspek Penilaian	Nilai
Relevansi Konten		
1.	Konten e-modul relevan dengan tujuan pembelajaran.	4
2.	Materi dalam e-modul akurat dan up to date.	4
3.	Konten e-modul menghubungkan konsep transportasi zat melalui membran dengan pengetahuan dasar dan konsep lanjutan yang diperlukan untuk proyek berbasis POPBL.	4
4.	Referensi dan sumber yang digunakan dalam e-modul terpercaya dan relevan.	4
Struktur dan Organisasi		
5.	Struktur e-modul terorganisir dengan baik.	3
6.	Urutan materi dalam e-modul mendukung proses pembelajaran yang efektif.	4
7.	E-modul menyediakan pengantar yang jelas sebelum membahas topik-topik utama.	4
Interaktivitas dan Keterlibatan		
8.	E-modul menyediakan elemen interaktif yang efektif untuk keterlibatan peserta	4
9.	Aktivitas yang dirancang dalam e-modul mendorong kolaborasi antar peserta.	4
10.	E-modul memfasilitasi diskusi dan refleksi yang mendukung pengembangan berpikir kritis.	4
11.	E-modul memfasilitasi diskusi dan refleksi yang mendukung pengembangan berpikir kreatif.	4
Umpan Balik dan Evaluasi		
12.	E-modul menyediakan mekanisme untuk umpan balik yang efektif dari peserta.	4
13.	Umpan balik yang diberikan dalam e-modul membantu perbaikan berkelanjutan dalam proses pembelajaran.	4
Penerapan dan Implementasi		
14.	E-modul dapat diterapkan dengan mudah dalam konteks kelas yang	4

nyata.	
15. Implementasi e-modul sesuai dengan sintaks model pembelajaran POBL.	4
Jumlah	79
Persentase Kelayakan	99% (sangat layak)

Skor validasi materi yang sangat tinggi menunjukkan bahwa isi e-modul telah sesuai dengan tujuan pembelajaran, akurat, relevan, dan terorganisasi dengan baik. Integrasi sintaks POPBL ke dalam isi modul juga dinilai sesuai. Hasil ini memperlihatkan bahwa e-modul tidak hanya layak secara tampilan, tetapi juga kuat secara isi dan desain pembelajaran. Secara konseptual, hal ini penting karena kualitas konten menjadi dasar utama dalam pengembangan bahan ajar yang efektif.

Setelah dilakukan uji validitas, kemudian dilakukan uji kepraktisan. Kepraktisan adalah suatu langkah dalam penelitian pengembangan untuk mengetahui kriteria kualitas perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan (Nieveen, 1999). Kriteria ini meliputi tingkat tingkat kemudahan guru dan siswa dalam menggunakan perangkat. Tingkat kepraktisan dapat ditentukan melalui angket respon.

Tingkat kepraktisan pada perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat ditentukan melalui angket respon. Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui tanggapan pengguna terhadap perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan. Kuesioner ini mencakup kesesuaian dan kemudahan dalam penerapan media pembelajaran tersebut (Abdollah dkk., 2022). Hasil uji kepraktisan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji kepraktisan siswa

No	Respoden	%
1	CH	92
2	NCH	91
3	ID	91
4	MF	85
5	MD	89
6	ASA	89
7	SIP	85
8	SNR	85
9	MA	90
10	SB	93
11	AD	89
12	SFZ	91
13	NM	92
14	ACA	95
15	RRL	91
Rata-Rata		90
Kategori		Sangat Praktis

Secara keseluruhan, hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa e-modul Biologi berbasis POPBL ini sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran dengan skor rata-rata 90 yang berarti sangat praktis.

Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan oleh siswa, mudah diakses, dan mampu mendukung pembelajaran secara praktis. Kepraktisan yang tinggi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tampilan flipbook yang menarik, kemudahan navigasi, integrasi video, dan penyajian materi yang lebih visual. Pada materi yang abstrak seperti transport membran, kepraktisan penggunaan media sangat penting karena membantu siswa memahami konsep yang sulit melalui representasi yang lebih konkret.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul berbasis POPBL yang dikembangkan memiliki kualitas sangat baik dari aspek validitas dan kepraktisan. Temuan ini mendukung

pandangan bahwa integrasi bahan ajar digital dengan model pembelajaran aktif dapat menjadi alternatif yang relevan untuk pembelajaran biologi di sekolah. POPBL memungkinkan siswa terlibat dalam pemecahan masalah dan kerja proyek, sedangkan e-modul menyediakan dukungan visual, struktur belajar, dan akses yang lebih fleksibel.

Model pembelajaran POPBL merupakan model pembelajaran yang mengintegrasikan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dan *Project Based Learning* (PjBL). Model pembelajaran ini merupakan salah satu model pembelajaran *student center* melalui pembelajaran proyek dalam mengatasi permasalahan sekitar. POPBL bertujuan untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam belajar secara aktif, berpikir kritis, dan menyelesaikan masalah melalui pembelajaran yang berfokus pada tugas-tugas praktis. Selain itu, POPBL juga mendorong siswa untuk berkolaborasi melalui diskusi kelompok (Eliyawati et al., 2020). Melalui pengembangan e-modul digital berbasis model POPBL diharapkan dapat membuat pembelajaran semakin bermakna (Zahro et al., 2019). Siswa dapat belajar berdiskusi dengan memecahkan masalah yang diberikan oleh pendidik. Selain itu siswa juga bisa melatih bekerja sama dengan tim. Melalui pengembangan e-modul digital yang berbasis model POPBL siswa akan mampu meningkatkan keterampilan abad 21.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan e-modul berbasis *Project Oriented Problem Based*

Learning (POPBL) yang valid dan praktis untuk pembelajaran Biologi, khususnya pada materi pergerakan zat melalui membran sel. Hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media menunjukkan tingkat kelayakan yang sangat tinggi, masing-masing sebesar 99% dan 95%. Sementara itu, uji kepraktisan oleh siswa memperoleh skor rata-rata 90 dengan kategori sangat praktis.

Temuan ini mengindikasikan bahwa e-modul mampu mendukung pembelajaran aktif melalui penyajian materi yang visual, sistematis, serta terintegrasi dengan aktivitas berbasis masalah dan proyek. Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada pengujian validitas dan kepraktisan dalam satu konteks sekolah, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan efektivitas produk terhadap hasil belajar pada populasi yang lebih luas. Oleh karena itu, penelitian lanjutan diperlukan untuk menguji efektivitas e-modul dalam meningkatkan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, serta kolaborasi siswa pada berbagai jenjang dan konteks pembelajaran

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, N., Aini, K., & Isnaini, M. (2018). Hubungan media pembelajaran komik dengan motivasi belajar siswa kelas vii pada materi sistem organisasi kehidupan. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 4(1), 9-13. <https://doi.org/10.19109/bioilmi.v4i1.1728>
- Annisa, A. R., Putra, A. P., & Dharmono, D. (2020). Kepraktisan Media Pembelajaran Daya Antibakteri Ekstrak Buah Sawo Berbasis Macromedia Flash. *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 11(1), 72.

- <https://doi.org/10.20527/quantum.v11i1.8204>
- Arsyad, A. (2015). *Media Pembelajaran*. Raja Grafindo Persada.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer New York Dordrecht Heidelberg London.
- Eliyawati, E., Sanjaya, Y., & Ramdani, A. S. (2020). Implementation Of Project Oriented Problem-Based Learning (POPBL) Model Integrated With STEM to Enhance Junior High School Students' Science Concept Mastery. *Jurnal Pena Sains*, 7(2), 120–129. <https://doi.org/10.21107/jps.v7i2.8260>
- F. Halik, Tayeb, & Bacharuddin, B. (2019). Pengembangan modul berbasis model Problem Based Learning (PBL) pada materi aritmatika sosial SMP. *Alauddin Journal of Mathematics Education*, 1(2).
- Fitri Yona. (2021). Analisis Miskonsepsi Siswa Pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup Kelas VII SMP Negeri 1 Tebing Tinggi Timur Kabupaten Kepulauan Meranti [Skripsi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau]. <https://repository.uin-suska.ac.id/54301/>
- Francisco, R., Ibrohim, I., & Susilo, H. (2024). The Influence of Problem Oriented Project Based Learning (POPBL) on Students' Creative Thinking Skills. *Bioedukasi*, 146–151. <https://doi.org/10.19184/bioedu.v22i1.44648>
- Hadiyastama, M. F., Nurwahidin, M., & Yulianti, D. (2022). Peran Teknologi Pendidikan dalam Pembelajaran Abad 2. *Jurnal Pengembangan Profesi Pendidik Indonesia*, 1.
- Hakim, L. N., Wedi, A., & Praherdhiono, H. (2020). Electronic Module (E-Module) untuk Memfasilitasi Siswa Belajar Materi Cahaya dan Alat Optik di Rumah. *JKTP Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(3).
- Latada, F., & Kassim, H. (2017). Problem-Oriented Project -Based Learning (POPBL): An Initiative To Encourage Soft Skills Expansion Among Students At A Public University. 1(3).
- Maritsa, A., Hanifah Salsabila, U., Wafiq, M., Rahma Anindya, P., & Azhar Ma'shum, M. (2021). Pengaruh Teknologi Dalam Dunia Pendidikan. *Al-Mutharahah: Jurnal Penelitian dan Kajian Sosial Keagamaan*, 18(2), 91–100. <https://doi.org/10.46781/al-mutharahah.v18i2.303>
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. In J. Van Den Akker, R. M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds.), *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 125–135). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_10
- Ramadhina, S. R., & Pranata, K. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Aplikasi Flipbook di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3470>
- Rismayanti, T. A., Anriani, N., & Sukirwan, S. (2022). Deskripsi Kebutuhan E-Modul Berbantuan Smartphone Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP. *Wilangan: Jurnal Inovasi dan Riset Pendidikan Matematika*, 3(3), Article 3.
- Rongbutsri, N. (2017). *Students Using Online Collaborative Tools in Problem-Oriented Project-Based Learning*. Ph.d.-Serien for Det Humanistiske Fakultet, Aalborg Universitet. <https://doi.org/10.5278/vbn.phd.hu.m.00072>
- Sa'diyah, K. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Digital Flipbook Untuk Mempermudah Pembelajaran Jarak Jauh di SMA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 1298–1308. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.561>

- Sari, Y. (2023). Problem Oriented Project Based Learning Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Bioma : Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 8(1). <https://doi.org/10.32528/bioma.v8i1.361>
- Sunantri, A., Suyatna, A., & Rosidin, U. (2016). Materi Usaha Dan Energi. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung*, 4(1).
- Usman, N. F., Mustaqimah, N., Dama, L., & Akbar, M. N. (2023). Uji Validitas Pengembangan Komik Digital untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa di SMAN 1 Manunggu. *Jurnal Pembelajaran Biologi: Kajian Biologi Dan Pembelajarannya*, 10(2), Article 2.
- Zahro, L. A., Sa'dijah, C., & Jalil, A. (2019). Penerapan Metode *Project Oriented Problem Based Learning* (POPBL) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mata Pelajaran Sejarah Kebudayaan Islam Kelas X MIPA 5 di MAN 1 Kota Malang. *VicratinA: Jurnal Pendidikan Islam*, 4(4).