

KELAYAKAN DAN EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN DENGAN MENGGUNAKAN MODUL PERGERAKAN ZAT MELALUI MEMBRAN SEL

Cania Yekholia Tarigan, Melva Silitonga

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate, Medan, Indonesia, 20221

Email Korespondensi: fmipa@unimed.ac.id

Abstract

This study aims to develop and test the effectiveness of the Substance Movement through Cell Membrane Module to improve student learning outcomes in Biology subjects. This module was designed following the 4D development model, including the stages of define, design, develop, and disseminate. Validation was carried out by two material experts, two learning experts, one design expert, and was assessed by students and biology teachers for the attractiveness aspect. The implementation of the module was carried out on Class XI students of SMA Negeri 17 Medan. Before using the module, students were given a pretest to measure initial understanding, then after learning using the module, a posttest was conducted to assess the achievement of student learning outcomes and problem-based solving abilities (PBL). The research instruments included expert validation sheets, attractiveness questionnaires, and understanding tests based on *Problem Based Learning*. The results of the study showed that the module consisted of three learning activities beginning with problem orientation to encourage critical thinking. The module was assessed as very feasible by material experts (88.88), learning experts (87.6), design experts (87.5), and was considered very attractive by teachers (92.70) and students (100). The average student learning outcomes of classical completeness were (85.29) and n-gain (79.11) (high category). Students stated that this module helped them understand the material of Substance Movement through Cell Membrane better.

Keywords:

4 D Model, Problem Based Learning, Learning Module, Substance Movement Material.

Pendahuluan

Pendidikan memegang peranan penting dalam menyiapkan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas dan siap berkontribusi bagi bangsa. Pemerintah bertanggung jawab mengembangkan SDM unggul untuk menghadapi tantangan global yang semakin kompleks. Setiap tahun, perkembangan zaman menghadirkan masalah baru bagi dunia pendidikan sehingga dibutuhkan sistem yang mampu mendukung kemajuan pendidikan. Pendidikan berfungsi sebagai jembatan dalam mengembangkan potensi individu melalui pembelajaran agar melahirkan generasi penerus yang cerdas dan berkarakter. Jika sistem pendidikan tidak memadai, maka kemajuan bidang pendidikan akan terhambat (Fitri, 2021).

Pengembangan modul materi biologi, khususnya mengenai pergerakan zat melalui membran sel, sangat dibutuhkan untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep ini. Materi tersebut sering dianggap kompleks dan sulit dipahami dengan metode konvensional yang hanya menekankan hafalan. Selain itu, rendahnya minat baca siswa terhadap buku pelajaran yang kurang menarik juga menghambat proses belajar. Modul yang dirancang interaktif dan berbasis pengalaman dengan media digital dan alat peraga menarik dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan hasil belajar mereka. Penggunaan metode inovatif dalam modul turut mendorong kemampuan berpikir kritis siswa. Modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) menjadi pendekatan penting dalam pendidikan modern karena

mengatasi masalah keterlibatan siswa yang rendah dan kurangnya motivasi belajar. Pembelajaran tradisional cenderung membuat siswa pasif dan minim kesempatan eksplorasi. *Problem Based Learning* (PBL) menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran dengan mengajukan masalah nyata dalam konteks hidup sehari-hari, sehingga meningkatkan motivasi dan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis dan kolaborasi. Modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) juga dilengkapi fitur tes formatif otomatis untuk mengukur pemahaman siswa secara mandiri (Setiawati & Agoestanto, 2023).

Kelebihan modul *Problem Based Learning* (PBL) cukup signifikan, seperti mendorong siswa aktif dalam memecahkan masalah nyata yang meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar. Pendekatan ini juga mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif melalui kerja kelompok. Namun, beberapa sekolah masih menghadapi kendala kurangnya perangkat pembelajaran yang efektif dan metode pembelajaran monoton. Pengembangan modul *Problem Based Learning* (PBL) yang sesuai dengan kurikulum dan karakteristik siswa penting agar pembelajaran menjadi efisien dan menyenangkan, sehingga hasil belajar siswa meningkat (Handayani *et al.*, 2024).

Tujuan pengembangan modul *Problem Based Learning* (PBL) adalah meningkatkan hasil belajar siswa dengan merangsang minat dan rasa ingin tahu. Siswa dihadapkan pada masalah relevan hingga terdorong mencari solusi mandiri, yang mengasah keterampilan berpikir kritis. Modul ini juga membuka peluang kolaborasi di antara siswa untuk memperdalam pemahaman materi. Dengan menyesuaikan kemampuan dasar dan indikator pencapaian, modul *Problem Based Learning* (PBL) dapat membuat proses pembelajaran lebih personal dan efektif. Secara keseluruhan, modul *Problem Based Learning* (PBL) berkontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan dan kesiapan siswa menghadapi tantangan masa depan (Lutfiah *et al.*, 2021).

Pendidikan sangat penting dalam pengembangan SDM berkualitas yang termotivasi belajar. Model pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*) menjadi solusi tepat karena menempatkan siswa sebagai partisipan aktif dalam pemecahan masalah nyata. Dengan demikian, *Problem Based Learning* (PBL) bukan hanya meningkatkan keterlibatan siswa, tetapi juga mengasah kemampuan berpikir kritis dan kreatif yang dibutuhkan menghadapi tantangan dunia nyata. Pendekatan ini menumbuhkan kemandirian belajar serta kreativitas siswa dalam proses pembelajaran. Modul pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) mengajak siswa menyelesaikan masalah kompleks secara kolaboratif, sehingga keterampilan berpikir kritis dan inovasi berkembang. Siswa dapat mengeksplorasi solusi beragam dan aktif berinteraksi dalam pembelajaran. Peran guru bergeser menjadi fasilitator, membimbing siswa tanpa menjadi sumber informasi tunggal. Modul ini juga mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dan menjembatani teori dengan praktik kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, *Problem Based Learning* (PBL) membuat pembelajaran lebih bermakna dan relevan bagi siswa (Putri dkk., 2024).

Implementasi modul *Problem Based Learning* (PBL) bertujuan meningkatkan kemandirian belajar serta kemampuan memecahkan masalah siswa secara menyeluruh, mencakup aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Siswa dilatih berpikir kritis dan bekerja sama dalam penyelesaian masalah kontekstual. Hasilnya, pengetahuan teoritis dan keterampilan praktis berkembang secara berdampingan. Dengan demikian, modul *Problem Based Learning* (PBL) diharapkan menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan meningkatkan hasil belajar secara signifikan (Rahmatillah & Surur, 2020).

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan terhadap guru dan siswa di SMA Negeri 17 Medan, terdapat kebutuhan dalam mengembangkan media pembelajaran dengan inovasi terbaru

pada materi pergerakan zat melalui membran sel. Hal ini bertujuan untuk mendukung aktivitas pembelajaran yang lebih efektif dan menjadi sumber belajar tambahan, sehingga hasil belajar siswa dapat meningkat. Dari latar belakang tersebut, dapat disimpulkan bahwa penting untuk

mengembangkan modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi pergerakan zat melalui membran sel. Oleh karena itu, penelitian “Kelayakan dan Efektivitas Pembelajaran dengan Menggunakan Modul Pergerakan Zat melalui Membran Sel” penting dikembangkan.

Adapun identifikasi masalah dalam penelitian ini meliputi: proses pembelajaran saat ini masih menggunakan metode ceramah dengan bahan ajar yang hanya berpusat pada buku paket. Selain itu, perangkat pembelajaran yang dimiliki peserta didik masih kurang dalam mendukung proses pembelajaran secara optimal. Hal ini menyebabkan peserta didik kesulitan dalam memahami materi pergerakan zat melalui membran sel. Akibatnya, hasil belajar mereka pada materi ini masih tergolong rendah. Di SMA Negeri 17 Medan, hingga saat ini belum pernah dikembangkan modul pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning*) untuk materi pergerakan zat melalui membran sel. Selain itu, modul pembelajaran yang dirancang khusus dengan pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) juga belum tersedia untuk mendukung pembelajaran materi tersebut. Ruang lingkup penelitian ini mencakup siswa kelas XI SMA sebagai subjek, dengan objek penelitian berupa pengembangan modul pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi pergerakan zat melalui membran sel. Penelitian ini fokus pada pengembangan modul *Problem Based Learning* (PBL), evaluasi kelayakan modul meliputi aspek isi, bahasa, penyajian, dan kegrafikan, serta pengujian efektivitas modul dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (R&D) dengan model 4D yang terdiri dari tahap *Define, Design, Develop, dan Disseminate*.

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi pengembangan modul hanya terbatas pada materi pergerakan zat melalui membran sel untuk siswa kelas XI SMA. Model pembelajaran yang digunakan dalam modul ini adalah *Problem Based Learning* (PBL). Efektivitas modul diukur berdasarkan hasil belajar kognitif peserta didik. Selain itu, uji coba modul dilakukan pada kelompok terbatas, yaitu satu kelas XI IPA di SMA Negeri 17 Medan.

Berdasarkan pemaparan masalah di atas, pengembangan modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) pada materi pergerakan zat melalui membran sel memiliki urgensi yang sangat tinggi untuk segera dilaksanakan. Jika kendala terkait kurangnya variasi perangkat pembelajaran dan rendahnya pemahaman konsep abstrak ini terus dibiarkan, hal tersebut akan berdampak buruk pada hasil belajar dan terhambatnya kemampuan berpikir kritis peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi langkah krusial dan mendesak guna menghadirkan solusi bahan ajar yang inovatif, interaktif, dan relevan, sehingga mampu memecahkan masalah pasivitas belajar dan memfasilitasi kebutuhan peserta didik di SMA Negeri 17 Medan secara optimal.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dilakukan di tiga lokasi, yaitu Digital Library Unimed, FMIPA Unimed, dan SMA Negeri 17 Medan.

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian terdiri dari lima ahli dosen biologi Unimed, yang meliputi dua ahli materi, dua ahli pembelajaran, dan satu ahli desain. Subjek penelitian ini juga mencakup 34 siswa kelas XI-F di SMA Negeri 17 Medan. Objek dari penelitian ini adalah modul materi pergerakan zat melalui membran sel yang berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Penilaian kelayakan dari ahli materi mencakup aspek *self instruction* (instruksi mandiri), *self contained* (mandiri), *stand alone* (berdiri sendiri), *adaptive* (adaptif), *user friendly* (ramah pengguna), dan materi pembelajaran (Tabel 1).

Tabel 1. Kisi-Kisi Uji Kelayakan Modul Menurut Ahli Materi.

No	Indikator	Nomor Pertanyaan
1	<i>Self instruction</i> (instruksi mandiri)	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	<i>Self contained</i> (mandiri)	7, 8
3	<i>Stand alone</i> (berdiri sendiri)	9, 10
4	<i>Adaptive</i> (adaptif)	11
5	<i>User friendly</i>	12, 13
6	Materi pembelajaran	14

Penilaian oleh ahli desain menekankan aspek intruksi mandiri, mandiri, ramah pengguna, sintaks *Problem Based Learning* (PBL) dan rangkuman sebagaimana dijabarkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kisi-kisi Uji Kelayakan Modul Menurut Ahli Pembelajaran

No	Indikator	Nomor Pertanyaan
1	Instruksi Mandiri	1, 2
2	Mandiri	3
3	Ramah Pengguna	4
4	Sintaks <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	5, 6, 7, 8, 9

Tabel 3. Kisi-kisi Uji Kelayakan Modul Menurut Ahli Design

No	Indikator	Nomor Pertanyaan
1	Format	1, 2, 3, 4
2	Organisasi	5, 6, 7, 8
3	Daya Tarik	9, 10
4	Konsistensi	11

Untuk menilai kemenarikan modul oleh guru biologi digunakan instrumen yang memuat empat indikator (tampilan modul, kelayakan konten, komponen pembelajaran *problem based learning* dan bahasa), yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kisi-kisi Kemenarikan Modul Menurut Guru Biologi

No	Indikator	Nomor Pertanyaan
1	Tampilan Modul	1, 2, 3
2	Kelayakan Konten	4, 5, 6, 7
3	Komponen Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	8, 9, 10, 11, 12
4	Bahasa	13, 14

Untuk kemenarikan modul oleh peserta didik digunakan instrumen yang memuat empat indikator (tampilan modul, kelayakan konten, komponen pembelajaran *Problem Based Learning* dan ramah pengguna), yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kisi-kisi Kemenarikan Modul Menurut Peserta Didik

No	Indikator	Nomor Pertanyaan
1	Tampilan Modul	1,2
2	Kelayakan modul	3,4,5,6,7
3	Komponen model pembelajaran berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	8,9,10,12,
4	Ramah pengguna	13,14

Data kelayakan modul yang diperoleh oleh ahli materi, ahli pembelajaran, ahli design, guru biologi dan peserta didik terhadap modul dianalisis menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kelayakan Modul} = \frac{\text{Skor Perolehan}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100$$

Adapun pengumpulan data efektivitas modul berupa hasil belajar diperoleh dari pemahaman peserta didik terhadap materi sebelum menggunakan modul atau berupa *pretest* dan setelah menggunakan modul berupa *posttest*. Setelah mendapatkan nilai *pretest* dan *posttest*, peneliti telah melakukan analisis terhadap skor atau nilai yang diperoleh. Analisis yang digunakan adalah uji normalitas *gain* (Uji *N-Gain*) dan uji ketuntasan belajar klasikal (KBK). Uji ini digunakan untuk mengetahui efektivitas perlakuan yang diberikan dengan rumus sebagai berikut:

$$N\text{-Gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Pretest}} \times 100$$

$$\text{Ketuntasan Klasikal} = \frac{\sum \text{Siswa yang Tuntas}}{\sum \text{Siswa}} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

Modul pergertakan zat melalui membran sel dikembangkan dengan mengacu pada model sintaks pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL). Modul terdiri terdiri dari 3 kegiatan belajar. Setiap kegiatan belajar dilaksanakan mengikuti sintak *Problem Based Learning* (PBL). Struktur desain modul, mencakup bagian pembuka (cover, prakata, daftar isi, daftar gambar, petunjuk bagi pembaca, daftar isi dan daftar gambar), bagian kegiatan pembelajaran (tujuan pembelajaran, orientasi masalah, identifikasi masalah, uraian materi, pengumpulan data, analisis data dan penyusunan solusi serta latihan soal), bagian penutup (rangkuman, glosarium dan daftar pustaka).

Evaluasi kelayakan modul dilakukan oleh lima pihak ahli, yakni 2 ahli materi ,2 ahli pembelajaran dan 1 ahli design. Hasil penilaian dari ahli materi menunjukkan nilai rata-rata sebesar 88,88, yang termasuk dalam kategori *sangat layak*. Namun, dua aspek masih berada dalam kategori *layak*, yaitu aspek stand alone dan aspek adaptive dengan nilai 75. Rekomendasi dari ahli materi mencakup garis-garis pertanyaan di hapus, atur spasi antar paragraf, setiap gambar harus disebut atau dirujuk terlebih dahulu, gambar yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik dan setiap pertanyaan yang disajikan harus konsisten.

Tabel 6. Nilai Kelayakan Modul Menurut Ahli Materi

Aspek	Ahli		Ahli 2	
	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria
<i>Self Instructional</i> (instruksi mandiri)	95,8	Sangat Layak	95,8	Sangat Layak
<i>Self Contained</i> (sendiri)	100	Sangat Layak	100	Sangat Layak
<i>Stand Alone</i> (berdiri sendiri)	75	Layak	75	Layak
<i>User Friendly</i> (ramah pengguna)	87,5	Sangat Layak	87,5	Sangat Layak
Materi Pembelajaran	100	Sangat Layak	100	Sangat Layak
Jumlah	88,88		88,88	
Jumlah Keseluruhan	177,76			
Rata	88,88			
Kriteria Kelayakan	Sangat Layak			

Sementara itu, ahli pembelajaran memberikan penilaian rata-rata sebesar 87,6, yang juga termasuk dalam kategori sangat layak. Namun aspek mandiri yang masih tergolong layak (70 dan 50), Saran perbaikan dari sisi desain meliputi gaya penulisan divariasikan, setiap paragraf harus disertai dengan referensi, setiap sumber dalam materi harus lengkap. Setiap gambar yang dimuat dalam materi harus disertai dengan sumber yang lengkap dan jelas.

Tabel 7. Nilai Kelayakan Modul Menurut Ahli Pembelajaran

Aspek	Ahli		Ahli 2	
	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria
Instruksi Mandiri	100	Sangat Layak	87,5	Sangat Layak
Mandiri	75	Layak	50	Sangat Layak
Ramah Pengguna	100	Sangat Layak	100	Layak
Komponen Pembelajaran Berbasis Masalah	93,3	Sangat Layak	95	Sangat Layak
Jumlah	92,075		83,125	
Jumlah Keseluruhan	175,2			
Rata-rata	87,6			
Kriteria kelayakan	Sangat Layak			

Ahli design juga memberikan penilaian rata-rata sebesar 87,5 yang juga termasuk dalam kategori sangat layak. Namun aspek mandiri yang masih tergolong layak (70 dan 50), Saran perbaikan dari sisi desain meliputi *cover* modul diperbaiki dengan penyesuaian gaya tulisan, warna tulisan serta warna pada kalimat agar tampilan modul menjadi lebih menarik, peta konsep pada modul dapat divariasikan dan pembuatan kotak harus konsisten.

Tabel 8. Nilai Kelayakan Modul Menurut Ahli Desain

Aspek	Modul	
	Persentase	Kriteria
Format	87,5	Sangat Layak
Organisasi	87,5	Sangat Layak
Daya Tarik	75	Layak
Konsistensi	100	Layak
Rata-Rata	87,5	Sangat Layak

Hasil uji coba kemenarikan modul berdasarkan guru biologi menunjukkan bahwa modul pergerakan zat melalui membran sel berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dinilai sangat menarik dengan nilai rata-rata 92,70. Penilaian dilakukan terhadap empat aspek utama, yaitu tampilan modul, kelayakan konten, pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL), dan bahasa. Meskipun demikian, jika ditelaah lebih dalam pada masing-masing indikator di setiap aspek, terdapat beberapa komponen yang masih perlu ditingkatkan kualitasnya.

Tabel 9. Nilai Kemenarikan Modul Menurut Guru Biologi

Aspek	Modul	
	Persentase	Kriteria
Tampilan Modul	100	Sangat Layak
Kelayakan Konten	95,83	Sangat Layak
Pembelajaran berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	87,5	Layak
Bahasa	87,5	Layak
Rata-Rata	92,70	Sangat Layak

Hasil uji coba kemenarikan modul berdasarkan peserta didik menunjukkan bahwa modul pergerakan zat melalui membran sel berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dinilai sangat menarik dengan nilai rata-rata 100. Penilaian dilakukan terhadap empat aspek utama, yaitu tampilan modul, kelayakan konten, pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (Pbl), dan ramah pengguna.

Tabel 10. Nilai Kemenarikan Modul Menurut Peserta Didik

Aspek	Modul	
	Persentase	Kriteria
Tampilan Modul	100	Sangat Layak
Kelayakan Konten	100	Sangat Layak
Komponen Pembelajaran berbasis <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	100	Sangat Layak
Ramah Pengguna	100	Sangat Layak
Rata-Rata	100	Sangat Layak

Keefektifan modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dalam penelitian ini dapat diukur dari kemampuan siswa dalam menyelesaikan tes. Tes pertama berupa pretest yang dikerjakan sebelum menggunakan modul, dan *posttest* dilakukan setelah proses pembelajaran dengan modul yang dikembangkan pada materi pergerakan zat melalui membran sel. Berdasarkan hasil pretest dan *posttest* yang telah dianalisis, diketahui bahwa sejumlah 29 siswa dari 34 siswa berhasil mencapai ketuntasan. Dalam hal ini, ketuntasan belajar individu siswa yang memenuhi kriteria klasikal sebesar 85,19 dan nilai *n-gain* mencapai persentase sebesar 79,11.

Tabel 11. Hasil Belajar Siswa

Kelas	Hasil Belajar Siswa			
	Jumlah Siswa Tuntas	Jumlah Siswa Tidak Tuntas	Rata-Rata Klasikal (%)	Rata-Rata <i>N-Gain</i> (%)
XI-F	34	5	85,29	79,11

Pengembangan modul ini menggunakan model 4D yang terdiri dari tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Modul dirancang dengan aplikasi Canva agar tampilannya menarik dan interaktif, sehingga mendukung efektivitas pembelajaran. Penyusunan modul disesuaikan dengan kompetensi dan standar yang akan dikembangkan. Menurut Yanti (2017), modul merupakan inovasi penting yang membantu keberhasilan siswa dalam memahami materi dan berfungsi sebagai panduan bagi guru untuk menyampaikan materi secara menyeluruh. Penyajian materi di modul menggunakan pendekatan kontekstual dengan tujuh ciri khas agar menarik dan dapat meningkatkan minat baca serta menghilangkan kebosanan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sudarno, Sunarno, dan Sarwanto (2015) yang menyatakan bahwa modul yang baik mampu merangsang rasa ingin tahu siswa sehingga meningkatkan motivasi belajar. Nasiroh (2014), menambahkan bahwa modul membantu guru mengaitkan pembelajaran sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna, menyenangkan, dan mudah dipahami.

Modul pergerakan zat melalui membran sel mendapatkan penilaian sangat layak dari ahli materi dengan rata-rata nilai 88,88. Aspek terbaik adalah *self instructional* (instruksi mandiri) (95,8), *self contained* (mandiri) (100), dan materi pembelajaran (100), yang menunjukkan modul ini mendukung pembelajaran mandiri, materi lengkap, serta sesuai standar. Aspek *user friendly* mendapat nilai 87,5, sementara aspek *stand alone* dan *adaptive* terendah dengan nilai 75, menunjukkan konten materi masih kurang mendalam dan belum sepenuhnya kontekstual dengan *Problem Based Learning*, yang dapat menghambat pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Modul sebagai bahan ajar utama mendukung pembelajaran mandiri yang aktif dan partisipatif tanpa bergantung pada guru atau interaksi tatap muka. Kelebihan modul ini antara lain menyediakan umpan balik untuk perbaikan, menetapkan tujuan jelas, menarik, fleksibel untuk berbagai kecepatan belajar, mengurangi persaingan, serta memungkinkan remedi secara mandiri sehingga mendukung pembelajaran efektif dan efisien (Lasmiyati & Harta, 2014).

Berdasarkan hasil uji kelayakan modul berbasis *Problem Based Learning* pada materi pergerakan zat melalui membran sel, terdapat empat aspek evaluasi: instruksi mandiri, mandiri, ramah pengguna, dan komponen pembelajaran berbasis masalah. Nilai tertinggi ada pada instruksi mandiri (100), menunjukkan modul memberikan petunjuk yang jelas untuk mendukung pembelajaran mandiri secara efektif. Namun, nilai terendah pada aspek mandiri (50) menandakan modul belum sepenuhnya mampu mendorong kemandirian belajar siswa, sehingga perlu perbaikan agar siswa lebih aktif belajar secara mandiri. Modul sendiri merupakan kesatuan pembelajaran yang utuh dan mandiri, berisi rangkaian kegiatan belajar terstruktur dengan tujuan jelas, serta komponen penting yang mendukung proses pembelajaran mandiri secara sistematis dan efektif (Anwar & Rosyida, 2022).

Hasil uji kelayakan modul *Problem Based Learning* (PBL) materi pergerakan zat melalui membran oleh ahli desain menilai empat aspek: format, organisasi, daya tarik, dan konsistensi. Nilai tertinggi pada konsistensi (100) menunjukkan modul memiliki kualitas visual yang sangat baik dari segi tata letak, warna, tipografi, dan kerapian halaman. Desain *cover* yang menarik dapat meningkatkan

motivasi belajar siswa sesuai pendapat Purwaningtyas & Mardati (2020). Tata letak yang rapi memudahkan pemahaman isi modul, didukung oleh Khairinal, Suratno, dan Aftiani (2021) serta Setiawan (2023) yang menekankan pentingnya desain digital yang menarik dan efektif. Nilai terendah pada daya tarik (75) menunjukkan perlu peningkatan agar modul lebih memikat siswa, karena media yang menarik berperan penting dalam meningkatkan motivasi dan mendukung pembelajaran mandiri yang efektif.

Berdasarkan penilaian guru biologi terhadap modul *Problem Based Learning* (PBL) pergerakan zat melalui membran sel, aspek tampilan modul mendapat skor tertinggi (100) dan kelayakan konten

tinggi (95,83). Aspek pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dan bahasa memperoleh nilai terendah namun masih layak (87,5). Menurut Kurniasari *et al.* (2018), ejaan yang baik mencakup penulisan kata, penyusunan kalimat, dan penggunaan tanda baca yang tepat. Bahasa modul harus disesuaikan dengan peserta didik dan menggunakan kalimat yang efektif, jelas, dan menarik agar mudah dipahami (Asfiah *et al.*, 2013). Modul yang efektif mengintegrasikan pembelajaran aktif, mendorong siswa menjadi pelaku utama melalui eksplorasi, kolaborasi, dan refleksi kritis (Widayanti, 2024). Selain itu, modul perlu fleksibel dan berkelanjutan untuk berbagai metode pembelajaran (daring, luring, *blended*). Pengembangan modul harus sistematis, meliputi identifikasi kebutuhan, tujuan, materi, evaluasi, dan uji coba, serta memenuhi kriteria kejelasan, kemenarikan, keterkaitan, kebermaknaan, dan keterukuran.

Data menunjukkan bahwa peserta didik memberikan tanggapan positif terhadap modul berbasis *Problem Based Learning* (PBL), dengan rata-rata ketuntasan belajar klasikal 85,29 dan nilai *N-gain* 79,11. Dari 34 siswa, 29 dinyatakan tuntas, menunjukkan lebih dari 85% respons positif. Faktor pendukung meliputi bahasa komunikatif, keberadaan video, gambar, audio, referensi, tampilan menarik, kemudahan memahami materi, dan penggunaan mandiri. Hasil belajar siswa juga sangat dipengaruhi oleh kegiatan proses belajar mengajar yang di dalamnya terdapat beberapa faktor yang merupakan penentu lancar atau tidaknya kegiatan proses belajar mengajar. Proses belajar tidak terlepas dari aktivitas belajar baik aktivitas belajar secara individu maupun secara kelompok. Karena itu, pembelajaran seharusnya mengacu pada peningkatan aktivitas siswa untuk belajar. Guru tidak hanya melakukan kegiatan menyampaikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap pada siswa, tetapi seharusnya juga mampu membawa siswa untuk lebih aktif dalam belajar. Keaktifan siswa dalam proses pembelajaran dapat dirangsang dengan mengembangkan permasalahan-permasalahan dalam kehidupan sehari-hari (Yamin, 2004 dalam Ningsih dan Amdayani, 2020). Agar dapat mengaktifkan siswa dalam proses belajar mengajar dibutuhkan strategi pembelajaran yang inovatif dan kreatif. Menurut Roestiyah (1998 dalam Ningsih dan Amdayani, 2020), dalam proses belajar mengajar guru perlu menerapkan strategi agar siswa dapat belajar secara efektif dan efisien, agar dapat mencapai tujuan yang diharapkan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Dewi *et al.* (2022) yang menyebut media visual dan teknologi meningkatkan perhatian siswa. Penelitian Nurhidayati *et al.* (2018) juga menyoroti dampak positif modul terhadap hasil belajar. *Problem Based Learning* (PBL) membantu siswa memahami konsep dengan berpikir kritis, sekaligus meningkatkan motivasi, keterampilan pemecahan masalah, dan pengetahuan baru (Fadilla *et al.*, 2021). Kesimpulan ini didukung oleh Kasim *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa modul memudahkan pemahaman dan meningkatkan motivasi belajar, sehingga berdampak positif pada hasil belajar.

Kesimpulan

Modul Pergerakan Zat melalui Membran Sel berbasis *Problem Based Learning* telah berhasil dikembangkan untuk mendukung pembelajaran Biologi. Modul ini terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran yang dilengkapi dengan bagian orientasi masalah, langkah pembelajaran, materi, soal latihan, daftar pustaka, dan glosarium. Validasi dari ahli materi menunjukkan modul sangat layak dengan rata-rata penilaian 88,8%, sementara validasi dari ahli pembelajaran dan ahli desain masing-masing menunjukkan kelayakan dengan rata-rata penilaian 87,6% dan 87,5%. Respons guru terhadap modul sangat positif dengan rata-rata persentase 92,7%, dan respons siswa bahkan mencapai 100%. Analisis keefektifan modul menunjukkan hasil ketuntasan klasikal sebesar 85,29% dan nilai *N-gain* siswa mencapai 79,11, sehingga modul ini dinilai sangat efektif untuk pembelajaran materi pergerakan zat melalui membran sel.

References

- Anwar, R. N. (2022). Pelatihan Implementasi Kurikulum Merdeka Pada Guru Di Lembaga PAUD Se-Kecamatan Madiun. *Communitaire: Journal of Community Service*, 1(1), 21–29.
- Asfiah, N., Mosik, M., dan Purwantoyo, E. (2013). Pengembangan Modul IPA Terpadu Kontekstual Pada Tema Bunyi. *USEJ - Unnes Science Education Journal*, 2(1), 188–195.
- Dewi, A. M., Widyanto, A., dan Ahadi, R. (2022). Respon Siswa Terhadap Media Pembelajaran Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik Pada Materi Sistem Pernapasan di SMA 7 Banda Aceh. *Prosiding Seminar Nasional ...*, 10(2), 89-95. <https://jurnal.arraniry.ac.id/index.php/PBiotik/article/view/14512>
- Fadilla, N., Nurlaela, L., Rijanto, T., Ariyanto, S. R., Rahmah, L., dan Huda, S. (2021). Effect of problem-based learning on critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1810(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1810/1/012060>
- Faiz, K. (2018). *Inventarisasi Tumbuhan Paku (Pteridophyta) di Kawasan Gunung Ungaran Dusun Promasan Desa Ngesrep Balong Kecamatan Limbangan Kabupaten Kendal sebagai Sumber Belajar Biologi*. (Tesis). Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- Fitri, S. F. N. (2021). Problematika Kualitas Pendidikan di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(1), 1617-1620.
- Handayani, U. (2016). *Pengembangan Modul Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Usaha dan Energi di SMA/MA*. (Disertasi Doktor). Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Kasim, S. M., Sudding, S., dan Gani, T. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran pada Materi Asam Basa dalam Model Discovery Learning untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Chemistry Education Review (CER)*, 5(2), 140. <https://doi.org/10.26858/cer.v5i2.32722>
- Kurniasari, N. A., dan Isnaini, H. (2018). Analisis Kesalahan Ejaan Pada Salah Satu Judul Berita “Isu TKA Digoreng Menjelang Pilpres” Pada Surat Kabar Tribun Jabar Edisi 25 April 2018. *Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 1(4), 527–534.
- Lasmiyati, L., dan Harta, I. (2014). Pengembangan Modul Pembelajaran untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Minat SMP. *PYTHAGORAS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 161–174. <https://doi.org/10.21831/pg.v9i2.9077>
- Lutfiah, W., Anisa, A., dan Hambali, H. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Hasil Belajar Biologi. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 2092–2098. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i4.1090>
- Nasiroh, D. (2014). *Pengembangan Modul dengan Pendekatan Kontekstual pada Materi Barisan dan Deret untuk Siswa SMP Terbuka Kelas IX*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ningsih, W., dan Amdayani, S. (2020). *Jurnal Pendidikan Pembelajaran IPA Indonesia (JPPIPAI)*.
- Purwaningtyas, A. H., dan Mardati, A. (2020). Pengembangan Media Kartu Pintar (Katar) Pada Mata Pelajaran Matematika Materi Perkalian Bagi Siswa Kelas II SD. *Jurnal Fundadikdas (Fundamental Pendidikan Dasar)*, 3(1), 46-54.
- Putri, A., Hotimah, Y., Haikal, M., dan Tachwifa, I. (2024). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Dalam Pembelajaran Biologi Dengan Menggunakan Metode Problem Based Learning (PBL) di SMA Negeri 3 Pamekasan. *Jurnal Biologi*, 2(1), 7. <https://doi.org/10.47134/biology.v2i1.3310>
- Rahmatillah, R., dan Surur, M. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VIII A Di SMPN 1 Mangaran Situbondo. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 7(2), 87–97. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v7i2.76>
- Setiawan, A. F. (2023). *Desain Grafis untuk Sosial Media (Vol. 1)*. Creative Thinking indiebooks.

- Setiawati, E. P., dan Agoestanto, A. (2023). Development of Problem-Based Learning Mathematical Module with STEM Approach to Improve Problem-Solving Ability and Self Efficacy. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 12(1), 60–71. <https://doi.org/10.15294/ujme.v12i1.68716>
- Widayati. (2022). Pelatihan Pembuatan Modul Ajar Kurikulum Merdeka Belajar Bagi Guru PAUD Bina Tunas Bangsa Lidah Wetan Lakarsantri. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(4), 195-200.
- Yanti, S. R. (2017). *Pengembangan Modul Biologi SMA Kelas X Pada Materi Invertebrata Berdasarkan Analisis Struktur Komunitas Gastropoda Di Kawasan Pulau Tundung Kabupaten Bulungan*. Universitas Borneo Tarakan.