



PENGEMBANGAN *E-MODUL* INTERAKTIF BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTUAN *MIND MAPPING* PADA MATERI SISTEM PERNAPASAN KELAS VIII SMP

Clara Zebua, Kompyang Selamat, Putu Hari Sudewa
Universitas Pendidikan Ganesha
e-mail: clarazebua04@gmail.com

Diterima: 17/06/2026; Direvisi: 01/07/2026; Diterbitkan: 10/07/2026

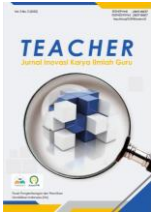
ABSTRAK

Pemanfaatan bahan ajar digital dalam pembelajaran IPA masih belum optimal, terutama pada materi sistem pernapasan yang bersifat abstrak sehingga peserta didik mengalami kesulitan memahami konsep dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Di sisi lain, bahan ajar yang digunakan di sekolah masih didominasi oleh buku teks, modul cetak, dan LKPD, sehingga belum mampu mendukung pembelajaran yang interaktif dan berorientasi pada pemecahan masalah. Penelitian sebelumnya umumnya mengembangkan e-modul berbasis *Problem Based Learning* atau *mind mapping* secara terpisah, sedangkan integrasi keduanya dalam satu bahan ajar pada materi sistem pernapasan masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan e-modul interaktif berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *mind mapping*. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* dengan model ADDIE yang dibatasi pada tahap *analysis*, *design*, dan *development*. Data dikumpulkan melalui lembar validasi, angket kepraktisan, dan angket keterbacaan, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid, sangat praktis, dan sangat terbaca, sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar digital untuk mendukung pembelajaran IPA pada materi sistem pernapasan di kelas VIII SMP.

Kata Kunci: *E-modul Interaktif, Problem Based Learning, Mind Mapping, Sistem Pernapasan.*

ABSTRACT

The use of digital teaching materials in science learning remains suboptimal, particularly in teaching the human respiratory system, an abstract topic that often hinders students' conceptual understanding and critical thinking development. In addition, learning resources in schools are still dominated by textbooks, printed modules, and student worksheets, which have not adequately supported interactive and problem-oriented learning. Previous studies have generally developed e-modules based on either Problem-Based Learning (PBL) or mind mapping separately, while the integration of both approaches into a single learning resource for the respiratory system topic remains limited. This study aimed to develop an interactive e-module based on Problem-Based Learning integrated with mind mapping. The study employed a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, limited to the analysis, design, and development stages. Data were collected using validation sheets, practicality questionnaires, and readability questionnaires, and analyzed through quantitative and qualitative descriptive techniques. The findings indicate that the developed e-module achieved high validity, high practicality, and high readability, demonstrating its feasibility as a digital



learning resource to support science learning on the respiratory system for eighth-grade junior high school students.

Keywords: *Interactive E-module, Problem Based Learning, Mind Mapping, Respiratory System.*

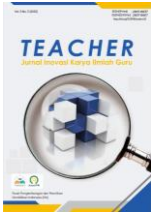
PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut peserta didik tidak hanya menguasai pengetahuan akademik, tetapi juga memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif. Kemampuan berpikir kritis menjadi salah satu kompetensi penting yang perlu dikembangkan karena berperan dalam membantu peserta didik menganalisis informasi, memecahkan masalah, mengevaluasi suatu peristiwa, serta mengambil keputusan secara logis dan sistematis (Rendi et al., 2024). Oleh karena itu, proses pembelajaran perlu dirancang untuk memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Salah satu mata pelajaran yang berpotensi mengembangkan kemampuan berpikir kritis adalah Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Pembelajaran IPA tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga menekankan proses ilmiah melalui kegiatan mengamati, menyelidiki, menganalisis, dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta (Arwani & Hardini, 2023; Diana & Anugraheni, 2022). Melalui proses tersebut, peserta didik diharapkan mampu memahami fenomena alam secara logis serta memecahkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Pemerintah Indonesia telah berupaya meningkatkan kualitas pendidikan melalui implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berpusat pada peserta didik, pemanfaatan teknologi, dan pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Fillah et al., 2024). Dalam pembelajaran IPA, upaya tersebut diwujudkan melalui penerapan pendekatan saintifik dan penggunaan model pembelajaran inovatif yang mampu mendorong peserta didik untuk aktif mencari informasi, menganalisis permasalahan, serta menemukan solusi secara mandiri. Transformasi pembelajaran tersebut menuntut tersedianya bahan ajar yang mampu mengintegrasikan teknologi dengan aktivitas belajar yang mendorong peserta didik berpikir kritis dan memecahkan masalah secara kontekstual (Waruwu et al., 2022).

Kemampuan berpikir kritis peserta didik Indonesia masih tergolong rendah. Hasil Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 menunjukkan bahwa skor literasi sains Indonesia hanya mencapai 383, jauh di bawah rata-rata OECD sebesar 485 (OECD, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran perlu didukung oleh strategi dan bahan ajar yang mampu mengaktifkan keterlibatan peserta didik dalam mengonstruksi pengetahuan serta menyelesaikan permasalahan secara mandiri. Temuan tersebut diperkuat oleh penelitian Drana et al. (2024) dan Musahrain et al. (2024) yang menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPA masih berada pada kategori rendah. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tujuan pembelajaran yang diharapkan dengan kondisi nyata di lapangan.

Rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah penggunaan bahan ajar yang belum mampu memfasilitasi keterampilan berpikir tingkat tinggi. Bahan ajar yang digunakan di sekolah umumnya masih berfokus pada penyampaian materi dan latihan soal rutin sehingga belum memberikan kesempatan yang cukup bagi peserta didik untuk menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah secara kritis



(Rianti et al., 2021). Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran juga masih belum optimal.

Hasil analisis kebutuhan di SMP Negeri 4 Sukasada menunjukkan bahwa pembelajaran IPA masih didominasi oleh penggunaan buku teks, modul cetak, dan LKPD. Guru belum pernah menggunakan e-modul dalam pembelajaran meskipun Kurikulum Merdeka menekankan pemanfaatan teknologi. Dari sisi peserta didik, masih terdapat kesulitan dalam memahami materi sistem pernapasan karena materi tersebut bersifat kompleks dan abstrak sehingga membutuhkan bahan ajar yang mampu menyajikan konsep secara lebih visual dan interaktif.

Salah satu alternatif solusi yang dapat diterapkan adalah pengembangan *e-modul* interaktif. *E-modul* memiliki keunggulan karena mampu mengintegrasikan berbagai media seperti teks, gambar, video, animasi, dan latihan interaktif sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan fleksibel. Selain itu, *e-modul* dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui perangkat digital sehingga sesuai dengan karakteristik pembelajaran abad ke-21.

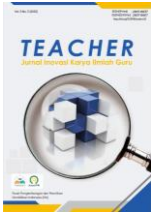
Untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis, *e-modul* perlu diintegrasikan dengan model *problem based learning* (PBL). Model ini menempatkan masalah kontekstual sebagai titik awal pembelajaran sehingga peserta didik terdorong untuk mencari informasi, menganalisis permasalahan, dan menemukan solusi secara mandiri maupun kelompok. Selain itu, penggunaan *mind mapping* dapat membantu peserta didik memahami hubungan antar konsep pada materi sistem pernapasan yang kompleks melalui penyajian informasi yang lebih visual dan terstruktur.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan pengembangan *e-modul* interaktif berbasis *problem based learning* berbantuan *mind mapping* pada materi sistem pernapasan. Pengembangan ini diharapkan dapat mendukung implementasi Kurikulum Merdeka sekaligus memfasilitasi peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi *e-modul* interaktif, model *problem based learning*, dan *mind mapping* dalam pembelajaran IPA pada materi sistem pernapasan kelas VIII SMP.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) menggunakan model ADDIE yang dibatasi hingga tahap *Analysis*, *Design*, dan *Development*. Pembatasan dilakukan karena penelitian berfokus pada pengembangan, validasi, dan uji awal produk (Zamsiswaya et al., 2024). Pada tahap *analysis* dilakukan identifikasi kebutuhan guru dan siswa, analisis kurikulum, serta analisis sumber belajar. Tahap *design* meliputi penyusunan kerangka e-modul, desain tampilan, dan penyusunan instrumen penelitian. Selanjutnya, tahap *development* dilakukan dengan mengembangkan e-modul berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *mind mapping*, dilanjutkan validasi ahli, revisi produk, uji kepraktisan oleh guru, dan uji keterbacaan oleh siswa.

Subjek penelitian terdiri atas dua dosen ahli sebagai validator, dua guru IPA sebagai responden uji kepraktisan, sepuluh siswa kelas VIII sebagai responden uji keterbacaan, serta dua guru IPA dan tiga puluh tiga siswa SMP Negeri 4 Sukasada pada tahap analisis kebutuhan. Data dikumpulkan menggunakan angket analisis kebutuhan, lembar validasi, angket kepraktisan, dan angket keterbacaan. Validitas isi dianalisis menggunakan indeks Gregory, sedangkan data kepraktisan dan keterbacaan dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan rata-rata skor berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Analisis Kebutuhan Pengembangan E-modul

Analisis kebutuhan dilakukan terhadap dua guru IPA dan 33 siswa kelas VIII SMP Negeri 4 Sukasada untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran serta kebutuhan pengembangan e-modul pada materi sistem pernapasan. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh guru telah mengimplementasikan Kurikulum Merdeka, namun pembelajaran masih didominasi oleh penggunaan buku teks, modul cetak, dan LKPD sebagai bahan ajar utama. Meskipun pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran telah mulai diterapkan, guru belum menggunakan e-modul sebagai media pembelajaran. Seluruh guru menyatakan memerlukan bahan ajar digital yang mampu mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan memfasilitasi penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *mind mapping*.

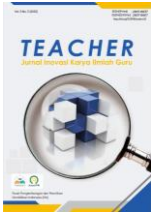
Hasil analisis terhadap siswa menunjukkan bahwa sebagian besar telah terbiasa menggunakan perangkat digital dan didukung oleh ketersediaan akses internet di sekolah. Sebanyak 93,9% siswa menyatakan guru telah memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran, meskipun 33,3% siswa masih mengalami kesulitan memahami materi sistem pernapasan. Selain itu, seluruh siswa menyatakan tertarik menggunakan e-modul yang menyajikan permasalahan kontekstual, 75,8% siswa menilai *mind mapping* membantu memahami hubungan antarkonsep, dan 81,8% siswa menyatakan berminat menggunakan e-modul secara mandiri. Temuan tersebut menunjukkan adanya kebutuhan yang tinggi terhadap bahan ajar digital yang mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik.

Analisis kurikulum menunjukkan bahwa materi sistem pernapasan telah sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP) IPA Fase D pada Kurikulum Merdeka dan Tujuan Pembelajaran (TP) yang diterapkan di sekolah. Namun, tujuan pembelajaran yang digunakan masih berorientasi pada penguasaan konsep dan belum secara optimal mengakomodasi pengembangan kemampuan analisis serta pemecahan masalah peserta didik. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan guru, siswa, dan kurikulum, dikembangkan e-modul interaktif berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *mind mapping* sebagai alternatif bahan ajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran IPA di kelas VIII SMP.

Pengembangan E-Modul Interaktif

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, dikembangkan e-modul interaktif pada materi sistem pernapasan untuk siswa kelas VIII SMP sebagai bahan ajar digital yang mendukung implementasi Kurikulum Merdeka. Pengembangan e-modul dilakukan menggunakan aplikasi Flip PDF Professional sehingga menghasilkan media pembelajaran berbentuk *flipbook* yang dapat diakses melalui komputer maupun telepon pintar. Produk dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif melalui integrasi teks, gambar, video, ilustrasi, serta evaluasi berbasis digital.

Karakteristik utama e-modul terletak pada penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) yang diintegrasikan ke dalam setiap kegiatan pembelajaran. Sintaks PBL meliputi orientasi pada masalah, mengorganisasi peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Melalui penyusunan tersebut, setiap aktivitas belajar diarahkan agar peserta didik terlibat aktif dalam memahami konsep melalui penyelesaian permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.



Selain menerapkan model *Problem Based Learning*, e-modul juga mengintegrasikan mind mapping pada setiap submateri. Penyajian *mind mapping* bertujuan membantu peserta didik memahami hubungan antarkonsep pada materi sistem pernapasan sehingga informasi yang dipelajari tersusun secara lebih sistematis. Materi yang disajikan meliputi struktur dan fungsi organ pernapasan, mekanisme pernapasan, frekuensi pernapasan, gangguan pada sistem pernapasan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pernapasan yang disusun sesuai dengan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran kelas VIII SMP.

Sebagai bahan ajar digital, e-modul dilengkapi berbagai fitur interaktif yang mendukung proses pembelajaran. Produk menyediakan petunjuk penggunaan sebagai panduan bagi guru dan peserta didik, gambar dan ilustrasi materi, video pembelajaran, tombol navigasi, serta tautan yang dapat diakses secara langsung. Selain itu, tersedia tes formatif berbasis kode QR yang memungkinkan peserta didik mengakses evaluasi secara daring melalui perangkat digital. Kombinasi karakteristik tersebut menjadikan e-modul tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran yang mendukung aktivitas belajar secara mandiri maupun di kelas.

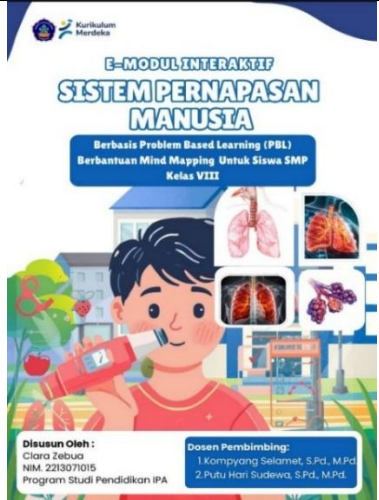


Produk yang dikembangkan terdiri atas tiga bagian utama, yaitu pendahuluan, isi, dan penutup. Bagian pendahuluan memuat identitas e-modul, petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan *mind mapping* awal. Bagian isi menyajikan aktivitas pembelajaran berbasis masalah, materi, *mind mapping*, rangkuman, serta tes formatif. Sementara itu, bagian penutup dilengkapi dengan evaluasi, umpan balik, glosarium, daftar pustaka, dan profil pengembang. Komponen lengkap e-modul disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen E-Modul

Pendahuluan	Isi	Penutup
Sampul (<i>Cover</i>)	Aktivitas Pemecahan Masalah	Rangkuman
Kata Pengantar	<i>Mind Mapping</i>	Evaluasi
Daftar Isi	Materi	Umpan Balik
Daftar Gambar	Rangkuman Materi	Pembahasan
Petunjuk Penggunaan	Tes Formatif	Glosarium
Capaian Pembelajaran, Indikator dan Tujuan	Aktivitas Pemecahan Masalah	Daftar Pustaka
<i>Mind Mapping</i>		Profil Pengembang

Selain komponen utama, *e-modul* ini juga dilengkapi dengan beberapa fitur tambahan yang dirancang untuk memperkaya pengalaman belajar siswa yang terdiri dari Ayo Cermati Video, Gambar Materi, Ayo Kita Cari tahu. Fitur-fitur tersebut bertujuan untuk meningkatkan minat belajar siswa, membantu pemahaman konsep melalui visualisasi materi, mendorong keaktifan siswa dalam mencari informasi, serta menciptakan proses pembelajaran yang lebih interaktif dan bermakna. Tampilan E-Modul interaktif yang dikembangkan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tampilan E-Modul

Bagian	Tampilan	Deskripsi
Cover modul		<p>Tampilan cover merupakan halaman awal e-modul yang memuat judul materi, model pembelajaran yang digunakan, serta identitas penyusun. Halaman ini dirancang untuk memberikan informasi awal kepada pengguna sekaligus menarik minat belajar melalui desain visual yang sesuai dengan materi sistem pernapasan.</p>
Sintaks Problem Based Learning		<p>Halaman ini menampilkan implementasi sintaks Problem Based Learning yang diawali dengan penyajian permasalahan kontekstual. Penyajian masalah tersebut bertujuan mendorong peserta didik mengidentifikasi permasalahan, melakukan penyelidikan, serta membangun pemahaman konsep melalui proses pemecahan masalah secara aktif.</p>
Contoh Soal		<p>Bagian contoh soal menyajikan latihan yang berkaitan dengan materi sistem pernapasan sebagai sarana memperkuat pemahaman konsep. Soal dirancang berdasarkan konteks kehidupan sehari-hari sehingga membantu peserta didik menerapkan pengetahuan yang telah dipelajari dalam situasi nyata.</p>

Video Pembelajaran



Video pembelajaran disajikan sebagai media pendukung untuk memvisualisasikan konsep-konsep yang sulit diamati secara langsung. Keberadaan video diharapkan dapat membantu peserta didik memahami materi secara lebih jelas melalui penyajian audio-visual yang interaktif.

Tes Formatif

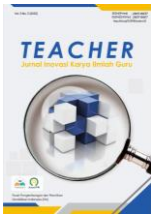


Bagian tes formatif digunakan untuk mengevaluasi tingkat pemahaman peserta didik setelah mempelajari materi pada e-modul. Evaluasi disajikan melalui kode QR yang terhubung dengan soal berbasis digital sehingga memudahkan peserta didik mengakses dan mengerjakan tes secara mandiri menggunakan perangkat elektronik.

Untuk memberikan gambaran mengenai produk yang dikembangkan, tampilan utama e-modul disajikan pada Tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan beberapa komponen utama e-modul, meliputi halaman sampul (*cover*), implementasi sintaks *Problem Based Learning*, contoh soal, video pembelajaran, dan tes formatif. Setiap komponen dirancang secara terpadu untuk mendukung proses pembelajaran yang interaktif, memfasilitasi keterlibatan peserta didik dalam pemecahan masalah, serta membantu pemahaman konsep melalui penyajian materi yang sistematis dan berbasis teknologi digital.

Hasil Uji Pengembangan E-modul

Untuk mengetahui kualitas e-modul yang dikembangkan, dilakukan uji pengembangan yang meliputi uji validitas, uji kepraktisan, dan uji keterbacaan. Uji validitas dilakukan oleh validator ahli untuk menilai kelayakan isi dan media e-modul, sedangkan uji kepraktisan dan uji keterbacaan bertujuan untuk mengetahui kemudahan penggunaan produk oleh guru serta tingkat keterbacaan menurut peserta didik. Hasil masing-masing uji disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.



Tabel 3. Hasil Koefisien Validitas Isi oleh Ahli Materi dan Ahli Media

Aspek Evaluasi	Jumlah Butir	Koefisien Gregory (V)	Kriteria
Validitas Isi	23 Butir	1,00	Validitas Isi Sangat Valid
Validitas Media	20 Butir	1,00	Validitas Media Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji validitas menunjukkan bahwa aspek validitas isi memperoleh koefisien Gregory sebesar 1,00 dengan kategori sangat valid. Hasil yang sama juga diperoleh pada aspek validitas media dengan koefisien Gregory sebesar 1,00 dan termasuk dalam kategori sangat valid. Temuan tersebut menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan baik dari aspek isi maupun media sehingga layak digunakan pada tahap uji pengembangan berikutnya.

Setelah dinyatakan memenuhi kriteria validitas, e-modul selanjutnya diuji untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan keterbacaannya. Uji kepraktisan dilakukan untuk mengetahui kemudahan penggunaan e-modul oleh guru, sedangkan uji keterbacaan bertujuan mengetahui tingkat kemudahan peserta didik dalam memahami isi dan penyajian e-modul. Hasil uji kepraktisan dan keterbacaan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Hasil Uji Kepraktisan dan Uji Keterbacaan

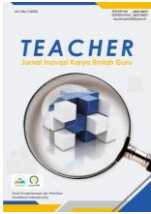
Aspek Evaluasi	Jumlah Responden	Skor rata-rata	Kriteria
Uji Kepraktisan (Guru)	2 Orang Guru IPA	3,98	Sangat Praktis
Uji Keterbacaan (Siswa)	10 Orang Siswa Kelas VIII	3,73	Sangat Terbaca

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji kepraktisan yang diberikan oleh dua guru IPA memperoleh skor rata-rata 3,98 dengan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan dalam proses pembelajaran, baik dari aspek penyajian maupun pengoperasiannya. Selanjutnya, hasil uji keterbacaan yang melibatkan sepuluh siswa kelas VIII memperoleh skor rata-rata 3,73 dengan kategori sangat terbaca. Hasil ini menunjukkan bahwa bahasa, tampilan, dan penyajian materi dalam e-modul mudah dipahami oleh peserta didik serta mendukung proses pembelajaran pada materi sistem pernapasan.

Secara keseluruhan, hasil uji pengembangan menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid, sangat praktis, dan sangat terbaca, sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar digital pada materi sistem pernapasan.

Pembahasan

Pengembangan e-modul didasarkan pada hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan bahwa guru masih didominasi penggunaan buku paket, modul cetak, dan LKPD sebagai sumber belajar utama. Meskipun sarana teknologi di sekolah telah tersedia dengan baik, pemanfaatan bahan ajar digital masih relatif rendah. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan fasilitas teknologi dan penggunaan media pembelajaran digital dalam proses pembelajaran. Temuan ini mengindikasikan perlunya pengembangan bahan ajar digital yang tidak hanya mudah diakses, tetapi juga mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Karakteristik e-modul memungkinkan berbagai bentuk media, seperti teks, gambar, video, dan aktivitas interaktif disajikan dalam satu kesatuan sehingga pengalaman belajar menjadi lebih fleksibel dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik (Ayuardini, 2023).

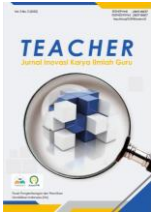


Hasil analisis kebutuhan siswa menunjukkan bahwa sebagian besar siswa lebih mudah memahami materi IPA melalui bahan ajar digital dan visualisasi konsep. Temuan ini menunjukkan bahwa karakteristik peserta didik saat ini cenderung membutuhkan sumber belajar yang interaktif dan menarik secara visual. Oleh karena itu, pengintegrasian *mind mapping* dalam e-modul menjadi salah satu strategi yang relevan untuk membantu siswa mengorganisasikan informasi dan memahami keterkaitan antarkonsep. Visualisasi konsep melalui *mind mapping* membantu peserta didik menyusun informasi secara lebih sistematis sehingga hubungan antaride menjadi lebih mudah dipahami (Ilhami & Astriani, 2023). Penyajian konsep seperti ini juga mendukung proses belajar yang lebih terstruktur karena peserta didik dapat melihat keterhubungan antarbagian materi secara menyeluruh, sebagaimana diterapkan dalam pengembangan e-modul IPA berbasis *mind mapping* (Suardana & Tika, 2024). Kemampuan tersebut berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konseptual sekaligus mempermudah proses mengingat informasi (Asyah et al., 2024).

Pengembangan e-modul juga mengintegrasikan model *problem based learning* yang menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran. Penerapan sintaks *problem based learning* dalam e-modul memungkinkan siswa belajar melalui penyelesaian masalah kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, seperti polusi udara dan dampak merokok terhadap sistem pernapasan. Pendekatan ini selaras dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman belajar yang bermakna. Melalui kegiatan identifikasi masalah, penyelidikan, analisis, dan penyajian solusi, peserta didik didorong untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Integrasi model *problem based learning* ke dalam e-modul juga menciptakan lingkungan belajar yang mendorong peserta didik lebih aktif mengeksplorasi konsep serta membangun pengetahuan secara mandiri melalui penyelesaian masalah yang terstruktur (Rohmatulloh et al., 2023). Kondisi tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya keaktifan belajar dan pemahaman konsep peserta didik (Nailati et al., 2024).

Hasil validasi menunjukkan bahwa e-modul memperoleh skor validitas sebesar 1,00 dengan kategori sangat valid. Tingginya validitas tersebut menunjukkan bahwa e-modul telah memenuhi aspek isi, media, dan kebahasaan yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Dari aspek isi, materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka serta mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dari aspek media, penggunaan gambar, video, dan *mind mapping* mampu memperjelas konsep-konsep abstrak pada materi sistem pernapasan. Media visual berperan penting dalam membantu peserta didik memahami konsep IPA yang sulit diamati secara langsung (Putra et al., 2023). Kelayakan tersebut menunjukkan bahwa produk telah memenuhi standar sebagai bahan ajar digital yang dapat digunakan dalam pembelajaran, baik dari sisi substansi materi maupun kualitas penyajian (Ningsih et al., 2024). Penerapan model *problem based learning* pada materi sistem pernapasan juga memberikan nilai tambah karena mampu menghubungkan aktivitas pemecahan masalah dengan penyajian materi yang sistematis (Sholikhah & Mawartiningsih, 2025).

Kepraktisan e-modul memperoleh skor rata-rata 3,98 dengan kategori sangat praktis. Hasil ini menunjukkan bahwa e-modul mudah digunakan oleh guru maupun peserta didik. Tingginya tingkat kepraktisan dapat dipengaruhi oleh tampilan yang menarik, navigasi yang mudah digunakan, serta penyajian materi yang sistematis. Selain itu, integrasi video, gambar, dan *mind mapping* membantu peserta didik memahami materi secara lebih efektif. Kemudahan akses melalui perangkat digital juga memberi kesempatan kepada peserta didik untuk belajar



secara lebih mandiri tanpa bergantung pada pembelajaran tatap muka. Karakteristik tersebut merupakan salah satu keunggulan e-modul berbasis *flipbook* dalam mendukung pembelajaran yang lebih fleksibel dan interaktif (Humairah & Wahyuni, 2024).

Kemudahan akses melalui berbagai perangkat digital serta penyajian materi yang terstruktur menjadikan e-modul lebih adaptif terhadap kebutuhan pembelajaran mandiri maupun pembelajaran di kelas. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa pengembangan e-modul berbasis *flipbook* mampu meningkatkan fleksibilitas penggunaan bahan ajar sekaligus mendukung pengalaman belajar yang lebih interaktif (Fajardika & Harlin, 2025). Integrasi model *Problem Based Learning* dan *mind mapping* dalam e-modul tidak hanya menghasilkan bahan ajar yang layak digunakan, tetapi juga memperkuat proses pembelajaran yang berpusat pada peserta didik melalui aktivitas belajar yang lebih aktif, sistematis, dan bermakna. Pendekatan semacam ini memberikan peluang yang lebih besar bagi peserta didik untuk membangun pemahaman konseptual secara mandiri serta meningkatkan kualitas pengalaman belajar (Waruwu et al., 2022).

Berdasarkan keseluruhan temuan, e-modul yang dikembangkan tidak hanya memenuhi kriteria kualitas sebagai bahan ajar digital, tetapi juga menawarkan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan aktivitas pemecahan masalah dengan visualisasi konsep secara sistematis. Integrasi tersebut berpotensi mendukung terciptanya pembelajaran IPA yang lebih aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu diarahkan pada tahap implementasi dan evaluasi untuk mengkaji efektivitas e-modul terhadap peningkatan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, serta keterampilan pemecahan masalah pada konteks pembelajaran yang lebih luas.

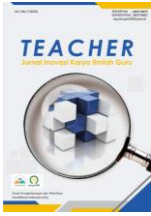
KESIMPULAN

Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan *e-modul* interaktif berbasis *problem based learning* berbantuan *mind mapping* pada materi sistem pernapasan untuk siswa kelas VIII SMP yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di era digital. Pengembangan *e-modul* ini merupakan upaya untuk menyediakan bahan ajar yang tidak hanya mendukung pembelajaran mandiri, tetapi juga mendorong peserta didik untuk aktif memecahkan masalah, berpikir kritis, dan memahami keterkaitan konsep melalui visualisasi yang terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *e-modul* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kualitas yang baik dari aspek validitas, kepraktisan, dan keterbacaan. Temuan ini mengindikasikan bahwa integrasi model *problem based learning* dan *mind mapping* dalam *e-modul* mampu menghasilkan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan guru dan peserta didik.

Dengan demikian, *e-modul* interaktif berbasis *problem based learning* berbantuan *mind mapping* yang dikembangkan memiliki kriteria sangat valid, sangat praktis, dan sangat terbaca berdasarkan hasil uji pengembangan terbatas. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan hingga tahap implementasi dan evaluasi untuk menguji efektivitas *e-modul* terhadap peningkatan hasil belajar, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan pemecahan masalah peserta didik pada berbagai materi IPA maupun jenjang pendidikan yang berbeda.

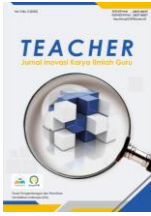
DAFTAR PUSTAKA

Arwani, R., & Hardini, A. T. A. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran *Discovery Learning* Dan *Inquiry Learning* Terhadap Berpikir Kritis Siswa Kelas V Pada Mata Pelajaran IPA. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 1186-1195. <http://j->



innovative.org/index.php/Innovative/article/view/2231

- Asyah, S., F. A., & Bahri, A. (2024). Systematic Literature Review: Using Mind Mapping to Improve Students' Creative Thinking Abilities. *Journal of Digital Learning and Distance Education*, 3(1), 921-929. <https://doi.org/10.56778/jdlde.v3i1.269>
- Ayuardini, M. (2023). Pengembangan e-modul interaktif berbasis flipbook pada pembahasan biologi. *Faktor Exacta*, 15(4), 259-271. <http://dx.doi.org/10.30998/faktorexacta.v15i4.14924>
- Diana, E. R., & Anugraheni, I. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran Discovery Learning Dan Inquiry Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran Matematika Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(16), 612-621. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7095139>
- Drana, R., Setyowati, R., & Mariana, D. (2024). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran IPA di Kelas V SDN 03 Selakau. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(2), 35262–35271. Retrieved from <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/19164>
- Fajardika, F. A., & Harlin, H. (2025). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Berbasis Flipbook pada Mata Kuliah Praktik Industri di Prodi Pendidikan Teknik Mesin UNSRI. *JiIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(6), 5635-5641. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i6.8001>
- Fillah, B. Z., Kharisma, A. I., & Huda, M. M. (2024). Analisis Constructivism Approach dalam Implementasi Kurikulum Merdeka. *EDUKATIF: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(5), 5732-5745. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v6i5.7494>
- Humairah, L. P., & Wahyuni, S. (2024). Pengembangan e-modul IPA berbasis flipbook digital untuk meningkatkan literasi sains siswa SMP. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 14(01), 26-34. <https://doi.org/10.24246/j.js.2024.v14.i01.p26-34>
- Ilhami, A. S., & Astriani, D. (2023). Mind Mapping: Perlukah Diterapkan Untuk Mencapai Pemahaman Konsep?. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 11(2), 143-149. <https://doi.org/10.26740/pensa.v11i2.53936>
- Musahrain, M., Ainurrahmi, A., Ferniawan, F., & Sabrina, A. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis pada Mata Pelajaran IPA SMP Kelas IX di Kabupaten Sumbawa. *Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (JP-IPA)*, 5(2), 152-159. <https://doi.org/10.56842/jp-ipa.v5i2.439>
- Nailati, R., Azis, A., & Syahrir, M. (2024). Peningkatkan Hasil Belajar Siswa Dan Keaktifan Siswa Menggunakan Model Problem Based Learning (PBL) Pada Mata Pelajaran PKn Kelas IV UPT SPF SD Inpres Bontomanai. *Pendekar: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 2(2), 43-68. <https://doi.org/10.51903/pendekar.v2i2.653>
- Ningsih, R. Y., Permatasari, S., & Zulhafizh, Z. (2024). Validitas Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Trigger Powerpoint untuk Pemahaman Materi Teks



- Cerpen di SMA. *Jiip-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(5), 4981-4988.
<https://doi.org/10.54371/jiip.v7i5.4470>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 results (Volume I & II): Country note – Indonesia*. OECD Publishing.
https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/indonesia_c2e1ae0e-en.html
- Putra, W. P., Gunamantha, I. M., & Sudiana, I. N. (2023). Pengembangan E-LKPD HOTS dalam meningkatkan berpikir kritis pada pembelajaran IPA SD. *PENDASI Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 7(1), 169-180.
https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v7i1.2177
- Rendi, Marni, Neonane, T., & Lawalata, M. (2024). Peran Logika Dalam Berfikir Kritis Untuk Membangun Kemampuan memahami dan menginterpretasi informasi. *Sinar Kasih: Jurnal Pendidikan Agama dan Filsafat*, 2(2), 82–98. <https://doi.org/10.55606/sinarkasih.v2i2.313>
- Rianti, N. A., Wati, M., Suyidno, S., & Sasmita, F. (2021). Pengembangan bahan ajar dengan model inkuiri terbimbing untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(2), 94-106. <https://doi.org/10.20527/jjipf.v5i2.2956>
- Rohmatulloh, R., Nindiasari, H., & Fatah, A. (2023). Pengembangan e-modul interaktif berbasis Problem based Learning (PBL) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(4), 3599-3612. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i4.8172>
- Sholikah, F., & Mawartiningsih, L. (2025). Kelayakan E-Modul pada Materi Sistem Pernapasan pada Manusia Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Panthera: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains dan Terapan*, 5(3), 846-853.
<https://doi.org/10.36312/panthera.v5i3.594>
- Suardana, I. N., & Tika, I. N. (2024). Pengembangan E-Modul Pembelajaran IPA Berbasis Mind Mapping Terintegrasi Konteks Budaya Lokal untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VII SMP. *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, 18(1), 55-68. <https://doi.org/10.23887/wms.v18i1.57176>
- Waruwu, R., Anas, N., & Rohani, R. (2022). Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning pada Materi Sistem Pernapasan untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa SMP. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 1054-1064.
<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.6295>
- Zamsiswaya, Z., Syawaluddin, S., & Syahrizul, S. (2024). Pengembangan Model ADDIE (Analisis, Design, Development, Implementasi, Evaluasi). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(3), 46363–46369. Retrieved from <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/22709>