



Pengembangan E-Module IPA Berbantuan Virtual Laboratory Pada Materi Sistem Pernapasan Untuk Siswa SMP/MTs

Suci Monalisa Tarigan ✉, Universitas Pendidikan Ganesha

Luh Mitha Priyanka, Universitas Pendidikan Ganesha

Putri Sarini, Universitas Pendidikan Ganesha

✉ suci@student.undiksha.ac.id

Abstract: This study is motivated by the need for interactive digital teaching materials that can enhance students' understanding of the human respiratory system topic at the junior high school (SMP/MTs) level. One alternative solution is the development of a science e-module assisted by a virtual laboratory, which allows students to learn independently and explore concepts more actively. This study aims to determine the validity, practicality, and readability levels of the developed e-module. This research is a development study using the 4D model, which consists of define, design, develop, and disseminate stages; however, it is limited to the develop stage. Data were collected through questionnaires and interviews and analyzed using both quantitative and qualitative descriptive techniques. The results show that the developed e-module achieved a validity score of 1.00, categorized as highly valid in terms of language, media, and material aspects. Furthermore, it obtained a practicality score of 4.81 (very practical) and a readability score of 4.61 (highly readable). Therefore, the developed science e-module assisted by a virtual laboratory on the respiratory system topic is considered feasible for use in learning.

Keywords: e-module, virtual laboratory, respiratory system, development research, science learning.

Abstrak: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan bahan ajar digital yang interaktif dan mampu meningkatkan pemahaman siswa pada materi sistem pernapasan manusia di tingkat SMP/MTs. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah pengembangan e-module IPA berbantuan virtual laboratory yang memungkinkan siswa belajar secara mandiri dan eksploratif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas, kepraktisan, dan keterbacaan e-module yang dikembangkan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan model 4D yang meliputi tahap define, design, develop, dan disseminate, namun pelaksanaannya dibatasi sampai tahap develop. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui angket dan wawancara, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-module yang dikembangkan memperoleh skor validitas sebesar 1,00 dengan kategori sangat valid pada aspek bahasa, media, dan materi. Selain itu, tingkat kepraktisan mencapai skor 4,81 dengan kategori sangat praktis, serta tingkat keterbacaan sebesar 4,61 dengan kategori sangat terbaca. Dengan demikian, e-module IPA berbantuan virtual laboratory pada materi sistem pernapasan dinyatakan layak digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran.

Kata kunci: e-module, virtual laboratory, sistem pernapasan, penelitian pengembangan, IPA.

Received 24 Maret 2026; **Accepted** 18 Mei 2026; **Published** 20 Mei 2026

Citation: Tarigan, S.M., Priyanka, L.M., & Sarini, P. (2026). Pengembangan E-Module IPA Berbantuan Virtual Laboratory Pada Materi Sistem Pernapasan Untuk Siswa SMP/MTs. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 5 (02), 315-326.



Copyright ©2026 Jurnal Jendela Pendidikan

Published by CV. Jendela Edukasi Indonesia. This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan fondasi utama dalam membentuk kualitas sumber daya manusia dan kemajuan suatu bangsa. Pendidikan tidak hanya berfungsi sebagai sarana transfer pengetahuan, tetapi juga sebagai proses pengembangan potensi peserta didik secara menyeluruh, meliputi aspek spiritual, intelektual, dan keterampilan. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, pendidikan diartikan sebagai usaha sadar dan terencana untuk menciptakan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik dapat secara aktif mengembangkan potensi dirinya. Oleh karena itu, peningkatan mutu pendidikan menjadi suatu keharusan untuk mencapai tujuan tersebut.

Upaya peningkatan mutu pendidikan di Indonesia diwujudkan melalui pemenuhan Standar Nasional Pendidikan yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) yang meliputi delapan standar, di antaranya standar isi, standar proses, standar sarana dan prasarana, serta standar penilaian. Salah satu standar yang memiliki peran penting adalah standar proses, yaitu standar yang mengatur pelaksanaan pembelajaran agar berlangsung secara efektif dan efisien. Proses pembelajaran diharapkan dilaksanakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, serta mampu mendorong partisipasi aktif peserta didik sesuai dengan karakteristik dan perkembangan mereka (Hidayat, 2019). Selain itu, standar proses juga mencakup perencanaan, pelaksanaan, penilaian, dan pengawasan pembelajaran guna mencapai kompetensi lulusan secara optimal (Puspitasari, 2018).

Dalam pelaksanaannya, proses pembelajaran dipengaruhi oleh berbagai komponen, seperti guru, peserta didik, serta sarana dan prasarana pendukung. Sarana pembelajaran, termasuk bahan ajar, memiliki peran strategis dalam menunjang keberhasilan pembelajaran. Bahan ajar yang baik tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga mampu memfasilitasi peserta didik dalam membangun pemahaman secara mandiri. Hal ini sejalan dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 41 Tahun 2007 yang menegaskan bahwa proses pembelajaran harus didukung oleh bahan ajar yang relevan dan memadai.

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan salah satu bidang yang sangat membutuhkan dukungan bahan ajar yang inovatif. IPA tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada proses ilmiah dalam memahami fenomena alam (Susilo, 2012). Pembelajaran IPA melibatkan interaksi aktif antara guru dan peserta didik dalam mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah secara kontekstual (Wisudawati & Sulistyowati, 2022). Selain itu, pembelajaran IPA juga diarahkan untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas, yang sangat penting dalam menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Adawiyah et al., 2024).

Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan pendekatan pembelajaran yang inovatif dan berpusat pada peserta didik. Pengembangan keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan melalui kegiatan analisis dan pemecahan masalah, sementara kolaborasi dapat ditingkatkan melalui diskusi kelompok dan pembelajaran berbasis proyek. Kreativitas peserta didik juga dapat dikembangkan melalui pemanfaatan media pembelajaran yang variatif dan interaktif (Hairida et al., 2021). Namun demikian, implementasi di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran IPA masih didominasi oleh metode konvensional seperti ceramah, sehingga kurang mampu menarik perhatian dan meningkatkan keterlibatan peserta didik (Hasanah et al., 2023).

Permasalahan lain yang dihadapi adalah keterbatasan media dan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran. Materi IPA yang bersifat abstrak sering kali sulit dipahami apabila hanya disampaikan melalui teks atau gambar sederhana. Keterbatasan penggunaan media pembelajaran inovatif menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep tersebut (Zulkarnain & Nurjanah, 2022). Hal

ini menunjukkan adanya kebutuhan akan pengembangan bahan ajar yang lebih interaktif dan mampu memvisualisasikan konsep secara lebih konkret.

Integrasi teknologi dalam pembelajaran menjadi salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Pemanfaatan teknologi, seperti animasi, video, dan simulasi interaktif, dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep abstrak secara lebih mudah dan menarik (Kahfi et al., 2021). Selain itu, penggunaan teknologi dalam pembelajaran juga dapat meningkatkan motivasi belajar dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi peserta didik.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media berbasis teknologi, khususnya virtual laboratory, memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA. Virtual laboratory memungkinkan peserta didik melakukan simulasi eksperimen secara digital sehingga dapat memahami konsep melalui pengalaman langsung. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan virtual laboratory dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir ilmiah, serta motivasi belajar peserta didik (Yuniarti et al., 2012; Anisa et al., 2021; Pane et al., 2024). Selain itu, virtual laboratory juga efektif dalam melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran melalui simulasi yang interaktif (Widowati et al., 2017).

Meskipun demikian, hasil observasi di beberapa sekolah menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar digital masih terbatas. Bahan ajar yang digunakan umumnya masih berupa buku cetak dan media sederhana, sehingga kurang mampu menarik minat peserta didik. Penggunaan media seperti video pembelajaran juga masih bersifat satu arah dan kurang memberikan interaksi langsung kepada peserta didik. Kondisi ini berdampak pada rendahnya keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran serta kesulitan dalam memahami konsep-konsep IPA yang abstrak.

Keterbatasan tersebut mendorong perlunya inovasi dalam pengembangan bahan ajar, salah satunya melalui pengembangan modul elektronik (e-module). E-module merupakan bahan ajar digital yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri dan fleksibel. E-module memiliki keunggulan dalam mengintegrasikan berbagai media, seperti teks, gambar, animasi, dan video dalam satu platform sehingga dapat meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran (Rismayanti et al., 2022; Izza et al., 2023). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa e-module yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang tinggi serta mampu meningkatkan motivasi dan minat belajar peserta didik.

Pengembangan e-module dapat dioptimalkan dengan mengintegrasikan virtual laboratory sebagai fitur interaktif di dalamnya. Virtual laboratory memungkinkan peserta didik melakukan simulasi eksperimen secara mandiri sehingga dapat memahami konsep secara lebih mendalam. Integrasi ini menjadikan e-module tidak hanya sebagai bahan ajar pasif, tetapi juga sebagai media pembelajaran interaktif yang mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik.

Salah satu materi IPA yang membutuhkan pendekatan pembelajaran inovatif adalah sistem pernapasan manusia. Materi ini tergolong abstrak karena melibatkan proses fisiologis yang tidak dapat diamati secara langsung. Penelitian menunjukkan bahwa masih banyak peserta didik yang mengalami miskonsepsi pada konsep sistem pernapasan, terutama pada mekanisme pernapasan dan gangguannya (Dewi et al., 2021; Kusuma & Airlanda, 2022). Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan proses tersebut secara jelas dan interaktif.

Berdasarkan permasalahan dan kajian penelitian sebelumnya, pengembangan e-module IPA berbantuan virtual laboratory pada materi sistem pernapasan menjadi penting untuk dilakukan. Produk yang dikembangkan diharapkan dapat membantu peserta didik memahami konsep secara lebih konkret melalui visualisasi dan simulasi interaktif, serta meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan inovasi pembelajaran IPA di tingkat SMP/MTs serta mendukung peningkatan kualitas proses dan hasil pembelajaran.

METODE

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian pengembangan (research and development) yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk pembelajaran berupa e-module IPA berbantuan virtual laboratory. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan et al. (1974), yang meliputi empat tahapan, yaitu define (pendefinisian), design (perancangan), develop (pengembangan), dan disseminate (penyebaran). Namun, dalam penelitian ini pelaksanaan hanya dilakukan sampai pada tahap develop (pengembangan). Pembatasan tersebut dilakukan karena penelitian difokuskan untuk menghasilkan produk e-module yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan mudah dipahami oleh peserta didik.

Tahap awal dalam penelitian ini adalah tahap define (pendefinisian) yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan beberapa analisis, yaitu analisis kebutuhan lapangan, analisis kebutuhan siswa, serta analisis kurikulum. Analisis kebutuhan lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi bahan ajar yang digunakan guru, sedangkan analisis kebutuhan siswa bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik dan kebutuhan belajar peserta didik. Selain itu, analisis kurikulum dilakukan untuk menyesuaikan materi dengan capaian pembelajaran yang berlaku. Hasil dari tahap ini menjadi dasar dalam pengembangan e-module yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran IPA.

Selanjutnya, tahap design (perancangan) merupakan tahap penyusunan rancangan awal produk. Pada tahap ini dilakukan perancangan e-module dengan mengumpulkan referensi, menyusun materi sistem pernapasan, serta merancang tampilan dan komponen e-module. Produk dirancang dengan memadukan berbagai elemen seperti teks, gambar, video, serta integrasi virtual laboratory untuk membantu visualisasi konsep yang abstrak. Selain itu, penyusunan e-module dilakukan secara sistematis agar sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik.

Tahap berikutnya adalah develop (pengembangan), yaitu tahap realisasi produk serta pengujian kelayakannya. Pada tahap ini e-module yang telah dirancang dikembangkan kemudian diuji untuk mengetahui tingkat validitas, kepraktisan, dan keterbacaannya. Validasi dilakukan oleh ahli isi, ahli media, dan ahli bahasa untuk menilai kelayakan produk dari berbagai aspek. Selain itu, uji kepraktisan dilakukan oleh guru, sedangkan uji keterbacaan dilakukan oleh siswa. Teknik pengumpulan data menggunakan angket atau kuesioner yang disusun dengan skala penilaian tertentu untuk memperoleh data kuantitatif dan kualitatif.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif digunakan untuk menentukan tingkat validitas, kepraktisan, dan keterbacaan produk, sedangkan analisis kualitatif digunakan untuk mengolah saran dan masukan dari para validator, guru, dan siswa. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan e-module sehingga produk yang dihasilkan layak digunakan dalam pembelajaran IPA, khususnya pada materi sistem pernapasan.

$$KVG = DA + B + C + D$$

Keterangan

KVG : Koevisien Validasi Gregory

A : Kedua Ahli tidak setuju

B : Ahli 2 tidak setuju, ahli pertama setuju

C : ahli 2 setuju ahli 1 tidak setuju

D : Kedua ahli setuju

Hasil analisis selanjutnya diinterpretasikan dengan cara membandingkan nilai yang diperoleh dengan interval skor yang telah ditentukan.

Tabel 1. Interval Skor Validasi

Interval Skor	Kategori
0,00-0,19	Sangat tidak valid
0,20-0,39	Valid
0,40-0,59	Cukup valid
0,60-0,79	Kurang valid
0,80-1,00	Tidak valid

Penilaian kepraktisan oleh guru dianalisis dengan menghitung rata-rata skor menggunakan rumus berikut.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

- \bar{X} : Rerata skor tiap komponen
- $\sum X$: Jumlah skor yang diperoleh
- n : skor maksimal

Hasil perhitungan uji kepraktisan e-module selanjutnya diinterpretasikan ke dalam kategori kualitatif berdasarkan pedoman berikut.

Tabel 2. Interval Skor Kepraktisan

Interval Skor	Kategori
$\bar{X} > 4,2$	Sangat praktis
$3,40 > \bar{X} > 4,20$	Praktis
$2,60 > \bar{X} > 3,40$	Cukup praktis
$1,80 > \bar{X} > 2,20$	Kurang praktis
$\bar{X} \leq 1,80$	Tidak praktis

Penilaian kepraktisan oleh siwa dianalisis dengan menghitung rata-rata skor menggunakan rumus berikut.

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

- \bar{X} : Rerata skor tiap komponen
- $\sum X$: Jumlah skor yang diperoleh
- n : skor maksimal

Hasil perhitungan uji keterbacaan e-module selanjutnya diinterpretasikan ke dalam kategori kualitatif berdasarkan pedoman berikut.

Tabel 3. Interval Skor Keterbacaan

Interval Skor	Kategori
$\bar{X} > 4,2$	Sangat terbaca
$3,40 > \bar{X} > 4,20$	Praktis
$2,60 > \bar{X} > 3,40$	Cukup terbaca
$1,80 > \bar{X} > 2,20$	Kurang terbaca
$\bar{X} \leq 1,80$	Tidak terbaca

Apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa skor yang diperoleh telah memenuhi kriteria yang ditetapkan, dengan tingkat validitas berada pada kategori valid berdasarkan penilaian ahli isi, media, dan bahasa, serta tingkat kepraktisan oleh guru berada pada kategori praktis, dan keterbacaan oleh peserta didik berada pada kategori baik atau mudah dipahami, maka e-module IPA berbantuan virtual laboratory pada materi sistem pernapasan dinyatakan memiliki kualitas yang baik pada tahap uji coba terbatas. Penilaian tersebut mengacu pada indikator kualitas produk pengembangan yang meliputi aspek kevalidan, kepraktisan, dan keterbacaan.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap analisis kebutuhan ditemukan masih terbatasnya bahan ajar yang mampu mendukung pembelajaran aktif serta membantu peserta didik memahami materi sistem pernapasan secara terstruktur. Kondisi ini

mengindikasikan perlunya pengembangan bahan ajar yang lebih inovatif, menarik, dan selaras dengan tuntutan kurikulum yang berlaku.

Pada tahap perancangan, dikembangkan e-module IPA berbantuan virtual laboratory yang dirancang untuk memfasilitasi pemahaman konsep melalui penyajian materi yang terintegrasi dengan simulasi, visualisasi, serta aktivitas interaktif. E-module yang disusun juga dilengkapi dengan komponen pendukung seperti petunjuk penggunaan, peta konsep, rangkuman materi, serta latihan soal dan evaluasi untuk membantu peserta didik memahami materi secara lebih mendalam.

Hasil validasi menunjukkan bahwa e-module yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang tinggi pada aspek isi, media, dan bahasa. Uji kepraktisan menunjukkan bahwa e-module mudah digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran, sedangkan uji keterbacaan menunjukkan bahwa tampilan, bahasa, dan penyajian materi dapat dipahami dengan baik oleh peserta didik.

Secara keseluruhan, hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa e-module berbantuan virtual laboratory telah memenuhi kriteria kelayakan awal dan memiliki potensi untuk digunakan dalam pembelajaran IPA. Oleh karena itu, produk yang dikembangkan dapat dilanjutkan pada tahap pengujian yang lebih luas untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

1. Tahap Design

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tahap analisis kebutuhan masih ditemukan keterbatasan bahan ajar yang digunakan di sekolah, khususnya dalam mendukung pembelajaran yang bersifat interaktif dan membantu peserta didik memahami materi sistem pernapasan secara sistematis. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pengembangan bahan ajar yang lebih inovatif, menarik, serta sesuai dengan tuntutan kurikulum dan kebutuhan peserta didik di era pembelajaran berbasis teknologi.

Pada tahap perancangan, dikembangkan e-module IPA berbantuan virtual laboratory yang dirancang untuk memfasilitasi pembelajaran yang lebih interaktif melalui integrasi materi, visualisasi, serta simulasi digital. E-module ini disusun secara sistematis dan dilengkapi dengan berbagai komponen seperti petunjuk penggunaan, peta konsep, rangkuman materi, serta latihan soal dan evaluasi, sehingga mampu membantu peserta didik dalam memahami konsep secara lebih mendalam.

Hasil validasi menunjukkan bahwa e-module yang dikembangkan memiliki tingkat kevalidan yang tinggi ditinjau dari aspek isi, konstruksi/media, dan bahasa, sesuai dengan indikator penilaian produk pengembangan. Selain itu, hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa e-module mudah digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran, sedangkan hasil uji keterbacaan menunjukkan bahwa tampilan, penggunaan bahasa, serta penyajian materi dapat dipahami dengan baik oleh peserta didik.

Secara keseluruhan, hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa e-module berbantuan virtual laboratory telah memenuhi kriteria kualitas produk pengembangan, yaitu valid, praktis, dan memiliki tingkat keterbacaan yang baik. Dengan demikian, produk yang dikembangkan dinilai layak digunakan dalam pembelajaran IPA dan dapat dilanjutkan ke tahap pengujian yang lebih luas untuk mengetahui efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta didik.

2. Tahap Design



Gambar 1. Desain e-module berbantuan virtual laboratory pada pokok bahasan Sistem pernapasan

Tahap design (perancangan) dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa langkah utama, yaitu (1) penentuan bahan ajar yang akan dikembangkan, (2) perancangan desain e-module, serta (3) penyusunan struktur dan komponen e-module berbantuan virtual laboratory. Pemilihan e-module didasarkan pada hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan perlunya bahan ajar yang interaktif dan mampu mendukung pembelajaran mandiri. E-module dipilih karena memiliki keunggulan dalam mengintegrasikan berbagai media seperti teks, gambar, video, serta simulasi digital. Integrasi virtual laboratory dalam e-module diharapkan dapat membantu peserta didik memahami materi sistem pernapasan secara lebih konkret melalui visualisasi dan pengalaman belajar yang interaktif.

Selanjutnya, tahap perancangan dilakukan dengan menyusun rancangan awal e-module yang mencakup struktur penyajian, alur pembelajaran, serta komponen materi yang sistematis. E-module dirancang dengan komponen seperti sampul, petunjuk penggunaan, capaian dan tujuan pembelajaran, peta konsep, penyajian materi sistem pernapasan, rangkuman, serta latihan soal dan evaluasi. Seluruh komponen disusun dengan memperhatikan aspek kejelasan bahasa, kemenarikan tampilan, serta kesesuaian dengan karakteristik peserta didik. Rancangan yang telah disusun kemudian ditetapkan sebagai produk awal yang selanjutnya akan divalidasi oleh para ahli serta diuji kepraktisan dan keterbacaannya untuk mengetahui tingkat kelayakan e-module dalam mendukung pembelajaran IPA.

3. Tahap Develop

Tahap *develop* (pengembangan) dalam penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa langkah utama, yaitu (1) pengembangan produk e-module IPA berbantuan *virtual laboratory* pada materi sistem pernapasan, (2) uji validitas, (3) uji kepraktisan, dan (4) uji keterbacaan. Dalam proses pengujian tersebut digunakan tiga jenis instrumen penilaian, yaitu instrumen validitas oleh ahli, instrumen kepraktisan oleh guru, serta instrumen keterbacaan oleh peserta didik. Instrumen yang digunakan disusun berdasarkan indikator kualitas produk pengembangan, yaitu aspek isi, aspek media/penyajian, dan aspek bahasa. Aspek isi digunakan untuk menilai kesesuaian materi dengan capaian dan tujuan pembelajaran serta ketepatan konsep yang disajikan. Aspek media atau penyajian digunakan untuk menilai tampilan e-module, sistematika penyajian, serta kejelasan fitur interaktif seperti *virtual laboratory*. Sementara itu, aspek bahasa digunakan untuk menilai

kejelasan kalimat, keterbacaan teks, serta kesesuaian penggunaan bahasa dengan karakteristik peserta didik.

Uji validitas e-module dilakukan oleh dua orang ahli yang memiliki kompetensi di bidang pendidikan IPA, media pembelajaran, dan bahasa. Proses validasi dilakukan dengan menggunakan angket penilaian yang mencakup aspek isi, media, dan bahasa. Hasil validasi menghasilkan data kuantitatif berupa skor tingkat kevalidan serta data kualitatif berupa saran dan masukan dari para ahli. Selanjutnya, uji kepraktisan dilakukan oleh guru untuk menilai kemudahan penggunaan e-module dalam pembelajaran, sedangkan uji keterbacaan dilakukan oleh peserta didik untuk mengetahui tingkat kemudahan dalam memahami materi dan tampilan e-module. Data yang diperoleh dari seluruh tahapan pengujian digunakan sebagai dasar dalam melakukan revisi dan penyempurnaan produk sehingga e-module yang dikembangkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan memiliki keterbacaan yang baik.

Tabel 4. Uji Validitas isi materi

Tabulasi Penilaian Ahli		Judgest I	
		Kurang Setuju (Skor 1 atau 2)	Setuju (Skor 3 atau 4)
Judgest II	Kurang Setuju (Skor 1 atau 2)	A (0)	B (0)
	Setuju (Skor 3 atau 4)	C (0)	D (28)

Tabel 5. Hasil Uji Validasi

Tabulasi Penilaian Ahli		Judgest I	
		Kurang Setuju (Skor 1 atau 2)	Setuju (Skor 3 atau 4)
Judgest II	Kurang Setuju (Skor 1 atau 2)	A (0)	B (0)
	Setuju (Skor 3 atau 4)	C (0)	D (20)

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai validitas dari para ahli terhadap e-module IPA berbantuan virtual laboratory sebesar 1,00 yang termasuk dalam kategori sangat valid. Penilaian tersebut didasarkan pada tiga aspek utama, yaitu aspek isi, aspek media/penyajian, dan aspek bahasa. Aspek isi menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian dan tujuan pembelajaran serta memiliki ketepatan konsep yang baik. Aspek media/penyajian menunjukkan bahwa tampilan, sistematika penyajian, serta integrasi virtual laboratory telah dirancang secara menarik dan interaktif. Sementara itu, aspek bahasa menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam e-module telah jelas, komunikatif, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik.

Tabel 6. Kepraktisan Oleh Guru

Praktisi	Rata-rata
Guru 1	4,66
Guru 2	4,93
Guru 3	4,86
Rata-rata keseluruhan	4,79
Katagori	Sangat Praktis

Tahap uji kepraktisan dilakukan untuk mengetahui tingkat kepraktisan e-module IPA berbantuan virtual laboratory pada materi sistem pernapasan. Uji kepraktisan

melibatkan guru IPA di SMP Negeri 1 Seririt sebagai responden. Pelaksanaan uji kepraktisan dilakukan melalui penyebaran angket kepraktisan kepada guru untuk menilai kemudahan penggunaan, kesesuaian dengan pembelajaran, serta efisiensi penggunaan e-module dalam kegiatan belajar mengajar. Hasil uji kepraktisan oleh guru menunjukkan bahwa e-module yang dikembangkan memperoleh skor rata-rata sebesar 4,76 dengan kategori sangat praktis.

Tabel 7. Kepraktisan oleh siswa

Peserta Didik	Rata-rata
Aspek 1	4,4
Aspek 2	5,0
Aspek 3	4,6
Aspek 4	4,7
Aspek 5	4,9
Aspek 6	4,2
Aspek 7	4,2
Aspek 8	4,6
Aspek 9	4,8
Aspek 10	4,8
Rata-rata keseluruhan	4,62
Kategori	Sangat Terbaca

Berdasarkan hasil uji keterbacaan, e-module IPA berbantuan *virtual laboratory* yang dikembangkan memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,62 yang termasuk dalam kategori sangat terbaca. Hal ini menunjukkan bahwa tampilan, penggunaan bahasa, serta penyajian materi dalam e-module mudah dipahami oleh peserta didik dan sesuai dengan karakteristik mereka.

PEMBAHASAN

Pengembangan e-module IPA berbantuan *virtual laboratory* pada materi sistem pernapasan dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan bahan ajar yang mampu meningkatkan keterlibatan serta pemahaman peserta didik dalam pembelajaran IPA. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, ditemukan bahwa bahan ajar yang digunakan masih bersifat konvensional dan belum sepenuhnya mendukung pembelajaran yang interaktif serta visualisasi konsep abstrak (Hanif, 2020). Padahal, karakteristik peserta didik saat ini cenderung lebih tertarik pada pembelajaran yang memanfaatkan teknologi, visualisasi, serta simulasi digital. Oleh karena itu, diperlukan inovasi bahan ajar berupa e-module yang mengintegrasikan berbagai media seperti teks, gambar, video, serta simulasi *virtual laboratory* untuk membantu peserta didik memahami konsep sistem pernapasan secara lebih konkret dan bermakna (Candrasari et al., 2023).

E-module yang dikembangkan memiliki karakteristik interaktif dengan mengintegrasikan materi pembelajaran, visualisasi, serta simulasi digital melalui *virtual laboratory* (Lubis et al., 2022). Melalui fitur tersebut, peserta didik dapat mengamati proses sistem pernapasan secara dinamis, sehingga hubungan antar konsep menjadi lebih jelas dan mudah dipahami (Candrasari et al., 2023). Selain itu, e-module juga dilengkapi dengan komponen seperti peta konsep, rangkuman, latihan soal, serta evaluasi yang disusun secara sistematis untuk mendukung pembelajaran mandiri (Semi et al., 2023). Pendekatan ini mampu mendorong peserta didik untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran, meningkatkan kemampuan berpikir kritis, serta membantu mereka dalam memahami konsep secara lebih mendalam (Wiratama & Margunayasa, 2021).

Hasil uji validitas menunjukkan bahwa e-module yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi dengan skor 1,00. Nilai tersebut menunjukkan bahwa e-module telah memenuhi aspek isi, media/penyajian, dan bahasa, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran. Validitas yang tinggi ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan tujuan pembelajaran, memiliki struktur yang sistematis,

serta menggunakan bahasa yang jelas dan komunikatif sesuai dengan karakteristik peserta didik.

Selain itu, hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa e-module memperoleh skor rata-rata 4,76 dengan kategori sangat praktis berdasarkan penilaian guru. Hal ini menunjukkan bahwa e-module mudah digunakan dalam proses pembelajaran serta dapat membantu guru dalam menyampaikan materi secara lebih efektif. Kepraktisan ini dipengaruhi oleh kemudahan akses, kejelasan petunjuk penggunaan, serta kesesuaian e-module dengan kondisi pembelajaran di kelas.

Hasil uji keterbacaan juga menunjukkan bahwa e-module memiliki tingkat keterbacaan yang sangat baik dengan skor rata-rata 4,62. Hal ini menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh peserta didik, serta tampilan dan penyajian materi mampu membantu mereka memahami konsep sistem pernapasan dengan lebih jelas. Penggunaan elemen visual dan simulasi interaktif juga mendukung peserta didik dalam mengorganisasi dan memahami informasi secara sistematis.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa e-module IPA berbantuan virtual laboratory yang dikembangkan memiliki tingkat validitas, kepraktisan, dan keterbacaan yang sangat baik. Hal ini menandakan bahwa e-module tidak hanya layak secara teoritis berdasarkan penilaian para ahli, tetapi juga mudah digunakan oleh guru serta dapat dipahami dengan baik oleh peserta didik (Wiratama & Margunayasa, 2021). Dengan demikian, e-module ini dapat menjadi alternatif bahan ajar yang efektif dalam mendukung pembelajaran IPA yang lebih interaktif, inovatif, dan berpusat pada peserta didik (Putra et al., 2024).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa e-module IPA berbantuan virtual laboratory pada materi sistem pernapasan untuk siswa SMP/MTs dapat dikembangkan dengan menggunakan model 4D yang dibatasi pada tahapan develop. E-module yang dikembangkan menggabungkan antara materi pembelajaran, visualisasi, video, dan simulasi virtual laboratory untuk mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan membantu peserta didik dalam memahami konsep sistem pernapasan secara lebih konkret. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-module yang dikembangkan memiliki tingkat validitas sebesar 1,00 pada aspek isi, media, dan Bahasa dan dinyatakan valid dan layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, hasil uji kepraktisan dari guru memperoleh skor rata-rata sebesar 4,97 [ada kategori sangat praktis dan hasil uji keterbacaan dari peserta didik mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,62 dengan kategori sangat terbaca. Dengan demikian, e-module IPA berbantuan virtual laboratory pada materi sistem pernapasan dinyatakan valid, praktis, dan memiliki tingkat keterbacaan yang baik sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar untuk mendukung pembelajaran IPA yang lebih interaktif, inovatif, dan berpusat pada peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Al Adawiyah, R., Syahla, R. D., Prastika, S. A., Arefanda, V., & Sari, P. M. (2024). Analisis Penerapan Evaluasi Berbasis Keterampilan Abad 21 Pada Pembelajaran IPA di SDN Kapuk 08 Petang. *PENDAS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 09(04), 321–340.
2. Anisa, N., Uswatun, D. A., & Sutisnawati, A. (2021). Pengembangan Media Powerpoint Motion Graphics Sederhana Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Ipa Siswa Sekolah Dasar. *JMIE (Journal of Madrasah Ibtidaiyah Education)*, 5(1), 78. <https://doi.org/10.32934/jmie.v5i1.220>
3. Dewi, N. P., Martini, & Purnomo, A. R. (2021). Analisis Miskonsepsi Peserta Didik Materi Sistem Pernapasan Manusia. *Pendidikan Sains*, 9(3), 422–428.

4. Hairida, H., Marmawi, M., & Kartono, K. (2021). An Analysis of Students' Collaboration Skills in Science Learning Through Inquiry and Project-Based Learning. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 6(2), 219–228. <https://doi.org/10.24042/tadris.v6i2.9320>
5. Hasanah, M., Supeno, S., & Wahyuni, D. (2023). Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Pdf Professional untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Pembelajaran IPA. *Tarbiyah Wa Ta'lim: Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 10(1), 44–58. <https://doi.org/10.21093/twt.v10i1.5424>
6. Hidayah, N., Sumarno, S., & Dwijayanti, I. (2023). Analisis bahan ajar terhadap kebutuhan guru dan peserta didik kelas V. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(2), 128. <https://doi.org/10.30659/pendas.10.2.128-142>
7. Izza, H., Wardhono, W. S., & Suharsono, A. (2023). Pengembangan E-modul Interaktif sebagai Sumber Belajar pada Materi Komunikasi Jaringan Komputer dan Telepon Kelas XI Teknik Komputer Jaringan SMK Negeri 3 Malang. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(5), 2460–2468.
8. Kahfi, M., Nurparida, N., & Srirahayu, E. (2021). Penerapan Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Dan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Petik*, 7(1), 63–70. <https://doi.org/10.31980/jpetik.v7i1.986>
9. Kusuma, P. A., & Airlanda, G. S. (2022). Pengembangan Video Klip Lagu Materi Sistem Pernapasan Manusia untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 8675–8685. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3899>
10. Pane, E. P., Manurung, H. M., Situmorang, T. I., Artikel, I., Virtual, L., Interaktif, M., & Education, J. (2024). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan. *Journal Education and Development*, 12(2), 46–51.
11. Puspitasari, H. (2018). Standar Proses Pembelajaran Sebagai Sistem Penjaminan Mutu Internal di Sekolah. *Muslim Heritage*, 2(2), 339. <https://doi.org/10.21154/muslimheritage.v2i2.1115>
12. 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), 203. <https://doi.org/10.56704/jirpm.v3i3.13292>
13. Susilo, A. B. (2012). Pengembangan Model Pembelajaran Ipa Berbasis Masalah Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Dan Berpikir Kritis Siswa Smp. *Journal of Primary Education*, 1(1). <https://doi.org/10.15294/jpe.v1i1.58>
14. Thiagarajan, S., Semmel, D., & Semmel, M. I. (1974). Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children. In *Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education*
15. Widowati, A., Nurohman, S., & Setyowarno, D. (2017). Development of Inquiry-Based Science Virtual Laboratory for Improving Student Thinking Skill of Junior High School. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 1866(2), 170–177. <http://journal.uny.ac.id/index.php/jpms>
16. Wisudawati, A. W., & Sulistyowati, E. (2022). *Metodologi Pembelajaran IPA*. Bumi Aksara. <https://books.google.co.id/books?id=pTFsEAAAQBAJ>
17. Yuniarti, F., Pramesti, D., & Susanti, R. (2012). Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pembiakan Virus. *Journal of Biology Education*, 1(1), 86–94.
18. Zulkarnain, Z., & Nurjanah, R. (2022). Studi Literatur: Kesulitan Siswa dalam Pemahaman Konsep IPA di Sekolah Dasar. *JUPERAN: Jurnal Penedidikan Dan Pembelajaran*, 01(02), 138–147. <https://ojs.smkmerahputih.com/index.php/juperan/article/view/245>

PROFIL SINGKAT

Suci Monalisa Tarigan, mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan IPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali. Penulis saat ini sedang menempuh pendidikan pada jenjang sarjana dan aktif dalam kegiatan akademik yang berkaitan dengan penelitian dan pengembangan media pembelajaran IPA. Dalam penulisan artikel ini, penulis berperan sebagai peneliti utama, pengembang media pembelajaran, serta editor dalam proses penyusunan artikel ilmiah.

Luh Mitha Priyanka, S.Pd., M.Pd., dosen Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan penelitian, khususnya dalam bidang pengembangan media dan inovasi pembelajaran IPA. Selain itu, penulis juga terlibat dalam berbagai publikasi ilmiah. Dalam artikel ini, penulis berperan sebagai pembimbing penelitian sekaligus editor yang memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan artikel.

Dr. Putri Sarini, S.T., M.Pd., dosen Program Studi S1 Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali. Penulis aktif dalam kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang pendidikan serta berkontribusi dalam berbagai publikasi ilmiah. Dalam penulisan artikel ini, penulis berperan sebagai ko-pembimbing sekaligus editor yang memberikan bimbingan akademik dan kontribusi dalam penyempurnaan artikel ilmiah.