



Efektivitas E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati Berbasis Lingkungan terhadap Pemahaman Biologi dan Keterampilan Proses Ilmiah Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 21 Medan

^{1*}Lusiana Rumapea, ²Masdiana Sinambela, ³Melva Silitonga

^{1,2,3}Program Studi Magister Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia.

*Corresponding Author e-mail: lusianarumapea11@gmail.com

Received: December 2025; Revised: February 2026; Accepted: February 2026; Published: March 2026

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan terhadap peningkatan pemahaman biologi dan keterampilan proses ilmiah peserta didik kelas X SMA Negeri 21 Medan. Penelitian menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan dengan model ADDIE yang diimplementasikan pada satu kelas yang berjumlah 36 peserta didik. Instrumen penelitian meliputi tes pemahaman biologi yang telah melalui uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda, serta lembar observasi keterampilan proses ilmiah selama tiga pertemuan pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai pretest sebesar 33,81 meningkat menjadi 83,88 pada posttest dengan nilai N-gain sebesar 0,76 dalam kategori tinggi. Keterampilan proses ilmiah peserta didik berada pada kategori sangat baik berdasarkan skor observasi pada setiap pertemuan. Respon guru dan peserta didik juga menunjukkan kategori sangat praktis terhadap penggunaan e-modul. Temuan ini menunjukkan bahwa E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan efektif dalam meningkatkan pemahaman biologi dan keterampilan proses ilmiah serta mendukung pembelajaran kontekstual berbasis lingkungan sekolah.

Kata Kunci: E-modul; keanekaragaman hayati; keterampilan proses ilmiah; pembelajaran berbasis lingkungan

Abstract: This study aimed to analyze the effectiveness of an environment-based Biodiversity Flipbook E-Module in improving biology understanding and scientific process skills of tenth-grade students at SMA Negeri 21 Medan. The study employed a one group pretest–posttest design involving 36 students. The research instruments included a validated biology comprehension test and an observation sheet assessing students' scientific process skills during three environment-based learning sessions. Data were analyzed using N-gain and descriptive statistics. The results indicated that the mean pretest score of 33.81 increased to 83.88 in the posttest, with an N-gain score of 0.76 categorized as high. Students' scientific process skills were categorized as very good across meetings and showed an increasing trend in the final session. These findings suggest that the environment-based Biodiversity Flipbook E-Module is effective in enhancing students' biology understanding and scientific process skills through contextual learning based on real environmental exploration.

Keyword: E-module; biodiversity; scientific process skills; environment-based learning

How to Cite: Rumapea, L., Sinambela, M., & Silitonga, M. (2026). Efektivitas E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati Berbasis Lingkungan terhadap Pemahaman Biologi dan Keterampilan Proses Ilmiah Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 21 Medan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 14(1), 82–92. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v14i1.19762>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v14i1.19762>

Copyright© 2026, Rumapea et al
This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah mendorong transformasi signifikan dalam praktik pembelajaran biologi di sekolah. Pembelajaran abad ke-21 menuntut penguatan literasi sains, keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, serta kemampuan memanfaatkan teknologi informasi secara efektif (OECD, 2019; Partnership for 21st Century Skills, 2015). Dalam konteks pendidikan sains, integrasi teknologi bukan sekadar alat bantu visualisasi, tetapi juga sarana untuk membangun pengalaman belajar yang autentik dan berbasis penyelidikan. Kerangka Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) menegaskan bahwa integrasi teknologi yang efektif harus selaras dengan konten dan strategi pedagogis agar mampu meningkatkan kualitas pembelajaran (Mishra & Koehler, 2006).

Salah satu inovasi media digital yang berkembang pesat adalah e-modul interaktif berbasis flipbook. E-modul memungkinkan penyajian materi secara sistematis, interaktif, multimodal (teks, gambar, video, animasi), serta fleksibel dalam penggunaannya (Suarsana & Mahayukti, 2013). Penelitian menunjukkan bahwa e-modul dapat meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, dan kemandirian peserta didik dibandingkan modul cetak konvensional (Fajriani *et al.*, 2022; Ramanda *et al.*, 2023). Lebih lanjut, e-modul berbasis potensi lokal dan lingkungan terbukti mampu memperkuat literasi lingkungan serta mengaitkan konsep biologi dengan realitas kehidupan peserta didik (Azmi *et al.*, 2023; Remindima *et al.*, 2024).

Pada materi keanekaragaman hayati, pendekatan kontekstual memiliki peran penting karena konsep tingkat gen, spesies, dan ekosistem menuntut kemampuan observasi dan analisis lingkungan nyata. Studi Gladys & Fitri (2024) menunjukkan bahwa media digital berbasis konteks lingkungan dapat membantu peserta didik memahami hubungan antar tingkat keanekaragaman secara lebih bermakna. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman langsung dan interaksi dengan lingkungan (Fosnot, 2013). Namun, dalam praktik pembelajaran di sekolah, pendekatan yang digunakan masih dominan berbasis buku teks dan ceramah, sehingga aktivitas penyelidikan ilmiah peserta didik belum berkembang secara optimal.

Kondisi tersebut juga ditemukan pada pembelajaran biologi kelas X SMA. Hasil evaluasi awal menunjukkan bahwa pemahaman konsep keanekaragaman hayati masih rendah, dan keterlibatan peserta didik dalam praktik ilmiah terbatas pada aktivitas menjawab soal. Nurhadiani *et al.* (2020) melaporkan bahwa keterampilan proses ilmiah peserta didik berada pada kategori sedang hingga rendah ketika pembelajaran tidak melibatkan observasi langsung dan eksplorasi kontekstual. Padahal, keterampilan proses ilmiah—seperti mengamati, mengklasifikasi, merumuskan hipotesis, merancang penyelidikan, menganalisis data, dan mengomunikasikan hasil—merupakan kompetensi inti dalam pembelajaran sains (Rezba *et al.*, 2015).

Beberapa penelitian telah mengembangkan e-modul berbasis flipbook dan pendekatan kontekstual pada berbagai materi biologi (Ramanda *et al.*, 2023; Septia *et al.*, 2024). Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut berfokus pada uji validitas dan kepraktisan produk, sementara pengujian efektivitas terhadap peningkatan hasil belajar masih terbatas. Selain itu, penelitian yang secara simultan menguji pengaruh e-modul terhadap dua variabel utama—pemahaman konsep biologi dan keterampilan proses ilmiah—pada jenjang SMA masih jarang dilaporkan. Integrasi observasi lingkungan sekolah sebagai laboratorium autentik dalam e-modul keanekaragaman hayati juga belum banyak diimplementasikan secara sistematis.

Lingkungan sekolah sebenarnya memiliki potensi besar sebagai sumber belajar kontekstual, khususnya dalam materi keanekaragaman hayati. Pendekatan pembelajaran berbasis lingkungan (*environment-based learning*) memungkinkan peserta didik melakukan observasi langsung terhadap flora dan fauna di sekitar sekolah, sehingga pembelajaran menjadi lebih autentik dan bermakna (Ardoin *et al.*, 2020). Integrasi aktivitas tersebut dalam e-modul digital berpotensi menggabungkan keunggulan teknologi dengan pendekatan saintifik, sesuai dengan karakteristik Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek dan eksplorasi kontekstual.

Dalam penelitian ini, pemahaman biologi didefinisikan secara operasional sebagai kemampuan peserta didik dalam menjelaskan, mengklasifikasi, dan menganalisis konsep keanekaragaman hayati yang diukur melalui skor pretest dan

posttest. Sementara itu, keterampilan proses ilmiah didefinisikan sebagai kemampuan peserta didik dalam melakukan praktik sains, meliputi mengamati, merencanakan penyelidikan, mengumpulkan dan menganalisis data, serta mengomunikasikan hasil, yang diukur melalui lembar observasi selama proses pembelajaran berlangsung.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan terhadap peningkatan pemahaman biologi dan keterampilan proses ilmiah peserta didik kelas X SMA Negeri 21 Medan. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengujian efektivitas e-modul yang secara sistematis mengintegrasikan observasi lingkungan sekolah sebagai laboratorium autentik serta menguji dua variabel hasil belajar secara simultan dalam konteks implementasi pembelajaran abad ke-21 dan Kurikulum Merdeka. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan media pembelajaran digital yang kontekstual, autentik, dan berbasis lingkungan, sekaligus memperkuat integrasi teknologi dan pendekatan saintifik dalam pembelajaran biologi di tingkat sekolah menengah.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan one group pretest–posttest untuk menganalisis efektivitas E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan terhadap pemahaman biologi dan keterampilan proses ilmiah peserta didik. E-Modul yang digunakan telah dikembangkan sebelumnya melalui model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dan divalidasi oleh ahli sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Tahap penelitian yang dilaporkan dalam artikel ini berfokus pada pengujian efektivitas produk pada tahap implementasi.

Subjek penelitian adalah 36 peserta didik kelas X SMA Negeri 21 Medan yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Pemilihan kelas didasarkan pada kesesuaian materi dengan Alur Tujuan Pembelajaran Kurikulum Merdeka serta kesiapan peserta didik dalam menggunakan perangkat digital. Pembelajaran dilaksanakan selama tiga pertemuan dengan memanfaatkan lingkungan sekolah sebagai sumber belajar utama melalui kegiatan observasi, analisis data, dan presentasi hasil.

Instrumen penelitian meliputi tes pemahaman biologi dan lembar observasi keterampilan proses ilmiah. Tes pemahaman biologi disusun berdasarkan indikator capaian pembelajaran dan telah diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, serta daya beda sebelum digunakan. Tes diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest* untuk mengukur peningkatan hasil belajar. Lembar observasi keterampilan proses ilmiah digunakan untuk menilai kemampuan mengamati, merencanakan penyelidikan, menganalisis data, dan mengomunikasikan hasil selama pembelajaran berlangsung.

Data pemahaman biologi dianalisis melalui beberapa tahap. Pertama, dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro–Wilk* untuk mengetahui apakah data pretest dan posttest berdistribusi normal. Uji ini dipilih karena jumlah sampel kurang dari 50 peserta didik. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (p) $> 0,05$ (Ghasemi & Zahediasl, 2012). Apabila asumsi normalitas terpenuhi, analisis dilanjutkan menggunakan uji *paired-sample t-test* untuk mengetahui signifikansi perbedaan antara skor *pretest* dan *posttest*. Uji ini digunakan untuk menguji efektivitas perlakuan dalam desain *one group pretest–posttest* dengan taraf signifikansi 0,05.

Selanjutnya, tingkat peningkatan hasil belajar dihitung menggunakan rumus N-gain sebagai berikut:

$$N\text{-gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor maksimum} - \text{Skor pretest}}$$

Rumus tersebut mengacu pada Hake (1999) yang digunakan untuk mengukur peningkatan pembelajaran secara proporsional. Interpretasi nilai N-Gain dikategorikan menjadi tiga tingkat sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria interpretasi N-Gain

Nilai N-Gain	Kategori
$g \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

Data keterampilan proses ilmiah dianalisis secara deskriptif berdasarkan rata-rata skor pada setiap indikator dan setiap pertemuan pembelajaran. Skor yang diperoleh diinterpretasikan menggunakan kriteria skala empat, yaitu sangat kurang, kurang, baik, dan sangat baik (Widoyoko, 2012). Analisis deskriptif ini digunakan karena pengukuran dilakukan melalui observasi autentik selama proses pembelajaran berlangsung, sehingga bertujuan untuk menggambarkan perkembangan keterampilan proses ilmiah peserta didik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis efektivitas pembelajaran dalam penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada dua indikator utama, yaitu peningkatan pemahaman konsep biologi dan perkembangan keterampilan proses ilmiah peserta didik.

Efektivitas E-Modul terhadap Pemahaman Biologi

Efektivitas E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan terhadap peningkatan pemahaman biologi dianalisis menggunakan desain *one-group pretest-posttest* yang melibatkan 36 peserta didik kelas X SMA Negeri 21 Medan. Hasil analisis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil *pretest* dan *posttest* pemahaman biologi

Jumlah Siswa	Pretest		Posttest		N-Gain
	Mean	Standard Deviation	Mean	Standard Deviation	
36	33.81	14.61	83.88	13.31	0.76

Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata skor pretest sebesar 33,81 (SD = 14,61) mengalami peningkatan menjadi 83,88 (SD = 13,31) pada posttest. Berdasarkan perhitungan *normalized gain* (N-gain), diperoleh nilai sebesar 0,76 yang termasuk dalam kategori tinggi, sehingga menunjukkan adanya peningkatan pemahaman biologi yang signifikan setelah penggunaan e-modul.

Tabel 3. Hasil uji *paired-sample t-test*

Variabel	t	df	Sig. (2-tailed)
Pretest-Posttest	19.41	35	< 0.001

Untuk menguji signifikansi peningkatan skor, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data pretest dan posttest berdistribusi normal ($p > 0,05$), sehingga analisis selanjutnya menggunakan uji *paired-sample t-test* pada taraf signifikansi 0,05. Hasil uji

menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan antara skor pretest dan posttest ($t(35) = 19,41$; $p < 0,001$), yang mengindikasikan bahwa penggunaan e-modul memberikan peningkatan yang bermakna terhadap pemahaman biologi peserta didik.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman biologi peserta didik. Tingginya peningkatan tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh penyajian materi dalam format digital interaktif, tetapi juga oleh integrasi kegiatan observasi langsung terhadap objek keanekaragaman hayati di lingkungan sekolah. Keterlibatan peserta didik dalam aktivitas pengamatan, pencatatan data, dan interpretasi temuan memungkinkan mereka membangun konsep berdasarkan bukti empiris. Proses ini sejalan dengan prinsip pembelajaran sains yang menekankan praktik ilmiah serta kemampuan menafsirkan data secara bermakna (National Research Council, 2012).

Ditinjau dari perspektif konstruktivisme, pembelajaran menjadi lebih efektif karena peserta didik secara aktif mengonstruksi pengetahuan melalui interaksi dengan konteks nyata dan diskusi hasil pengamatan, bukan sekadar menerima informasi secara pasif. Selain itu, desain flipbook yang mengintegrasikan teks, ilustrasi, dan tata letak terstruktur mendukung pemrosesan informasi melalui jalur verbal dan visual secara simultan. Hal ini sesuai dengan teori multimedia learning yang menyatakan bahwa kombinasi representasi visual dan verbal dapat mengoptimalkan pemahaman serta mengurangi beban kognitif (Mayer, 2020). Pendekatan berbasis lingkungan yang diterapkan juga selaras dengan prinsip Education for Sustainable Development, karena mengaitkan konsep biodiversitas dengan nilai keberlanjutan dan tanggung jawab ekologis, sehingga pembelajaran tidak terlepas dari relevansi aplikatifnya dalam kehidupan nyata (UNESCO, 2017).

Temuan penelitian ini konsisten dengan hasil studi Azmi *et al.* (2023) dan Wahyuningsih *et al.* (2020) yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis potensi lokal dan lingkungan dapat meningkatkan hasil belajar secara signifikan karena materi menjadi lebih kontekstual dan mudah dipahami. Penelitian lain juga melaporkan bahwa e-modul keanekaragaman hayati bermuatan potensi lokal mampu meningkatkan literasi dan pemahaman melalui aktivitas inkuiri dan penyelidikan (Remindima *et al.*, 2024; Lasih *et al.*, 2025). Dari sisi media, penggunaan platform flipbook seperti Heyzine dan Canva terbukti meningkatkan keterlibatan peserta didik serta memudahkan navigasi materi secara mandiri, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap capaian kognitif (Fatahilla *et al.*, 2024; Dwianggreni *et al.*, 2025).

Berbeda dengan penelitian yang hanya menitikberatkan pada interaktivitas visual, kekuatan utama penelitian ini terletak pada kombinasi antara media digital flipbook dan pengalaman observasi langsung di lingkungan sekolah sebagai sumber belajar autentik. Sinergi tersebut menghasilkan peningkatan pemahaman yang lebih kuat dan terukur, sebagaimana tercermin pada kategori N-gain yang tinggi serta signifikansi statistik yang sangat kuat ($p < 0,001$). Dengan demikian, E-Modul Flipbook berbasis lingkungan dapat dinilai efektif karena memadukan keunggulan multimedia—melalui struktur dan visualisasi yang sistematis—dengan pendekatan pembelajaran kontekstual berbasis observasi lapangan untuk memperdalam pemahaman biologi peserta didik (Mayer, 2020; National Research Council, 2012; UNESCO, 2017).

Efektivitas E-Modul terhadap Keterampilan Proses Ilmiah

Efektivitas E-Modul juga ditinjau dari perkembangan keterampilan proses ilmiah yang diukur melalui lembar observasi selama tiga pertemuan pembelajaran. Interpretasi kategori mengacu pada kriteria skala empat (Widoyoko, 2012). Hasil

menunjukkan bahwa seluruh indikator keterampilan proses ilmiah berada pada kategori sangat baik.

Efektivitas E-Modul juga dievaluasi berdasarkan perkembangan keterampilan proses ilmiah peserta didik yang diukur menggunakan lembar observasi selama tiga kali pertemuan pembelajaran. Penentuan kategori capaian mengacu pada kriteria skala empat sebagaimana dikemukakan oleh Widoyoko (2012). Hasil analisis disajikan pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 4. Rata-rata keterampilan proses ilmiah pertemuan 1

No	Indikator Keterampilan	Skor Rata-rata	Kategori
1	Mengamati	3.58	Sangat Baik
2	Mempertanyakan dan memprediksi	3.72	Sangat Baik
3	Merencanakan penyelidikan	3.56	Sangat Baik
4	Melakukan penyelidikan	3.56	Sangat Baik
5	Memproses dan menganalisis data	3.58	Sangat Baik
Rata-rata Total		3.60	Sangat Baik

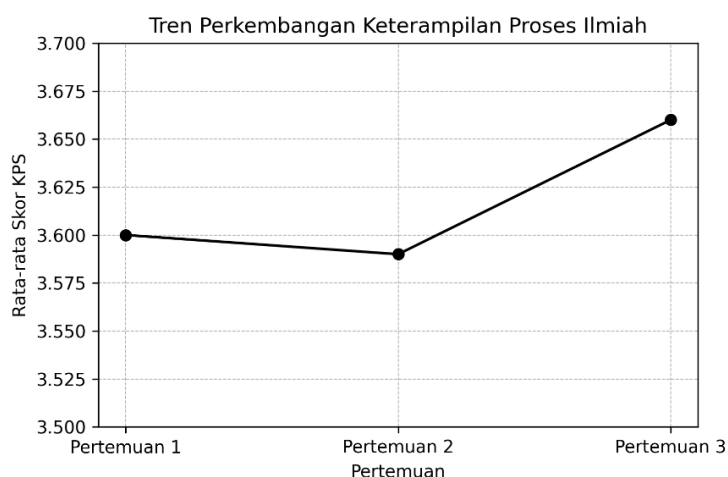
Tabel 5. Rata-rata keterampilan proses ilmiah pertemuan 2

No	Indikator Keterampilan	Skor Rata-rata	Kategori
1	Penyelidikan potensi dan ancaman	3.72	Sangat Baik
2	Memproses dan menganalisis data	3.56	Sangat Baik
3	Mengevaluasi dan refleksi	3.56	Sangat Baik
4	Mengomunikasikan hasil	3.53	Sangat Baik
Rata-rata Total		3.59	Sangat Baik

Tabel 6. Rata-rata keterampilan proses ilmiah pertemuan 3

No	Indikator Keterampilan	Skor Rata-rata	Kategori
1	Merencanakan aksi pelestarian	3.56	Sangat Baik
2	Menggunakan data untuk aksi	3.56	Sangat Baik
3	Refleksi dan evaluasi	3.53	Sangat Baik
4	Mengomunikasikan produk aksi	4.00	Sangat Baik
Rata-rata Total		3.66	Sangat Baik

Berdasarkan rata-rata total per pertemuan, terlihat adanya tren peningkatan pada pertemuan ketiga sebagaimana disajikan pada Gambar 1. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan proses ilmiah berkembang seiring dengan keterlibatan peserta didik dalam aktivitas observasi, analisis potensi dan ancaman keanekaragaman hayati, hingga penyusunan rencana aksi pelestarian berbasis data.



Gambar 1. Perkembangan rata-rata keterampilan proses ilmiah peserta didik

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Nurhadiani *et al.* (2020) dan Remindima *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa pembelajaran kontekstual berbasis lingkungan mampu menguatkan praktik ilmiah peserta didik karena melibatkan mereka secara aktif dalam kegiatan observasi, pengolahan data, dan penyampaian hasil. Hasil serupa juga ditemukan pada studi pengembangan e-modul atau flipbook berbasis potensi lokal yang memosisikan peserta didik sebagai subjek utama dalam proses penyelidikan, sehingga keterampilan proses seperti mengamati, menganalisis, dan mempresentasikan temuan berkembang lebih optimal dibandingkan pembelajaran yang hanya berbasis teks (Azmi *et al.*, 2023; Ramanda *et al.*, 2023). Perbedaannya, penelitian ini menjadikan lingkungan sekolah sebagai laboratorium autentik, sehingga kegiatan penyelidikan berlangsung secara nyata: peserta didik berinteraksi langsung dengan objek, mengumpulkan data empiris, lalu menginterpretasikan serta menyajikan hasilnya secara sistematis. Pola tersebut selaras dengan kerangka praktik sains yang menekankan pentingnya penyelidikan berbasis bukti, analisis data, dan komunikasi ilmiah sebagai inti pembelajaran sains (National Research Council, 2012; Padilla, 2016).

Capaian keterampilan proses ilmiah yang berada pada kategori baik hingga sangat baik juga dapat dipahami karena alur kegiatan dalam E-Modul dirancang mengikuti tahapan proses ilmiah secara bertingkat pada setiap pertemuan (observasi–analisis–aksi/komunikasi). Dengan demikian, penilaian keterampilan lebih kontekstual dan tidak semata-mata mengukur penguasaan konsep secara hafalan. Hasil ini menegaskan bahwa efektivitas media digital tidak hanya ditentukan oleh aspek interaktivitas visual, tetapi juga oleh integrasi tugas penyelidikan yang mendorong peserta didik berpikir berbasis data dan menghasilkan produk komunikasi ilmiah, seperti poster atau infografik (Mayer, 2020; National Research Council, 2012). Oleh karena itu, E-Modul Flipbook berbasis lingkungan terbukti tidak hanya meningkatkan aspek kognitif, tetapi juga berperan dalam mengembangkan keterampilan ilmiah yang menjadi tuntutan pembelajaran sains abad ke-21, terutama kemampuan mengolah data, bernalar secara ilmiah, dan menyampaikan hasil secara sistematis (Padilla, 2016; UNESCO, 2017).

Implikasi Efektivitas Pembelajaran Berbasis Lingkungan

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa efektivitas E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan dalam meningkatkan pemahaman biologi dan keterampilan proses ilmiah erat kaitannya dengan penerapan pendekatan pembelajaran berbasis lingkungan sekolah selama proses implementasi. Kegiatan observasi langsung terhadap flora dan fauna di sekitar sekolah memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengonstruksi konsep keanekaragaman hayati melalui pengalaman empiris dan interaksi nyata dengan objek pembelajaran. Strategi ini sejalan dengan kerangka praktik sains yang menempatkan keterlibatan aktif dalam penyelidikan, pengolahan data, dan komunikasi ilmiah sebagai fondasi pembelajaran sains yang bermakna (National Research Council, 2012; Padilla, 2016). Ditinjau dari sudut pandang konstruktivisme, pengalaman autentik tersebut memfasilitasi peserta didik dalam menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan awal yang telah dimiliki, sehingga pemahaman konseptual menjadi lebih kuat dan mendalam (Mayer, 2020). Di samping itu, pembelajaran berbasis lingkungan turut mendukung pengembangan kesadaran akan keberlanjutan dan tanggung jawab ekologis sebagaimana diamanatkan dalam kerangka Education for Sustainable Development (UNESCO, 2017), karena peserta didik tidak sekadar memahami biodiversitas secara teoretis, tetapi juga merefleksikan pentingnya pelestarian lingkungan di sekitar mereka.

Temuan ini menegaskan bahwa efektivitas media digital dalam pembelajaran biologi akan semakin optimal apabila diintegrasikan dengan konteks nyata yang dekat dengan pengalaman belajar peserta didik. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa e-modul berbasis potensi lokal atau konteks lingkungan mampu meningkatkan hasil belajar dan literasi sains melalui pengalaman belajar yang autentik dan kontekstual (Azmi *et al.*, 2023; Remindima *et al.*, 2024; Lasih *et al.*, 2025). Dalam penelitian ini, E-Modul tidak hanya berperan sebagai media penyajian materi secara visual dan interaktif, tetapi juga sebagai perangkat yang memfasilitasi aktivitas ilmiah terstruktur, mulai dari observasi lapangan, analisis potensi serta ancaman biodiversitas, hingga perumusan rencana aksi pelestarian berbasis data. Sinergi antara flipbook digital dan eksplorasi lingkungan sekolah memberikan dampak pembelajaran yang lebih menyeluruh dibandingkan e-modul yang hanya menekankan aspek interaktivitas visual (Fatahilla *et al.*, 2024; Dwianggreni *et al.*, 2025). Kombinasi tersebut memperkuat proses konstruksi pengetahuan sekaligus mendorong perkembangan praktik ilmiah peserta didik secara sistematis dan berkelanjutan.

Oleh karena itu, implementasi E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan dapat direkomendasikan sebagai alternatif strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman biologi dan keterampilan proses ilmiah peserta didik di tingkat SMA. Pemanfaatan lingkungan sekolah sebagai sumber belajar autentik mempertegas fungsi media digital sebagai sarana konstruksi pengetahuan dan penguatan praktik sains, bukan sekadar alat bantu presentasi materi. Pendekatan ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dengan konteks lingkungan nyata merupakan model pembelajaran yang relevan untuk memperkuat kompetensi ilmiah sekaligus menumbuhkan kesadaran keberlanjutan pada jenjang pendidikan menengah (National Research Council, 2012; UNESCO, 2017; Remindima *et al.*, 2024).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman biologi dan keterampilan proses ilmiah peserta didik kelas X SMA Negeri 21 Medan. Implementasi modul yang mengintegrasikan kegiatan observasi langsung di lingkungan sekolah memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan hasil belajar secara signifikan, sekaligus mendorong perkembangan keterampilan ilmiah melalui aktivitas pengamatan, analisis data, dan komunikasi temuan secara terstruktur. Hasil ini menunjukkan bahwa perpaduan antara media digital interaktif dan konteks lingkungan autentik mampu menciptakan pembelajaran biologi yang lebih kontekstual, bermakna, dan berbasis pengalaman nyata. Dengan demikian, E-Modul Flipbook berbasis lingkungan layak direkomendasikan sebagai alternatif media pembelajaran yang relevan untuk mendukung pelaksanaan Kurikulum Merdeka serta penguatan kompetensi ilmiah abad ke-21.

REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menguji efektivitas E-Modul Flipbook berbasis lingkungan pada sampel yang lebih luas dan beragam, termasuk sekolah dengan karakteristik lingkungan berbeda, guna memperkuat generalisasi temuan. Penggunaan desain eksperimen dengan kelompok kontrol juga direkomendasikan untuk meningkatkan validitas internal. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mengkaji dampak jangka panjang penggunaan modul terhadap literasi lingkungan dan

kompetensi ilmiah peserta didik serta mengembangkan evaluasi berbasis proyek yang lebih berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada SMA Negeri 21 Medan yang telah memberikan izin dan dukungan selama pelaksanaan penelitian. Apresiasi juga disampaikan kepada peserta didik kelas X yang berpartisipasi aktif dalam pembelajaran serta kepada para validator ahli yang telah memberikan masukan konstruktif dalam penyempurnaan E-Modul Flipbook Keanekaragaman Hayati berbasis lingkungan. Dukungan dan kontribusi berbagai pihak tersebut sangat membantu kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, 241, 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Azmi, N., Ngabekti, S., & Rahayuningsih, M. (2023). Development of biodiversity e-module based on local potentials to train science literacy of high school students. *Journal of Innovative Science Education*, 12(2), 237–244.
- Azmi, R., Hidayati, N., & Pratama, A. (2023). Development of environment-based biology e-modules to improve students' environmental literacy. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 9(2), 145–156.
- Chumairoh, K., Atiqoh, A., & Rohman, U. (2025). Pengembangan e-modul interaktif berbasis ICT Flip HTML 5 pada mata pelajaran informatika. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(2), 1776–1784.
- Dwianggreni, L. K. S., Sutajaya, I. M., & Bestari, I. A. P. (2025). Pengembangan media flipbook ekologi dan keanekaragaman hayati bermuatan socio-scientific issues. *Wahana Matematika dan Sains*, 19(2).
- Fajriani, D., Suryanda, A., & Lestari, I. (2022). The effectiveness of interactive e-modules in improving students' conceptual understanding in biology learning. *Journal of Biology Education*, 11(3), 201–210.
- Fatahilla, M. R., Maulana, H., & Prasetyo, A. (2024). Pengembangan e-modul interaktif berbasis Canva dan Heyzine Flipbook pada materi perkembangan tumbuhan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 13(1), 14–25.
- Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice* (2nd ed.). Teachers College Press.
- Gladys, M., & Fitri, R. (2024). Contextual digital learning media on biodiversity topics to enhance students' conceptual understanding. *Jurnal Inovasi Pendidikan Biologi*, 5(1), 12–21.
- Hasanah, U., & Wahyuni, S. (2023). Quasi-experimental study on digital module implementation in biology classroom. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 2100–2108.
- Lasih, V. M. M. R., Rambitan, A., Herliani, E. T., & Daniel. (2025). Development of biology teaching modules on biodiversity material based on regional potential to improve literacy skills of grade X students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(3), 769–776.
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

- Molenda, M. (2015). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 54(2), 40–42.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- Nurhadiani, S., Wahyuni, S., & Putra, R. (2020). Students' science process skills on biodiversity material in senior high school. *Jurnal Pendidikan Sains*, 8(2), 89–97.
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Padilla, M. J. (2016). The science process skills. *Research Matters—To the Science Teacher*, 9004, 1–4.
- Partnership for 21st Century Skills. (2015). *Framework for 21st century learning*. P21.
- Pratama, R., & Hidayati, N. (2023). The impact of flipbook-based digital learning media on students' conceptual understanding in biology. *International Journal of Instruction*, 16(2), 345–360.
- Putri, A. D., & Sari, M. (2024). Inquiry-based e-module to improve scientific reasoning and biology achievement. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 17(1), 45–56.
- Rahmawati, Y., & Kurniawan, A. (2020). Contextual science learning to improve students' scientific process skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 223–232.
- Ramanda, E. S., Yogica, R., Ristiono, & Selaras, G. H. (2023). Validitas e-modul interaktif bermuatan pendekatan kontekstual pada materi ekosistem untuk peserta didik SMA. *BIODIK*, 9(2), 425–436.
- Ramanda, R., Sari, M., & Anwar, Y. (2023). Development of flipbook-based biology e-module to improve learning outcomes. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(1), 55–64.
- Remindima, F. N. L., Al-Muhdhar, M. H. I., & Suhadi, S. (2024). Pengembangan e-module keanekaragaman hayati bermuatan potensi lokal berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa SMA. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(2), 2145–2158.
- Remindima, R., Sutrisno, S., & Kurniawan, D. (2024). Local potential-based e-module to enhance environmental literacy in high school biology. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 17(1), 33–42.
- Rezba, R. J., Sprague, C., McDonnough, J., & Matkins, J. (2015). *Learning and assessing science process skills* (6th ed.). Kendall Hunt Publishing.
- Sari, D. P., & Lestari, I. (2022). The effectiveness of interactive e-module in improving students' biology learning outcomes. *Journal of Science Education Research*, 6(3), 215–224.
- Septia, A. E., Hamidah, A., & Sadikin, A. (2024). Pengembangan e-modul interaktif berbasis case study pada materi sistem sirkulasi darah untuk siswa kelas XI SMA. *PENDIPA: Journal of Science Education*, 8(3), 440–448.
- Septia, N., Rahmawati, L., & Putri, D. (2024). Contextual flipbook e-module in biodiversity learning: Validity and practicality study. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 16(2), 120–130.
- Suarsana, I. M., & Mahayukti, G. A. (2013). Pengembangan e-modul berorientasi pemecahan masalah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(2), 193–200.
- Sutiwi, S., Maasawet, E. T., Masruhim, M. A., Usman, U., & Herliani, A. (2025). Development of biodiversity encyclopedia based on flipbook to improve student learning outcomes in senior high school. *Journal of Research in Science Education*.

- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Utami, S., & Prasetyo, Z. K. (2021). Environmental-based learning to enhance students' scientific literacy and environmental awareness. *Journal of Baltic Science Education*, 20(4), 615–628.
- Widoyoko, E. P. (2012). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Pustaka Pelajar.