



Pengembangan dan Validasi Isi Modul Elektronik terkait Tanaman Obat untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan pada Jenjang Sekolah Menengah Atas

Endang Sri Lestari^{1✉}, Harry Affandy²

Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia¹

Universitas Indonesia Mandiri, Lampung, Indonesia²

e-mail : srilestariendang99@gmail.com¹, harryaffandy@uimandiri.ac.id²

Abstrak

Rendahnya literasi lingkungan siswa menunjukkan perlunya bahan ajar kontekstual yang mengaitkan pembelajaran Biologi dengan potensi hayati lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi konten modul elektronik (e-module) berbasis tanaman obat untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa. Studi ini mengisi kesenjangan penelitian karena masih terbatasnya bahan ajar digital yang secara khusus mengintegrasikan tanaman obat dengan pengembangan literasi lingkungan yang tervalidasi secara sistematis. Penelitian ini menggunakan desain research and development yang meliputi tahap perancangan e-module, validasi oleh tujuh ahli biologi dan tanaman obat menggunakan indeks Aiken's V, serta uji coba pada 66 siswa sekolah menengah atas. Hasil validasi menunjukkan bahwa tiga belas aspek konten memenuhi kriteria validitas yang baik ($V \geq 0,76$) pada tingkat kepercayaan 95%. Uji efektivitas menunjukkan peningkatan signifikan pada *environmental knowledge*, *environmental values*, dan *environmental attitudes* siswa ($p < 0,001$). Kelompok kontrol tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Selain itu, e-module membantu siswa mengaitkan konsep Biologi dengan pemanfaatan sumber daya hayati secara berkelanjutan. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi pengetahuan tanaman obat ke dalam e-module Biologi digital yang tervalidasi, secara khusus dirancang untuk mengembangkan berbagai dimensi literasi lingkungan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa e-module berbasis tanaman obat yang tervalidasi efektif mendukung pengembangan literasi lingkungan sekaligus mendorong inovasi pembelajaran berbasis teknologi.

Kata Kunci: pengembangan, kualitas pendidikan, tanaman obat, literasi lingkungan, bahan ajar digital.

Abstract

The current low level of students' environmental literacy highlights the need for contextual teaching materials that connect biology learning with indigenous knowledge. The study aimed to develop and validate the content of a medicinal plant-based e-module to enhance students' environmental literacy. The study addresses a research gap, as digital teaching materials that specifically integrate medicinal plants with the systematically validated development of environmental literacy remain limited. This study employed a research and development design consisting of the e-module design phase, validation by seven experts in biology and medicinal plants using Aiken's V index, and a pilot test involving 66 high school students. The validation results indicated that thirteen content aspects met the criteria for good validity ($V \geq 0.76$) at the 95% confidence level. The effectiveness test revealed significant improvements in students' environmental knowledge, environmental values, and environmental attitudes ($p < 0.001$), while the control group showed no significant improvement. Moreover, the e-module helped students connect conceptual understanding of biology with the sustainable use of biological resources. The novelty of the research resides in the integration of medicinal plant knowledge into a validated digital Biology e-module, specifically designed to develop multiple dimensions of environmental literacy. The findings indicate that the validated medicinal plant-based e-module effectively supports the development of environmental literacy while promoting innovation in technology-enhanced learning.

Keywords: Development, education quality, medicinal plants, environmental literacy, digitized teaching.

Copyright (c) 2026 Endang Sri Lestari, Harry Affandy

✉ Corresponding author :

Email : srilestariendang99@gmail.com

DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v8i1.8911>

ISSN 2656-8063 (Media Cetak)

ISSN 2656-8071 (Media Online)

PENDAHULUAN

Literasi lingkungan siswa di Indonesia masih menunjukkan capaian yang belum optimal. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa siswa belum mampu mengaitkan konsep sains dengan permasalahan lingkungan nyata di sekitarnya (Febriani et al., 2020; Suwandi et al., 2019; Wilujeng et al., 2019)). Padahal, pembelajaran Biologi memiliki peran strategis dalam membangun pemahaman tentang interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya serta menumbuhkan kepedulian terhadap keberlanjutan lingkungan (Børresen et al., 2023). Ketidakterhubungan antara materi di kelas dan konteks lingkungan sehari-hari menyebabkan pembelajaran kurang bermakna dan berdampak pada rendahnya literasi lingkungan siswa.

Kondisi tersebut tidak terlepas dari karakteristik pembelajaran yang masih menekankan penguasaan konsep secara teoretis dengan minimnya pengaitan pada isu lingkungan lokal. Proses pembelajaran juga cenderung menekankan penguasaan konsep secara teoretis tanpa diikuti eksplorasi penerapan dalam situasi nyata. Selain itu, ketersediaan sumber belajar yang mengintegrasikan konten Biologi dengan permasalahan lingkungan lokal masih terbatas (Arruzza et al., 2023). Akibatnya, perkembangan pengetahuan, nilai, dan sikap siswa terhadap lingkungan belum terbentuk secara seimbang.

Pemanfaatan bahan ajar digital menjadi salah satu peluang untuk menjawab tantangan tersebut. Modul elektronik (e-modul) memungkinkan penyajian materi secara lebih kontekstual, visual, dan interaktif sehingga dapat membantu siswa memahami hubungan antara konsep Biologi dan isu lingkungan. Fleksibilitas akses juga memberi kesempatan kepada siswa untuk belajar secara mandiri dan mendalam. Namun, sebagian besar pengembangan e-modul Biologi masih fokus pada penguasaan konsep kognitif umum dan belum dirancang secara khusus untuk mengembangkan literasi lingkungan secara utuh, terlebih yang terintegrasi dengan potensi hayati lokal (Arif & Changxiao, 2022).

Salah satu konteks yang potensial namun belum banyak dimanfaatkan dalam pengembangan bahan ajar adalah tanaman obat. Tanaman obat tidak hanya berkaitan dengan keanekaragaman hayati, tetapi juga mencerminkan keterkaitan antara pengetahuan lokal, pemanfaatan sumber daya alam, dan upaya pelestarian lingkungan (Al-Muhdhar et al., 2021). Mengintegrasikan topik tanaman obat dalam pembelajaran Biologi dapat membantu siswa memahami nilai ekologis dan sosial dari sumber daya hayati di sekitarnya (Kuswendi & Arga, 2020). Meskipun demikian, bahan ajar digital yang secara khusus mengaitkan tanaman obat dengan pengembangan literasi lingkungan masih sangat terbatas, baik dari segi konten yang terstruktur maupun dari segi validasi ilmiahnya (Grayson et al., 2022). Integrasi tanaman obat dalam pembelajaran Biologi berpotensi membantu siswa memahami nilai ekologis, sosial, dan keberlanjutan sumber daya hayati di sekitarnya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan e-modul atau bahan ajar digital berbasis lingkungan. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya belum mengintegrasikan tanaman obat sebagai konteks pembelajaran yang sistematis, belum memvalidasi konten secara komprehensif melalui penilaian ahli, dan belum secara simultan menguji efektivitas bahan ajar terhadap tiga dimensi literasi lingkungan, yaitu pengetahuan, nilai, dan sikap. Dengan demikian, masih terdapat celah penelitian dalam pengembangan bahan ajar digital Biologi yang kontekstual, tervalidasi secara ilmiah, dan teruji efektivitasnya dalam membangun literasi lingkungan secara menyeluruh.

Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi e-modul Biologi berbasis tanaman obat serta menguji efektivitasnya dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa sekolah menengah atas. Secara teoretis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan integrasi potensi hayati lokal dalam pembelajaran Biologi untuk membangun literasi lingkungan. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan menjadi rujukan dalam pengembangan bahan ajar digital yang kontekstual, relevan, dan mendukung pendidikan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Untuk merancang e-modul Biologi yang dapat secara efektif meningkatkan literasi lingkungan siswa, khususnya dalam konteks tanaman obat, langkah awal adalah melakukan tinjauan literatur yang komprehensif melalui berbagai database ilmiah terkemuka seperti *IEEE Xplore*, *ScienceDirect*, *Eric*, *Springer*, *Scopus*, *ProQuest*, *Wiley International Science*, dan *Taylor and Francis*. Dalam tinjauan literatur, kata kunci yang digunakan mencakup istilah-istilah seperti "e-modul biologi", "literasi lingkungan", dan "tanaman obat" guna mengidentifikasi artikel-artikel terbaru dan relevan. Tujuannya adalah untuk mengumpulkan informasi terkini dan terpercaya terkait dengan pengembangan e-modul Biologi yang fokus pada literasi lingkungan dengan penekanan pada pengetahuan tentang tanaman obat.

Validasi

Proses validasi ahli dalam menilai e-modul menggunakan skala Likert empat poin, di mana setiap ahli diminta untuk memberikan penilaian terhadap berbagai aspek dengan rentang penilaian yang terdefinisi secara jelas. Skala penilaian yang digunakan adalah sebagai berikut: 1 yang menunjukkan "tidak relevan", 2 untuk "kurang relevan", 3 untuk "relevan", dan 4 yang menyatakan "sangat relevan". Setiap ahli, dengan landasan pengetahuannya dalam bidang Ilmu Pengetahuan Alam dan pembelajaran Biologi, akan mengevaluasi aspek-aspek tertentu dalam e-modul, mulai dari konten, presentasi informasi, keakuratan, keterbacaan, hingga keterkaitan dengan literasi lingkungan dan topik tanaman obat. Proses validasi yang diadopsi menggunakan aspek-aspek yang telah diadaptasi dari Penilaian Buku Teks Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) tahun 2012.

Pengujian e-Modul

Pengujian efektivitas e-modul Biologi dilakukan melalui pendekatan kuasi-eksperimen dengan desain kelompok kontrol *pre-test* dan *post-test*. Desain *pre-test* dan *post-test* digunakan untuk membandingkan perubahan literasi lingkungan siswa sebelum dan sesudah pembelajaran pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Sebanyak 66 siswa sekolah menengah atas berpartisipasi secara sukarela. Kedua kelompok diberikan *pre-test* untuk mengukur kondisi awal literasi lingkungan, dan kelompok eksperimen selanjutnya mengikuti *post-test* setelah pembelajaran menggunakan e-modul yang dikembangkan. Kelompok eksperimen menggunakan e-modul Biologi berbasis tanaman obat yang dirancang untuk meningkatkan literasi lingkungan secara kontekstual dan interaktif, sedangkan kelompok kontrol menggunakan bahan ajar Biologi yang umum digunakan di sekolah tanpa integrasi khusus konteks tanaman obat. Kedua kelompok diajar oleh pendidik yang sama dalam kondisi pembelajaran yang setara untuk meminimalkan pengaruh variabel luar. Dengan demikian, perbedaan hasil belajar antara kedua kelompok dapat lebih mencerminkan dampak penggunaan e-modul yang dikembangkan.

Analisis Data

Tanggapan yang diberikan oleh forum ahli yang menggunakan skala Likert dengan empat kategori dievaluasi melalui analisis koefisien validitas isi dengan menggunakan persamaan statistik Aiken V (Aiken, 1985). Metode Aiken V, sebagai teknik statistik yang digunakan dalam penelitian untuk menilai konsistensi dan validitas respons, membantu mengukur tingkat kesesuaian dan konsistensi pandangan ahli terhadap setiap pernyataan atau aspek yang dievaluasi dalam e-modul. Data hasil pilot testing dianalisis menggunakan uji *paired-samples t-test* pada tingkat signifikansi 0,05 untuk mengidentifikasi perbedaan skor literasi lingkungan siswa sebelum dan sesudah intervensi dalam kelompok yang sama. Uji *paired-samples t-test* dipilih karena sesuai untuk membandingkan dua pengukuran berpasangan dari subjek yang sama pada waktu berbeda. Nilai $p < 0,05$ diinterpretasikan sebagai adanya peningkatan yang signifikan secara statistik setelah penggunaan e-modul.

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Sejumlah besar teks e-modul biologi dan literatur kontemporer telah disaring dan diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul biologi telah terbukti efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa pada berbagai topik (Arif & Changxiao, 2022; Suryanti et al., 2018; Suryawati et al., 2020). Namun, hasil telaah pustaka dalam menegaskan bahwa belum ditemukan studi yang secara spesifik mengembangkan e-modul Biologi dengan konteks utama tanaman obat sekaligus menargetkan penguatan literasi lingkungan secara multidimensi. Sebagian penelitian memang telah mengaitkan pembelajaran Biologi dengan isu lingkungan atau potensi lokal, tetapi belum mengombinasikan konteks tanaman obat, validasi konten berbasis ahli, dan pengujian efektivitas terhadap pengetahuan, nilai, dan sikap lingkungan secara terintegrasi.

Berdasarkan hasil penelusuran literatur, kemudian disusun draft e-modul yang kemudian dilakukan proses validasi. Sebanyak tujuh ahli yang memiliki kualifikasi dan keahlian yang relevan telah terlibat dalam proses validasi e-modul biologi yang bertujuan meningkatkan literasi lingkungan siswa. Analisis validitas konten dalam e-modul Biologi, dilakukan menggunakan indeks Aiken (V) (Aiken, 1985). Indeks Aiken (V) digunakan untuk mengevaluasi konsistensi dan kesepakatan antara panel ahli terkait dengan validitas dari berbagai aspek dalam e-modul Biologi. Hasil validitas isi e-Modul disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Validitas Isi e-Modul berdasarkan Penilaian Ahli

	<i>M (SD)</i>	Aiken V	CI95
<i>Content Coverage</i>	3,43 (0,53)	0,810	[0,600 ; 0,923]
<i>Content Accuracy</i>	3,48 (0,55)	0,827	[0,621 ; 0,933]
<i>Contextual</i>	3,64 (0,51)	0,921	[0,737 ; 0,975]
<i>Technical Presentation</i>	3,57 (0,50)	0,857	[0,656 ; 0,948]
<i>Support of Material Presentation</i>	3,50 (0,57)	0,833	[0,627 ; 0,937]
<i>Learning delivery</i>	3,57 (0,52)	0,857	[0,655 ; 0,949]
<i>Suitable for the students' development</i>	3,57 (0,53)	0,857	[0,654 ; 0,950]
<i>Communicative</i>	3,57 (0,51)	0,857	[0,655 ; 0,948]
<i>Dialogical and interactive</i>	3,57 (0,53)	0,857	[0,654 ; 0,950]
<i>Straightforward</i>	3,50 (0,53)	0,833	[0,627 ; 0,937]
<i>Coherence and orderliness of thought</i>	3,50 (0,53)	0,833	[0,627 ; 0,937]
<i>Conformity with correct Indonesian language rules</i>	3,50 (0,53)	0,833	[0,627 ; 0,937]
<i>Use of terminology and symbols/signs</i>	3,57 (0,53)	0,857	[0,654 ; 0,950]

Abbreviations: M = Mean; SD = Standard deviation; CI95 = 95% confidence interval

Hasil dari validasi menggunakan indeks Aiken V pada berbagai aspek dalam e-modul Biologi untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa, terutama terfokus pada topik tanaman obat, menunjukkan hasil yang bervariasi dengan interval kepercayaan 95% (lihat Tabel 1). Hasil validasi memberikan keyakinan bahwa aspek-aspek dalam e-modul memiliki tingkat validitas yang tinggi sesuai dengan koefisien Aiken V yang diperoleh. Nilai indeks Aiken V antara berbagai aspek yang dievaluasi. Sebagai contoh, aspek *content coverage* memperoleh skor V = 0,810 (CI95 [0,600 ; 0,923]), menunjukkan nilai indeks Aiken V yang terendah di antara aspek lainnya. Sementara itu, aspek *contextual* mencatat skor V = 0,921 (CI95 [0,737 ; 0,975]) dengan nilai indeks Aiken V tertinggi. Meskipun aspek *content coverage* memiliki nilai indeks Aiken V yang relatif rendah, hasil ini masih memenuhi standar yang ditetapkan dalam indeks Aiken V dengan melibatkan validasi oleh tujuh ahli, di mana semua aspek yang dievaluasi memiliki nilai $V \geq 0,76$.

Temuan penelitian memperkuat studi sebelumnya yang menekankan pentingnya validasi konten dalam pengembangan bahan ajar digital, namun penelitian saat ini memberikan kontribusi tambahan melalui

penekanan pada kesesuaian konteks lokal (tanaman obat) dengan tujuan pembentukan literasi lingkungan. Skor tertinggi pada aspek kontekstual mengindikasikan bahwa integrasi tanaman obat dinilai relevan dan bermakna oleh para ahli. Studi sebelumnya telah melaporkan serangkaian penelitian serupa yang menunjukkan tingkat peningkatan yang signifikan dalam literasi lingkungan (Suwandi et al., 2019), terutama dalam tiga aspek kunci: (1) pengetahuan lingkungan (Despotovic et al., 2021), (2) nilai-nilai terkait lingkungan (Blessing & Igbokwe, 2012), dan (3) sikap terhadap isu-isu lingkungan (Bybee, 2008), yang dihasilkan dari penggunaan e-modul biologi. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan penelitian (misalnya, (Febriani et al., 2020; Suwandi et al., 2019; Wilujeng et al., 2019)) menyuguhkan bukti bahwa e-modul biologi memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan pemahaman siswa mengenai isu-isu lingkungan, mengembangkan kesadaran terhadap nilai-nilai penting terkait lingkungan, serta membentuk sikap yang lebih responsif dan peduli terhadap lingkungan. Temuan-temuan penelitian sebelumnya menegaskan bahwa penggunaan e-modul memiliki potensi dalam memperkaya proses pembelajaran, membantu siswa untuk lebih memahami, menginternalisasi, dan mengadopsi sikap yang lebih positif terhadap masalah-masalah lingkungan yang kompleks.

Evaluasi terhadap efektivitas e-modul biologi yang telah dikembangkan, dilakukan uji coba terbatas (*pilot test*). Sebanyak enam puluh enam siswa dengan sukarela berpartisipasi dalam penelitian, kemudian secara acak ditempatkan ke dalam dua kelompok yang berbeda, yaitu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Hasil uji coba terbatas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Coba Terbatas

Aspek	E-Module (N=33)				Control group (N=33)			
	Pre scores M (SD)	Post score M (SD)	t	p	Pre scores M (SD)	Post score M (SD)	t	p
<i>Environmental Knowledge</i>	21,90 (2,57)	24,78 (2,43)	5,37	0,000	21,24 (2,31)	22,18 (2,22)	2,27	0,58
<i>Environmental Value</i>	26,24 (2,12)	28,54 (2,35)	7,30	0,000	25,57 (2,35)	25,66 (1,47)	0,20	0,84
<i>Environmental Attitudes</i>	25,21 (1,89)	27,78 (1,63)	5,27	0,000	24,45 (2,41)	25,54 (2,10)	2,07	0,64

Hasil pengujian pada kelompok eksperimen yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam penerapan e-modul Biologi terhadap tiga aspek literasi lingkungan, yaitu *environmental knowledge*, *environmental value*, dan *environmental attitudes*. Analisis data menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada tingkat pengetahuan lingkungan ($t = 5,37; p < .05$), nilai lingkungan ($t = 7,30; p < .05$), dan sikap lingkungan ($t = 5,27; p < .05$) setelah penggunaan e-modul. Perbedaan signifikan menandakan bahwa penerapan e-modul Biologi berperan dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang isu-isu lingkungan, meningkatkan nilai-nilai yang berkaitan dengan lingkungan, serta mempengaruhi sikap siswa terhadap lingkungan secara keseluruhan. Temuan penelitian menegaskan bahwa e-modul Biologi memiliki pengaruh yang positif dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa pada ketiga aspek yang dievaluasi. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang umumnya melaporkan peningkatan pada aspek pengetahuan saja, temuan ini memperluas bukti empiris bahwa e-modul kontekstual juga berdampak pada dimensi afektif, yaitu nilai dan sikap lingkungan (Wahyudyawati & Amin, 2021). Penggunaan teknologi dan sumber daya digital yang terstruktur dalam e-modul memiliki potensi untuk menyajikan informasi dengan cara yang lebih menarik (Khoiriza et al., 2021), terintegrasi (Wahyudyawati & Amin, 2021), dan seringkali

lebih dapat diakses (Fitakurahmah et al., 2020), yang pada gilirannya memfasilitasi proses pembelajaran siswa secara lebih efektif dalam hal peningkatan pengetahuan mereka tentang lingkungan (Weber et al., 2014). Oleh karena itu, temuan penelitian ini menjadi tambahan bukti yang mendukung pentingnya integrasi teknologi, khususnya e-modul, dalam mendukung peningkatan literasi lingkungan siswa, terutama dalam aspek pengetahuan lingkungan.

Hasil pengujian pada kelompok eksperimen menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam literasi lingkungan, khususnya pada aspek nilai lingkungan ($t=7,30$; $p < .05$), setelah penerapan e-modul sebagai intervensi. Perbedaan signifikan ini menunjukkan bahwa melalui penggunaan e-modul, terjadi peningkatan yang substansial dalam pemahaman siswa terkait dengan nilai-nilai yang berkaitan dengan lingkungan. Sementara itu, pada kelompok kontrol, hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam literasi lingkungan saat menggunakan modul biologi konvensional pada aspek nilai lingkungan ($t=0,20$; $p > .05$). Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan modul biologi konvensional tidak menghasilkan perubahan yang signifikan dalam pemahaman siswa terkait nilai-nilai lingkungan. Perbandingan antara kedua kelompok ini menggarisbawahi perbedaan signifikan dalam dampak antara penggunaan e-modul yang dikembangkan dengan metode konvensional, menunjukkan bahwa e-modul memiliki keunggulan dalam meningkatkan pemahaman siswa terkait nilai-nilai lingkungan. Temuan penelitian sejalan dengan hasil studi sebelumnya yang menegaskan bahwa penggunaan e-modul biologi memiliki dampak yang signifikan pada aspek pengetahuan lingkungan siswa (Suryanti et al., 2018). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa e-modul memiliki peran yang besar dalam meningkatkan pemahaman siswa terkait isu-isu lingkungan (Al-Muhdhar et al., 2021; Arif & Changxiao, 2022; Fitriani et al., 2020).

Hasil pengujian pada kelompok eksperimen mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan dalam literasi lingkungan, terutama pada aspek pengetahuan lingkungan ($t=5,37$; $p < .05$), setelah intervensi menggunakan e-modul. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan e-modul mampu secara signifikan meningkatkan pemahaman siswa mengenai isu-isu lingkungan, khususnya dalam hal pengetahuan lingkungan. Namun, pada kelompok kontrol, hasil pengujian tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam literasi lingkungan saat menggunakan modul biologi konvensional pada aspek sikap lingkungan ($t=2,07$; $p > .05$). Temuan penelitian menggambarkan bahwa modul biologi konvensional yang digunakan pada kelompok kontrol tidak memberikan perubahan yang signifikan dalam pemahaman siswa terkait sikap lingkungan. Perbandingan hasil penelitian menyoroti perbedaan dalam dampak antara penggunaan e-modul yang dikembangkan dengan metode konvensional, menunjukkan bahwa e-modul memiliki keunggulan dalam meningkatkan pemahaman siswa, khususnya dalam aspek pengetahuan lingkungan.

Temuan penelitian sejalan dengan hasil studi sebelumnya yang menegaskan bahwa penggunaan e-modul biologi memiliki dampak yang signifikan pada aspek sikap lingkungan siswa (Bybee, 2008). Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa e-modul memberikan kontribusi yang besar dalam meningkatkan sikap siswa terhadap isu-isu lingkungan (Blessing & Igbokwe, 2012; Febriani et al., 2020). Hasil penelitian mendukung temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa e-modul menjadi alat yang efektif dalam mempengaruhi sikap siswa terkait isu-isu lingkungan. Penggunaan teknologi digital dalam e-modul memungkinkan penyajian informasi dengan cara yang menarik (Al-Muhdhar et al., 2021; Fitriani et al., 2020; Kuswendi & Arga, 2020), terstruktur (Calcagni et al., 2023; Zhang et al., 2023), dan mudah diakses (Grayson et al., 2022; Ng & Fergusson, 2019), yang secara efektif dapat mempengaruhi sikap siswa terkait isu-isu lingkungan (Arif & Changxiao, 2022; Suryanti et al., 2018; Suryawati et al., 2020). Oleh karena itu, temuan penelitian saat ini menambah bukti yang mendukung pentingnya penggunaan e-modul dalam mendukung perkembangan sikap siswa terhadap isu-isu lingkungan, khususnya dalam aspek sikap lingkungan.

Implikasi teoretis berdasarkan hasil penelitian memperkaya kerangka pembelajaran Biologi berbasis konteks dengan menunjukkan bahwa integrasi pengetahuan hayati lokal dapat menjadi strategi efektif untuk membangun literasi lingkungan yang holistik. Implikasi teoretis berdasarkan hasil penelitian memperkuat

gagasan bahwa literasi lingkungan tidak cukup dikembangkan melalui penyampaian konsep ekologis semata, tetapi perlu dihubungkan dengan praktik nyata pemanfaatan sumber daya hayati yang berkelanjutan. Sedangkan implikasi praktis dari penggunaan tanaman obat sebagai konteks pembelajaran memberikan dimensi keberlanjutan yang lebih konkret bagi siswa. Tanaman obat merepresentasikan hubungan langsung antara manusia, budaya lokal, dan konservasi keanekaragaman hayati, sehingga pembelajaran tidak berhenti pada pemahaman kognitif tetapi mengarah pada kesadaran ekologis yang relevan dengan kehidupan siswa. Dengan demikian, temuan penelitian memberikan perspektif baru bahwa bahan ajar digital berbasis potensi lokal dapat menjadi sarana strategis untuk mengintegrasikan pendidikan sains, kearifan lokal, dan pendidikan keberlanjutan secara simultan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa e-modul Biologi berbasis tanaman obat efektif meningkatkan literasi lingkungan siswa secara signifikan dibandingkan bahan ajar konvensional, mencakup tidak hanya aspek pengetahuan tetapi juga nilai dan sikap lingkungan. Temuan penelitian menegaskan bahwa integrasi potensi hayati lokal dalam bahan ajar digital mampu mendukung pengembangan literasi lingkungan secara lebih holistik. Hasil penelitian berkontribusi dengan menghadirkan model pengembangan e-modul yang tervalidasi oleh ahli, berlandaskan konteks tanaman obat, serta teruji efektivitasnya terhadap tiga dimensi literasi lingkungan secara simultan (melampaui studi sebelumnya yang umumnya terfokus pada ranah kognitif). Secara praktis, hasil penelitian memberikan rujukan bagi pendidik dan pengembang bahan ajar untuk merancang pembelajaran Biologi yang kontekstual, berbasis teknologi, dan terhubung dengan potensi lokal sebagai bagian dari upaya memperkuat pendidikan keberlanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients For Analysing Reliability And Validity Of Rating. *Educational And Psychological Measurement*, 45, 131–142. <https://doi.org/10.1177/07399863870092005>
- Al-Muhdhar, M. H. I., Basaroh, A. S., Prasetyo, T. I., Sumberartha, I. W., Mardiyanti, L., & Fanani, Z. (2021). Improvement Of Creative Thinking Skills And Environmental Literacy Through The E-Module Of Surrounding Nature Exploration. *Aip Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0043102>
- Arif, M., & Changxiao, L. (2022). Impacts Of Environmental Literacy On Ecological Networks In The Three Gorges Reservoir, China. *Ecological Indicators*, 145(April), 109571. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109571>
- Arruzza, E., Chau, M., & Kilgour, A. (2023). Problem-Based Learning In Medical Radiation Science Education: A Scoping Review. *Radiography*, 29(3), 564–572. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2023.03.008>
- Blessing, & Igbokwe, A. (2012). Environmental Literacy Assessment: Exploring The Potential For The Assessment Of Environmental Education/Programs In Ontario Schools. *International Journal For Cross-Disciplinary Subjects In Education*, 3(1), 648–656. <https://doi.org/10.20533/ijcdse.2042.6364.2012.0091>
- Børresen, S. T., Ulimboka, R., Nyahongo, J., Ranke, P. S., Skjaervø, G. R., & Røskoft, E. (2023). The Role Of Education In Biodiversity Conservation: Can Knowledge And Understanding Alter Locals' Views And Attitudes Towards Ecosystem Services? *Environmental Education Research*, 29(1), 148–163. <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2117796>
- Bybee, R. W. (2008). Scientific Literacy, Environmental Issues, And Pisa 2006: The 2008 Paul F-Brandwein Lecture. *Journal Of Science Education And Technology*, 17(6), 566–585. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9124-4>
- Calcagni, E., Ahmed, F., Trigo-Clapés, A. L., Kershner, R., & Hennessy, S. (2023). Developing Dialogic Classroom Practices Through Supporting Professional Agency: Teachers' Experiences Of Using The T-Seda Practitioner-Led Inquiry Approach. *Teaching And Teacher Education*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104067>
- Despotovic, J., Rodi, V., & Caracciolo, F. (2021). Farmers' Environmental Awareness: Construct Development, Measurement, And Use. *Journal Of Cleaner Production*, 295, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126378>

- 215 *Pengembangan dan Validasi Isi Modul Elektronik terkait Tanaman Obat untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan pada Jenjang Sekolah Menengah Atas - Endang Sri Lestari, Harry Affandy*
DOI : <https://doi.org/10.31004/edukatif.v8i1.8911>
- Febriani, R., Fariyah, U., & Nasution, N. E. A. (2020). Adiwiyata School: An Environmental Care Program As An Effort To Develop Indonesian Students' Ecological Literacy. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1563(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1563/1/012062>
- Fitakurahmah, N., Sambodo, R. A., Karyanto, P., Astorini, S., & Oetomo, D. (2020). The Implementation Of Discovery Learning-Based E-Module: Effectiveness Of Using Vee Diagram In Concept's Construction And Learning Achievement In Environmental Topics. *Advances In Social Science, Education And Humanities Research*, 432(Esic 2019), 27–31. <https://doi.org/10.2991/Assehr.K.200417.007>
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Al Muhdhar, M. H. I. (2020). Pblpoe: A Learning Model To Enhance Students' Critical Thinking Skills And Scientific Attitudes. *International Journal Of Instruction*, 13(2), 89–106. <https://doi.org/10.29333/Iji.2020.1327a>
- Grayson, K. L., Hilliker, A. K., & Wares, J. R. (2022). R Markdown As A Dynamic Interface For Teaching: Modules From Math And Biology Classrooms. *Mathematical Biosciences*, 349(May), 108844. <https://doi.org/10.1016/J.Mbs.2022.108844>
- Khoiriza, I., Aminatun, T., Pramusinta, W., & Hujatulatif, A. (2021). Science Learning And Environment: Analysis Of Student's Scientific Literacy Based On Indonesia's Waste Problem. *Proceedings Of The 6th International Seminar On Science Education*, 541(Isse 2020), 775–779. <https://doi.org/10.2991/Assehr.K.210326.111>
- Kuswendi, U., & Arga, H. S. P. (2020). Developing Primary School Students' Environmental Literacy By Utilizing Scraps. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(2), 198–215. <https://doi.org/10.17509/Mimbar-Sd.V7i2.26497>
- Ng, W., & Fergusson, J. (2019). Technology-Enhanced Science Partnership Initiative: Impact On Secondary Science Teachers. *Research In Science Education*, 49(1), 219–242. <https://doi.org/10.1007/S11165-017-9619-1>
- Suryanti, D., Sinaga, P., & Surakusumah, W. (2018). Improvement Of Students' Environmental Literacy By Using Integrated Science Teaching Materials. *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 306(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899x/306/1/012031>
- Suryawati, E., Suzanti, F., Zulfarina, Z., Putriana, A., & Febrianti, L. (2020). The Implementation Of Local Environmental Problem-Based Learning Student Worksheets To Strengthen Environmental Literacy. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 9(2), 169–178. <https://doi.org/10.15294/Jpii.V9i2.22892>
- Suwandi, S., Zainnuri, H., & Yunus, A. (2019). Ecological Literacy Values In Indonesian Language Textbook For Senior High School Students Published By Ministry Of Education And Culture. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1360(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1360/1/012006>
- Wahyudyawati, E., & Amin, M. (2021). The Effectiveness Of Guided Inquiry Learning E-Module Containing Research Result In Bioethanol Production From Water Hyacinth To Improve Student Environmental Literacy. *Aip Conference Proceedings*, 2330(1), 30027. <https://doi.org/10.1063/5.0043527>
- Weber, N. R., Strobel, J., Dyehouse, M. A., Harris, C., David, R., Fang, J., & Hua, I. (2014). First-Year Students' Environmental Awareness And Understanding Of Environmental Sustainability Through A Life Cycle Assessment Module. *Journal Of Engineering Education*, 103(1), 154–181. <https://doi.org/10.1002/Jee.20032>
- Wilujeng, I., Dwandaru, W. S. B., & Rauf, R. A. B. A. (2019). The Effectiveness Of Education For Environmental Sustainable Development To Enhance Environmental Literacy In Science Education: A Case Study Of Hydropower. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 8(4), 521–528. <https://doi.org/10.15294/Jpii.V8i4.19948>
- Zhang, X., Li, C., Hao, Z., & Liu, Y. (2023). Transcriptome Analysis Provides Insights Into Coumarin Biosynthesis In The Medicinal Plant *Angelica Dahurica* Cv. Yubaizhi. *Gene*, 888(March), 147757. <https://doi.org/10.1016/J.Gene.2023.147757>