

**PENGEMBANGAN *E-MODULE* PENDUKUNG PBL TERINTEGRASI
POTENSI LOKAL YOGYAKARTA PADA MATERI PERUBAHAN
LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN LITERASI LINGKUNGAN
DAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA**

Dumaris Taruli Artha Siahaan¹, Paidi²
Universitas Negeri Yogyakarta^{1,2}
dumaristaruli.2023@student.uny.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-module* pendukung *Problem Based Learning* (PBL) terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada materi perubahan lingkungan yang layak, praktis, dan efektif dalam meningkatkan literasi lingkungan serta kemandirian belajar siswa. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) dengan tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Subjek penelitian terdiri atas 72 siswa fase E di SMAN 1 Depok Sleman. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara guru biologi, analisis kebutuhan siswa, angket validasi ahli materi dan ahli media, angket kepraktisan guru dan siswa, tes literasi lingkungan, serta angket kemandirian belajar. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial melalui uji MANOVA dan uji korelasi bivariat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *e-module* yang dikembangkan memenuhi kriteria layak, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Penggunaan *e-module* berkontribusi terhadap peningkatan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa, serta menunjukkan adanya hubungan antara kedua variabel tersebut. Simpulan, *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta dapat digunakan sebagai bahan ajar yang mendukung peningkatan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa.

Kata Kunci: *E-Module*, Kemandirian Belajar, Literasi Lingkungan, *Problem Based Learning*, Potensi Lokal Yogyakarta

ABSTRACT

This study aimed to develop a Problem Based Learning (PBL)-supported e-module integrated with Yogyakarta local potential on environmental change materials that is valid, practical, and effective in improving students' environmental literacy and self-regulated learning. The method used was Research and Development (R&D) with stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The subjects of this study were 72 phase E students at SMAN 1 Depok Sleman. Data were collected through biology teacher interviews, student needs analysis, material and media expert validation questionnaires, practicality questionnaires for teachers and students, environmental literacy tests, and self-regulated learning

questionnaires. The data were analyzed using descriptive and inferential statistics through MANOVA and bivariate correlation tests. The results showed that the developed e-module met the criteria of validity, practicality, and effectiveness for learning implementation. The use of the e-module contributed to improving students' environmental literacy and self-regulated learning and demonstrated a relationship between both variables. In conclusion, the PBL-supported e-module integrated with Yogyakarta local potential can be used as teaching material to support the improvement of environmental literacy and students' self-regulated learning.

Keywords: *Environmental Literacy, Local Potential of Yogyakarta, PBL, Self-Regulated Learning, E-Module*

PENDAHULUAN

Tantangan abad ke-21 menuntut pendidikan menghasilkan individu yang memiliki keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, inovasi dan kreativitas, serta adaptif terhadap perkembangan teknologi dan isu global (Astuti et al., 2019). Program Merdeka Belajar yang dirancang Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menekankan kebebasan bagi guru dan siswa untuk berinovasi, mandiri, dan kreatif dalam menjawab tantangan tersebut (Izza et al., 2020). Untuk mencapai tujuan program pendidikan Merdeka Belajar yang berorientasi pada kebutuhan abad ke-21, diperlukan pemahaman terhadap isu lingkungan, kemampuan kemandirian belajar dalam pemanfaatan teknologi dan informasi, serta keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan inovatif (Hanipah, 2023). Menurut Kara et al. (2025), kurikulum pendidikan perlu dirancang agar mencakup beragam kompetensi, khususnya literasi lingkungan dan kemandirian belajar yang terintegrasi sesuai kebutuhan siswa. Oleh karena itu, penguasaan literasi lingkungan dan kemandirian belajar menjadi kompetensi penting yang perlu dikembangkan dalam proses pembelajaran.

Literasi lingkungan merupakan pemahaman seseorang tentang bagaimana aktivitas manusia memengaruhi lingkungan dan sumber daya alam (Nasution, 2021). Literasi lingkungan juga mencakup kemampuan memahami, menganalisis, dan mengambil informasi terkait isu-isu lingkungan. Dalam pembelajaran, siswa diharapkan memiliki kompetensi untuk mengembangkan pemahaman dan konsep mengenai lingkungan dalam kehidupan sehari-hari (Fidan & Ay, 2016). Kompetensi tersebut mencakup pengetahuan, kesadaran, dan perilaku yang berkaitan dengan kondisi lingkungan sekitar (Sari et al., 2021), sehingga diharapkan mampu meminimalkan atau menyelesaikan permasalahan lingkungan (Fitri & Hadiyanto, 2022).

Salah satu materi yang relevan untuk mengaitkan isu lingkungan dalam pembelajaran biologi adalah materi perubahan lingkungan pada fase E SMA. Materi ini dapat dioptimalkan melalui strategi pembelajaran yang terintegrasi

dengan konteks potensi lokal suatu daerah. Potensi lokal dapat menjadi sumber belajar sekaligus bahan ajar yang saling berkaitan (Situmorang, 2016). Integrasi potensi lokal penting dilakukan karena isu-isu lingkungan berkorelasi erat dengan kehidupan sehari-hari siswa (Ilma & Wijarini, 2018). Hal ini sejalan dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 yang menegaskan bahwa pengembangan kurikulum perlu dikaitkan dengan satuan pendidikan, potensi daerah, dan karakteristik peserta didik.

Potensi lokal merupakan kekayaan suatu daerah, seperti lingkungan, populasi, dan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar (Imtihana & Djukri, 2021). Salah satu bentuknya dapat diangkat melalui fenomena perubahan lingkungan. Aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup sering menimbulkan perubahan lingkungan, seperti pencemaran, pemanasan global, perubahan iklim, dan penurunan ketersediaan sumber daya alam (RIIEA, 2019). Perilaku manusia yang tidak ramah lingkungan juga berkontribusi terhadap berbagai masalah ekologis, seperti banjir, longsor, polusi, dan penurunan keanekaragaman hayati (Nastuti & Lelfita, 2020). Oleh karena itu, pembelajaran perlu mendorong kesadaran siswa terhadap pentingnya menjaga kelestarian lingkungan.

Pemahaman lingkungan yang baik dapat mendorong siswa lebih mandiri dalam mencari informasi dan solusi terhadap permasalahan lingkungan. Dalam hal ini, literasi lingkungan berkaitan erat dengan kemandirian belajar siswa. Kemandirian belajar merupakan proses belajar yang dilakukan siswa secara mandiri dalam mengatur waktu, tempat, strategi, dan sumber belajar yang digunakan (Tahar & Enceng, 2006). Siswa dengan tingkat kemandirian belajar tinggi mampu mengelola aktivitas belajar mulai dari perencanaan hingga evaluasi, serta lebih siap menghadapi berbagai persoalan nyata, termasuk isu lingkungan (Lestari et al., 2024).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru biologi di salah satu SMA di Yogyakarta, literasi lingkungan siswa masih tergolong rendah. Hal ini dipengaruhi kurangnya pembelajaran kontekstual, minimnya integrasi isu lingkungan berbasis potensi lokal, serta rendahnya kepedulian siswa terhadap lingkungan sekitar. Selain itu, pembelajaran yang masih berpusat pada guru dan penggunaan bahan ajar yang terbatas pada buku teks menyebabkan kemandirian belajar siswa belum berkembang optimal. Kondisi ini menunjukkan perlunya inovasi bahan ajar yang menarik, interaktif, dan kontekstual untuk mendukung peningkatan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah melalui pengembangan bahan ajar berbasis teknologi yang terintegrasi dengan potensi lokal. Selama ini bahan ajar yang digunakan cenderung bersifat umum dan belum merepresentasikan kekhasan daerah dalam pembelajaran. Padahal, perkembangan teknologi, termasuk pemanfaatan *smartphone*, membuka peluang besar untuk menghadirkan pembelajaran yang fleksibel dan berbasis digital (Masruroh & Agustina, 2021).

Salah satu bentuk bahan ajar yang dapat dikembangkan adalah *e-module*. *E-module* merupakan bahan ajar elektronik yang dirancang sistematis, interaktif, dan dapat diakses melalui berbagai perangkat digital (Watoni et al., 2022). Selain memuat materi, *e-module* dapat dikembangkan dengan multimedia seperti video, animasi, dan representasi visual yang mendukung pemahaman siswa (Resita & Ertikanto, 2018).

Agar pengembangan *e-module* lebih efektif, diperlukan integrasi dengan model pembelajaran yang sesuai. Salah satu model yang relevan adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model PBL memungkinkan siswa belajar melalui pemecahan masalah nyata, termasuk isu-isu lingkungan, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, literasi lingkungan, dan kemandirian belajar (Anita et al., 2020). Integrasi model PBL dalam *e-module* juga mendukung pembelajaran berpusat pada siswa (*student-centered learning*) dan mengurangi ketergantungan siswa pada guru (Nst et al., 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, pengembangan *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada materi perubahan lingkungan dipandang sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada integrasi tiga aspek sekaligus, yaitu *e-module* berbasis digital, model PBL, dan potensi lokal Yogyakarta sebagai konteks pembelajaran pada materi perubahan lingkungan. Integrasi ini belum banyak dikembangkan secara simultan, khususnya dengan fokus pada peningkatan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa. O

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri atas lima tahap, yaitu *analysis* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi), dan *evaluation* (evaluasi). Setiap tahap saling terhubung dan berperan dalam menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif.

Tahap *analysis* dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan guru biologi, penyebaran angket analisis kebutuhan siswa, analisis kurikulum, serta analisis instruksional untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran. Tahap *design* difokuskan pada perancangan *e-module* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang terintegrasi potensi lokal Yogyakarta. Selanjutnya, tahap *development* mencakup validasi kelayakan oleh ahli materi dan ahli media, serta uji kepraktisan oleh guru dan siswa pada uji coba terbatas, kemudian dilakukan revisi berdasarkan masukan yang diperoleh.

Tahap *implementation* dilaksanakan di SMA Negeri 1 Depok, Sleman pada siswa fase E dengan membagi subjek ke dalam kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen menggunakan *e-module* pendukung PBL berbasis potensi lokal, sedangkan kelas kontrol menggunakan buku biologi konvensional. Pengukuran

dilakukan melalui *pretest* dan *posttest* literasi lingkungan serta angket kemandirian belajar.

Tahap terakhir adalah *evaluation*, yang meliputi evaluasi formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilakukan secara berkelanjutan pada setiap tahap pengembangan untuk mengidentifikasi kelemahan dan melakukan perbaikan produk. Sementara itu, evaluasi sumatif dilakukan setelah produk dikembangkan untuk menilai sejauh mana *e-module* memenuhi tujuan pembelajaran dan kebutuhan pengguna. Tahap implementasi ini bertujuan menguji efektivitas *e-module* dalam meningkatkan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, angket, dan tes. Wawancara dan angket digunakan pada tahap awal untuk menggali persepsi dan kebutuhan pengguna terhadap produk yang dikembangkan, sedangkan tes digunakan untuk mengukur dampak penggunaan produk terhadap hasil belajar siswa.

Instrumen penelitian disusun sesuai tujuan pengumpulan data pada setiap tahap. Instrumen meliputi pedoman wawancara, angket analisis kebutuhan, dan kuesioner penilaian. Validitas produk diukur menggunakan lembar validasi ahli materi dan ahli media. Kepraktisan produk diukur melalui lembar implementasi pembelajaran serta angket kepraktisan guru dan siswa. Efektivitas produk diuji menggunakan instrumen tes literasi lingkungan yang dimodifikasi dari *National Environmental Literacy Assessment (NELA)* dan *North American Association for Environmental Education (NAAEE)*, serta angket kemandirian belajar yang diadaptasi dari Hidayati dan Listyani (2010).

Instrumen tes dan angket dikembangkan berdasarkan indikator literasi lingkungan dan kemandirian belajar. Literasi lingkungan diukur melalui tiga aspek, yaitu: (1) pengetahuan lingkungan (*knowledge*), (2) sikap peduli lingkungan (*attitude*), dan (3) perilaku (*behavior*). Adapun kemandirian belajar diukur melalui lima aspek, yaitu: (1) tidak bergantung pada orang lain, (2) inisiatif diri, (3) disiplin diri, (4) tanggung jawab, dan (5) percaya diri.

Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif, deskriptif kualitatif, dan inferensial. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk mengolah data hasil wawancara, analisis kebutuhan, serta komentar dan saran responden. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menghitung rata-rata skor atau persentase setiap indikator yang diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelayakan dan kepraktisan menurut Sugiyono (2019) sebagaimana disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Untuk menguji keefektifan produk, digunakan analisis statistik inferensial melalui uji MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*) dan uji korelasi bivariat. Analisis ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan produk terhadap literasi lingkungan dan kemandirian belajar secara simultan, serta hubungan antara kedua variabel tersebut.

Skor kelayakan produk dihitung berdasarkan nilai rata-rata dari seluruh skor penilaian menggunakan Persamaan (1).

$$M = \frac{\sum Fx}{N} \quad (1)$$

Penilaian kelayakan produk mengacu pada kriteria yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Produk

Rentang Skor	Kriteria Penilaian
$X \leq 3,1$	Sangat Valid
2,1 – 3,0	Valid
2,0 – 2,5	Cukup valid
$< 1,9$	Kurang valid

Tingkat kepraktisan produk yang dikembangkan dihitung berdasarkan rata-rata skor hasil penilaian menggunakan Persamaan (2).

$$M = \frac{\sum Fx}{N} \quad (2)$$

Penilaian kepraktisan produk mengacu pada kriteria yang tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan Produk

Nilai	Kriteria Penilaian
$3,25 \leq x \leq 4$	Sangat praktis
2,5 x 3,25	Praktis
$1,75 \leq x \leq 2,5$	Kurang praktis
$1 \leq x \leq 1,75$	Tidak praktis

Uji MANOVA dilakukan dengan melihat kriteria keputusan berdasarkan nilai *Pillai Trace*, *Roy's Largest Root*, *Wilk's Lambda*, dan *Lawley-Hotelling Trace* pada table multivariate test dengan ketentuan jika nilai $\text{Sig.} < \alpha$ (0,05) maka H_0 ditolak dan nilai signifikansi $\text{Sig.} > \alpha$ (0,05) maka H_0 diterima.

Uji korelasi bivariat digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel yakni literasi lingkungan dengan kemandirian belajar, jika uji korelasi mendapatkan nilai signifikansi $< 0,05$ maka menunjukkan hubungan antara literasi lingkungan dan kemandirian belajar.

HASIL PENELITIAN

Kelayakan Produk

Validasi *e-module* dilakukan melalui review oleh ahli materi dan ahli media. Dimana *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada

materi perubahan lingkungan dinilai kelayakannya oleh dua orang dosen yaitu ahli ahli materi dan ahli media. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Penilaian Kelayakan Produk oleh Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Skor	Kriteria
1.	Kelayakan isi materi <i>e-module</i>	3,6	Sangat valid
2.	Penyajian materi	3,8	Sangat valid
3.	Bahasa	3	Valid
	Rata-rata	3,46	Sangat valid

Berdasarkan hasil Tabel 3 Penilaian kelayakan produk oleh ahli materi menunjukkan bahwa *e-module* dinyatakan sangat valid dari seluruh aspek. Diperoleh skor rata-rata 3,46 dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa *e-module* memenuhi standar untuk mendukung pembelajaran yang efektif dan memfasilitasi peningkatan kemampuan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa. Ahli materi memberikan saran dan masukan untuk meningkatkan kualitas produk. Saran-saran ini berkaitan dengan perbaikan konten yang tidak sesuai seperti, perbaikan peta konsep, pengaruh pada setiap jenis pencemaran terhadap kondisi lingkungan perlu ditambahkan, dan perbaikan latihan soal di dalam *e-module*.

Tabel 4. Hasil Penilaian Kelayakan Produk oleh Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Skor	Kriteria
1.	Kualitas tampilan	4	Sangat valid
2.	Pengoperasian	3,8	Sangat valid
3.	Komunikasi visual	4	Sangat valid
	Rata-rata	3,93	Sangat valid

Berdasarkan hasil pada Tabel 4, penilaian kelayakan produk oleh ahli media menunjukkan bahwa *e-module* dinyatakan sangat valid pada seluruh aspek penilaian. Diperoleh skor rata-rata sebesar 3,93 dengan kategori sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *e-module* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan ajar biologi, baik dari aspek tampilan media, desain pembelajaran, navigasi, maupun kemudahan penggunaan. Tingginya skor validitas menunjukkan bahwa komponen-komponen dalam *e-module* telah tersusun secara sistematis, interaktif, dan sesuai untuk mendukung proses pembelajaran.

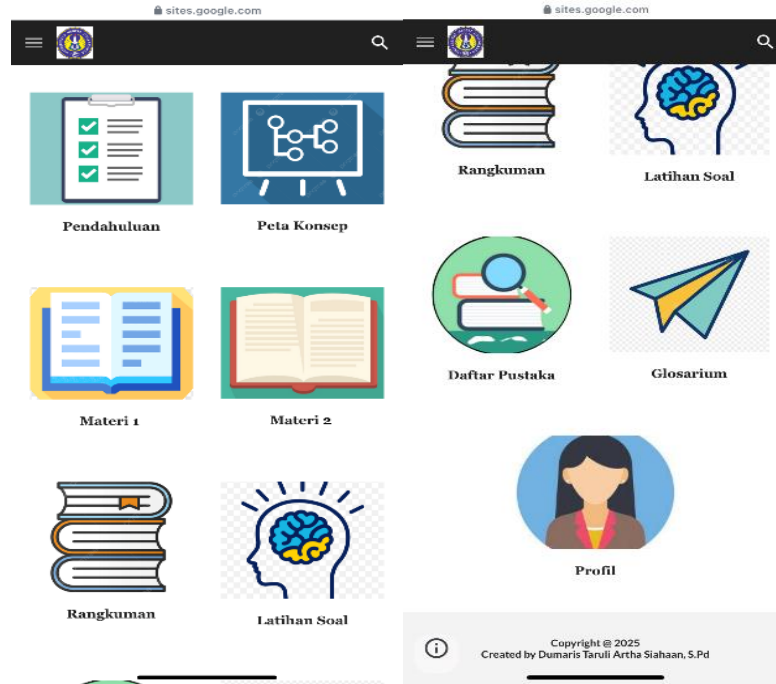
Temuan ini mendukung penelitian Andani et al. (2022) yang menyatakan bahwa validitas instrumen dan kualitas modul elektronik berperan penting dalam keberhasilan penerapan pembelajaran. Produk yang valid menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan pengguna serta memiliki potensi untuk digunakan secara efektif dalam kegiatan pembelajaran.

Meskipun demikian, ahli media tetap memberikan beberapa saran dan masukan untuk penyempurnaan produk. Masukan yang diberikan berkaitan dengan

perbaikan konten yang belum sesuai, seperti penempatan bagian kata pengantar yang disarankan diletakkan pada bagian awal (*home*), petunjuk penggunaan *e-module* yang sebaiknya juga ditempatkan pada halaman awal serta diperjelas instruksi penggunaannya, dan pada bagian materi 1 serta materi 2 perlu diberikan stimulasi awal berupa pengantar permasalahan lingkungan yang terjadi sebelum materi diuraikan. Masukan tersebut bertujuan meningkatkan sistematika penyajian, kemudahan navigasi, dan keterpahaman siswa saat menggunakan *e-module*.

Perbaikan berdasarkan saran validator dilakukan untuk menyempurnakan produk sebelum tahap implementasi. Adapun pratinjau *e-module* setelah dilakukan validasi penilaian kelayakan produk dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. E-module Perubahan Lingkungan yang Dirancang Menggunakan Google Sites Kepraktisan Produk

Kepraktisan *e-module* diuji melalui ahli praktisi, yaitu penilaian guru biologi dan respons siswa pada uji coba terbatas fase F. Hasil penilaian guru biologi disajikan pada Tabel 5, sedangkan hasil respons siswa disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan penilaian guru biologi, *e-module* dikategorikan sangat praktis dengan nilai rata-rata 4,00. Guru menilai *e-module* sangat praktis digunakan dalam pembelajaran, terutama dari aspek pembelajaran, materi, bahasa, dan tampilan bahan ajar/media. Hasil penilaian guru biologi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penilaian oleh Guru Biologi

No	Aspek Penilaian	Skor	Kriteria
1.	Pembelajaran	4	Sangat praktis
2.	Materi	4	Sangat praktis
3.	Bahasa	4	Sangat praktis
4.	Tampilan bahan ajar/media	4	Sangat praktis
	Rata-rata	4	Sangat praktis

Berdasarkan respons siswa, *e-module* juga dikategorikan sangat praktis dengan nilai rata-rata 3,30. Siswa menilai *e-module* praktis digunakan terutama dari aspek tampilan interaktif, penyajian materi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, serta kebermanfaatan dan kemudahan akses. Hasil respons siswa disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penilaian oleh Siswa

No	Aspek Penilaian	Skor	Kriteria
1.	Tampilan	3,35	Sangat praktis
2.	Penyajian materi	3,35	Sangat praktis
3.	Kebermanfaatan	3,21	Sangat praktis

Rata-rata	3,30	Sangat praktis
-----------	------	----------------

Hasil ini sejalan dengan Linda et al. (2021) yang menemukan bahwa *e-module* berbasis digital efektif memfasilitasi pembelajaran mandiri karena mudah diakses kapan saja dan di mana saja.

PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan produk berupa *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada materi perubahan lingkungan. *E-module* tersebut memuat materi perubahan lingkungan dan terintegrasi dengan isu-isu permasalahan lingkungan di Yogyakarta. Materi pembelajaran yang dikaitkan dengan potensi lokal lebih mudah dipahami siswa karena terasa relevan dengan kehidupan nyata (Triyani et al., 2019). *E-module* dilengkapi dengan petunjuk penggunaan, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, gambar, video, materi pendukung, rangkuman, latihan soal, glosarium, dan daftar pustaka yang membantu proses belajar siswa. *E-module* dapat diakses melalui *smartphone* Android/iOS, laptop, dan tablet, dilengkapi petunjuk penggunaan, tombol navigasi, serta tautan yang mudah diakses dan video yang dapat diputar langsung di dalam *e-module*. Hasil akhirnya, *e-module* dapat dioptimalkan sebagai sumber belajar bagi siswa.

Keefektifan *E-Module* Pendukung PBL dalam Meningkatkan Literasi Lingkungan

Pengembangan *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada materi perubahan lingkungan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan literasi lingkungan siswa yang mencakup tiga komponen aspek literasi lingkungan. Hal ini diperoleh berdasarkan hasil uji MANOVA. Berdasarkan hasil uji *Pillai Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace*, dan *Roy's Largest Root* diperoleh nilai signifikansi literasi lingkungan sebesar $<0,001$ ($p < 0,05$), sehingga terdapat efek peningkatan literasi lingkungan setelah menggunakan *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada materi perubahan lingkungan. *E-module* berpotensi meningkatkan literasi lingkungan, didukung hasil penelitian Aji et al. (2022) yang menunjukkan bahwa peningkatan literasi lingkungan dapat distimulasi melalui penerapan *e-module* yang melibatkan siswa secara langsung dalam proses pemecahan masalah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hasil *tests of between-subjects effects* juga diperoleh nilai signifikansi $<0,001$ ($p < 0,05$), sehingga terdapat efek peningkatan literasi lingkungan setelah menggunakan *e-module*.

E-module pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta dikembangkan berdasarkan pembelajaran berbasis masalah, dengan dukungan sintaks PBL yang diterapkan dalam langkah kegiatan pada LKPD. Tahapan sintaks PBL mencakup orientasi peserta didik pada masalah, mengorganisasi peserta didik

untuk belajar, membimbing penyelidikan kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Tahapan sintaks PBL sejalan dengan hasil yang diharapkan pada literasi lingkungan siswa yang mencakup pengetahuan, sikap, dan perilaku. Pada tahap orientasi peserta didik pada masalah, siswa diberikan wacana berupa artikel berita yang memuat permasalahan lingkungan di Yogyakarta yang disajikan dalam kegiatan I dan II. Siswa didorong mencermati dan menemukan hal-hal penting dari wacana tersebut serta membuat pertanyaan sesuai isi wacana. Pada tahap mengorganisasi peserta didik untuk belajar, siswa dituntun mencari informasi relevan dari berbagai sumber untuk membantu menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan. Pada tahap membimbing penyelidikan kelompok, siswa berdiskusi untuk merumuskan jawaban dan solusi berdasarkan informasi yang ditemukan sehingga membangun ide mereka sendiri. Melalui tahapan ini, siswa dapat meningkatkan domain literasi lingkungan pada aspek pengetahuan tentang isu lingkungan dan berbagai solusi potensial (NAAEE, 2011). Pada tahap mengembangkan dan menyajikan hasil, siswa mempresentasikan solusi dari permasalahan lingkungan yang dikaji. Selanjutnya, pada tahap menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah, siswa menganalisis dan mengevaluasi rencana tindak lanjut dalam mengatasi permasalahan lingkungan.

Domain aspek literasi lingkungan selanjutnya adalah sikap siswa terhadap lingkungan yang memengaruhi kesediaan individu mengenali dan memilih perspektif nilai terkait masalah lingkungan serta termotivasi berpartisipasi aktif dalam pemecahan masalah lingkungan. Aspek ini mencakup komitmen, kepekaan, sensitivitas, tanggung jawab, motivasi, dan niat siswa dalam pelestarian lingkungan. Pemahaman terhadap permasalahan lingkungan yang diperoleh melalui tahapan PBL serta informasi dalam *e-module* dapat menumbuhkan sensitivitas dan menanamkan nilai-nilai lingkungan yang diharapkan (Fang et al., 2023). Pengetahuan dan sikap yang dimiliki siswa diwujudkan dalam perilaku bertanggung jawab terhadap lingkungan sebagai bentuk nyata literasi lingkungan.

Peningkatan literasi lingkungan setelah menggunakan *e-module* pendukung PBL juga tidak terlepas dari pengintegrasian potensi lokal Yogyakarta ke dalam *e-module*. *E-module* berperan sebagai bahan ajar yang dirancang secara kontekstual dengan mengangkat isu lingkungan yang relevan dengan potensi lokal Yogyakarta. Materi disusun untuk mendukung pemahaman konseptual siswa sekaligus memperkaya proses berpikir saat terlibat dalam pemecahan masalah melalui LKPD. Penerapan bahan ajar berbasis potensi lokal dapat menumbuhkan motivasi siswa untuk peduli terhadap lingkungan dan mendorong penerapan pengetahuan, sikap, dan perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari (Hayati et al., 2019).

E-module dikembangkan dengan pemanfaatan teknologi dan dapat diakses melalui *smartphone* iOS/Android. *E-module* menyajikan gambar, video, dan audio yang membuat siswa lebih antusias mempelajari isi materi. Setiap gambar dilengkapi tautan untuk melihat penjelasan lebih lanjut terkait isu yang diangkat.

Video dalam *e-module* juga dapat diputar langsung sehingga memudahkan penggunaannya. Selain itu, *e-module* memungkinkan siswa memvisualisasikan berbagai permasalahan lingkungan yang tidak dapat diamati langsung karena keterbatasan waktu kejadian maupun lokasi.

Keefektifan *E-Module* Pendukung PBL dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar

Pengembangan *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada materi perubahan lingkungan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa. Hal ini diperoleh berdasarkan hasil MANOVA. Berdasarkan hasil uji *Pillai Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace*, dan *Roy's Largest Root* diperoleh nilai signifikansi $<0,05$, sehingga terdapat efek peningkatan kemandirian belajar setelah menggunakan *e-module* pendukung PBL.

Indikator penelitian ini meliputi aspek tidak bergantung pada orang lain, inisiatif diri, disiplin diri, bertanggung jawab, dan percaya diri. Hal ini selaras dengan pendapat Mudjiman dalam Laksana dan Hadijah (2019) yang menyatakan bahwa kemandirian belajar siswa dilihat dari kepercayaan diri, kedisiplinan, tanggung jawab, motivasi, dan keaktifan dalam belajar.

Aspek tidak bergantung pada orang lain didukung oleh karakteristik *e-module* yang memungkinkan siswa mempelajarinya secara mandiri di luar kegiatan belajar mengajar, baik dari segi materi, latihan soal, maupun petunjuk penggunaan. Aspek inisiatif diri didukung oleh tampilan *e-module* yang menarik sehingga siswa termotivasi mempelajari isi *e-module* (Linda et al., 2021). Selain itu, aksesibilitas *e-module* memungkinkan siswa belajar kapan saja dan di mana saja, sehingga dapat mengulang materi di luar jam pelajaran. Hal ini sejalan dengan Andani et al. (2022) yang menyatakan bahwa *e-module* berbasis Android dapat dioperasikan kapan saja sehingga siswa lebih mandiri dalam memperoleh informasi.

Aspek disiplin diri dilatih melalui pengalokasian waktu belajar yang disampaikan pada petunjuk penggunaan *e-module* serta melalui latihan soal yang mendorong siswa mengerjakan tugas dengan baik dan tepat waktu (Dharmawati, 2021). Aspek tanggung jawab ditingkatkan melalui dorongan bagi siswa untuk menyelesaikan latihan soal secara optimal. Adapun aspek percaya diri terlihat dari keaktifan siswa mengemukakan pendapat dan mengajukan pertanyaan pada tahapan PBL saat diskusi dan evaluasi hasil analisis.

Isu-isu yang diangkat dalam *e-module*, seperti pencemaran sungai, polusi udara dan suara, penurunan kualitas air, serta banjir di Daerah Istimewa Yogyakarta, mendorong siswa termotivasi mengeksplorasi berbagai sumber informasi secara mandiri maupun melalui diskusi karena isu tersebut dekat dengan lingkungan tempat tinggal siswa.

Keefektifan *E-Module* Pendukung PBL dalam Meningkatkan Literasi Lingkungan dan Kemandirian Belajar Siswa

Berdasarkan uji MANOVA diperoleh hasil bahwa nilai signifikansi pada *Pillai Trace*, *Roy's Largest Root*, *Wilks' Lambda*, dan *Lawley-Hotelling Trace* sebesar $<0,05$, sehingga terdapat efek peningkatan literasi lingkungan dan kemandirian belajar setelah menggunakan *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada materi perubahan lingkungan.

Dengan adanya efek peningkatan literasi lingkungan dan kemandirian belajar pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol, dapat disimpulkan bahwa *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta efektif meningkatkan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa fase E.

Berdasarkan hasil uji MANOVA yang menunjukkan efek peningkatan kedua variabel tersebut, dapat disimpulkan pula bahwa *e-module* menunjukkan hubungan antara variabel literasi lingkungan dan kemandirian belajar. Hal ini didukung oleh uji korelasi bivariat yang menunjukkan nilai signifikansi $<0,05$, sehingga terdapat hubungan antara literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa.

E-module dapat meningkatkan literasi lingkungan dan kemandirian belajar karena penyajian materi bersifat kontekstual dan terintegrasi dengan potensi lokal Yogyakarta, serta disajikan secara interaktif melalui gambar dan video pembelajaran yang menarik perhatian siswa. Selain itu, *e-module* dapat diakses kapan saja dan di mana saja sehingga mendukung belajar mandiri tanpa terbatas waktu dan tempat. Sintaks PBL dalam *e-module* juga memandu siswa membangun pengetahuan, sikap, dan perilaku secara bertahap serta mendorong siswa berpikir kritis terhadap permasalahan lingkungan.

SIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan dalam mengembangkan dan menguji *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta pada materi perubahan lingkungan, dapat disimpulkan yaitu berdasarkan validasi melalui ahli materi dan ahli media, *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta yang dikembangkan dinyatakan sangat valid. Hasil dapat dimaknai bahwa *e-module* yang dikembangkan memiliki isi/materi yang benar dengan desain yang memenuhi syarat media yang baik. Berdasarkan hasil penilaian praktisi *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta dinyatakan sangat praktis, dalam arti dapat digunakan oleh siswa tanpa mengalami kendala yang berarti. Berdasarkan implementasi, *e-module* pendukung PBL terintegrasi potensi lokal Yogyakarta yang dikembangkan efektif meningkatkan literasi lingkungan dan kemandirian belajar siswa pada materi perubahan lingkungan. Peningkatan kemampuan literasi lingkungan terjadi karena aktivitas selama belajar dalam *e-module* siswa dilatih menganalisis dan mengevaluasi informasi isu-isu permasalahan lingkungan. Peningkatan kemandirian belajar siswa terjadi karena dapat mempelajari *e-module* kapan saja dan dimana saja diluar jam kegiatan belajar mengajar biologi, sehingga siswa menjadi terlatih dalam kemandirian belajarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, S. D., Pratiwi, H. Y., Badelwaer, Y., Hudha, M. N., & Hakim, A. R. (2022). Pengembangan e-modul IPA terintegrasi *sustainable development goals* (SDGs) untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa pada topik tata surya. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains dan Teknologi*, 4(4), 216–224. <https://doi.org/10.21067/jtst.v4i4.8143>
- Andani, T., Yuliani, H., Syar, N. I., & Azizah, N. (2022). Efektivitas penggunaan e-module fisika sebagai bahan ajar berbasis *problem based learning* (PBL) terhadap kemandirian belajar siswa. *Eksakta: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*, 7(2), 201–208. <https://doi.org/10.31604/eksakta.v7i2.201-208>
- Anita, Y., Nur, M., & Nasir, M. (2020). *Problem based learning* terintegrasi pembelajaran science, technology, engineering, and mathematics (STEM) terhadap literasi lingkungan mahasiswa. *Bioedukasi*, 11(2), 105–111. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v11i2.3278>
- Astuti, P. A., Aziz, A., Sumarti, S. S., & Bharati, L. A. D. (2019). Preparing 21st century teachers: Implementation of 4C character's pre-service teacher through teaching practice. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1), Article 012109. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012109>
- Dharmawati. (2021). An analysis of students' learning independence in learning English for computer using Google Classroom. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(2), 1635–1642. <https://doi.org/10.33258/birci.v4i2.1825>
- Erwin, A. V., & Yarmis. (2019). Multimedia interaktif bermuatan permainan edukatif di kelas V sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 3(3), 901–908. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v3i3.183>
- Fang, W.-T., Hassan, A., & LePage, B. A. (2023). *The living environmental education* (pp. 229–260). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4234-1_8
- Fidan, N. K., & Ay, T. S. (2016). Acquisition of operational environmental literacy in social studies course. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(13), 5951–5968. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1115521>
- Fitri, R. A., & Hadiyanto. (2022). Kepedulian lingkungan melalui literasi lingkungan pada anak usia dini. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(6), 6690–6700. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i6.3485>
- Hanipah, S. (2023). Analisis kurikulum merdeka belajar dalam memfasilitasi pembelajaran abad ke-21 pada siswa menengah atas. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia (JUBPI)*, 1(2), 264–275. <https://doi.org/10.55606/jubpi.v1i2.1860>
- Hayati, I. A., Rosana, D., & Sukardiyono. (2019). Pengembangan modul potensi lokal berbasis SETS untuk meningkatkan keterampilan proses IPA. *Jurnal*

- Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 248–257.
<https://doi.org/10.21831/jipi.v5i2.27519>
- Hidayati, K., & Listyani, E. (2010). Pengembangan instrumen kemandirian belajar mahasiswa. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 14(1), 83–100.
<https://doi.org/10.21831/pep.v14i1.1977>
- Ilma, S., & Wijarini, F. (2018). Efektivitas buku ajar pendidikan lingkungan hidup berbasis potensi lokal Tarakan. *Pedagogi Hayati*, 2(1), 42–45.
<https://doi.org/10.31629/ph.v2i1.267>
- Imtihana, E. R., & Djukri. (2021). Analysis learning resources based local potential of Pacitan Regency as biology learning in senior high school. In *Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020)* (pp. 129–135). Atlantis Press.
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.020>
- Izza, A. Z., Falah, M., & Susilawati, S. (2020). Studi literatur: Problematika evaluasi pembelajaran dalam mencapai tujuan pendidikan di era merdeka belajar. In *Prosiding Konferensi Ilmiah Pendidikan* (pp. 11–15). Universitas Pekalongan. <https://proceeding.unikal.ac.id/index.php/kip>
- Kara, Z. Y., Baysal, H., & Ünver, G. (2025). Pre-service teacher education programs with 21st-century skills: Teacher educators' experiences. *Journal of Teacher Education and Lifelong Learning*, 7(1), 53–72.
<https://doi.org/10.51535/tell.1623580>
- Laksana, A. P., & Hadijah, H. S. (2019). Kemandirian belajar sebagai determinan hasil belajar siswa. *Jurnal Pendidikan Manajemen Perkantoran*, 4(1), 1–7.
<https://doi.org/10.17509/jpm.v4i1.14949>
- Lestari, R. D. A., Wahyuni, S., & Ridlo, Z. R. (2024). Pengembangan e-modul berbasis potensi lokal berbantuan Google Sites untuk mengembangkan literasi sains siswa. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 14(3), 245–254. <https://doi.org/10.24246/j.js.2024.v14.i3.p245-254>
- Linda, R., Zulfarina, Mas'ud, & Putra, T. P. (2021). Peningkatan kemandirian dan hasil belajar peserta didik melalui implementasi e-modul interaktif IPA terpadu tipe *connected* pada materi energi SMP/MTs. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 191–200. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i2.19012>
- Masruroh, D., & Agustina, Y. (2021). E-modul berbasis Android sebagai pendukung pembelajaran daring dan upaya untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Pendidikan*, 1(6), 559–568. <https://doi.org/10.17977/um066v1i62021p559-568>
- NAAEE. (2011). *Developing a framework for assessing environmental literacy*. North American Association for Environmental Education. <http://www.naaee.net>
- Nastuti, R., & Lelfita. (2020). Hubungan pengetahuan lingkungan terhadap perilaku ramah lingkungan mahasiswa STKIP YDB Lubuk Alung. *Jurnal*

- Kepemimpinan dan Pengurusan Sekolah*, 5(2), 155–162. <https://ejurnal.stkip-pessel.ac.id/index.php/kp/article/view/233>
- Nasution, R. (2021). Analisis tingkat literasi lingkungan mahasiswa FKIP Universitas Mulawarman dengan transformasi skor NELA (*National Environmental Literacy Assessment*). *Jurnal Ilmiah Biosmart*, 1(1), 38–52. <https://doi.org/10.30872/jibs.v1i1.423>
- Nst, F. U., Syahputra, E., & Mulyono. (2023). Pengembangan model pembelajaran *problem based learning* berbantuan Macromedia Flash secara interaktif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan kemandirian belajar siswa SMA Negeri 1 Binjai. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 728–739. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.2130>
- Puspitasari, E., Sumarmi, & Amirudin, A. (2016). Integrasi berpikir kritis dan peduli lingkungan melalui pembelajaran geografi dalam membentuk karakter peserta didik SMA. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(2), 122–126. <https://doi.org/10.17977/jp.v1i2.6106>
- Resita, I., & Ertikanto, C. (2018). Designing electronic module based on learning content development system in fostering students' multi representation skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1022(1), Article 012025. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1022/1/012025>
- RIEEA. (2019). *Assessment of environmental literacy project final report*. <https://www.rieea.org/wp-content/uploads/2022/07/Assessing-Environmental-Literacy-Project-Final-Report-2019.07.29.pdf>
- Sari, M., Afandi, & Marlina, R. (2021). Pentingnya literasi lingkungan dalam pembelajaran abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan 2020* (pp. 685–689). <https://www.researchgate.net/publication/353016105>
- Situmorang, R. P. (2016). Analisis potensi lokal untuk mengembangkan bahan ajar biologi di SMA Negeri 2 Wonosari. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(1), 51–57. <https://doi.org/10.26714/jps.4.1.2016.51-57>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Tahar, I., & Enceng. (2006). Hubungan kemandirian belajar dan hasil belajar pada pendidikan jarak jauh. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh*, 7(2), 91–101.
- Triyani, E., Putra, N. M. D., & Alimah, S. (2019). Contextual learning by local wisdom to improve the understanding of simple machine concept. *Jurnal Profesi Keguruan*, 5(1), 96–101. <https://doi.org/10.15294/jpk.v5i1.18670>
- Watoni, E. S., Ngabekti, S., & Wijayati, N. (2022). Development of Lombok Island environmental change e-module to improve environmental literacy and data literacy of high school students. *Journal of Innovative Science Education*, 11(2), 156–169. <https://doi.org/10.15294/jise.v10i1.51081>