

GUARDIAN OF GAMBUT: MEDIA DIGITAL INTERAKTIF BERBASIS ETNOSAINS LAHAN GAMBUT UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR KRITIS, LITERASI SAINS, DAN SIKAP PEDULI LINGKUNGAN

Mohamad Nor Aufa¹, Gusti Nida Nurkhaliza², Chandra Anugrah Putra³, Muqor Rama Hasanah⁴, Muhammad Hasbie⁵, Rahmadi⁶, Hendra⁷
Universitas Muhammadiyah Palangkaraya^{1,2,3,4,6,7}, STAI Al Falah Banjarbaru⁵
mohamadnoraufa@umpr.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas media digital interaktif berbasis etnosains lahan gambut berjudul *Guardian of Gambut* pada materi Ekosistem dan Keanekaragaman di SMP. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan berpikir kritis dan literasi sains siswa serta minimnya sikap peduli lingkungan akibat pembelajaran IPA yang masih berorientasi pada hafalan dan kurang kontekstual terhadap isu ekologis lokal. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dengan model ADDIE, yang dilanjutkan dengan desain kuasi-eksperimen *pretest–posttest control group*. Subjek penelitian adalah siswa kelas VIIB sebagai kelas kontrol dan VIIC sebagai kelas eksperimen di SMP Muhammadiyah Palangka Raya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memperoleh kategori sangat layak berdasarkan validasi ahli, sangat praktis berdasarkan uji kepraktisan, serta efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan sikap peduli lingkungan siswa. Kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, dengan perbedaan yang signifikan dan dampak dalam kategori besar. Simpulan, media digital interaktif *Guardian of Gambut* terbukti layak, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kompetensi kognitif dan afektif siswa melalui pembelajaran IPA yang kontekstual berbasis etnosains lahan gambut.

Kata Kunci: Berpikir Kritis, Etnosains Lahan Gambut, Literasi Sains, Media Digital Interaktif, Sikap Peduli Lingkungan

ABSTRACT

This study aimed to develop and examine the effectiveness of an ethnoscience-based interactive digital media on peatland issues entitled Guardian of Gambut for the topic of Ecosystems and Biodiversity in junior high school. The study was motivated by students' low critical thinking skills and scientific literacy, as well as their limited environmental awareness due to science instruction that remains focused on memorization and lacks contextualization to local ecological issues. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, followed by a quasi-experimental pretest–posttest control group

design. The participants were students of class VIIB as the control group and VIIC as the experimental group at SMP Muhammadiyah Palangka Raya. The findings indicate that the developed media was categorized as very valid and highly practical, and proven effective in improving students' critical thinking skills, scientific literacy, and environmental care attitudes. The experimental group demonstrated higher improvement than the control group, with significant differences and a large effect size. In conclusion, the Guardian of Gambut interactive digital media is valid, practical, and effective in enhancing students' cognitive and affective competencies through contextual ethnoscience-based science learning.

Keywords: *Critical Thinking, Environmental Care Attitude, Interactive Digital Media, Peatland Ethnoscience, Scientific Literacy*

PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA pada jenjang SMP memiliki peran strategis dalam membangun pemahaman ilmiah tentang lingkungan, khususnya pada materi ekosistem dan keanekaragaman. Materi ini tidak hanya menuntut penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan mengaitkan interaksi makhluk hidup dengan faktor abiotik, dinamika populasi, aliran energi, serta dampak aktivitas manusia terhadap keseimbangan lingkungan (Ashlan, 2025; Gusmarti et al., 2021). Kompleksitas tersebut sering menyebabkan pembelajaran berlangsung pada level hafalan, sementara kemampuan analitis dan pemaknaan kontekstual belum berkembang secara optimal (Januardi et al., 2025; Sari et al., 2025). Kondisi ini berpotensi menimbulkan miskonsepsi, rendahnya kemampuan menjelaskan fenomena ekologis, serta kurangnya kepekaan terhadap isu lingkungan sekitar (Hikmawati et al., 2021).

Urgensi penguatan kompetensi abad ke-21 semakin menegaskan perlunya pembelajaran IPA yang berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi (Hidayati & Julianto, 2025; Hilton & Pellegrino, 2013). Berpikir kritis menjadi kompetensi kunci karena mendorong kemampuan menganalisis masalah, mengevaluasi bukti, menyusun argumen ilmiah, dan mengambil keputusan berbasis data (Facione, 2015; Rusmansyah et al., 2023). Materi ekosistem memiliki potensi besar untuk mengembangkan kemampuan tersebut karena menghadirkan persoalan yang bersifat sistemik, multivariabel, dan kontekstual. Namun, tanpa strategi pembelajaran yang tepat, materi ini berisiko dipersepsikan sebagai kumpulan istilah biologis yang terfragmentasi dan terpisah dari realitas lingkungan (Ashlan, 2025; Meadows & Wright, 2008).

Selain berpikir kritis, literasi sains merupakan indikator penting kualitas pembelajaran IPA. Literasi sains mencerminkan kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, menafsirkan data, serta menilai informasi sains dalam konteks sosial dan lingkungan (Yaqutunnafis & Prasetyo, 2025). Pembelajaran

yang kurang kontekstual dan minim eksplorasi berbasis bukti cenderung menghasilkan capaian literasi sains yang rendah. Tantangan ini semakin relevan ketika peserta didik dihadapkan pada isu ekologis lokal yang membutuhkan pemahaman ilmiah sekaligus kemampuan mengambil sikap (Sari et al., 2025; Tytler, 2007).

Dimensi afektif berupa sikap peduli lingkungan juga menjadi komponen integral dalam pembelajaran ekosistem. Pembelajaran IPA idealnya tidak berhenti pada pemahaman konsep, tetapi mendorong kesadaran dan tanggung jawab terhadap keberlanjutan lingkungan. Sikap peduli lingkungan berkembang melalui pengalaman belajar yang bermakna dan kontekstual. Sebaliknya, pembelajaran yang abstrak dan terlepas dari realitas lokal berpotensi melemahkan pembentukan sikap tersebut (Almencion et al., 2024; Ashlan, 2025).

Perkembangan teknologi pendidikan membuka peluang menghadirkan pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif. Media digital interaktif memungkinkan visualisasi fenomena, simulasi dinamis, kuis adaptif, serta aktivitas berbasis tantangan yang mendorong keterlibatan aktif peserta didik (Taufiqurrahman et al., 2025; Wahidin et al., 2025). Desain digital yang tepat dapat mengurangi beban kognitif, memperjelas relasi antarkonsep, serta mendukung keterampilan penyelidikan sederhana (Laili Amalia Rohmah, 2025; Paas et al., 2010). Namun demikian, transformasi digital belum selalu disertai penguatan konteks lokal, sehingga pembelajaran digital berpotensi menjadi modern secara teknis tetapi kurang bermakna secara ekologis (Furbani et al., 2025; Siswanto et al., 2022).

Kontekstualisasi lokal dapat diperkuat melalui pendekatan etnosains. Etnosains memposisikan pengetahuan lokal dan praktik budaya sebagai pintu masuk memahami konsep sains secara lebih bermakna (Hidayati & Julianto, 2025). Integrasi etnosains dalam pembelajaran ekosistem memungkinkan peserta didik memahami relasi manusia–lingkungan secara lebih reflektif sekaligus memperkuat identitas ekologis lokal (Albar et al., 2025; Ashlan, 2025).

Kalimantan Tengah, khususnya Palangka Raya dan sekitarnya, memiliki karakter lingkungan khas berupa ekosistem lahan gambut. Lahan gambut berfungsi sebagai penyimpan karbon, pengatur hidrologi, dan habitat keanekaragaman hayati (Fahrani, 2019; FAO, 2020). Di sisi lain, degradasi dan kebakaran lahan gambut menghadirkan persoalan ekologis kompleks yang berdampak luas (Mishra et al., 2021; Putra et al., 2022). Kompleksitas ini menjadikan lahan gambut sebagai konteks autentik untuk pembelajaran ekosistem sekaligus wahana pembentukan sikap peduli lingkungan (Kurdiati et al., 2024; Sholahuddin et al., 2021).

Berdasarkan telaah literatur, pengembangan media digital berbasis etnosains telah dilakukan dalam berbagai konteks. Namun, penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan konteks lahan gambut ke dalam media digital interaktif serta menguji dampaknya secara simultan terhadap kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan sikap peduli lingkungan masih terbatas. Sebagian penelitian

berfokus pada satu variabel capaian atau belum menggunakan desain komparatif yang memadai. Celah inilah yang menjadi dasar pentingnya penelitian ini.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media digital interaktif berbasis etnosains lahan gambut berjudul *Guardian of Gambut* serta menguji efektivitasnya terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan sikap peduli lingkungan siswa SMP melalui desain kuasi-eksperimen. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi empiris terhadap penguatan pembelajaran IPA yang kontekstual, integratif, dan relevan dengan ekologi lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) untuk mengembangkan media digital interaktif berbasis etnosains lahan gambut berjudul *Guardian of Gambut* pada materi ekosistem dan keanekaragaman, serta menguji efektivitasnya dalam pembelajaran IPA. Pendekatan ini bertujuan menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif digunakan dalam konteks pembelajaran nyata.

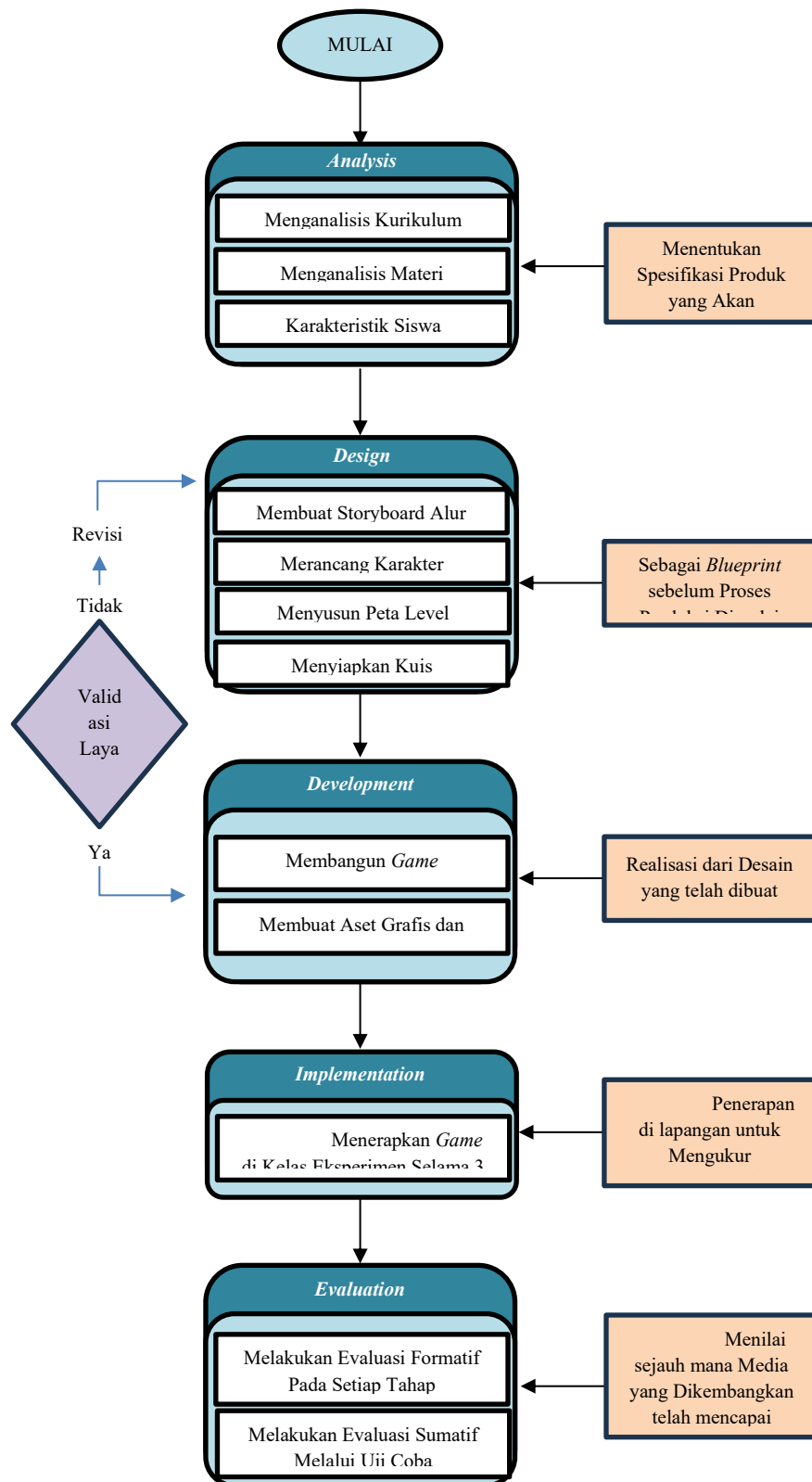
Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE yang meliputi tahap *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, dan *evaluation* (Branch, 2009). Tahap *analysis* mencakup analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik, dan kurikulum. Tahap *design* dan *development* meliputi perancangan konten, pembuatan media, serta validasi oleh ahli materi dan ahli media sebelum dilakukan revisi dan penyempurnaan produk.

Penelitian dilaksanakan di SMP Muhammadiyah Palangka Raya pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian meliputi validator ahli pada tahap validasi serta peserta didik kelas VII pada tahap uji coba dan uji efektivitas produk.

Uji efektivitas menggunakan desain *pretest-posttest control group* dengan teknik purposive/cluster sampling berdasarkan kesetaraan karakteristik akademik. Kelas eksperimen (VII C, n = 30) menggunakan media *Guardian of Gambut* selama lima pertemuan, sedangkan kelas kontrol (VII B, n = 32) mengikuti pembelajaran konvensional tanpa media tersebut.

Variabel independen penelitian adalah penggunaan media digital interaktif berbasis etnosains lahan gambut, sedangkan variabel dependen meliputi kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan sikap peduli lingkungan. Data dikumpulkan melalui tes, angket, dan lembar validasi, kemudian dianalisis menggunakan persentase kelayakan, skor *N-Gain*, serta uji MANCOVA pada taraf signifikansi 0,05 untuk mengetahui perbedaan peningkatan hasil belajar antara kedua kelompok.

Gambar 1 menyajikan tahapan Model ADDIE yang digunakan sebagai kerangka sistematis dalam pengembangan media *Guardian of Gambut*.



Gambar 1. Tahap-Tahapan Model ADDIE

Berdasarkan Gambar 1, tahapan ADDIE menunjukkan alur pengembangan yang bersifat logis dan iteratif, di mana setiap tahap saling berkaitan untuk menjamin produk yang dihasilkan valid, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran.

Tabel 1 menyajikan indikator inti yang diukur pada setiap variabel penelitian berdasarkan rujukan teoretis yang relevan. Indikator tersebut menjadi dasar penyusunan instrumen penelitian agar pengukuran setiap variabel memiliki landasan konseptual yang jelas dan teruji.

Tabel 1. Indikator Inti yang Diukur dari Setiap Variabel

Variabel	Acuan	Indikator inti yang diukur
Berpikir kritis	(Ennis, 1996)	memfokuskan masalah, analisis argumen, klarifikasi, menilai kredibilitas sumber/bukti, inferensi deduktif-induktif, identifikasi asumsi, keputusan berbasis bukti
Literasi sains	(OECD, 2019)	menjelaskan fenomena ilmiah, merancang/mengevaluasi penyelidikan ilmiah, menginterpretasi data dan bukti ilmiah
Sikap peduli lingkungan	(UNESCO -UNEP, 1976)	kesadaran, kepedulian, tanggung jawab/komitmen, kemauan bertindak, orientasi perilaku prolingkungan

Berdasarkan Tabel 1, setiap variabel memiliki dimensi pengukuran yang spesifik dan saling melengkapi, mencakup aspek kognitif dan afektif. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya menilai peningkatan kemampuan berpikir dan literasi sains, tetapi juga memperhatikan pembentukan sikap peduli lingkungan sebagai bagian dari kompetensi pembelajaran yang utuh.

Instrumen penelitian terdiri atas lembar validasi ahli untuk menilai kelayakan isi, ketepatan konsep ekosistem, integrasi etnosains gambut, akurasi ilmiah, kualitas interaktivitas, dan tampilan media; angket kepraktisan untuk guru dan peserta didik; tes berpikir kritis; tes literasi sains; serta angket sikap peduli lingkungan skala Likert. Validitas isi instrumen ditentukan melalui review ahli. Reliabilitas angket dianalisis menggunakan Cronbach's Alpha, sedangkan reliabilitas instrumen tes dianalisis menggunakan koefisien yang sesuai dengan bentuk soal (misalnya Alpha/KR-20). Penelitian dilaksanakan setelah memperoleh izin sekolah dan menjaga kerahasiaan data peserta didik.

Data validitas dan kepraktisan dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan konversi kategori. Efektivitas dianalisis melalui statistik deskriptif pretest–posttest, uji prasyarat normalitas dan homogenitas, serta perhitungan N-gain. Uji perbedaan hasil antara kelas eksperimen dan kontrol pada skor posttest dengan mempertimbangkan skor pretest dilakukan menggunakan MANCOVA. Sebelum MANCOVA, dilakukan uji prasyarat yang mencakup normalitas, homogenitas varians, homogenitas matriks kovarians, dan linearitas hubungan pretest–posttest. Interpretasi dampak media diperkuat menggunakan *effect size partial eta squared* (*partial η^2*). Detail analisis data penelitian ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Detail Analisis Data Penelitian

Komponen	Indikator	Teknik Analisis	Kriteria
Validitas	materi, media, integrasi etnosains gambut, interaktivitas, tampilan	persentase skor ahli	81–100% (sangat valid)
			61–80% (valid)
			41–60% (cukup valid)
			21–40% (kurang valid)
			0–20% (tidak valid)
			(Sugiyono, 2019)
Kepraktisan	kemudahan penggunaan, kemenarikan, keterlaksanaan	persentase respons	81–100% (sangat praktis)
			61–80% (praktis)
			41–60% (cukup praktis)
			21–40% (kurang praktis)
			0–20% (tidak praktis)
			(Purwanto, 2000)
Efektivitas	berpikir kritis, literasi sains, sikap peduli lingkungan	N-gain + MANCOVA + effect size	$g \geq 0,70$ (tinggi)
			0,30–0,69 (sedang)
			$g < 0,30$ (rendah)
			(Hake, 1999)

Berdasarkan Tabel 2, penilaian produk dilakukan secara komprehensif melalui persentase skor ahli untuk validitas, persentase respons untuk kepraktisan, serta analisis *N-gain*, MANCOVA, dan *effect size* untuk efektivitas. Kriteria yang digunakan mengacu pada batasan kategoris yang jelas sehingga hasil analisis dapat ditafsirkan secara objektif dan terstandar.

HASIL PENELITIAN

Desain Produk

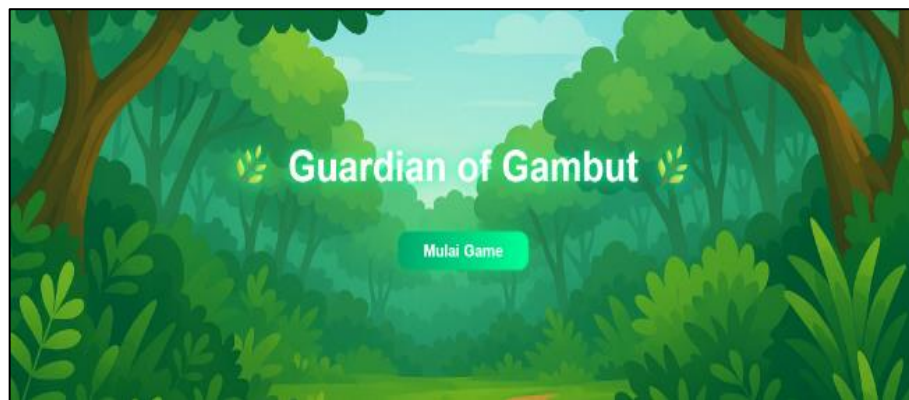
Produk akhir dari penelitian ini adalah media digital interaktif berbasis etnosains lahan gambut yang diberi nama *Guardian of Gambut*. Media ini dirancang sebagai sarana pembelajaran inovatif pada materi ekosistem dan keanekaragaman yang mengintegrasikan konsep sains dengan konteks lingkungan lokal. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya mempelajari konsep-konsep ekologis secara teoritis, tetapi juga memahami keterkaitannya dengan kondisi lingkungan nyata di sekitar mereka, khususnya ekosistem lahan gambut yang menjadi karakteristik wilayah Kalimantan Tengah.

Dari aspek teknologi, media digital interaktif ini dikembangkan menggunakan *Visual Studio Code* (VSCode) sebagai *code editor* utama dengan struktur bahasa pemrograman yang terdiri atas HTML, CSS, dan JavaScript. Pemanfaatan platform berbasis web dipilih karena mampu memberikan fleksibilitas akses yang tinggi, sehingga media dapat dijalankan melalui berbagai perangkat seperti laptop, komputer, maupun perangkat mobile tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan. Selain itu, desain berbasis web memungkinkan pembaruan konten dan pengembangan fitur dilakukan secara lebih efisien.

Secara konten, media *Guardian of Gambut* menyajikan berbagai fitur pembelajaran interaktif seperti visualisasi konsep, simulasi sederhana, serta aktivitas berbasis tantangan yang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses

belajar. Aktivitas tersebut dirancang untuk merangsang keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills/HOTS*), terutama kemampuan berpikir kritis dan literasi sains. Melalui aktivitas eksplorasi, analisis masalah, serta pengambilan keputusan berbasis konteks lingkungan, siswa dilatih untuk memahami fenomena ekologi secara lebih mendalam dan reflektif.

Pendekatan etnosains lahan gambut digunakan sebagai konteks utama dalam penyajian materi agar pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa. Integrasi pengetahuan lokal dengan konsep sains modern diharapkan mampu mengubah pembelajaran yang sebelumnya bersifat pasif dan berorientasi hafalan menjadi pengalaman belajar yang lebih menarik, interaktif, dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, media ini tidak hanya bertujuan meningkatkan pemahaman konsep sains, tetapi juga menumbuhkan sikap peduli lingkungan dan tanggung jawab siswa terhadap isu-isu ekologis di sekitarnya. Tampilan menu utama media digital interaktif *Guardian of Gambut* ditampilkan pada Gambar 2.

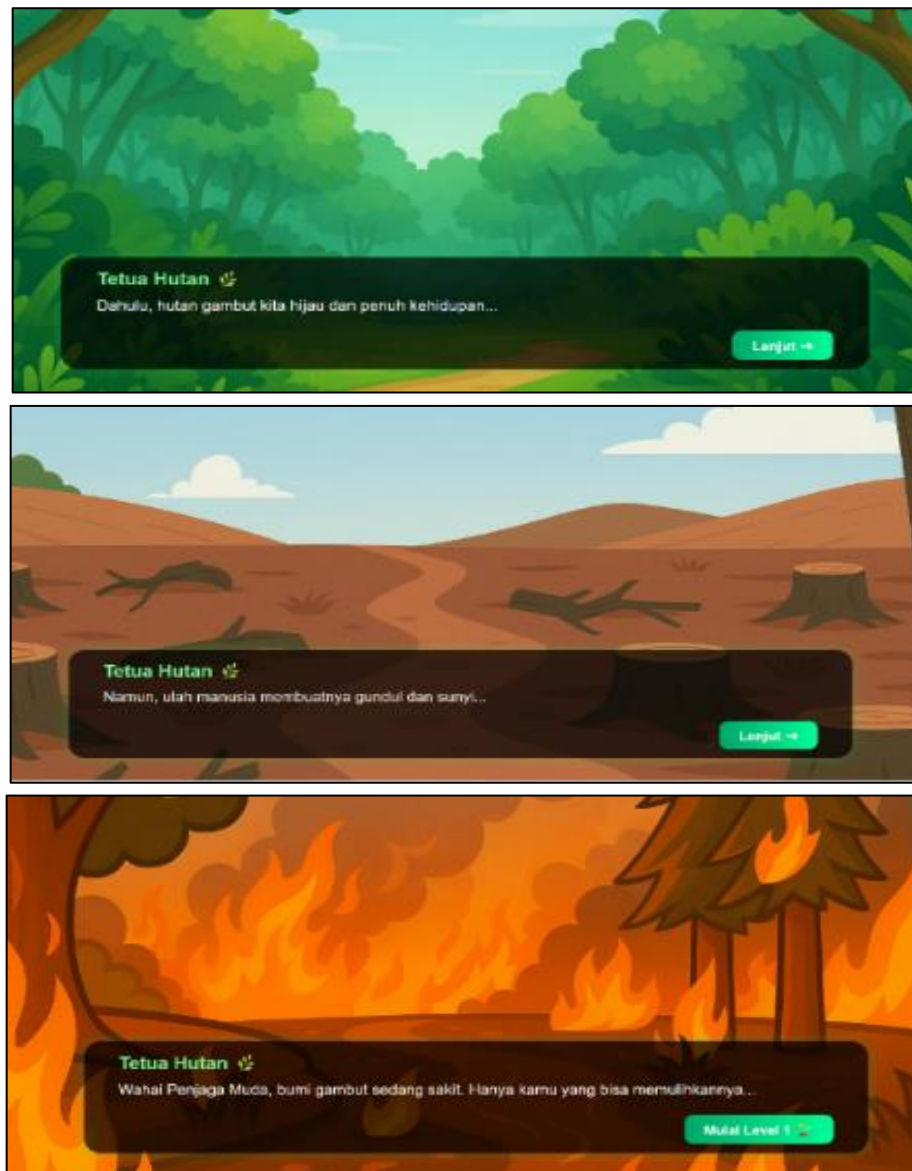


Gambar 2. Tampilan Menu Utama Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Tampilan awal media digital interaktif *Guardian of Gambut* berfungsi sebagai layar pembuka yang dirancang untuk menarik perhatian siswa sekaligus memperkenalkan konteks pembelajaran. Secara visual, tampilan ini didominasi oleh ilustrasi hutan yang merepresentasikan ekosistem lahan gambut sebagai latar etnosains dalam materi ekosistem dan keanekaragaman. Desain visual yang imersif dengan gaya ilustrasi *cartoony* bertujuan menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan menyenangkan sehingga siswa terdorong untuk mengeksplorasi materi secara aktif.

Elemen utama pada tampilan ini adalah judul *Guardian of Gambut* dan tombol interaktif “Mulai Game”. Judul tersebut secara simbolik menggambarkan peran siswa sebagai penjaga lingkungan, sehingga secara afektif mendukung pembentukan sikap peduli lingkungan. Keberadaan tombol interaktif juga berfungsi sebagai pintu masuk bagi siswa untuk memulai proses eksplorasi materi secara mandiri dan terarah.

Melalui desain awal yang interaktif dan kontekstual ini, media diposisikan sebagai sarana pembelajaran yang tidak hanya menyampaikan konsep sains, tetapi juga mendorong pengembangan berpikir kritis, literasi sains, dan kesadaran lingkungan. Setelah menekan tombol “Mulai Game”, siswa selanjutnya diarahkan pada kisah pembuka yang memperkenalkan latar cerita dan tantangan pembelajaran, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Kisah Pembuka Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Kisah pembuka media "Guardian of Gambut" dirancang sebagai *narration screen* yang progresif, bertujuan untuk segera mengaitkan siswa dengan konteks ekologis lokal dan menanamkan sikap peduli lingkungan. Narasi dimulai dengan visualisasi ideal ekosistem, di mana Tetua Hutan menceritakan kondisi masa lalu. Namun, narasi dengan cepat beralih ke krisis lingkungan dengan visualisasi hutan

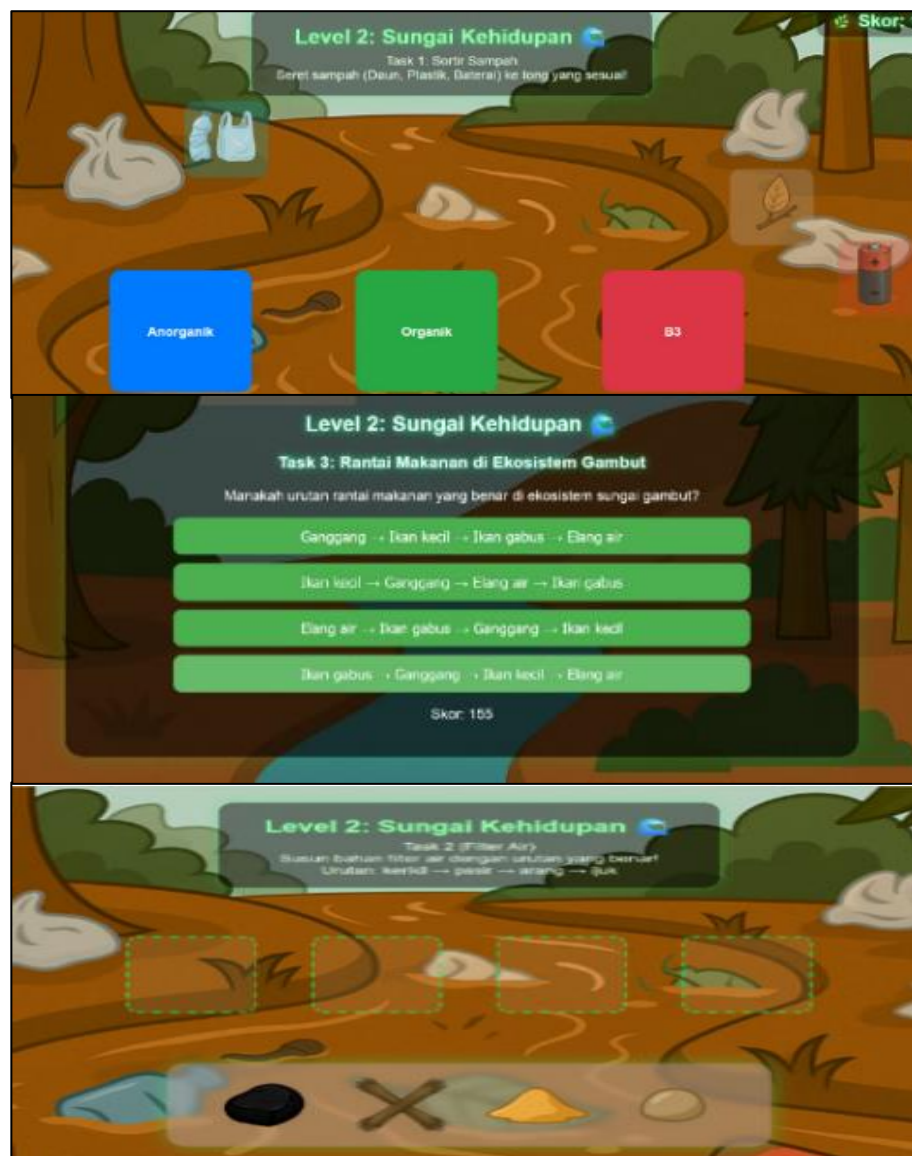
yang telah digunduli dan sunyi akibat ulah manusia. Puncak dari pembukaan ini adalah gambar hutan yang terbakar hebat, di mana Tetua Hutan mengeluarkan seruan kepada siswa, "Wahai Penjaga Muda, bumi gambut sedang sakit. Hanya kamu yang bisa memulihkannya", disusul dengan tombol "Mulai Level 1" untuk transisi ke *gameplay*. Kisah pembuka yang menyajikan kontras antara kondisi ideal dan kerusakan nyata ini secara efektif menciptakan koneksi emosional, menempatkan siswa pada peran sentral dalam pemecahan masalah ekologis, dan memicu motivasi untuk mengasah berpikir kritis serta literasi sains mereka melalui tantangan berbasis isu lahan gambut. Selanjutnya siswa akan memasuki Level pada media. Tampilan Level 1 hingga Level 4 dari media digital interaktif *Guardian of Gambut* ditampilkan pada Gambar 4 hingga Gambar 8.



Gambar 4. Tampilan Level 1 Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Level 1 dari media digital interaktif "Guardian of Gambut" dirancang untuk langsung melibatkan siswa dalam konteks masalah nyata lahan gambut melalui serangkaian tugas interaktif yang menargetkan variabel sikap dan kognitif. Level ini berjudul Hutan yang Hilang, menggunakan visualisasi lanskap yang telah mengalami deforestasi sebagai latar belakang utama. Siswa dihadapkan pada dua tugas utama yang mereplikasi upaya konservasi dan dilema alih fungsi lahan. Task

1 (Reboisasi) menguji pemahaman konsep dengan meminta siswa menanam bibit endemik seperti Jelutung dan Rotan, sambil memberikan konsekuensi negatif (pengurangan skor) jika memilih menanam Bibit Sawit (tanaman monokultur). Task 2 (Habitat Satwa) meminta siswa menempatkan satwa endemik Kalimantan ke habitat yang benar, yang menuntut pemahaman terhadap keanekaragaman hayati ekosistem gambut. Desain ini secara strategis menargetkan Sikap Peduli Lingkungan dengan menguji orientasi perilaku prolingkungan dan kemauan bertindak siswa, serta melatih Berpikir Kritis dan Literasi Sains dengan meminta siswa membuat keputusan berbasis konsekuensi dan menggunakan pengetahuan ilmiah tentang spesies konservasi.



Gambar 5. Tampilan Level 2 Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Level 2 dari media ini berjudul Sungai Kehidupan, memfokuskan konten pada isu polusi air dan upaya remediasi yang merupakan masalah ekologis di

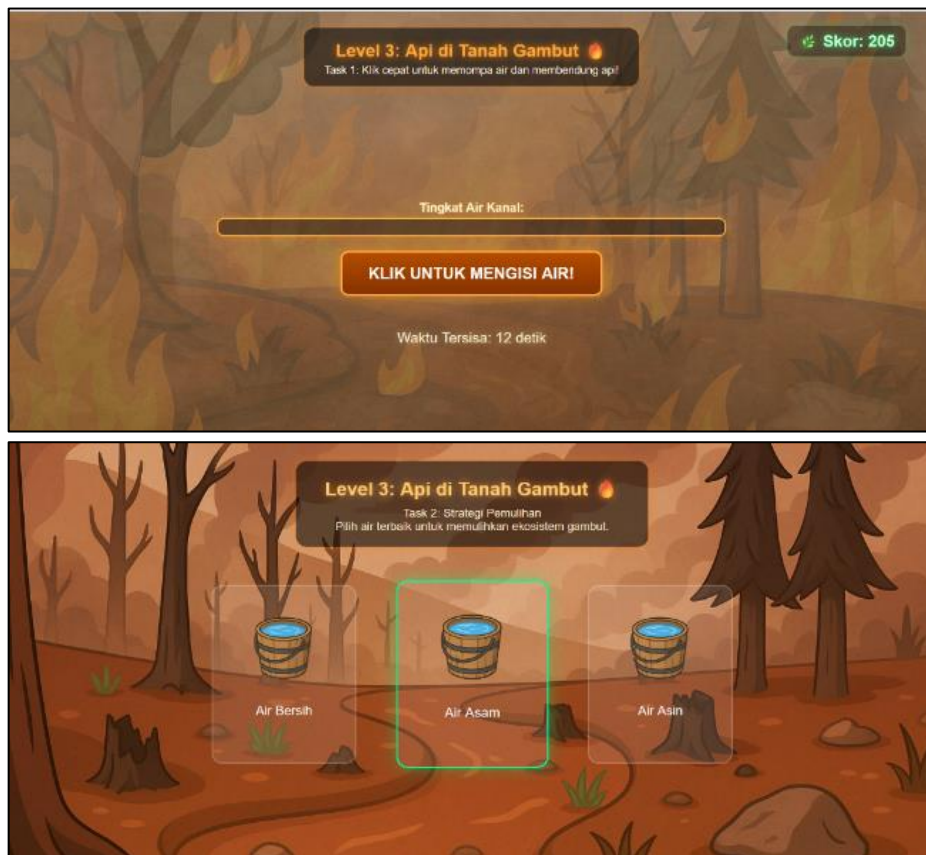
kawasan lahan gambut. Level ini terdiri dari tiga tugas interaktif yang secara progresif menguji dimensi afektif dan kognitif siswa:

Task 1 (Sortir Sampah) meminta siswa untuk melakukan sortir sampah ke dalam tiga kategori Organik, Anorganik, dan B3. Tugas ini secara langsung menargetkan dimensi Sikap Peduli Lingkungan, khususnya kesadaran, tanggung jawab, dan orientasi perilaku prolingkungan, serta menguji Literasi Sains dalam aspek menafsirkan data dan bukti ilmiah dengan mengidentifikasi sifat kimia/biologis sampah.

Task 2 (Filter Air) menginstruksikan siswa untuk menyusun bahan filter air dengan urutan yang benar. Tugas berbasis urutan ini melatih Berpikir Kritis siswa dalam kemampuan membuat keputusan berbasis bukti terkait prinsip-prinsip sains.

Task 3 (Rantai Makanan di Ekosistem Gambut) menanyakan urutan rantai makanan yang benar di ekosistem sungai gambut. Kuis ini menguji penguasaan konsep ekosistem dan Literasi Sains dalam kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah, memastikan pemahaman siswa tidak hanya berhenti pada penanganan polusi tetapi juga pada struktur biologis lingkungan gambut yang direstorasi.

Melalui rangkaian tugas ini, Level 2 berhasil mengintegrasikan isu polusi lokal dengan kerangka kerja ilmiah, menjadikannya pengalaman belajar yang kontekstual dan efektif.



Gambar 6. Tampilan Level 3 Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Level 3 dari media ini berjudul *Api di Tanah Gambut*, mereplikasi bencana ekologis yang nyata yaitu kebakaran lahan gambut, dengan tujuan menguji keterampilan kognitif tingkat tinggi siswa dalam mengambil keputusan kritis dan menerapkan solusi ilmiah. Latar belakang visual didominasi oleh hutan yang terbakar hebat, menciptakan suasana urgensi dan risiko yang harus dihadapi siswa. Level ini terdiri dari dua tugas yang progresif:

Task 1 (Cepat Memompa Air) menuntut aksi cepat di mana siswa harus berulang kali mengklik tombol **KLIK UNTUK MENGISI AIR!** dalam batas waktu tertentu untuk memompa air dan membendung api. Tugas ini secara langsung melatih kemauan bertindak sebagai bagian dari Sikap Peduli Lingkungan, sekaligus menguji kemampuan siswa untuk memfokuskan masalah dan bertindak di bawah tekanan.

Task 2 (Strategi Pemulihan) meminta siswa untuk memilih jenis air terbaik untuk memulihkan ekosistem gambut. Tugas ini secara eksplisit menargetkan Berpikir Kritis dan Literasi Sains. Siswa diharuskan menggunakan pengetahuan ilmiah tentang sifat alami tanah gambut yang memang bersifat asam untuk membuat keputusan berbasis bukti.

Secara keseluruhan, Level 3 adalah klimaks dari *game* yang menguji integrasi antara pengetahuan ekosistem, solusi praktis, dan tanggung jawab afektif siswa dalam menghadapi isu lingkungan yang paling kritis di konteks Palangka Raya.



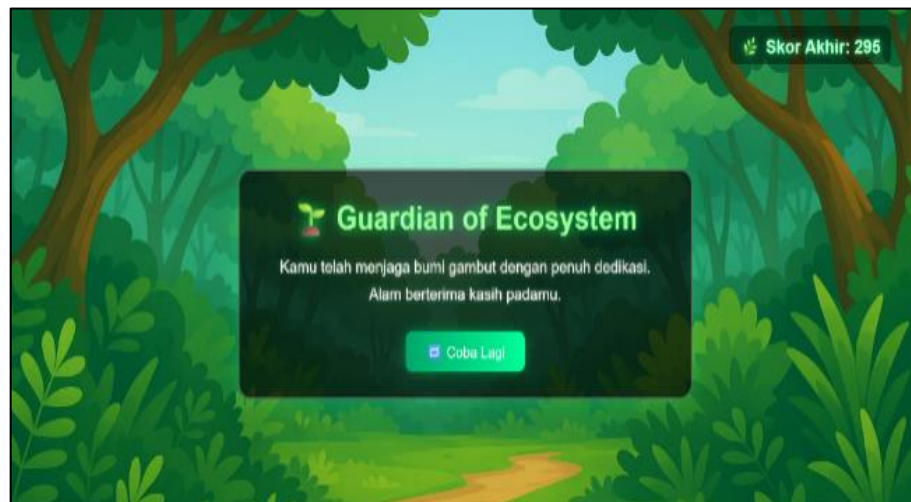
Gambar 7. Tampilan Level 4 Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Level 4 dari media ini berjudul Tantangan Etnosains, berfungsi sebagai pengujian pemahaman konsep yang didukung oleh kearifan lokal Dayak, menjadikannya level yang paling fokus pada integrasi konteks budaya dan ilmiah. Latar belakang visual menampilkan Rumah Panggung Suku Dayak yang secara langsung merepresentasikan lingkungan etnosains lokal. Level ini terdiri dari tugas yang mengaitkan fenomena ekologis dengan pengetahuan tradisional:

Task 1 (Susun Rantai Makanan) meminta siswa menyusun rantai makanan yang relevan dengan ekosistem pertanian lokal di lahan gambut. Meskipun merupakan konsep ekosistem, penggunaan padi sebagai produsen di lahan gambut adalah penerapan konsep keanekaragaman dan ekologi lokal.

Task 2 (Pilihan Ganda Pengetahuan Dayak) menyajikan pertanyaan yang secara eksplisit terkait dengan pengetahuan masyarakat Dayak mengenai fenomena alam di lahan gambut. Tugas ini menguji Literasi Sains siswa, terutama dalam kemampuan menjelaskan fenomena ilmiah, dan mengaitkannya dengan analisis argumen untuk memilih penjelasan berbasis ilmiah yang benar.

Secara keseluruhan, Level 4 berhasil menargetkan integrasi etnosains dengan menempatkan kearifan lokal sebagai materi kuis dan tantangan, memastikan siswa mampu menghubungkan konsep ilmiah dengan realitas budaya dan ekologi mereka.



Gambar 8. Tampilan Akhir Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Bagian akhir dari media digital interaktif "*Guardian of Gambut*" menampilkan layar penutup yang berfungsi sebagai umpan balik sumatif dan penanaman nilai-nilai afektif. Layar ini menampilkan latar belakang hutan yang telah dipulihkan sebagai kontras positif dari adegan pembuka yang gundul atau terbakar. Di tengah layar, muncul *pop-up* berjudul "*Guardian of Ecosystem*" yang memberikan apresiasi kepada siswa. Pesan "Kamu telah menjaga bumi gambut dengan penuh dedikasi. Alam berterima kasih padamu" bertujuan untuk memberikan validasi emosional atas upaya siswa selama bermain, sekaligus

menegaskan bahwa tujuan utama pembelajaran adalah pembentukan Sikap Peduli Lingkungan. Layar penutup ini menampilkan Skor Akhir, yang berfungsi sebagai umpan balik kuantitatif atas keberhasilan siswa dalam menyelesaikan tantangan kognitif di semua level. Tombol "Coba Lagi" menawarkan kesempatan untuk mengulang tantangan, yang merupakan fitur penting dalam media ini untuk memastikan penguasaan konsep yang optimal. Secara keseluruhan, layar penutup ini menyimpulkan bahwa media telah berhasil menanamkan nilai konservasi sembari memberikan evaluasi yang jelas terhadap performa siswa (Wahlström, 2025).

Validitas Produk

Tahap selanjutnya adalah melakukan validasi media dan materi. Proses ini melibatkan dua validator independen, yaitu ahli media dan ahli materi. Hasil validasi media digital interaktif “*Guardian of Gambut*” ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Validitas Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kategori
Tampilan Media	92	Sangat Layak
Kualitas Interaktivitas	90	Sangat Layak
Akurasi Ilmiah	94	Sangat Layak
Total	92	Sangat Layak

Tabel 4. Validitas Substansi Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
Kelayakan Isi	88	Sangat Layak
Ketepatan Konsep	89	Sangat Layak
Integrasi Etnosains Gambut	88	Sangat Layak
Total	88.3	Sangat Layak

Hasil validasi menunjukkan bahwa media *Guardian of Gambut* mencapai kriteria Sangat Layak baik dari aspek konstruksi maupun substansi. Dalam validitas konstruksi, penilaian yang mencakup tampilan media, kualitas interaktivitas, dan akurasi ilmiah memperoleh skor total rata-rata 92% dan termasuk dalam kategori Sangat Layak. Hasil validasi ini sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Khasanah et al., (2023) yang mendapatkan skor validitas media sebesar 91.7% dengan kategori Sangat Layak. Capaian tinggi pada interaktivitas dan tampilan membenarkan upaya perancangan media digital yang menarik dan dinamis untuk mengatasi pembelajaran yang pasif (Wahidin et al., 2025). Sementara itu dalam validitas substansi, penilaian terhadap kelayakan isi, ketepatan konsep, dan integrasi etnosains gambut mencapai skor total rata-rata 88.3% dan termasuk dalam kategori Sangat Layak. Tingginya skor pada integrasi etnosains gambut merupakan validasi kunci bahwa konteks lokal telah berhasil diposisikan sebagai pintu masuk yang bermakna untuk memahami sains modern (Hidayati & Julianto, 2025; Sari et al., 2025).

Pencapaian validitas yang tinggi ini menegaskan bahwa media “Guardian of Gambut” telah memenuhi semua komponen bahan ajar yang baik dan layak diterapkan dalam pembelajaran sains, sehingga jika ada perbedaan hasil yang ditemukan pada tahap *Implementation* dan *Evaluation* dapat diatribusikan pada perlakuan (*treatment*) dan bukan pada kualitas instrumen. Dengan demikian, produk ini memiliki potensi kuat untuk meningkatkan variabel dependen yang diukur, yaitu Berpikir Kritis, Literasi Sains, dan Sikap Peduli Lingkungan, karena produk ini telah teruji keakuratan konsepnya dan efektivitas desainnya dalam memfasilitasi pembelajaran kontekstual berbasis masalah ekologis.

Persentase validasi media dan materi yang dicapai ini menyatakan bahwa produk memenuhi kriteria kelayakan sehingga dapat digunakan untuk uji coba kepada siswa kelas VIIB dan VIIC SMP Muhammadiyah Palangka Raya dengan jumlah 62 siswa.

Kepraktisan Produk

Setelah media "Guardian of Gambut" dinyatakan Sangat Layak berdasarkan validasi ahli materi dan media, tahap selanjutnya dilakukan uji coba kepraktisan media yang diukur menggunakan angket persentase respons guru dan siswa. Hasil uji kepraktisan media digital interaktif “Guardian of Gambut” ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kepraktisan Media Digital Interaktif *Guardian of Gambut*

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kategori
Kemudahan Penggunaan	92	Sangat Praktis
Kemenarikan	90	Sangat Praktis
Keterlaksanaan	94	Sangat Praktis
Total	92	Sangat Praktis

Hasil uji kepraktisan produk menunjukkan bahwa media digital interaktif ini mencapai skor total rata-rata 92% dan masuk dalam kategori Sangat Praktis. Hasil ini menegaskan bahwa media ini sangat layak dan efisien untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Tingginya skor kepraktisan ini memvalidasi bahwa desain media berhasil memfasilitasi integrasi konten Ekosistem dan Etnosains Lahan Gambut, memastikan bahwa media ini tidak hanya memenuhi standar kelayakan teoretis (*valid*) tetapi juga dapat diterapkan dengan baik (*praktis*) di lapangan. Hasil ini konsisten dengan temuan penelitian lain yang menunjukkan bahwa produk pembelajaran digital interaktif dengan desain yang baik dan relevan umumnya mencapai tingkat kepraktisan yang tinggi seperti hasil kepraktisan dari penelitian oleh Amelia et al., (2024) yang mencapai 89.1% dan Manurung et al. (2024) mencapai 86.75% dengan kategori Sangat Praktis.

Tingginya kepraktisan berimplikasi langsung pada efektivitas pembelajaran. Kemenarikan media yang mencapai 90% memvalidasi argumen oleh Wahidin et al. (2025) bahwa media digital dapat meningkatkan *engagement* siswa.

Selain itu, tingginya persentase Keterlaksanaan (94%) menunjukkan bahwa guru mampu mengimplementasikan sintaks pembelajaran berbasis isu etnosains lahan gambut yang kompleks dengan lancar di kelas, memfasilitasi peran aktif siswa yang dibutuhkan untuk mengasah Berpikir Kritis dan Literasi Sains. Dengan demikian, media "Guardian of Gambut" terbukti tidak hanya teoretis, tetapi juga fungsional dan efektif secara operasional di lapangan.

Keefektifan Produk

Pengujian efektivitas media digital interaktif "Guardian of Gambut" dilakukan menggunakan desain kuasi-eksperimen (*Pretest-Posttest Control Group*) untuk mengukur peningkatan kemampuan Berpikir Kritis, Literasi Sains, dan Sikap Peduli Lingkungan oleh siswa. Peningkatan ini diukur menggunakan skor N-Gain, kemudian diuji perbedaan hasil antara kelas eksperimen dan kontrol menggunakan MANCOVA, serta pengujian dampak media menggunakan *effect size partial eta squared* (partial η^2). Untuk memastikan keabsahan penggunaan analisis parametrik MANCOVA, data hasil akan melewati uji normalitas dan uji homogenitas varians. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data dari kedua kelompok berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen secara signifikan ($\text{sig.} > 0.05$), sehingga MANCOVA layak diterapkan.

Hasil Tes Berpikir Kritis

Peningkatan kemampuan Berpikir Kritis siswa yang berfokus pada tujuh indikator diukur menggunakan instrumen tes berpikir kritis berbentuk essay dengan jumlah 7 soal. Soal dalam bentuk *pretest* dan *posttest* dan disebar pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil dari tes berpikir kritis siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Tes Berpikir Kritis

Kelas	N-Gain	Kategori
VII C (Eksperimen)	0.78	Tinggi
VII B (Kontrol)	0.59	Sedang

Hasil analisis N-Gain menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Kelompok eksperimen yang menggunakan media "Guardian of Gambut" mencapai N-Gain sebesar 0.78 yang diklasifikasikan dalam kategori Tinggi. Sebaliknya, kelompok kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional hanya mencapai N-Gain sebesar 0.59 yang berada dalam kategori Sedang. Hasil uji MANCOVA menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan secara statistik pada skor *posttest* Berpikir Kritis antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Temuan ini diperkuat dengan perhitungan besarnya dampak (*Effect Size*) menggunakan Partial Eta Squared yang menunjukkan nilai 0.85, yang diklasifikasikan dalam kategori Dampak Besar.

Capaian N-Gain yang tinggi pada kelompok eksperimen membuktikan bahwa media berbasis etnosains lahan gambut efektif dalam memfasilitasi peningkatan kemampuan Berpikir Kritis. Efektivitas ini didorong oleh desain media yang menyajikan tantangan berbasis masalah ekologis nyata yang menuntut siswa untuk menerapkan indikator kritis seperti memfokuskan masalah dan membuat keputusan berbasis bukti. Hasil ini konsisten dengan temuan penelitian oleh Rusmansyah et al. (2023) yang menegaskan bahwa pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan HOTS secara signifikan efektif dalam melatih keterampilan Berpikir Kritis siswa. Hasil MANCOVA dan *Effect Size* yang kuat ini juga konsisten dengan penelitian lain oleh Yaqutunnafis & Prasetyo (2025) dan Nazara et al. (2025) yang melaporkan dampak besar dari intervensi media berbasis proyek dan literasi dalam meningkatkan keterampilan kognitif.

Hasil Tes Literasi Sains

Peningkatan Literasi Sains siswa yang berfokus pada empat indikator diukur menggunakan instrumen tes literasi sains berbentuk pilihan ganda beralasan dengan jumlah 15 soal. Soal dalam bentuk *pretest* dan *posttest* dan disebar pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil dari tes literasi sains siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Tes Literasi Sains

Kelas	N-Gain	Kategori
VII C (Eksperimen)	0.76	Tinggi
VII B (Kontrol)	0.60	Sedang

Analisis N-Gain menunjukkan bahwa kelompok eksperimen yang menggunakan media mencapai N-Gain sebesar 0.76, diklasifikasikan dalam kategori Tinggi. Sedangkan kelompok kontrol hanya mencapai N-Gain 0.60 (kategori Sedang). Perbedaan peningkatan ini membuktikan bahwa media berbasis etnosains lahan gambut efektif dalam memfasilitasi penguasaan kompetensi literasi sains. Berdasarkan hasil N-Gain yang kuat, hasil MANCOVA menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada Literasi Sains antar kelompok. Signifikansi ini diperkuat oleh nilai *Effect Size* dengan nilai 0.82 yang berada dalam kategori Dampak Besar. Temuan ini sejalan dengan penelitian Yaqutunnafis & Prasetyo (2025) dan Arifianti et al. (2025) yang melaporkan dampak besar dari intervensi media terhadap variabel kognitif.

Penguatan konteks etnosains lahan gambut ini berhasil meningkatkan relevansi pembelajaran, mengatasi masalah pembelajaran yang kurang kontekstual dan menghasilkan capaian literasi sains yang rendah (Herayanti et al., 2025; Sudirman et al., 2025). Dengan demikian, media “Guardian of Gambut” terbukti efektif dalam menjembatani pengetahuan ilmiah (Literasi Sains) dengan realitas sosial-lingkungan, sesuai dengan tuntutan kerangka (OECD, 2019).

Hasil Angket Sikap Peduli Lingkungan

Peningkatan Sikap Peduli Lingkungan siswa yang berfokus pada lima indikator diukur menggunakan instrumen angket sikap peduli lingkungan dengan jumlah 25 butir soal. Soal dalam bentuk *pretest* dan *posttest* dan disebar pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Hasil dari angket sikap peduli lingkungan siswa pada kelompok eksperimen dan kontrol ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Angket Sikap Peduli Lingkungan

Kelas	N-Gain	Kategori
VII C (Eksperimen)	0.77	Tinggi
VII B (Kontrol)	0.59	Sedang

Hasil analisis N-Gain menunjukkan bahwa kelompok eksperimen mencapai N-Gain sebesar 0.77, diklasifikasikan dalam kategori Tinggi. Angka ini jauh melampaui kelompok kontrol yang hanya mencapai N-Gain 0.59 (kategori Sedang). Capaian N-Gain yang tinggi ini membuktikan efektivitas media *game* dalam menumbuhkan dimensi afektif yang kuat terhadap isu lingkungan. Berdasarkan tingginya N-Gain yang dicapai, hasil MANCOVA menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada Sikap Peduli Lingkungan antar kelompok. Artinya, peningkatan sikap bukan disebabkan oleh faktor kebetulan atau skor awal. Signifikansi ini diperkuat oleh nilai *Effect Size* yang berada dalam kategori Dampak Besar, konsisten dengan temuan dalam Jurnal oleh Yaqutunnafis & Prasetyo (2025) dan Safitri et al. (2025) yang menggunakan MANOVA/MANCOVA dan melaporkan dampak intervensi media yang kuat.

Efektivitas yang signifikan ini didorong oleh desain media yang secara eksplisit menempatkan siswa pada peran aktif "Guardian of Gambut". Media ini berhasil menyajikan kontras antara kondisi ekosistem yang sehat dengan krisis lingkungan yang secara efektif memenuhi indikator kesadaran dan kepedulian. Desain yang menuntut siswa untuk membuat keputusan konservasi dan tanggung jawab terhadap ekosistem gambut ini menegaskan bahwa pembelajaran berbasis isu lingkungan/kontekstual signifikan dalam membentuk karakter peduli lingkungan dan sikap bertanggung jawab attitudes (Chen et al., 2025; Tsai et al., 2025). Dengan demikian, media ini terbukti efektif sebagai wahana penanaman nilai-nilai konservasi dalam konteks etnosains lokal.

PEMBAHASAN

Pengembangan media digital interaktif berbasis etnosains lahan gambut "*Guardian of Gambut*" menunjukkan bahwa integrasi konteks lokal dengan teknologi pembelajaran dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam pembelajaran sains. Media ini dirancang tidak hanya sebagai sarana penyampaian materi, tetapi juga sebagai lingkungan belajar yang memungkinkan siswa mengeksplorasi fenomena ekologis secara kontekstual. Pendekatan tersebut sejalan dengan prinsip

pembelajaran kontekstual yang menekankan keterkaitan antara konsep ilmiah dengan realitas kehidupan sehari-hari siswa, sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna dan relevan.

Penggunaan konteks etnosains lahan gambut dalam media ini menjadi faktor penting dalam meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Integrasi pengetahuan lokal dengan konsep sains modern memungkinkan siswa memahami fenomena lingkungan melalui perspektif yang lebih dekat dengan pengalaman mereka. Pendekatan etnosains dalam pembelajaran sains telah banyak direkomendasikan karena mampu menjembatani pengetahuan ilmiah dengan kearifan lokal masyarakat, sehingga siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis tetapi juga mampu mengaitkannya dengan praktik kehidupan nyata (Hidayati & Julianto, 2025; Sari et al., 2025). Dengan demikian, pembelajaran yang memanfaatkan konteks etnosains dapat meningkatkan relevansi materi serta memperkuat pemahaman konseptual siswa terhadap isu lingkungan.

Selain itu, desain media berbasis permainan (*game-based learning*) dalam “*Guardian of Gambut*” turut berperan dalam meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa. Aktivitas yang berbentuk tantangan, simulasi, serta pengambilan keputusan memungkinkan siswa berpartisipasi secara aktif dalam proses pembelajaran. Karakteristik ini sesuai dengan prinsip pembelajaran berbasis permainan yang menekankan interaksi, eksplorasi, serta pengalaman belajar yang menyenangkan. Media pembelajaran digital yang dirancang secara interaktif terbukti mampu meningkatkan *engagement* siswa sekaligus mendorong keterlibatan kognitif yang lebih mendalam dalam proses belajar (Wahidin et al., 2025).

Penerapan media ini juga menunjukkan potensi yang kuat dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini dapat dijelaskan melalui struktur aktivitas dalam media yang menuntut siswa untuk menganalisis masalah, mengevaluasi alternatif solusi, serta membuat keputusan berbasis bukti ilmiah. Aktivitas semacam ini sejalan dengan konsep *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang menekankan kemampuan analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah sebagai bagian dari proses berpikir tingkat tinggi. Pembelajaran yang dirancang untuk menstimulasi HOTS terbukti mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan (Rusmansyah et al., 2023). Oleh karena itu, penggunaan media digital interaktif yang memuat aktivitas berbasis masalah ekologis dapat menjadi strategi efektif dalam melatih keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran sains.

Selain meningkatkan kemampuan berpikir kritis, media ini juga berkontribusi dalam penguatan literasi sains siswa. Literasi sains tidak hanya berkaitan dengan penguasaan konsep ilmiah, tetapi juga kemampuan memahami fenomena alam, menafsirkan data ilmiah, serta membuat keputusan yang bertanggung jawab terhadap lingkungan. Dalam media “*Guardian of Gambut*”, siswa dihadapkan pada berbagai situasi yang memerlukan penerapan konsep sains

dalam konteks nyata, seperti pengelolaan limbah, restorasi ekosistem gambut, serta pemahaman hubungan antar komponen ekosistem. Pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan konteks sosial dan lingkungan seperti ini dinilai efektif dalam meningkatkan kompetensi literasi sains siswa sebagaimana direkomendasikan dalam kerangka literasi sains internasional (OECD, 2019).

Penggunaan isu lingkungan sebagai konteks pembelajaran juga memberikan kontribusi terhadap pembentukan sikap peduli lingkungan siswa. Dalam media ini, siswa tidak hanya mempelajari konsep ekosistem, tetapi juga berperan sebagai penjaga lingkungan yang bertanggung jawab dalam memulihkan ekosistem gambut. Peran tersebut memberikan pengalaman belajar yang bersifat afektif sekaligus kognitif, sehingga siswa dapat mengembangkan kesadaran terhadap pentingnya menjaga kelestarian lingkungan. Pembelajaran berbasis isu lingkungan terbukti efektif dalam menumbuhkan kesadaran ekologis serta sikap tanggung jawab terhadap lingkungan (Chen et al., 2025; Tsai et al., 2025). Oleh karena itu, integrasi isu lingkungan lokal dalam pembelajaran sains dapat menjadi strategi yang efektif untuk membangun karakter peduli lingkungan pada siswa.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa media pembelajaran digital interaktif memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains. Produk pembelajaran yang dirancang secara kontekstual, interaktif, dan berbasis masalah mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi siswa. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian oleh Khasanah et al. (2023), Amelia et al. (2024), dan Manurung et al. (2024) yang menunjukkan bahwa media pembelajaran digital interaktif yang dirancang dengan baik umumnya memiliki tingkat kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas yang tinggi dalam mendukung proses pembelajaran.

Dengan demikian, media digital interaktif berbasis etnosains lahan gambut "*Guardian of Gambut*" dapat menjadi alternatif inovatif dalam pembelajaran sains, khususnya pada materi ekosistem dan keanekaragaman hayati. Integrasi teknologi digital, konteks etnosains, serta pendekatan pembelajaran berbasis masalah ekologis terbukti mampu menciptakan pengalaman belajar yang tidak hanya meningkatkan kemampuan kognitif siswa, tetapi juga menumbuhkan kesadaran dan tanggung jawab terhadap kelestarian lingkungan.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menguji efektivitas media digital interaktif berbasis etnosains lahan gambut berjudul "*Guardian of Gambut*" untuk materi ekosistem dan keanekaragaman pada siswa SMP. Media ini terbukti sangat layak digunakan di lapangan, ditunjukkan oleh skor validitas media dan substansi yang tinggi serta hasil uji kepraktisan produk yang mencapai kategori Sangat Praktis. Hasil uji efektivitas menggunakan N-Gain dan MANCOVA menunjukkan bahwa media "*Guardian of Gambut*" efektif secara signifikan dalam meningkatkan kemampuan Berpikir Kritis, Literasi Sains, dan Sikap Peduli

Lingkungan siswa. Peningkatan pada kelompok yang menggunakan media ini mencapai kategori Tinggi untuk ketiga variabel tersebut, menunjukkan dampak yang kuat dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Oleh karena itu, media digital interaktif ini dapat menjadi alternatif media pembelajaran IPA yang kontekstual dan efektif dalam mengasah keterampilan berpikir tingkat tinggi dan menumbuhkan kesadaran ekologis siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Albar, Daswati, Nawawi, M., & Syufri. (2025). Local wisdom-based science and environmental education management: Perspectives from the Bunggu indigenous community. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11, 408–418. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i5.11167>
- Almencion, S., Otagan, R., Tingal, J., & Davin, J. (2024). Environmental education and pro-environmental behavior among UM Peñaplata college students. *Contemporary Research Analysis Journal*, 1(4). <https://doi.org/10.55677/CRAJ/03-2024-Vol01I4>
- Amelia, B. N., Mintohari, D., & Pd, M. (2024). Pengembangan media interaktif berbasis Articulate Storyline 3 untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada materi sistem pencernaan manusia kelas V sekolah dasar.
- Arifianti, A., Mulyati, Y., Hamimi, E., & Fardhani, I. (2025). Science literacy improvement through game-based media for eighth grade students. *Indonesian Journal of Biology Education*, 8, 59–68. <https://doi.org/10.31002/ijobe.v8i2.2819>
- Ashlan, S. (2025). Contextual learning of science based on environmental problems around schools. *Scientica Education Journal*, 2(4). <https://doi.org/10.62872/k8kdze44>
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. <https://books.google.co.id/books?id=mHSwJPE099EC>
- Chen, J., He, M., & She, S. (2025). The impact of environmental serious game on pro-environmental behavior through environmental psychological ownership and environmental self-efficacy. *Scientific Reports*, 15(1), 27616. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-11297-z>
- Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. Prentice Hall.
- Facione, P. (2015). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Insight Assessment.
- Fahruni. (2019). *Agroforestri lahan gambut tanpa bakar*.
- FAO. (2020). *Peatlands mapping and monitoring*. <https://doi.org/10.4060/ca8200en>
- Furbani, W., Purnawanti, F., Dewi, A., Sari, N., & Thoriq, T. (2025). Digital literacy and critical thinking skills of students in the era industry 4.0. *Juwara: Jurnal Wawasan dan Aksara*, 5, 136–148. <https://doi.org/10.58740/juwara.v5i1.382>

- Gusmarti, D., Sunarto, A., Walid, A., & Universitas Islam Negeri Fatmawati Soekarno Bengkulu. (2021). Pengembangan modul ilmu pengetahuan alam berbasis etnosains pada materi ekosistem untuk meningkatkan jiwa konservasi siswa SMP kelas VII.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. <http://lists.asu.edu/cgi-bin/wa?A2=ind9903&L=aera-d&P=R6855>
- Herayanti, L., Fuaddunnazmi, F., & Sukroyanti, B. (2025). Development of ethnoscience-based teaching materials to improve students' scientific literacy. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 11, 365. <https://doi.org/10.33394/jk.v11i1.13429>
- Hidayati, F., & Julianto, J. (2025). Integrasi pendekatan etnosains dalam pembelajaran sains untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Didaktika: Jurnal Pemikiran Pendidikan*, 31(1), 101. <https://doi.org/10.30587/didaktika.v31i1.9578>
- Hikmawati, H., Suma, K., & Subagia, I. W. (2021). Problem analysis of science learning based on local wisdom: Causes and solutions. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(Special Issue), 46–55. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7ispecialissue.1021>
- Hilton, M. L., & Pellegrino, J. W. (2013). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. National Academies Press.
- Januardi, E., Cholily, Y. M., & Syaifuddin, M. (2025). Integration of learning beyond the classroom and project-based learning in a nature-based elementary school. *Mimbar Sekolah Dasar*, 12(3), 418–435. <https://doi.org/10.53400/mimbar-sd.v12i3.89085>
- Khasanah, L. A. I. U., Ningrum, I. E., & Huda, M. M. (2023). Pengembangan game edukasi berbasis kearifan lokal berorientasi dalam peningkatan kemampuan membaca permulaan di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(1), 760–770. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v7i1.4539>
- Kurdiati, L. A., Fathurohman, A., & Susiloningsih, E. (2024). The intersection of education and local environmental issues: Secondary students' views and actions on peatland ecosystems in global warming phenomenon. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 14(2). <https://doi.org/10.30998/formatif.v14i2.27851>
- Laili Amalia Rohmah, N. (2025). Pengembangan poster digital "Jarakesna" berbasis etnosains untuk meningkatkan literasi sains siswa SD.
- Manurung, R. P., Boleng, D. T., Lumowa, S. V. T., Akhmad, Sukartiningsih, Daru, T. P., Maasawet, E. T., & Rambitan, V. (2024). Development of learning tools social emotional defense to improve learning outcomes and critical thinking skills in human reproductive system materials. *Jurnal Penelitian*

- Pendidikan IPA*, 10(7), 3838–3849.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i7.7505>
- Meadows, D., & Wright, D. (2008). *Thinking in systems*. Rizzoli.
- Mishra, S., Page, S., Cobb, A., Lee, J. S. H., Jovani Sancho, A. J., Sjögersten, S., Jaya, A., Aswandi, A., & Wardle, D. (2021). Degradation of Southeast Asian tropical peatlands and integrated strategies for their better management and restoration. *Journal of Applied Ecology*, 58. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13905>
- Nazara, R. G., Fatimah, W. S., Daeli, M., Wardani, E. K., Pramesti, S. D., & Hidayati, W. (2025). Peran ethnoscience dalam menguatkan pembelajaran STEM untuk mengembangkan literasi sains berbasis budaya lokal di sekolah dasar. *Journal of Primary Education*, 4(3).
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38, 1–4. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1
- Purwanto, M. N. (2000). *Prinsip-prinsip dan teknik evaluasi pengajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Putra, M. B., Hadiwijoyo, S. S., & Hergianasari, P. (2022). Analisis multi-stakeholder partnership dalam pengurangan deforestasi lahan gambut di Kalimantan Tengah tahun 2017–2020. *Sabana: Jurnal Sosiologi, Antropologi, dan Budaya Nusantara*, 1(3), 158–173. <https://doi.org/10.55123/sabana.v1i3.1130>
- Rusmansyah, R., Abdul Hamid, A. H., Aufa, M. N., Isnawati, I., & Kusuma, A. E. (2023). Effectiveness and practicality of wetland ethnoscience e-magazine based on the scientific critical thinking model to improve critical thinking skills. *International Journal of Social Science and Education Research Studies*, 3(10). <https://doi.org/10.55677/ijssers/V03I10Y2023-02>
- Safitri, R. R., Rahmania, U. G., Putri, A. F., & Jumadi, J. (2025). The impact of game-based learning on student competencies in science: A systematic review. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 10(1), 116–136. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v10i1.5188>
- Sari, M. K., Suastra, I. W., Tika, I. N., & Redhana, I. W. (2025). Tinjauan sistematis efektivitas pembelajaran berbasis etnosains dalam meningkatkan literasi sains pada pendidikan dasar dan menengah. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(10), 72–82. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i10.12092>
- Sholahuddin, A., & Mutika Sari, M. (2021). Bahan ajar IPA SMP berbasis literasi sains dan kearifan lokal lahan basah pada materi tanah dan keberlangsungan kehidupan. *Jurnal Pendidikan Sains dan Terapan*, 1(1).
- Siswanto, J., Harjanta, A. T. J., Suminar, I., & Suyidno, S. (2022). Digital learning integrated with local wisdom to improve students' physics problem-solving

- skills and digital literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 2392(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2392/1/012025>
- Sudirman, S., Sutikno, S., Indriyanti, D. R., Sumarni, W., & Rahayuningsih, M. (2025). Integration of ethnoscience in natural science learning: Literacy study. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(6), 68–77. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i6.9980>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Taufiqurrahman, T., Fathonah, S., Ahmadi, F., Arsyad, A. A., & Rahman, S. (2025). Problem-based learning model assisted by interactive media to improve students' higher order thinking skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(1), 1234–1243. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.6649>
- Tsai, S. K., Chuang, T. Y., & Lin, Z. J. (2025). Enhancing environmental literacy through digital game-based learning: A technology-integrated attitude change approach. *Sustainability*, 17(16). <https://doi.org/10.3390/su17167416>
- Tytler, R. (2007). *Re-imagining science education: Engaging students in science for Australia's future*. Australian Council for Educational Research.
- UNESCO-UNEP. (1976). The Belgrade charter on environmental education. *Prospects*, 6(1), 135–136. <https://doi.org/10.1007/BF02220144>
- Wahidin, W., Gutierrez, G., Osman, K., Akkapin, S., & Tan, M. L. T. (2025). Digital simulations in science learning: A student perspective on interaction, engagement, conceptual understanding, and learning satisfaction. *International Journal of Educational Qualitative Quantitative Research*, 4(1), 36–46. <https://doi.org/10.58418/ijeqr.v4i1.138>
- Wahlström, T. (2025). Using games in environmental and sustainability education: Identifying teaching traditions in a game about carbon dioxide emissions. *Environmental Education Research*. <https://doi.org/10.1080/13504622.2025.2549437>
- Yaqutunnafis, S. T., & Prasetyo, Z. (2025). Development of an interactive multimedia e-module based on everyday-life problems to enhance science literacy competence on the digestive system. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 15(2), 832–846. <https://doi.org/10.23960/jpp.v15i2.pp832-846>