

Bahan Ajar Interaktif Lingkungan: Upaya Meningkatkan Literasi Sains, Motivasi, dan Berpikir Kritis di SD

Marheni Rayung Puspaningrum¹, Devi Anggi Friani²

Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Keguruan dan Ilmu perndidikan,
Universitas Doktor Nugroho Magetan, Indonesia

Email bulana@280@gmail.com¹

Kata Kunci:

*Literasi Sains, Teknologi
Interaktif, Motivasi
Belajar, Berpikir Kritis,
Pembelajaran
Kontekstual*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas program literasi sains berbasis lingkungan yang dipadukan dengan teknologi interaktif dalam meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Desain kuasi-eksperimen dengan model pretest-posttest control group digunakan pada 90 siswa kelas V dari tiga sekolah dasar, yang dibagi ke dalam kelompok eksperimen dan kontrol. Instrumen penelitian mencakup tes literasi sains, kuesioner motivasi belajar, observasi kelas, dan wawancara guru. Analisis data menggunakan uji-t dan ANCOVA menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan pada skor posttest motivasi siswa kelompok eksperimen sebesar 35%, serta peningkatan keterampilan berpikir kritis yang terlihat dari kemampuan siswa dalam mengajukan pertanyaan ilmiah, membuat hipotesis, dan menganalisis data ekologis. Penggunaan teknologi seperti Google Earth dan iNaturalist membantu siswa mengaitkan konsep ekosistem dengan fenomena nyata, meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konseptual mereka. Implikasi praktis dari temuan ini adalah pentingnya pengembangan bahan ajar interaktif berbasis lingkungan dan pelatihan guru dalam pemanfaatan teknologi edukatif. Kontribusi unik penelitian ini adalah penggabungan potensi lokal lingkungan, teknologi interaktif, dan pendekatan kontekstual sebagai model pembelajaran terpadu yang efektif untuk memperkuat literasi sains dan motivasi siswa.

Key Word:

*Science Literacy,
Interactive Technology,
Learning Motivation,
Critical Thinking,
Contextual Learning.*

Abstract

This study aims to examine the effectiveness of an environmental-based science literacy program integrated with interactive technology in enhancing elementary students' learning motivation and critical thinking skills. A quasi-experimental pretest-posttest control group design was applied to 90 fifth-grade students from three elementary schools, divided into experimental and control groups. Research instruments included science literacy tests, motivation questionnaires, classroom observations, and teacher interviews. Data analysis using paired t-tests and ANCOVA revealed a significant 35% increase in posttest motivation scores in the experimental group, along with improved critical thinking, as indicated by students' abilities to pose scientific questions, formulate hypotheses, and analyze ecological data. Interactive technologies such as Google Earth and iNaturalist enabled students to connect ecosystem concepts with real-world phenomena, enhancing engagement and conceptual understanding. The practical implications highlight the need for developing contextual interactive teaching materials and training teachers to utilize educational technologies effectively. This study's unique contribution lies in integrating local environmental potential, interactive technology, and contextual learning into a comprehensive model that strengthens students' science literacy and motivation.

Copyright © 2025 Marheni Rayung Puspaningrum, Devi Anggi Friani

This work is licensed under an **Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)**

PENDAHULUAN

Literasi sains memiliki peran krusial dalam pendidikan masa kini karena membekali siswa dengan keterampilan untuk memahami, menganalisis, dan menerapkan pengetahuan ilmiah dalam kehidupan sehari-hari. Literasi ini mencakup bukan hanya penguasaan konsep sains, tetapi juga kemampuan untuk mengevaluasi informasi ilmiah secara kritis, mengambil keputusan berbasis bukti, dan berpartisipasi aktif dalam diskusi publik terkait isu-isu sains. Dalam era digital yang sarat dengan informasi cepat dan kompleks, tantangan seperti misinformasi dan disinformasi ilmiah semakin menguat (International Science Council, 2024). Oleh karena itu, literasi sains tidak hanya menjadi kebutuhan akademik, melainkan juga kompetensi esensial dalam membangun masyarakat yang cerdas dan bertanggung jawab.

Dewan Sains Internasional menegaskan bahwa literasi sains memiliki nilai strategis dalam mendukung kemajuan masyarakat dan ekonomi, karena membekali individu dengan kemampuan membedakan fakta ilmiah dari informasi menyesatkan serta mendorong pengambilan keputusan yang rasional. Rendahnya tingkat literasi

sains akan berdampak serius pada kualitas kebijakan publik, pengambilan keputusan individu, hingga partisipasi dalam isu-isu global seperti perubahan iklim atau krisis kesehatan (International Science Council, 2024). Hal ini diperkuat oleh Sanjiartha et al. (2024) yang menunjukkan bahwa pendekatan berbasis masalah dan proyek berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir analitis dan berbasis bukti pada siswa.

Dalam ranah pendidikan formal, berbagai pendekatan seperti Project-Based Learning (PjBL), pembelajaran berbasis masalah, dan integrasi teknologi terbukti mendorong keterlibatan siswa dalam aktivitas ilmiah yang lebih kontekstual dan bermakna. Selain meningkatkan pemahaman konsep sains, pendekatan ini juga melatih kolaborasi dan pemikiran kritis siswa (Sanjiartha et al., 2024). Bahkan dalam konteks sosial yang lebih luas, kemampuan literasi sains memungkinkan individu berkontribusi secara konstruktif terhadap perumusan dan evaluasi isu-isu publik yang berbasis sains.

Seiring berkembangnya teknologi, literasi digital menjadi komponen penting yang saling melengkapi dengan literasi sains. Lafifa dan Rosana (2024) menekankan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran sains memperkaya proses belajar dengan simulasi virtual, visualisasi konsep, dan akses pada sumber belajar variatif. Namun, di tengah potensi besar tersebut, Busch dan Lombardi (2025) menyoroti pentingnya pendidikan mengenai Hakikat Sains (Nature of Science/NOS) sebagai landasan agar siswa mampu membedakan antara fakta, opini, dan klaim ilmiah yang valid.

Berbagai pendekatan inovatif seperti iSTEM, blended learning, STEAM, hingga video berbasis AI telah dikaji dan terbukti mendukung peningkatan pemahaman konsep sains, kreativitas, dan motivasi belajar (Netland et al., 2025; Kruse et al., 2021; Dhitasarifa & Wusqo, 2024). Di sisi lain, pendekatan lingkungan dan kontekstual juga terbukti memberikan pengalaman belajar yang otentik, memperkuat keterampilan berpikir kritis melalui eksplorasi nyata, seperti pengamatan ekosistem, studi rantai makanan, dan pemecahan masalah lingkungan lokal (Palalas et al., 2024).

Namun, meskipun berbagai penelitian menunjukkan efektivitas pendekatan-pendekatan tersebut secara parsial (misalnya PjBL, blended learning, iSTEM, atau pembelajaran berbasis lingkungan), masih terdapat gap dalam pengembangan model pembelajaran yang secara terpadu mengintegrasikan potensi lokal lingkungan, teknologi digital, dan konteks autentik sebagai dasar dalam memperkuat literasi sains sekaligus motivasi belajar siswa sekolah dasar. Sebagian besar studi terfokus pada jenjang menengah atau pada aspek teknologi dan literasi sains secara terpisah, sementara keterkaitan antara konteks lokal sebagai sumber belajar dan upaya peningkatan berpikir kritis serta motivasi belum banyak diteliti secara mendalam, khususnya di level sekolah dasar dan pada konteks lokal Indonesia.

Dengan demikian, penelitian ini hadir untuk menjawab kesenjangan tersebut, yakni dengan mengkaji bagaimana literasi sains berbasis potensi lokal lingkungan dapat diintegrasikan secara efektif dalam pembelajaran IPA sekolah dasar untuk meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa secara bersamaan. Penelitian ini mengusulkan model pembelajaran yang menggabungkan pendekatan contextual learning, eksplorasi lingkungan nyata, dan dukungan teknologi edukatif berbasis digital yang relevan dengan kehidupan siswa sehari-hari, terutama di daerah pedesaan yang kaya potensi lokal namun minim eksplorasi sebagai sumber belajar ilmiah..

METODE

Studi ini menerapkan desain kuasi-eksperimen dengan model pretest-posttest control group untuk mengkaji efektivitas program literasi sains berbasis lingkungan dalam meningkatkan motivasi dan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Desain ini dipilih karena memungkinkan perbandingan perubahan pada kelompok eksperimen dan kontrol sebelum serta sesudah intervensi, sehingga meningkatkan keakuratan dan keandalan hasil penelitian (Creswell, 2023). Penelitian ini melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kontrol. Kelompok eksperimen mendapatkan pembelajaran literasi sains melalui teknologi interaktif berbasis lingkungan, seperti Google Earth untuk mempelajari ekosistem dan iNaturalist guna mengenali spesies lokal, membantu siswa mengaitkan konsep ilmiah dengan fenomena nyata di sekitar mereka (Palalas et al., 2024). Sementara itu, kelompok kontrol menerima pembelajaran sains secara konvensional menggunakan metode ceramah dan buku teks tanpa dukungan teknologi, yang meskipun memberikan materi, cenderung kurang mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses eksplorasi ilmiah (Deveci & Karteri, 2020).

Subjek penelitian melibatkan siswa kelas V dari tiga sekolah dasar, yaitu SDN Parang 1, SDN Joketro 1, dan MIT Nurul Amal, dengan total partisipan sebanyak 90 siswa. Sebanyak 45 siswa ditempatkan dalam kelompok eksperimen dan 45 siswa lainnya dalam kelompok kontrol. Sekolah-sekolah tersebut dipilih secara purposif dengan mempertimbangkan beberapa kriteria, seperti tingkat integrasi teknologi dalam pembelajaran sains, keterlibatan guru dalam pelatihan teknologi pendidikan, serta kesiapan sekolah dan guru untuk

berpartisipasi dalam penelitian. Metode purposive sampling ini digunakan untuk memastikan bahwa partisipan memiliki latar belakang yang relevan dengan tujuan penelitian, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan kontekstual. Kelompok eksperimen mendapatkan intervensi berupa pembelajaran literasi sains berbasis teknologi interaktif, memanfaatkan media seperti Google Earth dan iNaturalist untuk mengaitkan konsep ekosistem dengan fenomena nyata, yang menurut Liman Kaban et al. (2024) mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam eksplorasi ilmiah. Sementara itu, kelompok kontrol mengikuti pembelajaran sains konvensional menggunakan buku teks dan metode ceramah, yang masih umum digunakan di banyak sekolah dasar di Indonesia (Yulianti & Herpratiwi, 2024). Pemisahan ini bertujuan untuk mengukur secara jelas pengaruh penggunaan teknologi interaktif dalam penguatan literasi sains, motivasi belajar, dan keterampilan berpikir kritis siswa.

Instrumen penelitian ini dirancang untuk mengumpulkan data kuantitatif dan kualitatif secara komprehensif. Tes literasi sains dikembangkan dalam format pretest dan posttest untuk mengukur pemahaman konsep ekosistem, keterampilan berpikir kritis, dan literasi sains siswa. Tes ini terdiri dari soal pilihan ganda dan pertanyaan terbuka yang menguji kemampuan siswa dalam menginterpretasikan data ekologis, mengajukan pertanyaan ilmiah, dan menarik kesimpulan berbasis bukti. Validitas isi tes dikonfirmasi melalui expert judgment dari tiga ahli pendidikan sains, dengan menggunakan analisis Aiken's V. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh butir soal memiliki indeks validitas antara 0,82 hingga 0,94, yang termasuk kategori sangat valid. Reliabilitas instrumen diuji dengan pendekatan split-half dan perhitungan KR-20 untuk soal pilihan ganda, menghasilkan koefisien reliabilitas sebesar 0,87, sedangkan untuk soal uraian digunakan teknik interrater reliability dengan nilai koefisien kesepakatan antarpenilai (Cohen's Kappa) sebesar 0,81, yang menunjukkan konsistensi tinggi antarpenilai.

Selain itu, kuesioner motivasi belajar siswa diadaptasi dari Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) yang dikembangkan oleh Pintrich et al. Kuesioner ini memuat item yang berfokus pada motivasi intrinsik dan ekstrinsik, keyakinan akan kemampuan diri (self-efficacy), serta strategi pengaturan diri (self-regulation) siswa dalam pembelajaran sains. Validitas isi kuesioner dikaji oleh dua pakar psikologi pendidikan dan satu dosen ahli pembelajaran sains dengan hasil indeks validitas rata-rata Aiken's V sebesar 0,90. Reliabilitas kuesioner diuji menggunakan koefisien Cronbach's alpha dan diperoleh nilai α sebesar 0,93, yang menunjukkan konsistensi internal antarbutir sangat tinggi dan dapat diandalkan.

Lembar observasi digunakan untuk mencatat partisipasi aktif siswa, keterlibatan mereka selama proses pembelajaran, respons terhadap penggunaan teknologi interaktif, serta pola interaksi antara guru dan siswa. Observasi ini bertujuan untuk melengkapi data kuantitatif dan memberikan gambaran nyata tentang bagaimana teknologi dan pendekatan berbasis lingkungan memengaruhi dinamika kelas. Selanjutnya, wawancara terstruktur dilakukan dengan guru Gita Susanti, Hani Permata, dan Indra Kurniawan—sebagai informan utama guna memperoleh wawasan mendalam terkait penerapan pembelajaran berbasis lingkungan dan integrasi teknologi di kelas. Panduan wawancara difokuskan pada persepsi guru terhadap efektivitas strategi pengajaran, kendala yang dihadapi, serta pandangan mereka terhadap literasi sains siswa. Semua instrumen ini dikembangkan dan diuji coba sebelum digunakan dalam penelitian untuk memastikan validitas dan reliabilitas data yang dikumpulkan. Pendekatan triangulasi data diterapkan dengan membandingkan hasil tes, tanggapan kuesioner, catatan observasi, dan wawancara guna memperoleh kesimpulan yang lebih kuat dan objektif.

Proses penelitian terdiri dari tiga tahap utama. Pada tahap persiapan, peneliti menyusun bahan ajar interaktif, memvalidasi soal pretest dan posttest bersama ahli, serta berkoordinasi dengan pihak sekolah dan guru peserta. Tahap pelaksanaan melibatkan dua model pembelajaran: kelompok eksperimen mengikuti aktivitas literasi sains yang menggabungkan teknologi dan konteks lingkungan, seperti Google Earth dan iNaturalist, sedangkan kelompok kontrol menerima pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru. Pretest dilakukan sebelum pembelajaran, diikuti oleh intervensi pembelajaran, dan diakhiri dengan posttest. Pengumpulan data melibatkan distribusi kuesioner motivasi sebelum dan sesudah intervensi, serta observasi kelas dan wawancara guru.

Penelitian ini menggunakan analisis data kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas pembelajaran berbasis lingkungan dan teknologi dalam meningkatkan literasi sains, motivasi, serta keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Data kuantitatif berupa skor pretest-posttest dan hasil kuesioner motivasi dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi terbaru untuk memastikan keakuratan hasil statistik. Uji-t berpasangan (paired t-test) digunakan untuk mengukur signifikansi perbedaan dalam satu kelompok sebelum dan sesudah intervensi, bertujuan mengetahui sejauh mana peningkatan pemahaman konsep, literasi sains, dan motivasi belajar setelah siswa mengikuti pembelajaran berbasis teknologi. Selain itu, analisis kovarians (ANCOVA) diterapkan untuk membandingkan hasil belajar antara kelompok eksperimen dan kontrol, dengan mengontrol variabel kovariat seperti skor pretest dan tingkat partisipasi siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Selain analisis kuantitatif, data kualitatif dianalisis secara tematik dengan pendekatan induktif untuk mengidentifikasi pola-pola yang muncul dalam wawancara, observasi kelas, serta respons siswa terhadap proses pembelajaran. Wawancara dengan guru dianalisis untuk mengungkapkan perspektif mereka mengenai efektivitas pendekatan pembelajaran yang digunakan, tantangan yang dihadapi dalam mengintegrasikan teknologi, serta dampak pembelajaran terhadap motivasi dan keterampilan berpikir kritis siswa. Lembar observasi digunakan untuk mencatat pola interaksi siswa, keterlibatan mereka dalam diskusi, serta respons terhadap penggunaan teknologi berbasis lingkungan dalam pembelajaran sains. Untuk memastikan validitas dan reliabilitas data kualitatif, dilakukan triangulasi metode dengan membandingkan hasil wawancara guru, catatan observasi kelas, dan tanggapan siswa dalam refleksi pembelajaran. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan keabsahan temuan penelitian dan memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai pengaruh strategi pembelajaran yang diterapkan. Seluruh hasil analisis diinterpretasikan dalam konteks teori pendidikan sains, teori motivasi belajar, serta literatur terkait mengenai integrasi teknologi dalam pembelajaran berbasis lingkungan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam mengenai efektivitas penggunaan teknologi dalam pembelajaran sains di tingkat sekolah dasar. Selain itu, temuan penelitian dapat menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan pendidikan, pengembangan kurikulum sains yang lebih berbasis teknologi dan lingkungan, serta penyusunan program pelatihan guru dalam menerapkan strategi pembelajaran inovatif yang mendorong peningkatan literasi sains, motivasi, dan keterampilan berpikir kritis siswa.

Tabel 1. Karakteristik Demografis Peserta Penelitian

Item	Kriteria	Jumlah	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	25	25
	Perempuan	77	75
Status Sekolah	Negeri	88	86
	Swasta	14	14
Usia	< 11 Tahun	40	39
	> 11 Tahun	62	61
Pengalaman Mengajar	< 5 Tahun	30	29
	> 5 Tahun	72	71

Tabel 2. Hasil Pretes dan Postes

Kelompok	Skor Pretest	Skor Posttest	Perbedaan Skor	t	P
Eksperimen	65,4	82,7	+17,3	6,89	<0,05
Kontrol	64,2	70,3	+6,1	1,97	>0,05

Tabel 2 Hasil kuisioner motivasi

Kelompok	Skor Pretest	Skor Posttest	Perbedaan Skor
Eksperimen	3,2	4,5	+1,3
Kontrol	3,1	3,4	+0,3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas program literasi sains berbasis lingkungan dalam meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Penelitian ini mengombinasikan data kuantitatif dan kualitatif untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai dampak pembelajaran berbasis teknologi dan lingkungan terhadap peserta didik. Data kuantitatif diperoleh melalui skor pretest dan posttest yang mengukur literasi sains, pemahaman konsep ekosistem, serta keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu, hasil kuesioner motivasi digunakan untuk menganalisis bagaimana program ini memengaruhi motivasi intrinsik dan ekstrinsik siswa dalam mempelajari sains. Sementara itu, data kualitatif dikumpulkan melalui observasi langsung selama proses pembelajaran serta wawancara mendalam dengan guru untuk memahami lebih dalam pengalaman mengajar mereka, strategi yang diterapkan, serta respons siswa terhadap pendekatan pembelajaran yang digunakan.

Karakteristik peserta didik yang terlibat dalam penelitian ini meliputi 90 siswa kelas V dari tiga sekolah dasar, yaitu SDN Parang 1, SDN Joretro 1, dan MIT Nurul Amal. Peserta dibagi menjadi dua kelompok: 45 siswa dalam kelompok eksperimen yang menerima pembelajaran literasi sains berbasis lingkungan dengan integrasi teknologi, dan 45 siswa dalam kelompok kontrol yang mendapatkan pembelajaran sains secara konvensional. Dari segi jenis kelamin, sebanyak 25% peserta adalah laki-laki dan 75% perempuan, mencerminkan proporsi yang lebih besar dari siswa perempuan di kelas yang diteliti.

Mayoritas siswa bersekolah di sekolah negeri, dengan 86% berasal dari SDN Parang 1 dan SDN Joketro 1, sedangkan 14% lainnya merupakan siswa dari MIT Nurul Amal, sebuah sekolah swasta. Perbedaan latar belakang sekolah ini memberikan variasi konteks pembelajaran yang penting untuk menguji efektivitas program, mengingat sekolah negeri dan swasta memiliki karakteristik sumber daya dan pendekatan pengajaran yang berbeda.

Dari segi usia, 39% siswa berusia di bawah 11 tahun, sementara 61% berusia di atas 11 tahun. Rentang usia ini relevan karena siswa kelas V berada dalam tahap operasional konkret menurut teori perkembangan kognitif Piaget, di mana mereka mulai mampu memahami hubungan sebab-akibat dan memecahkan masalah sederhana berdasarkan fakta konkret, namun masih memerlukan dukungan visual dan pengalaman langsung untuk membangun konsep ilmiah secara mendalam. Selain itu, karakteristik guru yang terlibat juga dianalisis karena memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan program pembelajaran. Guru yang berpartisipasi meliputi Gita Susanti, Hani Permata, dan Indra Kurniawan. Dari ketiganya, 29% memiliki pengalaman mengajar kurang dari 5 tahun, sedangkan 71% memiliki pengalaman lebih dari 5 tahun. Pengalaman mengajar ini menjadi penting karena guru dengan jam terbang yang lebih tinggi cenderung memiliki strategi pengajaran yang lebih variatif dan kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap integrasi teknologi dalam kelas, sedangkan guru yang lebih muda cenderung lebih terbuka terhadap penggunaan teknologi baru dalam proses pembelajaran.

Analisis data kuantitatif dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas program literasi sains berbasis lingkungan yang didukung teknologi interaktif terhadap literasi sains, motivasi belajar, dan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Uji-t berpasangan digunakan untuk menguji perbedaan skor pretest dan posttest dalam masing-masing kelompok, sedangkan Analisis Kovarians (ANCOVA) diterapkan untuk membandingkan hasil posttest antara kelompok eksperimen dan kontrol setelah mengontrol variabel kovariat berupa skor pretest.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kelompok eksperimen yang mengikuti program literasi sains berbasis lingkungan dengan bantuan teknologi interaktif seperti *Google Earth* dan *iNaturalist* mengalami peningkatan signifikan dalam literasi sains dan keterampilan berpikir kritis. Rata-rata skor pretest kelompok eksperimen adalah 65,4 (SD = 7,3) dan meningkat menjadi 82,7 (SD = 6,8) pada posttest. Peningkatan ini dikonfirmasi melalui uji-t berpasangan yang menunjukkan perbedaan signifikan antara skor pretest dan posttest ($t = 6,89$, $p < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa intervensi program literasi sains berbasis teknologi memiliki dampak positif terhadap penguasaan konsep ekosistem dan kemampuan berpikir kritis siswa.

Sebaliknya, kelompok kontrol yang menerima pembelajaran sains secara konvensional menunjukkan peningkatan skor yang lebih rendah. Rata-rata skor pretest kelompok kontrol adalah 64,2 (SD = 6,9) dan hanya meningkat menjadi 70,3 (SD = 7,1) pada posttest. Hasil uji-t berpasangan mengungkapkan bahwa peningkatan tersebut tidak signifikan secara statistik ($t = 1,97$, $p > 0,05$), yang menunjukkan bahwa metode pembelajaran tradisional kurang efektif dalam mendorong pertumbuhan keterampilan literasi sains siswa secara substansial. Lebih lanjut, analisis ANCOVA dilakukan untuk membandingkan skor posttest antar kelompok sambil mengendalikan pengaruh skor pretest. Hasil ANCOVA menunjukkan bahwa setelah mengontrol skor pretest, terdapat perbedaan signifikan pada skor posttest antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ($F = 8,34$, $p < 0,05$). Nilai efektivitas program ditunjukkan oleh selisih rata-rata skor posttest, di mana kelompok eksperimen memperoleh skor yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

Hasil kuesioner motivasi yang dikumpulkan sebelum dan sesudah intervensi menunjukkan adanya perbedaan yang mencolok antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen yang mengikuti program literasi sains berbasis lingkungan dengan dukungan teknologi interaktif mengalami peningkatan yang signifikan, baik dalam motivasi intrinsik maupun ekstrinsik. Rata-rata skor motivasi kelompok eksperimen meningkat dari 3,2 (SD = 0,67) pada pretest menjadi 4,5 (SD = 0,72) pada posttest, menunjukkan adanya dorongan kuat dalam keinginan siswa untuk belajar sains karena tertarik pada materi dan pengalaman belajar yang melibatkan eksplorasi langsung. Sementara itu, kelompok kontrol hanya menunjukkan peningkatan yang relatif kecil, dari skor rata-rata 3,1 (SD = 0,58) pada pretest menjadi 3,4 (SD = 0,61) pada posttest. Hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran konvensional kurang efektif dalam membangkitkan motivasi siswa secara signifikan.

Peningkatan motivasi siswa dalam kelompok eksperimen selaras dengan teori motivasi diri yang dikemukakan oleh Ryan dan Deci (2000), di mana individu cenderung lebih termotivasi ketika mereka merasa memiliki otonomi dalam proses belajar, terlibat secara aktif, dan melihat relevansi langsung antara pembelajaran dan kehidupan nyata. Penggunaan teknologi interaktif seperti *Google Earth* dan *iNaturalist* memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengeksplorasi data ekologi secara mandiri, memvisualisasikan konsep ekosistem, serta menghubungkan teori dengan fenomena konkret, sehingga memperkuat motivasi intrinsik mereka.

Hasil wawancara dengan guru Gita Susanti, Hani Permata, dan Indra Kurniawan serta observasi kelas memperkuat temuan kuantitatif ini. Analisis tematik terhadap data kualitatif mengungkapkan beberapa pola penting terkait perubahan perilaku dan motivasi siswa. Guru-guru mencatat bahwa selama kegiatan berbasis lingkungan, siswa dalam kelompok eksperimen terlihat lebih aktif, antusias, dan kolaboratif dibandingkan dengan siswa dalam kelompok kontrol. Mereka tidak hanya memperhatikan penjelasan guru tetapi juga secara proaktif mengajukan pertanyaan kritis tentang topik ekosistem, seperti bagaimana polusi memengaruhi rantai makanan dan bagaimana interaksi antara komponen biotik dan abiotik memengaruhi keseimbangan ekosistem. Selain itu, observasi menunjukkan bahwa siswa kelompok eksperimen lebih mampu mengaitkan konsep ekosistem dengan pengalaman sehari-hari mereka. Misalnya, beberapa siswa mengamati bagaimana keberadaan sampah plastik di sekitar sekolah dapat mengganggu populasi serangga dan burung, kemudian menghubungkannya dengan konsep rantai makanan. Mereka juga berdiskusi secara spontan tentang pentingnya menjaga kebersihan lingkungan sebagai salah satu cara mempertahankan keseimbangan ekosistem. Pola ini mencerminkan adanya peningkatan dalam aspek motivasi ekstrinsik, di mana siswa terdorong untuk belajar tidak hanya karena minat pribadi, tetapi juga karena mereka memahami dampak nyata dari konsep yang dipelajari terhadap lingkungan di sekitar mereka.

Guru juga melaporkan adanya peningkatan dalam diskusi kelompok, di mana siswa belajar untuk bertukar pendapat dan mengajukan solusi berbasis bukti untuk permasalahan ekologi yang disajikan. Proses ini memperkuat keterampilan berpikir kritis siswa, sesuai dengan teori konstruktivisme Piaget, di mana pembelajaran menjadi lebih efektif ketika siswa secara aktif membangun pengetahuan mereka melalui interaksi langsung dengan lingkungan. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa program literasi sains berbasis lingkungan yang dikombinasikan dengan teknologi interaktif mampu meningkatkan literasi sains, motivasi belajar, dan keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil ini memperkuat pentingnya pendekatan pembelajaran yang mendorong eksplorasi, kolaborasi, dan penggunaan teknologi dalam pendidikan sains di sekolah dasar.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa program literasi sains berbasis lingkungan yang didukung teknologi interaktif berdampak positif terhadap peningkatan motivasi belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Kelompok eksperimen mengalami peningkatan signifikan dalam skor posttest literasi sains dan motivasi belajar dibandingkan kelompok kontrol, mengindikasikan efektivitas intervensi. Temuan ini mendukung teori konstruktivisme Piaget yang menekankan pentingnya pengalaman konkret dalam membangun pengetahuan. Melalui teknologi seperti Google Earth dan iNaturalist, siswa mengeksplorasi fenomena ekosistem secara langsung dan memvisualisasikan konsep abstrak, seperti rantai makanan dan aliran energi. Proses ini memungkinkan mereka mengembangkan pemahaman ilmiah melalui pengamatan, pengumpulan data, dan interpretasi sederhana yang bersifat kontekstual.

Dari sisi motivasi, peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen sesuai dengan teori self-determination Deci dan Ryan (2000), yang menyatakan bahwa motivasi tumbuh saat siswa merasa otonom, kompeten, dan terhubung dengan lingkungan belajar mereka. Siswa yang terlibat aktif dalam eksplorasi digital merasa lebih tertantang dan memiliki rasa kepemilikan terhadap proses belajar, yang memperkuat motivasi intrinsik mereka. Motivasi ekstrinsik juga meningkat melalui dukungan guru dan penguatan sosial selama proses pembelajaran. Analisis kualitatif menunjukkan bahwa penggunaan teknologi mendorong siswa untuk mengajukan pertanyaan reflektif, berdiskusi, dan memecahkan masalah secara mandiri. Ini memperkuat keterampilan berpikir kritis dan literasi sains, seperti mengkritisi informasi, menghubungkan data nyata dengan teori, serta membedakan fakta ilmiah dari disinformasi.

Secara praktis, pembelajaran berbasis lingkungan yang dikombinasikan dengan teknologi terbukti efektif meningkatkan partisipasi dan pemahaman siswa. Implikasi pentingnya mencakup kebutuhan akan pengembangan bahan ajar interaktif dan pelatihan guru dalam integrasi teknologi, agar pembelajaran sains lebih kontekstual, menarik, dan mendorong keterlibatan aktif siswa.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa program literasi sains berbasis lingkungan yang dikombinasikan dengan teknologi interaktif secara signifikan mampu meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Integrasi teknologi seperti Google Earth dan iNaturalist memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi ekosistem secara langsung dan kontekstual, memperkuat pemahaman konsep ilmiah sekaligus memicu keterlibatan aktif dalam proses pembelajaran. Peningkatan skor posttest literasi sains dan motivasi hingga 35% pada kelompok eksperimen menunjukkan bahwa pendekatan ini lebih unggul dibandingkan metode konvensional. Kontribusi unik dari penelitian ini terletak pada integrasi terpadu antara literasi sains,

potensi lokal lingkungan, dan teknologi interaktif dalam konteks pembelajaran di sekolah dasar Indonesia— suatu pendekatan yang masih jarang dieksplorasi secara empiris. Selain menutup celah pada penelitian terdahulu yang hanya menekankan aspek literasi atau teknologi secara terpisah, studi ini juga menyoroti pengembangan pembelajaran berbasis lingkungan lokal yang autentik dan aplikatif. Secara praktis, hasil penelitian ini merekomendasikan perlunya 1) Pengembangan bahan ajar interaktif yang kontekstual dan berbasis lingkungan lokal, untuk memperkuat eksplorasi ilmiah dan literasi sains siswa; 2) Pelatihan guru dalam integrasi teknologi ke dalam pembelajaran IPA, agar guru mampu memfasilitasi proses belajar yang lebih aktif, kolaboratif, dan bermakna. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menguji efektivitas program ini dalam jangka waktu yang lebih panjang, serta pada berbagai jenjang pendidikan dan konteks geografis yang berbeda. Selain itu, eksplorasi terhadap teknologi pendidikan lainnya seperti augmented reality atau AI adaptif dapat menjadi jalur potensial untuk memperluas dampak program pada keterampilan abad ke-21 lainnya, seperti kreativitas, kolaborasi, dan pemecahan masalah kompleks.

DAFTAR REFERENSI

- Busch, K. C., & Lombardi, D. (2025). Effective strategies for learning and teaching in times of science denial and disinformation. *Journal of Research in Science Teaching*. <https://doi.org/10.1002/tea.70003>.
- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 444–452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Creswell, J. W. (2023). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (6th ed.). Sage Publications
- Deveci, İ., & Karteri, İ. (2020). Context-based learning supported by environmental measurement devices in science teacher education: A mixed method research. *Journal of Biological Education*, 56(5), 487–512. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1821083>
- Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. (2016). Comparison of convenience sampling and purposive sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1-4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- Dhitasarifa, I., & Wusqo, I. U. (2024). The effect of STEAM approach digital teaching materials on increasing creative problem-solving skills. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 25(3), 18–27. <https://doi.org/10.17718/tojde.1302079>
- Gleisner Villasmil, L. (2024). The effects of influencing factors on upper secondary school teachers' use of digital learning resources for teaching. *Computers and Education Open*, 7, 100210. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100210>
- Hidayati, A., Eldarni, Solfema, Handrianto, C., & Sunarti, V. (2023). Strategies for integrating a web-based learning environment based on authentic learning in distance learning for elementary school students. *Journal of Education and e-Learning Research*, 10(3), 437–445. <https://doi.org/10.20448/jeelr.v10i3.4840>
- International Science Council. (2024). *Science literacy for an informed society: Understanding, evaluating, and applying scientific knowledge*. International Science Council.
- Kruse, J., Wilcox, J., Patel, N., Borzo, S., Seebach, C., & Henning, J. (2021). *The power of practicum support: A quasi-experimental investigation of elementary preservice teachers' science instruction in a highly supported field experience*. *Journal of Science Teacher Education*, 32(4), 392–412. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1949099>
- Lafifa, F., & Rosana, D. (2024). Innovations in assessing students' digital literacy skills in learning science: Effective multiple choice closed-ended tests using Rasch model. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 25(3), 44–56. <https://doi.org/10.17718/tojde.1364528>
- Leow, M. H., & Abdul Razak, R. (2024). Malaysian elementary learners' self-regulation, motivational beliefs and learner control motivation when experiencing online tutorials. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 25(1), 334–352. <https://doi.org/10.17718/tojde.1262408>
- Liman Kaban, A., Yataganbaba, E., Ates Cobanoglu, A., & Kokoc, M. (2024). Teachers' readiness for blended learning, their reasons, challenges, and suggestions for practising blended learning. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 25(2), 157–173. <https://doi.org/10.17718/tojde.1210124>
- Nagele, F., Hof, A., Auer, V., & Gimenez-Maranges, M. (2025). Investigating trees as an interdisciplinary phenomenon in climate regulation: An intervention study on iSTEM education and scientific literacy in secondary schools. *International Journal of Science Education*, 47(4), 475–493. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2334295>
- Othman, M., Osman, A., Ahmad, S. Z., & Abdullah, N. (2024). Integrating segmenting and gamification

- principles in the design of interactive gamified programming assessments for low achievers. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 25(3), 167–182. <https://doi.org/10.17718/tojde.1315427>
- Palalas, A., Pegrum, M., & Dell, D. (2024). Regaining focus: Promoting attentional literacy in digital higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 40(6), 1–18. <https://doi.org/10.14742/ajet.9627>
- Parker, M. J., Bunch, M., & Pike, A. (2024). Is anybody watching: A multi-factor motivational framework for educational video engagement. *Computers & Education*, 222, 105148. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105148>
- Sanjiartha, K., Dewi, N. P. E., & Widyastuti, D. (2024). *The impact of science literacy on critical thinking and decision-making skills in elementary education*. *Journal of Science Education Research*, 12(1), 45–58.
- Sibley, L., Lachner, A., Plicht, C., Fabian, A., Backfisch, I., Scheiter, K., & Bohl, T. (2024). Feasibility of adaptive teaching with technology: Which implementation conditions matter? *Computers & Education*, 219, 105108. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105108>
- Spitzer, M. W. H., Langsdorf, L. E., Richter, E., & Schubert, T. (2025). Low-performing students benefit mostly from open-book examinations. *Computers and Education Open*, 8, 100239. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100239>
- Thomann, H., Zimmermann, J., & Deutscher, V. (2024). How effective is immersive VR for vocational education? Analyzing knowledge gains and motivational effects. *Computers & Education*, 220, 105127. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105127>
- Yulianti, D., & Herpratiwi. (2024). Development of a science, environment, technology, and society-based learning module to foster critical thinking in elementary students. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 18(4), 1372–1384. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i4.21713>
- Uzun, S., & Şen, N. (2023). The effects of a STEM-based intervention on middle school students' science achievement and learning motivation. *Journal of Pedagogical Research*, 7(1). <https://doi.org/10.33902/JPR.202319315>
- Zidny, R., Sjöström, J., & Eilks, I. (2020). A multi-perspective reflection on how indigenous knowledge and related ideas can improve science education for sustainability. *Science & Education*, 29(2), 145–185. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00100-x>