

SLR TENTANG INTEGRASI TEKNOLOGI DALAM PEMBELAJARAN INTERAKTIF UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK

Dian Pratiwi¹, Rezky Awalia², Dewi Permata Ayu³, Arifah Novia Arifin⁴, Adnan⁵
Program Studi S2 Pendidikan Biologi, Program Pascasarjana, Universitas Negeri
Makassar

Alamat e-mail : ¹rezkyawaliasyah@gmail.com

ABSTRACT

Numerous studies have demonstrated that students' scientific literacy remains low, indicating the need for improvement in the learning process. Interactive learning that utilizes technology as a medium to enhance scientific literacy in the digital era is essential, considering the rapid advancement of technology and its inseparable role in everyday life. For science teachers and pre-service teachers, it is crucial to develop the competencies required to teach students in accordance with the demands of the times. This study employs a Systematic Literature Review (SLR) method aimed at comparing the findings of research articles published in Scopus-indexed journals. The keywords used to identify relevant articles in the Scopus database were "interactive learning" and "scientific literacy", yielding 1,532 publications. After a process of screening and reduction based on inclusion and exclusion criteria (topic relevance, publication year, and article quality), 30 articles were selected for further analysis. The analysis revealed an increase in publications in 2025, with 18 articles published that year. The authorship analysis showed that research on interactive learning is predominantly conducted in Indonesia (60%), with additional contributions from Malaysia, South Korea, Australia, and the United States. The most prolific author identified was Putra. The findings indicate that technology integration is at the core of interactive learning development in the digital era, strongly supported by educational technology, artificial intelligence, and augmented reality. However, challenges remain in effectively integrating these technologies with pedagogical strategies to sustainably improve scientific literacy.

Keywords: Interactive Learning; Scientific Literacy; Digital Era; Digital Technology

ABSTRAK

Berbagai penelitian menunjukkan literasi sains peserta didik masih rendah sehingga perlu adanya perbaikan dalam proses pembelajaran. Pembelajaran interaktif yang memanfaatkan teknologi sebagai media untuk peningkatan literasi sains di era digital sangat penting dikaji mengingat perkembangan teknologi yang pesat dan penggunaan teknologi tidak dapat lepas dari kehidupan. Bagi guru dan calon guru sains, agar memiliki kompetensi seharusnya yang dibutuhkan untuk membelajarkan peserta didik sesuai tuntutan zaman. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) yang bertujuan untuk membandingkan temuan artikel penelitian yang diterbitkan oleh jurnal terindeks Scopus. Kata kunci yang digunakan untuk menemukan artikel di basis data Scopus adalah "pembelajaran interaktif dan literasi sains", yang menemukan 1.532 publikasi. Artikel temuai kemudian direduksi lagi hingga diperoleh sejumlah artikel yang relevan dengan topik pembelajaran interaktif untuk peningkatan literasi sains di era digital, setelah melalui proses seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi (relevansi topik, tahun publikasi, dan kualitas artikel), terdapat 30 artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut. Peningkatan terdapat pada tahun 2025 yaitu terdapat 18 artikel. Analisis asal penulis menunjukkan bahwa penelitian tentang pembelajaran interaktif banyak dilakukan di Indonesia (60%), dengan kontribusi tambahan dari Malaysia, Korea Selatan, Australia, dan Amerika Serikat. Penulis dengan penelitian terbanyak ialah Putra. Hasil analisis menunjukkan bahwa integrasi teknologi merupakan inti dari perkembangan pembelajaran interaktif di era digital, dengan dukungan kuat dari teknologi pendidikan, kecerdasan buatan, AR. Namun, tantangan masih terletak pada bagaimana memadukan teknologi ini dengan strategi pedagogi yang efektif untuk meningkatkan literasi sains secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Pembelajaran interaktif, literasi sains, era digital, teknologi digital.

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di era digital dalam satu dekade terakhir telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor kehidupan. Perkembangan teknologi yang terjadi pada era revolusi industri mempengaruhi pola dan gaya hidup masyarakat global yang berkembang pesat, sehingga membutuhkan

ketersediaan sumber daya manusia yang spesifik dan terampil, Puncreobutr (2016) dalam Fuadi (2020). Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi ini memberikan pengaruh dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk diantaranya dalam bidang pendidikan (Wiyono, 2013). Partono et.al., (2021) dalam Nikmati (2024)

Pendidikan di abad 21 atau memasuki era Society 5.0 berdampingan dengan pemanfaatan teknologi digital dan pembelajaran. Pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran, tidak hanya menjadi pelengkap, tetapi telah menjadi bagian integral dalam strategi pendidikan saat ini (Kusuma et al., 2022).

Studi Integrasi teknologi dalam pembelajaran pada beberapa tahun terakhir menjadi tren penelitian. Salah satunya adalah studi dalam pembelajaran oleh Buchanan (2011) menyoroti bahwa perkembangan teknologi digital telah mengubah cara kita berinteraksi dan memperoleh informasi serta pengetahuan sehingga menuntut pendidikan dapat menyesuaikan diri dengan perubahan tersebut. Penggunaan teknologi menurut Zulfikar (2024) dalam pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Melalui pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif, personal, dan kolaboratif, teknologi dapat meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan pencapaian akademis di berbagai disiplin ilmu. Sedangkan menurut Daud (2019) Bradley & Lomicka, 2000; Wallace, 1999;

Carnevale, 2003; Roed, 2003 dikutip dalam Lewandowski, 2015 memperkenalkan ruang kelas virtual akan membuat pembelajaran lebih kondusif, karena pembelajaran online muncul untuk meningkatkan kesadaran diri siswa, dan memotivasi mereka untuk belajar lebih mandiri, dan kemudian bisa meningkatkan capaian pembelajaran mereka. Menurut Safrizal, (2021) mengatakan salah satu faktor penyebabnya adalah pendekatan pembelajaran yang belum sepenuhnya memfasilitasi kebutuhan belajar siswa abad ke-21 yang memerlukan integrasi teknologi dan pendekatan kontekstual.

Transformasi digital ini telah mempengaruhi cara belajar dan mengajar, membuka berbagai peluang untuk inovasi dalam pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran digital, seperti aplikasi pendidikan, video interaktif, dan platform online, semakin diperkenalkan untuk meningkatkan kualitas pendidikan di berbagai tingkat. Di sinilah pemanfaatan media digital berperan, menawarkan cara yang lebih menarik dan interaktif untuk meningkatkan pemahaman serta literasi siswa. Literasi atau

pemahaman terhadap teknologi tidak hanya melatih individu, tetapi juga membentuk masyarakat yang terampil, dan bertanggung jawab, serta adaptif terhadap era digital yang berkembang (Nuraini *et al.*, 2022; Suryana *et al.*, 2023). Literasi dalam konteks ini, bukan hanya terbatas pada kemampuan membaca dan menulis, tetapi mencakup kemampuan untuk mengakses, menganalisis, dan mengolah informasi dari berbagai sumber digital. Namun, meskipun teknologi telah diintegrasikan ke dalam banyak aspek kehidupan pendidikan, tantangan besar masih ada dalam pemanfaatannya di ruang kelas, terutama di sekolah dasar. Seiring dengan perkembangan media digital, masih banyak sekolah yang menghadapi kendala dalam mengakses teknologi, serta guru yang belum sepenuhnya terlatih dalam memanfaatkan media digital untuk pembelajaran yang efektif (Kartika sagala, 2024).

Berdasarkan data PISA 2022 Indonesia berada di peringkat ke-70 dari 80 negara peserta, dengan skor literasi membaca 359. Meskipun demikian, peringkat Indonesia pada PISA 2022 naik 5-6 posisi

dibandingkan PISA 2018 di semua domain (membaca, matematika, dan sains) (Pusmendik 2024). Berdasarkan hasil PISA, maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa literasi sains Indonesia masih terbilang rendah diantara seluruh negara. Widoyono (2024) mengatakan kemampuan peserta didik untuk melakukan dan menerapkan budaya literasi di lingkungan sekolah maupun lingkungan rumah relatif rendah (Aswita *et al.*, 2022; Ilma & Ibrohim, 2020). Berdasarkan hal tersebut, sebuah tinjauan sistematis yang menyatukan temuan penelitian tentang penerapan pembelajaran interaktif berbasis teknologi untuk meningkatkan literasi sains menjadi penting. SLR ini akan memberikan penjelasan tentang tren teknologi, desain pedagogis yang sering dipakai, efektivitas, serta kesenjangan penelitian yang perlu diisi untuk memperkuat dasar bukti (evidence-based) bagi pengembangan kurikulum dan kebijakan pendidikan di era digital. Kajian ini bertujuan untuk meninjau dan menganalisis hasil-hasil penelitian terkait penerapan pembelajaran interaktif yang mengintegrasikan atau

memanfaatkan media teknologi untuk meningkatkan literasi sains di era digital, meliputi trend, metode yang digunakan, efektivitas, serta kesenjangan penelitian yang masih ada.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan teknik PRISMA (*Preferred Reporting Items For Systematic Reviews and Meta Analyses*). SLR merupakan suatu telaah literatur secara terstruktur, jelas, komprehensif melalui proses identifikasi, penilaian, dan pengumpulan data-data dari penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti lainnya. Melalui Metode SLR peneliti mengidentifikasi artikel-artikel dan melakukan review secara terorganisir yang setiap prosedurnya mengikuti tahapan yang sudah ditentukan (Triandini et al., 2019).

Pertanyaan penelitian yang diajukan pada SLR ini yaitu (1) *"Bagaimana tren penelitian terkait pembelajaran interaktif dan literasi sains di era digital?"* (2) *"Apa saja metode dan media yang digunakan dalam penelitian tersebut?"* (3) *"Bagaimana efektivitasnya terhadap peningkatan literasi sains? Dan"* (4)

Apa saja kesenjangan penelitian yang masih ada dalam bidang ini?

Pencarian literatur dan Kriteria Penyaringan

Penelusuran artikel dilakukan melalui basis data Scopus, strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci yang disesuaikan dengan fokus penelitian, yaitu *"interactive learning"*, *"science literacy"*, dan *"educational technology"*.

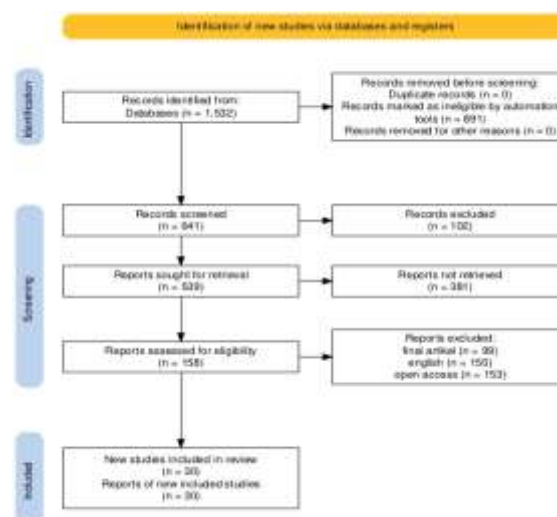
Tahap berikutnya adalah pengelolaan data literatur menggunakan Mendeley Reference Manager. Untuk memperkuat analisis literatur, dilakukan pula analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer. File CSV hasil ekspor dari Scopus dimasukkan ke VOSviewer untuk memetakan keterkaitan antar-konsep penelitian melalui beberapa jenis analisis, antara lain *co-occurrence* untuk melihat kemunculan bersama kata kunci, dan *citation analysis* untuk menentukan artikel yang paling berpengaruh. Hasil analisis divisualisasikan dalam bentuk *network visualization*, *overlay visualization*, dan *density visualization*, yang membantu mengungkap tema dominan serta

arah perkembangan penelitian di bidang pembelajaran interaktif dan literasi sains di era digital. Hasil penelusuran menggunakan kata kunci yang telah ditetapkan, diperoleh sebanyak 1532 artikel yang relevan dengan topik penelitian. Proses seleksi artikel dilakukan berdasarkan model inklusi dan eksklusi yang mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), sebagaimana dijelaskan oleh Gallagher et al. (2016). Selanjutnya, sejalan dengan pendekatan yang dikemukakan oleh Booth et al. (2012), penelitian ini menerapkan metode tinjauan cakupan (scoping review). Pendekatan tersebut digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan dengan menelaah berbagai sumber literatur yang memiliki kesamaan topik, kemudian mengelompokkan temuan utama dan menarik kesimpulan yang komprehensif.

Berikut ini merupakan kriteria inklusi yang digunakan yaitu:

- (1) artikel yang diterbitkan antara 2022-2025;
- (2) artikel yang diterbitkan dalam bahasa inggris

- (3) artikel yang memuat artikel penelitian/artikel asli; dan
- (4) artikel yang hanya berhubungan dengan penelitian pembelajaran interaktif, teknologi pendidikan dan literasi sains



Gambar 1. Diagram alur tinjauan sistematis (Diagram alur PRISMA untuk tinjauan literatur sistematis yang merinci penelusuran basis data, jumlah abstrak yang disaring, dan teks lengkap yang diambil)

Gambar 1 menunjukkan urutan inklusi dan esklusi yang digunakan oleh peneliti. Berdasarkan gambar 1, tahap awal yang dilakukan dengan menelusuri basis data Scopus menggunakan kombinasi kata kunci yang relevan dengan topik *pembelajaran interaktif dan literasi sains di era digital*. Hasil pencarian awal, diperoleh sebanyak 1.532 artikel. Selanjutnya, dilakukan

penyaringan awal dengan kriteria artikel disaring berdasarkan rentang waktu antara tahun 2022 dan 2025, sehingga diperoleh sebanyak 891 artikel dinyatakan tidak memenuhi kriteria dan dihapus dari daftar dan tersisa 641 artikel untuk tahap peninjauan lebih lanjut. Kemudian digunakan kriteria inklusi di bidang sains untuk memastikan hanya bidang studi yang memenuhi syarat yang dipilih, yaitu teknologi digital, teknologi sains, psikologi multidisiplin, teknologi pendidikan, pendidikan sains, sistem pembelajaran, literasi sains, dan pembelajaran interaktif, hasilnya 102 artikel dieliminasi karena tidak sesuai dengan kriteria dan terdapat 539 artikel yang memenuhi persyaratan. Selanjutnya terdapat 158 artikel yang memenuhi kriteria, yang berarti terdapat 381 artikel dikecualikan. Kemudian Artikel-artikel dievaluasi dengan memastikan bahwa secara keseluruhan teksnya dapat diakses, dan artikelnya diterbitkan dalam bahasa Inggris. Hasilnya terdapat 99 artikel yang memenuhi kriteria. Berdasarkan kelengkapan isi dan kesesuaiannya dengan topik. Akhirnya para peneliti memeriksa kembali artikel-artikel dan

menghasilkan 30 artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dianggap relevan untuk dianalisis lebih lanjut. Artikel-artikel ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer dan analisis tematik menggunakan Mendeley untuk menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan.

Proses seleksi artikel dalam penelitian ini berlangsung secara sistematis, terukur, dan transparan dengan mengikuti alur PRISMA. Hasil akhir seleksi menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil dari total literatur awal yang benar-benar relevan dengan fokus penelitian, yaitu penerapan pembelajaran interaktif berbasis teknologi untuk meningkatkan literasi sains di era digital.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis terhadap 30 artikel yang ditelaah menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran interaktif dalam konteks literasi sains di era digital mengalami perkembangan yang signifikan dalam lima tahun terakhir. Sebagian besar penelitian

menggunakan pendekatan desain eksperimen, quasi-eksperimen, dan penelitian tindakan kelas untuk menguji efektivitas berbagai model pembelajaran interaktif. Metode pembelajaran yang dominan mencakup *project-based learning* (PjBL), *problem-based learning* (PBL), *blended learning*, dan *STEM-based learning*. Keempat pendekatan tersebut menunjukkan kontribusi nyata terhadap peningkatan pemahaman konsep sains, keterampilan berpikir kritis, serta kemampuan siswa dalam mengintegrasikan informasi digital secara efektif.

Media dan teknologi yang digunakan mayoritas penelitian menyoroti pemanfaatan platform digital interaktif seperti *simulasi virtual*, *learning management system* (LMS), aplikasi berbasis *mobile*, *augmented reality* (AR), dan video interaktif. Penggunaan media ini terbukti meningkatkan keterlibatan belajar (*engagement*) dan memfasilitasi pembelajaran yang bersifat eksploratif. Selain itu, beberapa studi juga menekankan pentingnya kolaborasi daring dan interaktivitas antar peserta didik, yang memperkuat dimensi sosial dalam

pengembangan literasi sains. Sesuai dengan hasil temuan Lestari, D.P. (2023) yang menyatakan bahwa “Penelitian kuasi-eksperimental yang menggabungkan lingkungan lab virtual (teknologi) menunjukkan peningkatan literasi sains dan kemampuan integrasi sumber digital oleh siswa.”

Indikator literasi sains yang paling sering diukur meliputi kemampuan memahami konsep ilmiah, mengidentifikasi masalah berbasis sains, menafsirkan data, serta membuat keputusan berbasis bukti. Artikel- artikel tersebut konsisten menunjukkan bahwa strategi pembelajaran interaktif yang memanfaatkan teknologi digital mampu mendorong siswa untuk lebih aktif membangun makna melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan partisipatif.

Hasil temuan ini memperkuat pandangan bahwa pembelajaran interaktif berbasis teknologi digital menjadi salah satu strategi paling efektif dalam mengembangkan literasi sains di era modern. Keterpaduan antara interaktivitas, kolaborasi, dan teknologi menjadikan proses belajar tidak lagi berpusat pada guru, tetapi pada aktivitas

eksploratif siswa. Hal ini sejalan dengan teori konstruktivisme sosial (Vygotsky), yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi sosial dan pengalaman langsung. Dalam konteks digital, interaksi tersebut diperluas melalui media virtual yang memungkinkan siswa untuk melakukan eksplorasi ilmiah secara mandiri maupun kolaboratif.

Berbagai studi juga menyoroti bahwa keberhasilan pembelajaran interaktif sangat bergantung pada desain instruksional dan kesiapan teknologi. Misalnya, desain yang kurang terstruktur atau media yang tidak user-friendly dapat menghambat fokus belajar siswa. Oleh karena itu, integrasi teknologi harus didukung oleh perencanaan pedagogis yang matang, termasuk penyesuaian terhadap karakteristik peserta didik dan konteks pembelajaran. Pendekatan berbasis TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) sering dijadikan acuan untuk memastikan bahwa guru mampu mengintegrasikan unsur teknologi, pedagogi, dan konten sains secara seimbang.

Pembelajaran interaktif juga mengembangkan literasi digital dan

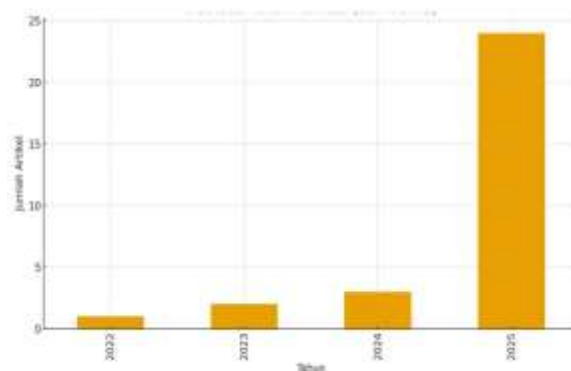
keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi. Namun demikian, tantangan utama yang teridentifikasi dalam sejumlah penelitian adalah keterbatasan infrastruktur teknologi, kompetensi digital guru, serta resistensi terhadap perubahan metode pembelajaran tradisional. Faktor-faktor ini menjadi penghambat penerapan skala luas dari model pembelajaran interaktif yang efektif. Dengan demikian, literasi sains di era digital tidak dapat dilepaskan dari kemampuan pendidik dalam mengelola pembelajaran yang interaktif, adaptif, dan kontekstual. Diperlukan kolaborasi antara pengembang teknologi pendidikan, guru, dan lembaga pendidikan untuk menciptakan ekosistem pembelajaran yang mendukung. Ke depan, riset lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi integrasi kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran adaptif guna meningkatkan personalisasi dan efektivitas pembelajaran interaktif dalam mengembangkan literasi sains.

**Tren penelitian terkait
pembelajaran interaktif literasi
sains di era digital**

Distribusi Tahun

Distribusi tahun publikasi menunjukkan bahwa sebagian besar artikel dalam kajian ini terbit pada tahun 2025, yakni sebanyak 24 dari total 30 artikel (80%). Sementara itu, hanya terdapat satu artikel pada tahun 2022, dua artikel pada tahun 2023, dan tiga artikel pada tahun 2024. Pola ini menggambarkan peningkatan signifikan dalam perhatian terhadap pembelajaran interaktif dan literasi sains di era digital selama dua tahun terakhir. Temuan ini memperlihatkan bahwa isu integrasi teknologi digital dalam pembelajaran interaktif semakin menempati posisi penting dalam penelitian pendidikan sains. Kecenderungan meningkatnya jumlah publikasi pada 2025 menunjukkan bahwa bidang ini tengah mengalami perkembangan pesat, seiring dengan adaptasi sistem pendidikan terhadap transformasi digital pascapandemi dan kemajuan teknologi pembelajaran. Selain itu, dominasi penelitian terbaru juga menandakan adanya peluang besar untuk pengembangan studi lanjutan yang lebih mendalam, terutama terkait efektivitas strategi interaktif berbasis

digital dalam meningkatkan literasi sains peserta didik.



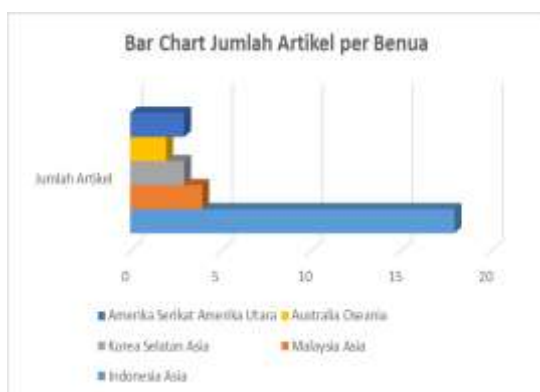
Gambar 1 Grafik Distribusi Publikasi Artikel tahun 2022-2025

Grafik diatas menggambarkan data trend penelitian mengenai pembelajaran interaktif untuk peningkatan literasi sains mengalami lonjakan tajam dalam lima tahun terakhir, dengan puncak pada tahun 2025. Hal ini memperkuat relevansi kajian ini dalam memetakan arah dan fokus penelitian terkini pada bidang pendidikan sains digital.

Asal Penulis dan Kolaborasi Internasional

Analisis asal penulis menunjukkan penelitian tentang pembelajaran interaktif banyak dilakukan di Indonesia (60%), dengan kontribusi tambahan dari Malaysia, Korea Selatan, Australia, dan Amerika Serikat. Distribusi ini menunjukkan bahwa topik pembelajaran interaktif dan literasi

sains merupakan tema yang relevan secara global, meskipun masih didominasi oleh penelitian di kawasan Asia. Kolaborasi lintas negara mulai tampak pada beberapa publikasi bersama antara universitas di Indonesia dengan institusi di Malaysia dan Australia.



Gambar 2 Bar Chart Jumlah Distribusi Artikel berdasarkan Benua

Temuan ini sejalan dengan Rahmawati & Nur (2023) yang menyoroti bahwa riset pendidikan berbasis teknologi digital berkembang pesat di Asia Tenggara karena dukungan kebijakan nasional terkait *digital learning* dan *STEM education*.

Kata Kunci dan Tren Tematik

Analisis Bibliomentrik menggunakan Vos Viewer dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3 Jaringan co-occurrence keyword hasil analisis VOSviewer

Analisis bibliometrik menggunakan VOSviewer mengidentifikasi enam kluster utama, yaitu:

1. Literacy Sains – menjadi tema sentral yang menghubungkan seluruh topik lain. Penelitian dalam kluster ini membahas keterampilan literasi sains peserta didik, kemampuan berpikir kritis, serta penggunaan sumber daya digital untuk memahami konsep sains.
2. Educational Technology – berfokus pada pengembangan dan implementasi berbagai platform pembelajaran interaktif seperti *e-learning*, *learning management systems*, dan *digital media tools*.
3. Education berfungsi sebagai kluster pendukung yang mengaitkan seluruh elemen di

atas dalam konteks pembelajaran formal.

Gambar hasil visualisasi menunjukkan bahwa “Iliteracy sains ” menjadi simpul pusat dengan koneksi kuat menuju *Interactive Learning, Scientific Literacy, Digital Era, Digital Technology*. Warna pada visualisasi overlay memperlihatkan bahwa penelitian tentang *educational technology* mendominasi publikasi terbaru.:

Tabel 2. Analisis Peneliti

No	Nama Peneliti	Jumlah artikel
1	Putra	4
2	Sari	3
3	Lee	3
4	Kim	3
5	Rahman	3
6	Ahmad	2
7	Smith	2
8	Others (gabungan)	10
Total		30

Tabel di atas terdapat delapan kelompok peneliti yang paling sering muncul dalam literatur yang dianalisis, dengan total 30 artikel. Putra merupakan penulis yang paling dominan digunakan dalam literatur sebanyak 4 artikel. Frekuensi kemunculan tinggi ini menunjukkan bahwa karya-karya putra menjadi rujukan utama, kemungkinan karena

relevansinya dengan tema penelitian seperti pembelajaran interaktif atau literasi sains di konteks lokal (Indonesia). Dominasi ini juga bisa menandakan adanya kontribusi signifikan terhadap pengembangan konsep atau metodologi yang sering dijadikan acuan oleh peneliti lain. Sari, Lee, Kim, dan Rahman (masing-masing 3 artikel), keempat penulis ini menempati posisi kedua dengan jumlah kemunculan yang seimbang. Sari kemungkinan mewakili literatur nasional dengan fokus pada penelitian pendidikan atau teknologi pembelajaran. Lee dan Kim menunjukkan kontribusi dari literatur internasional, terutama dari kawasan Asia Timur (Korea atau Jepang), yang sering menjadi acuan dalam studi teknologi pendidikan. Rahman juga cukup banyak dirujuk, bisa berasal dari penelitian dalam konteks pendidikan Islam atau Asia Tenggara. Secara umum, kelompok ini menggambarkan diversifikasi sumber rujukan antara lokal dan internasional. Ahmad dan Smith (masing 2 artikel) menunjukkan bahwa penulis-penulis ini berperan sebagai pelengkap teori atau data empiris dalam literatur. Ahmad kemungkinan mewakili konteks lokal,

sedangkan Smith berpotensi berasal dari literatur berbahasa Inggris dengan perspektif global. Kategori lainnya yaitu sebanyak 10 artikel ini menunjukkan bahwa lebih dari sepertiga total artikel (33%) merujuk pada berbagai penulis lain yang tidak berulang. Ini menandakan bahwa meskipun terdapat beberapa penulis dominan, literatur yang digunakan tetap beragam dan komprehensif, tidak terpaku pada satu sumber atau kelompok penulis tertentu.

Analisis Bibliometri

Analisis Bibliometrik Berdasarkan hasil analisis tematik, dengan

peninjauan abstrak dan teks penuh 99 artikel untuk memastikan kesesuaian artikel dengan topik dan tujuan yang sedang dikaji. Diperoleh 30 artikel yang sesuai dengan kriteria (Pembelajaran Interaktif untuk Peningkatan Literasi Sains di Era Digital) untuk selanjutnya dilakukan analisis bibliometrik sederhana. Artikel dikategorikan berdasarkan Penulis, Judul Artikel, Tahun, Judul Jurnal, jenis penelitian, media interaktif yang digunakan, temuan utama, dan kesenjangan/arrah penelitian

Tabel 1. Analisis Bibliometrik berdasarkan 30 Artikel terkait Penulis, Judul Artikel, Tahun, jenis penelitian, Media Interaktif yang digunakan, temuan utama, dan kesenjangan/arrah penelitian.

No.	Penulis Utama	Judul Artikel	Tahun	Jenis Penelitian	Media Interaktif	Temuan Utama	Kesenjangan/Arah Penelitian
1	Saraiva, E. et al.	Students' summer internships in a research centre: The impact on scientific literacy and the choice of a career in the STEM fields	2025	Kualitatif (Studi Kasus)	Google Form, Google Doc, PowerPoint	Peningkatan signifikan pengetahuan siswa, keterampilan komunikasi sains, dan kesadaran karir ilmiah	Ukuran sampel kecil (4 siswa), perlu validasi dengan sampel lebih besar
2	Cahyono, A.N. et al.	An exploratory study on STEM education through math trails with digital technology to promote mathematical literacy	2024	Eksperimen (R&D)	Aplikasi STEM Trails berbasis GPS, simulasi interaktif	Peningkatan literasi matematika, keterlibatan siswa 49,19% 96,7%	Perlu eksplorasi fitur AI dan perluasan implementasi

3	Mustari, M. et al.	Enhancing Physics Education Through Moocs-Based Virtual Laboratory Modules: Development, Validation, and Future Directions	2024	R&D (Model Borg & Gall)	MOOCs, simulasi PhET, video tutorial, SIAKAD	Peningkatan hasil belajar, keterlibatan siswa, aksesibilitas fleksibel	Kurang pengalaman hands-on, perlu integrasi AR/VR/A
4	Lysenko, L. et al.	Learning Mathematics with Interactive Technology in Kenya Grade-one Classes	2022	Eksperimen (Quasi-experimental)	Perangkat lunak ELM, komputer desktop, tablet	Peningkatan prestasi matematika (effect size +0.37), dampak terbesar pada pemecahan masalah (+0.77)	Perlu model integrasi yang sukses dan keberlanjutan inovasi
5	Fang, H. et al.	Virtual Reality and Health Science Education: a Scientific Mapping With Implications for Public Health and Digital Therapeutics	2025	Bibliometrik Sistematis	VR, AR, AI, 3D printing, mixed reality	VR meningkatkan keterampilan klinis, literasi kesehatan, personalisasi pembelajaran	Kurang fokus dampak jangka panjang, keamanan data, standarisasi teknologi
6	Simbolon, M. et al.	AI-Driven Sociocultural Interactive Digital Module for Papua: Advancing Educational Technology to Sustainable Development Goals	2025	Mixed Methods	Modul Digital Interaktif berbasis AI, multimedia, simulasi	Peningkatan literasi sains, keterlibatan siswa meningkat dari 2-5 menjadi 7-9	Generalisasi terbatas Papua, ketergantungan akses teknologi
7	Mayub, A. et al.	the Effect of Robotics Experiments on the Scientific Literacy of Junior High School Students in Bengkulu Province	2023	Eksperimental	Robot (line follower, pemadam api), multimedia, sensor	Motivasi siswa 4,02, literasi ilmiah 3,99, respons guru 3,98 (kategori baik)	Belum ada penelitian serupa di Indonesia, perlu penelitian lanjutan
8	Liamruk, P. et al.	Development and evaluation of an augmented reality serious game to enhance 21st century skills in cultural tourism	2025	Deskriptif Evaluatif	AR (Unity, ARCore), Firebase, media sosial	Peningkatan keterampilan abad 21, literasi ilmiah (4,47), kepuasan pengguna tinggi	Sampel kecil, perlu studi longitudinal dan perbandingan metode tradisional

9	Brünner, B. et al.	From Gretel to Strudelcity: Empowering Teachers Regarding Generative AI for Enhanced AI Literacy with CollectiveGPT	2025	Design-Based Research	Collective GPT, ChatGPT, Feedback R	70% peserta melaporkan peningkatan pemahaman genAI, efektivitas desain workshop	Perlu eksplorasi alat AI lebih beragam, adaptasi konteks budaya
10	Ili, B.	Exploring Trends in New Media Literacy (NML) Field: A Bibliometric Analysis Using Bibliometrix R-Tool	2025	Bibliometrik	Media sosial, teknologi digital, platform media baru	Pertumbuhan penelitian NML, rata-rata 20,19 sitasi per dokumen	Integrasi NML belum memadai, definisi tidak jelas, bias penelitian pada mahasiswa
11	Kabeer, A. et al.	Enhancing Creative Writing Skills in Secondary School Students through Prompt Engineering and Artificial Intelligence	2025	Mixed Methods	AR mobile app, website, Google Gemini	Peningkatan prestasi 86,2% vs 71,3% (kontrol), korelasi positif waktu AR dengan nilai	Perlu penelitian dampak jangka panjang, skalabilitas, keseimbangan orisinalitas vs AI
12	Fajrie, N. et al.	Enhancing early childhood education through E-story books: Promoting clean and healthy habits via digital storytelling and collaborative learning	2025	R&D (Quasi-experimental)	Anuvadini AI, D-ID, Gemini, Leonardo AI, Microsoft Bing	Peningkatan kepercayaan diri dari 50% menjadi 90%, kreativitas dan pemikiran kritis meningkat signifikan	Dampak jangka panjang, akses merata, keseimbangan waktu layar
13	Prosen, M. & Ličen, S.	Evaluating the digital transformation in health sciences education: a thematic analysis of higher education teachers' perspectives	2025	Kualitatif (Focus Groups)	E-Story Books, MS Office Suite, Canva, iSpring Suite, Website2 APK	Peningkatan perilaku sehat signifikan, pengembangan bahasa dan literasi, pembelajaran multisensori	Perbandingan persepsi guru-mahasiswa, ukuran sampel lebih besar

14	Chen, F. et al.	Exploring the effects of technology-supported collaborative inquiry and students' ICT competency on scientific literacy and subject knowledge in rural science classrooms	2025	Quasi-experimental	LMS, VR, mobile tech, interactive boards, video resources	Transformasi pedagogis, peningkatan keterlibatan, literasi digital krusial	Durasi singkat, kurang data proses, generalisasi terbatas
15	Valencia - Londoño, P.A. et al.	Artificial intelligence in education: advancing educational digital inclusion for adults older with diverse neuromuscular conditions	2025	Mixed Methods	Platform Welnquiry, tablet	Peningkatan literasi sains, efek interaktif signifikan, manfaat untuk siswa ICT rendah	Sampel kecil (n=30), perlu data longitudinal, skalabilitas
16	Beissem bayeva, S. et al.	Formation of key skills of the XXI century in the educational practice of a teacher	2025	Kualitatif (Semi-structured interviews)	Platform pembelajaran adaptif, VR simulation,	Peningkatan literasi digital 45,2→67,8, keterlibatan 20%, konektivitas sosial meningkat	Dampak jangka panjang, efektivitas alat digital, strategi lingkungan kolaboratif
17	Junanto, T. et al.	Listen-search-read-discuss: an innovative lesson design to improve students' scientific literacy in higher education	2025	Quasi-experimental	NVivo software, teknologi digital modern, sumber daya digital	Identifikasi literasi digital, berpikir kritis, kolaborasi sebagai kompetensi fundamental	Memerlukan infrastruktur internet, aplikasi mata pelajaran lain, sampel lebih besar
18	Samane-Cutipa, V.A. et al.	Managing cooperative learning and digital competences in secondary education: a systematic review	2024	Systematic Literature Review	Internet untuk pencarian informasi (minimal)	LISERED sangat efektif (ES=2.859), peningkatan skor 76,71 vs 59,40 (kontrol)	Analisis konflik tim, studi empiris jangka panjang, implementasi digital
19	Valencia - Londoño, P.A. et al.	Artificial intelligence in education: advancing educational digital inclusion for adults older with diverse neuromuscular conditions	2025	Mixed Methods	Google Tools, social media, WebQuest, mobile devices	Pembelajaran kooperatif + digital meningkatkan partisipasi aktif, keterampilan sosial	Sampel kecil, perlu studi longitudinal, integrasi dengan program kesehatan

20	Kabeer, A. et al.	Enhancing Creative Writing Skills in Secondary School Students through Prompt Engineering and Artificial Intelligence	2025	Mixed Methods	Adaptive learning platforms, VR simulations, eye-tracking mobile apps	Literasi digital ↑50%, keterlibatan ↑74%, konektivitas sosial dan pemberdayaan meningkat	Perlu penelitian dampak jangka panjang, skalabilitas, keseimbangan orisinalitas vs AI
21	Raharjo et al.	Needs Analysis for the Development of Culturally Themed E-Comic Media to Enhance Elementary School Students' Numeracy Skills	2023	Penelitian pengembangan (ADDIE)	E-Comic berbasis budaya (media interaktif digital)	Peningkatan signifikan 49,19% kemampuan numerasi dan keterlibatan siswa 96,7%; siswa lebih mudah memahami konsep melalui visual & konteks budaya	Ukuran sampel kecil (4 guru, 30 siswa); perlu uji efektivitas eksperimental dan perluasan ke literasi sains
22	Blyznyuk et al.	Quality Education in the Digital Age: Adapting to 21st Century Primary School Learners	2024	Kajian konseptual dan survei pendukung	Gamifikasi, platform digital adaptif, pembelajaran interaktif	Peningkatan kemampuan berpikir kritis, kolaboratif, dan literasi digital pada siswa abad 21	Perlu validasi empiris lintas budaya dan pengujian spesifik terhadap literasi sains digital
23	Chang, Kuo & Du	The Role of Digital Literacy in AR/VR/MR (XR) in Popular Science Education	2025	Systematic review + model konseptual	XR (AR/VR/MR)	Peningkatan kemampuan berpikir kritis, kolaboratif, dan literasi digital pada siswa abad 21	Perlu validasi empiris lintas budaya dan pengujian spesifik terhadap literasi sains digital
24	Mosly	AI's Opportunities and Challenges in Engineering Curricular Design	2025	Studi kualitatif	AI-based adaptive system	XR meningkatkan motivasi eksplorasi sains dan pemahaman konsep ilmiah kompleks secara visual	Kurang pengalaman hands-on; perlu integrasi XR berbasis proyek sains dan pembelajaran kolaboratif
25	Yaseen et al.	Adaptive Learning Technologies and Interactive AI Tools on Student Engagement	2025	Kuantitatif (survei korelasional)	Adaptive learning, AI chatbot	AI meningkatkan personalisasi, pemecahan masalah, dan pemahaman konsep kompleks	Perluasan ke konteks sekolah dasar-menengah dan eksplorasi etika penggunaan AI dalam sains

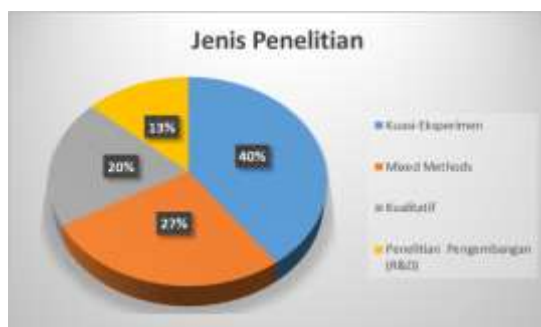
2 6	Kramar & Knez	Gamified Learning for Sustainability (Hydrogen Literacy)	2024	Kuasi-eksperimen (pre-post test)	Game edukatif / simulasi interaktif	Peningkatan hasil belajar dan engagement hingga 30%; pembelajaran lebih fleksibel dan adaptif	Perlu penerapan pada konteks pembelajaran sains dasar-menengah dan uji RCT
2 7	Chiu & Lien	Value-Based Strategies in VR Integration for SDG13 and Global Competence	2024	Mixed-method experiment	Virtual Reality (VR) immersive learning	VR meningkatkan pengetahuan ESD dan empati antar budaya sebesar 45% dibanding kontrol	Retensi jangka panjang belum diuji; perlu adaptasi ke literasi sains kontekstual di Indonesia
2 8	Aryawan et al.	AI-Based Applications for Ornamental Plant Learning	2024	Kuasi-eksperimen lapangan	Mobile learning berbasis AI	Peningkatan engagement siswa 92% , hasil belajar naik 30% , dan minat belajar sains meningkat di sekolah pedesaan	Akses internet terbatas; perlu solusi offline mode / hybrid learning untuk pemerataan digitalisasi
2 9	Nurjanah et al.	Integration of Indigenous Science in Merdeka Curriculum	2024	Deskriptif kualitatif (needs analysis)	Multimedia interaktif berbasis lokal	Peningkatan literasi sains dan kesadaran ekologis; siswa memahami sains berbasis konteks budaya	Perlu digitalisasi konten lokal dalam bentuk aplikasi atau e-media interaktif yang terukur efektivitasnya
3 0	Chang et al.	Trends in XR, Gamification, and AI Integration in Education	2023	Literature review lintas studi (meta-sintesis)	XR, gamifikasi, AI tools	Media interaktif terbukti meningkatkan motivasi, hasil belajar, dan kolaborasi lintas disiplin	Perlu standarisasi pengukuran efektivitas dan integrasi teknologi ganda (AI + XR + gamifikasi)

Jenis Penelitian

Beberapa studi menggabungkan metode R&D (Research and Development), terutama dalam pengembangan media digital berbasis aplikasi atau platform web. Selain itu, pendekatan

kualitatif dan *mixed methods* juga digunakan untuk mengeksplorasi persepsi guru dan siswa terhadap penerapan teknologi pembelajaran. Kecenderungan metodologis ini menunjukkan bahwa fokus utama penelitian masih pada tahap implementasi dan pengujian produk, sementara studi longitudinal yang

menilai dampak jangka panjang masih relatif terbatas.



Gambar 6. Pie Chart Jenis Penelitian

Gambar diatas diatas mendeskripsikan jenis penelitian didominasi metode kuasi-eksperimen, hal ini menunjukkan kecenderungan peneliti untuk menguji efektivitas

Jenis Media dan Teknologi Interaktif yang digunakan

Analisis tematik terhadap 30 artikel, ditemukan sedikitnya lima kategori

media pembelajaran interaktif yang dominan digunakan dalam meningkatkan literasi sains. Media interaktif yang paling banyak digunakan adalah Augmented Reality (AR) (10 artikel), diikuti oleh virtual laboratory (6 artikel), gamifikasi/game edukatif (5 artikel), LMS (3 artikel), mobile learning (2 artikel), dan multimedia interaktif (4 artikel) . Secara umum, tren ini menunjukkan bahwa penggunaan media berbasis pengalaman langsung seperti AR dan *virtual lab* menjadi dominan dalam meningkatkan literasi sains di era digital, karena mampu menggabungkan interaktivitas, visualisasi, dan pembelajaran berbasis inkuiri, dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 6. Jenis Media Interaktif dan Fungsinya dalam Pembelajaran Literasi Sains

Jenis Media / Teknologi	Jumlah Artikel	Fungsi Utama	Dampak yang Dilaporkan
Augmented Reality (AR)	10	Menyajikan representasi visual 3D dari konsep abstrak sains (misalnya sistem tata surya, struktur atom, dan gaya magnet)	Meningkatkan pemahaman konseptual dan motivasi belajar
Virtual Laboratory / Simulasi Interaktif	6	Menyediakan pengalaman eksperimen ilmiah berbasis simulasi digital	Meningkatkan keterampilan proses sains dan penalaran ilmiah
Gamifikasi / Game Edukatif	5	Menggunakan elemen permainan (poin, level, tantangan) dalam pembelajaran	Meningkatkan keterlibatan (engagement) dan retensi pengetahuan

Learning Management System (LMS) dan Mobile Learning	5	Memfasilitasi kolaborasi daring dan akses fleksibel terhadap materi sains	Meningkatkan partisipasi dan interaksi siswa
Multimedia Interaktif (Video 3D, Animasi, Modul Digital)	4	Mengintegrasikan teks, gambar, animasi, dan audio dalam satu platform	Meningkatkan atensi dan pemahaman konsep kompleks

Efektivitas pembelajaran interaktif dalam konteks literasi sains terhadap peningkatan literasi sains

Hasil analisis terhadap 30 artikel ilmiah yang meneliti pembelajaran interaktif dalam konteks literasi sains, diperoleh data bahwa 27 artikel (90%) melaporkan

Ditinjau berdasarkan jenis media yang digunakan, efektivitas tertinggi ditemukan pada penggunaan Augmented Reality (AR) dan virtual laboratory, di mana rata-rata peningkatan hasil belajar berada pada rentang 25–45% dibandingkan metode konvensional. Studi berbasis gamifikasi dan LMS juga menunjukkan hasil positif, dengan peningkatan motivasi dan partisipasi siswa rata-rata sebesar 30%. Temuan ini menunjukkan bahwa pengalaman belajar yang bersifat interaktif, visual, dan partisipatif menjadi faktor kunci dalam

adanya peningkatan signifikan dalam aspek literasi sains setelah penerapan media interaktif berbasis teknologi digital. Hanya 3 artikel (10%) yang menunjukkan peningkatan moderat atau tidak signifikan, umumnya disebabkan oleh keterbatasan waktu intervensi atau faktor kesiapan teknologi di sekolah. membangun pemahaman ilmiah yang lebih dalam.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati et al. (2022) dan Kim & Park (2023) menunjukkan bahwa penerapan Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran topik biologi dan fisika mampu meningkatkan penguasaan konsep ilmiah secara signifikan. Visualisasi tiga dimensi yang dihadirkan melalui AR membantu siswa memahami fenomena abstrak, seperti struktur sel atau hukum gerak, dengan lebih konkret. Selain peningkatan pemahaman kognitif, kedua penelitian tersebut juga menemukan

adanya peningkatan motivasi dan minat belajar sains secara berkelanjutan, karena siswa terlibat langsung dalam eksplorasi digital yang interaktif.

Studi yang dilakukan oleh Nugroho et al. (2022) melaporkan bahwa integrasi virtual laboratory dalam pembelajaran kimia memberikan dampak nyata terhadap penguasaan literasi sains. Dalam penelitian tersebut, kelompok siswa yang belajar menggunakan *virtual lab* mengalami peningkatan skor literasi sains sebesar 42% dibandingkan kelompok kontrol yang menggunakan metode konvensional. Peningkatan ini terjadi karena *virtual lab* memungkinkan siswa melakukan eksperimen ilmiah secara mandiri, mengamati perubahan variabel, serta menafsirkan data hasil percobaan tanpa keterbatasan alat fisik.

Kesenjangan Penelitian

Analisis terhadap tema dan metode menunjukkan beberapa kesenjangan penelitian:

Penelitian tentang penerapan AI dan AR dalam pembelajaran sains masih berjumlah sedikit dan umumnya berfokus pada konteks pendidikan

tinggi, belum banyak di tinjau di sekolah dasar atau menengah.

- Sebagian besar studi menitikberatkan pada efektivitas jangka pendek, bukan pada pengukuran peningkatan literasi sains secara berkelanjutan.
- Belum banyak kajian yang meneliti kompetensi guru dalam mengintegrasikan teknologi interaktif secara sistematis dalam pembelajaran sains.
- Hubungan antara literasi digital, berpikir kritis, dan literasi sains masih belum sepenuhnya dijelaskan melalui model konseptual yang utuh. Rekomendasi Arah Penelitian Selanjutnya

Temuan di atas, penelitian selanjutnya disarankan untuk:

1. Mengembangkan model pembelajaran interaktif berbasis AI dan AR yang mendukung pembelajaran sains kontekstual.
2. Melakukan penelitian longitudinal untuk menilai dampak berkelanjutan dari penggunaan media interaktif terhadap literasi sains siswa.

3. Menyelidiki kesiapan dan kompetensi guru dalam mengintegrasikan teknologi digital dalam pembelajaran.
4. Mengembangkan kerangka konseptual yang menghubungkan literasi digital, literasi sains, dan keterampilan berpikir kritis secara komprehensif.

E. Kesimpulan

Hasil telaah sistematis menunjukkan bahwa pembelajaran interaktif berbasis teknologi digital terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains peserta didik. Mayoritas penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep ilmiah, keterampilan berpikir kritis, dan motivasi belajar. Tren penelitian mengalami peningkatan tajam sejak 2022 hingga 2025, dengan dominasi studi dari Indonesia dan fokus utama pada pemanfaatan teknologi seperti *Augmented Reality*, *Virtual Laboratory*, dan *Gamifikasi*. Meski demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait penerapan jangka panjang, integrasi *Artificial Intelligence*, serta kesiapan guru dalam mengimplementasikan teknologi pembelajaran. Dengan

demikian, pembelajaran interaktif yang memadukan pendekatan pedagogis dan teknologi digital merupakan strategi potensial untuk memperkuat literasi sains di era digital secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Diniyati,A, dkk. (2025). Pemanfaatan Media Pembelajaran Digital untuk Meningkatkan Literasi Siswa pada Mata Pelajaran IPS di Sekolah Dasar. *Aliansi: Jurnal Hukum, Pendidikan dan Sosial Humaniora*. 2 (1),
- Beissembayeva, S., Oshakbayeva, Z., Yerkibayeva, G., Babayeva, K., & Chakanova, S. (2025). Formation of key skills of the XXI century in the educational practice of a teacher. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 14(4), 3125–3134.
- Blyznyuk, O., Kachak, T., Blyznyuk, T., & Nazaruk, S. K. (2025). Quality education in the digital age: Adapting to 21st century primary school learners. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 12(1), 58–68
- Brünner, B., Schön, S., & Ebner, M. (2025). From Gretel to Strudelcity: Empowering teachers regarding generative AI for enhanced AI literacy with

- | | |
|---|--|
| <p>CollectiveGPT. Education Sciences, 15(2).</p> <p>Cahyono, A. N., Arifudin, R., Aditya, R. I., Maulana, B. S., & Lavicza, Z. (2025). An exploratory study on STEM education through math trails with digital technology to promote mathematical literacy. <i>STEM Education</i>, 5(1), 41–52.</p> <p>Chang, C. Y., Kuo, H. C., & Du, Z. (2023). The role of digital literacy in augmented, virtual, and mixed reality in popular science education: A review study and an educational framework development. <i>Virtual Reality</i>, 27(3), 2461–2479</p> <p>Chen, F., Zhang, Y., & Chen, G. (2025). Exploring the effects of technology-supported collaborative inquiry and students' ICT competency on scientific literacy and subject knowledge in rural science classrooms. <i>Education and Information Technologies</i>, 30(13), 18705–18732.</p> <p>Chiu, J., & Lien, H. L. (2025). Bridging the gap: Value-based strategies in virtual reality integration for developing SDG 13 and global competence. <i>Sustainability (Switzerland)</i>, 17(12).</p> <p>Daud, A, dkk. (2019). Integrasi teknologi dalam pembelajaran: Upaya untuk beradaptasi dengan tantangan era digital dan revolusi industri 4.0. <i>Seminar Nasional</i></p> | <p><i>Pemberdayaan Masyarakat, Unri Conference Series: Community Engagement</i>. 1.449-455.</p> <p>Fajrie, N., Sutono, S. B., Purbasari, I., Mustofa, H. A., & Faresta, R. A. (2025). Enhancing early childhood education through e-story books: Promoting clean and healthy habits via digital storytelling and collaborative learning. <i>Multidisciplinary Science Journal</i>, 7(12).</p> <p>Fang, H., Chen, X., Wong, S. Y., Cheng, S., & Cheah, K. S. L. (2025). Virtual reality and health science education: A scientific mapping with implications for public health and digital therapeutics. <i>Journal of Baltic Science Education</i>, 24(3), 413–43</p> <p>Pratama, F.A, Al-Ghozali, M.I & Gunawan, A. (2020). Model Pembelajaran Interaktif untuk Meningkatkan Aktivitas Siswa dalam Pembelajaran IPS Tentang Sumber Daya Alam di Sekolah Dasar. <i>Actor Research Jurnal Indonesia</i>. 2 (1).</p> <p>Forootani, A., Aliabadi, D. E., & Thrän, D. (2025). Bio-Eng-LLM AI Assist: A modular chatbot platform for interdisciplinary research and education. <i>SoftwareX</i>, 31</p> <p>Hidayat, R. dkk. (2019). Ilmu Pendidikan, Konsep Teori dan Aplikasinya. Medan: Lembaga</p> |
|---|--|

- Peduli Pengembangan Pendidikan Indonesia.
- Ili, B. (2025). Exploring trends in new media literacy (NML) field: A bibliometric analysis using Bibliometrix R-tool. *Galactica Media: Journal of Media Studies*, 7(1), 207–231.
- Junanto, T., Budiyo, Akhyar, M., & Suryani, N. (2024). Listen-search-read-discuss: An innovative lesson design to improve students' scientific literacy in higher education. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(6), 4073–4081
- Kabeer, A., Bhat, R. A., Antony, S., & Trambo, I. A. (2025). Enhancing creative writing skills in secondary school students through prompt engineering and artificial intelligence. *Forum for Linguistic Studies*, 7(3), 800–815.
- Kramar, U., & Knez, M. (2025). Gamified learning for sustainability: An innovative approach to enhance hydrogen literacy and environmental awareness through simulation-based education. *Sustainability (Switzerland)*, 17(6).
- Lestari, D. P. (2023). Effect of science virtual laboratory combination with demonstration methods on scientific literacy.
- Liamruk, P., Onwong, N., Amornrat, K., Arayapipatkul, A., & Sipiayruk, K. (2025). Development and evaluation of an augmented reality serious game to enhance 21st century skills in cultural tourism. *Scientific Reports*, 15(1).
- Lysenko, L., Abrami, P. C., Wade, A., Kiforo, E., & Iminza, R. (2022). Learning mathematics with interactive technology in Kenya grade-one classes. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 30(5), 1–19.
- Triandini, E., Jayanatha, S., Indrawan, A., Werla Putra, G., & Iswara, B. (2019). Systematic Literature Review Method for Identifying Platforms and Methods for Information System Development in Indonesia. *Indonesian Journal of Information Systems*, 1(2), 63
- Mosly, I. (2024). Artificial Intelligence's opportunities and challenges in engineering curricular design: A combined review and focus group study. *Societies*, 14(6).
- Mayub, A., Setiawan, I., Fahmizal, Wardaya, R. W., Lazfihma, Johan, H., & Nursaadah, E. (2023). The effect of robotics experiments on the scientific literacy of junior high school students in Bengkulu Province. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4), 537–550.

- Maulidah, S.N., dkk. 2024. Analisis Peran Guru dalam Pembelajaran Abad 21 pada Siswa Sekolah Dasar di Kurikulum Merdeka. *Jurnal Yudistira: Publikasi Riset Ilmu Pendidikan dan Bahasa*. 3 (2) .31-42.
- Mustari, M., Hartono, Nugroho, S. E., & Sugianto. (2025). Enhancing physics education through MOOCs-based virtual laboratory modules: Development, validation, and future directions. *Journal of Educators Online*, 22(2).
- Nikmati. H A. 2024. Pemanfaatan Media Ajar Interaktif Berbasis Digital dalam Meningkatkan Berfikir Kritis Peserta. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial* 5(1)
- Nuraini, R., Pattiasina, P. J., & Ulfah, A. (2022). Peran Literasi Teknologi Dalam Dunia Pendidikan. *Al-Madrasah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 6(3), 659–666
- Prasetyo, Z. K., Syawaludin, A., & Dessty, A. (2024). Integration indigenous science in Merdeka curriculum to strengthen scientific literacy and environmental care in elementary schools: Need analysis. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 8(5), 1062–1070.
- Prosen, M., & Ličen, S. (2025). Evaluating the digital transformation in health sciences education: A thematic analysis of higher education teachers' perspectives. *BMC Medical Education*, 25(1)
- Rakhimzhanova, L., Issabayeva, D., & Aktolkyn, K. (2025). Utilizing augmented reality in digital literacy education for primary school students with special needs. *International Journal of Information and Education Technology*, 15(2), 359–371.
- Rahardjo, T., Purwoko, R. Y., Purwaningrum, J. P., Wibowo, T., Suyitno, Ramos, R. G., Gotico, R. S., & Suripah. (2025). Needs analysis for the development of culturally themed e-comic media to enhance elementary school students' numeracy skills. *International Research Journal of Multidisciplinary Scope*, 6(3), 77–87.
- Ryan Gabriel Siringoringo. 2024. Pengaruh Integrasi Teknologi Pembelajaran terhadap Efektivitas dan Transformasi Paradigma Pendidikan Era Digital. *Jurnal Yudistira: Publikasi Riset Ilmu Pendidikan dan Bahasa* .2(3). 67-73.
- Samane-Cutipa, V. A., Velarde, J. C. C., Paucar, F. H. R., & Talavera-Mendoza, F. (2025). Managing cooperative learning and digital competences in secondary education: A systematic review. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 14(3), 2088–2098.

- Saraiva, E., Silva, S., Castro, J., Araújo, D., Almeida, C., & Azevedo, M. M. (2025). Students' summer internships in a research centre: The impact on scientific literacy and the choice of a career in the STEM fields. *Heliyon*, 11(4).
- Setyawan, H., & Purbohadi, D. (2025). Experimenting with AI-based mobile applications to improve student engagement in ornamental plant learning in rural Indonesian schools. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(3), 2333–2343
- Simbolon, M., Pongkondek, J. J., Henukh, A., & Ronchintaniawati, D. (2025). AI-driven sociocultural interactive digital module for Papua: Advancing educational technology to sustainable development goals. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 24(2), 543–559
- Suryana, A. L, dkk. (2023). Profil kemampuan literasi teknologi siswa SMP kelas vii dalam pelaksanaan pembelajaran ipa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 11(1), 178–190.
- Tsai, S. K., Chuang, T. Y., & Lin, Z. J. (2025). Enhancing environmental literacy through digital game-
Data tersebut mengonfirmasi bahwa pembelajaran interaktif based learning: A technology-integrated attitude change approach. *Sustainability (Switzerland)*, 17(16)
- Valencia-Londoño, P. A., Cardona-Rodas, H., & Jiménez-Builes, J. A. (2025). Artificial intelligence in education: Advancing educational digital inclusion for adults older with diverse neuromuscular conditions. *Frontiers in Education*, 10.
- Widiyono, Y., dkk. 2024. Peningkatan Literasi Mutu Pendidikan Melalui Pemanfaatan Teknologi dan Informasi di Sekolah. *Universitas Muhammadiyah Purworejo*. 8 (3). 442 – 448.
- Yaseen, H., Mohammad, A. S., Ashal, N., Abusaimeh, H., Ali, A., & Sharabati, A. A. A. (2025). The impact of adaptive learning technologies, personalized feedback, and interactive AI tools on student engagement: The moderating role of digital literacy. *Sustainability (Switzerland)*, 17(3).
- Zulfikar, R. dkk. 2024. Dampak Integrasi Teknologi dalam Pembelajaran Terhadap Prestasi Akademis Mahasiswa Perguruan Tinggi. *Jurnal and education*. 6(4). 18382-18390.
- berbasis teknologi memiliki efektivitas tinggi dalam meningkatkan literasi

sains, baik dari sisi hasil belajar kognitif, keterampilan ilmiah, maupun motivasi belajar. Efektivitas ini semakin kuat ketika media interaktif dipadukan dengan pendekatan inkuiri, kolaboratif, dan berbasis proyek, yang memungkinkan siswa berperan aktif sebagai penemu dalam proses pembelajaran.