



## Original Article

### Efektivitas Game-Based Learning Berbasis STEM dalam Meningkatkan Literasi Sains dan Keterampilan Abad ke-21: Systematic Literature Review

**Matilda Daeli<sup>1✉</sup>, Ruti Karni Kasih Daeli<sup>2</sup>, Nando Martalin Jaya Nazara<sup>3</sup>, Disen Oktaholyanti Sarumaha<sup>4</sup>, Lilian Margaretha Sitindaon<sup>5</sup>, Isa Gracellia Br Tarigan<sup>6</sup>, Eka Monika Br Ginting<sup>7</sup>, Lestari Jefayana Br Sianturi<sup>8</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Universitas Negeri Medan, Indonesia,

Korespondensi Author: [matildadaeli.4252451008@mhs.unimed.ac.id](mailto:matildadaeli.4252451008@mhs.unimed.ac.id)

#### Abstrak:

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas Game-Based Learning berbasis pendekatan STEM dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21 melalui metode Systematic Literature Review (SLR). Proses kajian dilakukan dengan mengacu pada pedoman PRISMA, melibatkan pencarian artikel pada basis data Scopus, Web of Science, ERIC, dan Google Scholar. Dari proses seleksi yang ketat, diperoleh 10 artikel yang relevan dan dianalisis secara sistematis. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi Game-Based Learning dengan pendekatan STEM secara konsisten memberikan dampak positif terhadap peningkatan literasi sains, khususnya pada aspek pemahaman konsep, penalaran ilmiah, dan aplikasi sains dalam konteks kehidupan nyata. Selain itu, pendekatan ini juga berkontribusi signifikan dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, dan kreativitas. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih didominasi oleh desain kuasi-eksperimen jangka pendek. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan desain metodologis yang lebih beragam dan longitudinal sangat diperlukan.

**Keywords:** Game-Based Learning; STEM; Literasi Sains; Keterampilan Abad ke-21; Systematic Literature Review

#### Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 menuntut dunia pendidikan untuk tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga memperkuat keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta literasi sains sebagai dasar pengambilan keputusan berbasis evidensi. Literasi sains menjadi kompetensi esensial karena memungkinkan peserta didik memahami fenomena ilmiah, memecahkan permasalahan kontekstual, serta

berpartisipasi secara aktif dalam masyarakat berbasis pengetahuan. Namun, berbagai laporan dan hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat literasi sains dan penguasaan keterampilan abad ke-21 peserta didik masih belum optimal, terutama ketika pembelajaran masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru dan minim keterlibatan aktif peserta didik.

Menurut Yeoh et al. (2025), pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) berkembang sebagai kerangka pembelajaran integratif yang menekankan pemecahan masalah autentik, keterkaitan lintas disiplin, serta penerapan konsep dalam konteks nyata. Pendekatan STEM dinilai relevan untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21 karena mendorong peserta didik berpikir analitis, merancang solusi, dan mengaplikasikan pengetahuan secara bermakna. Meskipun demikian, implementasi pembelajaran STEM di kelas masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam menciptakan pengalaman belajar yang menarik, kontekstual, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik.

Dalam konteks tersebut, Game-Based Learning (GBL) muncul sebagai salah satu strategi pedagogis inovatif yang memanfaatkan elemen permainan untuk meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pengalaman belajar peserta didik (Nazara & Fatimah, 2026). Integrasi Game-Based Learning dengan pendekatan STEM diyakini mampu menciptakan lingkungan belajar yang interaktif, menantang, dan berorientasi pada pemecahan masalah, sehingga berpotensi meningkatkan literasi sains sekaligus keterampilan abad ke-21. Sejumlah penelitian empiris melaporkan bahwa penerapan Game-Based Learning berbasis STEM memberikan dampak positif terhadap berbagai aspek pembelajaran, seperti hasil belajar, motivasi, kreativitas, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Namun demikian, sebagian besar penelitian yang ada masih bersifat parsial, terbatas pada konteks tertentu, jenjang pendidikan tertentu, atau variabel hasil belajar yang spesifik. Selain itu, terdapat variasi dalam desain permainan, pendekatan STEM yang diterapkan, serta indikator literasi sains dan keterampilan abad ke-21 yang digunakan. Kondisi tersebut menyebabkan belum tersedianya gambaran yang komprehensif mengenai efektivitas Game-Based Learning berbasis STEM secara menyeluruh, termasuk tren penelitian, pola implementasi, serta celah riset yang masih terbuka (Adipat et al., 2021; Nazara et al., 2025).

Oleh karena itu, diperlukan kajian sistematis yang mampu mensintesis hasil-hasil penelitian terdahulu secara terstruktur dan transparan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan Systematic Literature Review (SLR) terhadap studi-studi yang membahas efektivitas Game-Based Learning berbasis STEM dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21. Melalui kajian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai karakteristik implementasi, dampak pembelajaran, serta arah penelitian selanjutnya, sehingga dapat menjadi rujukan bagi peneliti, pendidik, dan pengambil kebijakan dalam mengembangkan pembelajaran inovatif berbasis STEM dan permainan di masa depan.

## Metode

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis secara sistematis hasil-hasil penelitian terdahulu terkait efektivitas Game-Based Learning berbasis pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21. Proses kajian dilakukan

dengan mengacu pada pedoman PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guna menjamin transparansi, konsistensi, dan keterulangan prosedur penelitian.

Pencarian literatur dilakukan pada empat basis data ilmiah, yaitu Scopus, Web of Science, ERIC, dan Google Scholar. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dengan operator Boolean, meliputi game-based learning, educational games, STEM education, scientific literacy, dan 21st century skills. Pencarian artikel dibatasi pada publikasi dalam rentang tahun 2014–2024, tersedia dalam bentuk full-text, serta ditulis dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia.

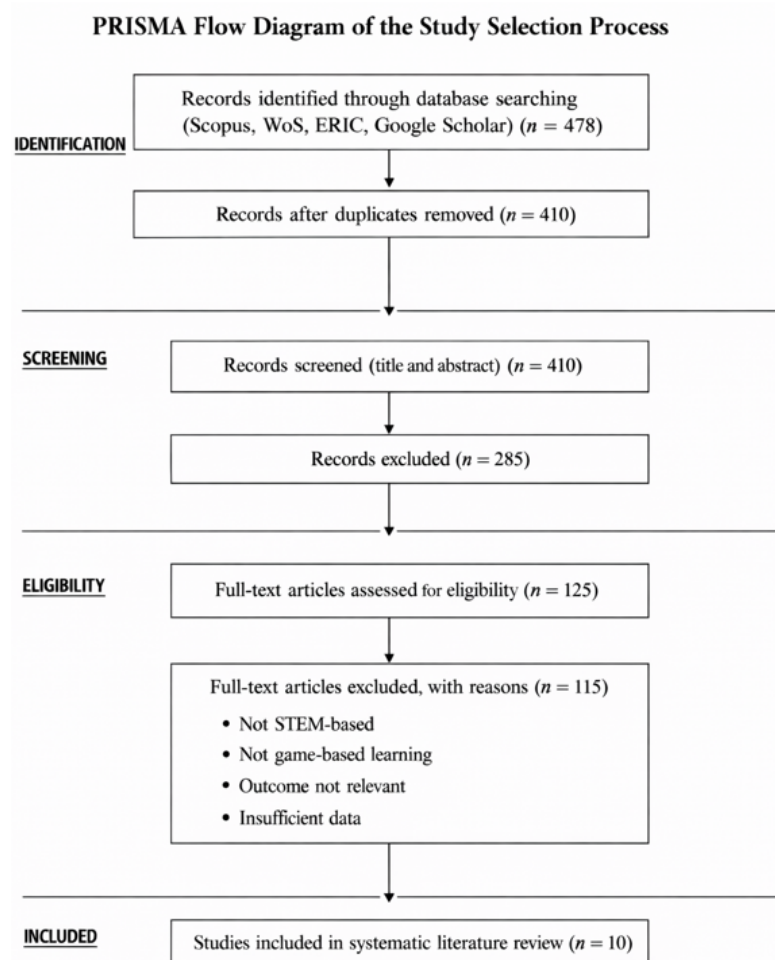
Untuk memastikan relevansi dan kualitas artikel yang dianalisis, penelitian ini menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel penelitian empiris; (2) penelitian yang membahas pembelajaran Game-Based Learning berbasis STEM; (3) penelitian yang mengkaji literasi sains dan/atau keterampilan abad ke-21 sebagai variabel hasil; serta (4) artikel yang dipublikasikan dalam jurnal bereputasi atau prosiding terindeks. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi: (1) artikel berupa ulasan non-sistematis, editorial, atau opini; (2) studi yang tidak mengintegrasikan pendekatan STEM atau Game-Based Learning secara eksplisit; (3) artikel dengan hasil penelitian yang tidak relevan dengan tujuan kajian; serta (4) artikel yang tidak menyajikan data atau temuan penelitian secara jelas.

Tabel 1. Pemetaan Research Question

RQ	Bentuk Penyajian Hasil
RQ1	Grafik tren publikasi
RQ2	Tabel karakteristik studi
RQ3	Narasi sintesis literasi sains
RQ4	Kategori keterampilan abad 21
RQ5	Diagram metode penelitian
RQ6	Sintesis gap & rekomendasi

Proses seleksi artikel dilakukan melalui beberapa tahapan sesuai alur PRISMA. Pada tahap identification, diperoleh sebanyak 478 artikel dari seluruh basis data. Setelah dilakukan penghapusan duplikasi, tersisa 410 artikel. Tahap screening dilakukan melalui penelaahan judul dan abstrak, sehingga 285 artikel dieliminasi karena tidak sesuai dengan fokus penelitian. Selanjutnya, pada tahap eligibility, dilakukan penelaahan full-text terhadap 125 artikel, dengan 115 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi. Pada tahap akhir, sebanyak 10 artikel dinyatakan layak dan dianalisis dalam Systematic Literature Review ini.

Artikel terpilih kemudian diekstraksi menggunakan lembar ekstraksi data yang mencakup informasi penulis dan tahun publikasi, jenjang pendidikan, desain penelitian, karakteristik Game-Based Learning, bentuk integrasi pendekatan STEM, variabel yang diukur, serta temuan utama penelitian. Data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif melalui sintesis naratif untuk mengidentifikasi pola, kecenderungan hasil, serta kontribusi Game-Based Learning berbasis STEM terhadap peningkatan literasi sains dan keterampilan abad ke-21. Alur seleksi artikel disajikan dalam Diagram PRISMA Flow (Gambar 1).



**Gambar 1. Diagram Prisma Flow**

Keabsahan kajian dijaga melalui penerapan prosedur seleksi artikel yang sistematis dan konsisten, penggunaan kriteria inklusi dan eksklusi yang jelas, serta dokumentasi proses seleksi secara transparan melalui diagram PRISMA. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan kredibilitas dan validitas hasil Systematic Literature Review yang dilakukan.

## Hasil dan Pembahasan

### Keterkaitan Game-Based Learning Berbasis STEM dengan Literasi Sains

Hasil Systematic Literature Review menunjukkan bahwa Game-Based Learning (GBL) berbasis pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) secara konsisten dilaporkan efektif dalam meningkatkan literasi sains peserta didik. Temuan ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pembelajaran akan lebih bermakna ketika peserta didik secara aktif membangun pengetahuan melalui pengalaman langsung, eksplorasi, dan pemecahan masalah kontekstual. Dalam hal ini, GBL menyediakan lingkungan belajar interaktif yang memungkinkan peserta didik berinteraksi dengan permasalahan autentik berbasis STEM, sehingga mendukung proses konstruksi pengetahuan secara lebih mendalam (Voulgari, 2020; Tene, 2025).

Secara global, berbagai penelitian menunjukkan bahwa integrasi game dalam

pembelajaran STEM mampu meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah, pemecahan masalah, serta keterampilan berpikir tingkat tinggi. Studi oleh Bónus et al. (2024) dan Widiyatmoko (2023) melaporkan bahwa game digital dan simulasi berbasis STEM mendorong peserta didik untuk memahami konsep sains secara lebih kontekstual dan aplikatif. Temuan tersebut diperkuat oleh Putri et al. (2025) yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan literasi sains siswa sekolah dasar setelah penerapan media pembelajaran berbasis game.

Dari perspektif literasi sains, GBL berbasis STEM berkontribusi pada peningkatan kemampuan memahami konsep ilmiah, menafsirkan data, serta mengambil keputusan berbasis bukti. Hal ini sejalan dengan kerangka literasi sains internasional yang memandang literasi sains sebagai kemampuan fungsional untuk menghadapi permasalahan kehidupan nyata. Penelitian oleh Schiele (2025) dan Voulgari (2020) menegaskan bahwa game edukatif dan simulasi ilmiah mampu menjembatani konsep abstrak dengan pengalaman nyata, sehingga memperkuat pemahaman dan penerapan sains oleh peserta didik.

### **Kontribusi Game-Based Learning Berbasis STEM terhadap Keterampilan Abad ke-21**

Selain meningkatkan literasi sains, hasil kajian ini menunjukkan bahwa GBL berbasis STEM juga memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, dan kreativitas. Penelitian oleh Ilma et al. (2023), Gómez et al. (2023), serta Nazara dan Fatimah (2026) menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran berbasis game yang dirancang dalam kerangka STEM mampu meningkatkan keterlibatan kognitif serta keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Mekanisme permainan seperti tantangan, aturan, tujuan, dan umpan balik mendorong peserta didik untuk berpikir secara strategis dan reflektif dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Proses ini secara langsung melatih keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang menjadi kompetensi utama dalam pendidikan abad ke-21. Selain itu, desain game yang terbuka dan kontekstual juga memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan kreativitas dalam merancang dan mengevaluasi berbagai alternatif solusi.

Keterampilan kolaborasi dan komunikasi juga muncul sebagai temuan penting dalam penelitian yang mengintegrasikan game berbasis kelompok atau simulasi kolaboratif. Studi oleh Bónus et al. (2024), Tene (2025), serta Nazara dan Fatimah (2026) menegaskan bahwa game berbasis STEM yang bersifat kolaboratif mendorong interaksi sosial, diskusi, serta pengambilan keputusan bersama. Dengan demikian, penerapan GBL berbasis STEM tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan kompetensi sosial peserta didik.

### **Keterbatasan Penelitian dan Implikasi Kajian**

Meskipun menunjukkan hasil yang positif, kajian ini juga mengungkap sejumlah keterbatasan dalam penelitian-penelitian yang dianalisis. Sebagian besar studi masih menggunakan desain kuasi-eksperimen atau intervensi jangka pendek, sehingga dampak jangka panjang penerapan GBL berbasis STEM terhadap literasi sains dan keterampilan abad ke-21 belum banyak dikaji secara mendalam (Widiyatmoko, 2023; Putri et al., 2025).

Selain itu, konteks penelitian masih didominasi oleh pembelajaran sains dan



STEM di jenjang sekolah menengah, sementara kajian pada jenjang pendidikan tinggi serta lintas disiplin masih relatif terbatas. Kondisi ini menunjukkan perlunya penelitian lanjutan dengan desain metodologis yang lebih beragam, cakupan konteks yang lebih luas, serta durasi pembelajaran yang lebih panjang untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif.

### Ringkasan Hasil Penelitian Game-Based Learning Berbasis STEM

Ringkasan hasil penelitian terkait penerapan Game-Based Learning berbasis STEM yang dianalisis dalam kajian ini disajikan pada Tabel 1. Tabel tersebut memuat informasi mengenai penulis dan tahun publikasi, jenjang pendidikan, desain penelitian, karakteristik game, bentuk integrasi pendekatan STEM, serta temuan utama terkait peningkatan literasi sains dan keterampilan abad ke-21.

Tabel 2. Tabel Penelitian Relevan

No	Penulis & Tahun	Konteks / Jenjang	Jenis Game	Fokus STEM	Temuan Utama
1	Bónus, Antal, & Korom (2024)	SMP – Eropa	Digital game (inquiry-based)	Sains	Inquiry skills dan literasi sains siswa meningkat
2	Ilma, Wilujeng, Nurtanto, & Kholifah (2023)	Indonesia (berbagai jenjang)	Beragam (hasil SLR)	STEM	STEM efektif meningkatkan keterampilan abad ke-21
3	Putri, Ali, & Rahmadhani (2025)	SD – Indonesia	Educational game digital	Sains	Literasi sains siswa meningkat signifikan
4	Schiele (2025)	Pendidikan dasar	Game berbasis aplikasi	Literasi & Sains	Pemahaman konsep dan keterampilan literasi meningkat
5	Nazara & Fatimah (2026)	SD - Indonesia	Game tradisional	Sains/ STEM/4C	Game meningkat hasil belajar dan literasi sains
6	Tene (2025)	Internasional (beragam jenjang)	Serious games	STEM	Problem solving dan HOTS meningkat
7	Voulgari (2020)	Pendidikan sains	Digital games & simulations	Sains	Literasi sains dan scientific reasoning meningkat
8	Widiyatmoko (2023)	SMP – Indonesia	Virtual reality game	STEM	STEM literacy dan berpikir kritis meningkat
9	Gómez, Rodríguez, & Pérez (2023)	SMA – Spanyol	Web-based STEM game	STEM	Keterampilan abad ke-21 meningkat
10	Bayik & Uygun	SMP – Turki	Minecraft	STEM	Problem solving

### Sintesis Temuan Utama

Berdasarkan sintesis terhadap sepuluh artikel yang dianalisis, Game-Based Learning berbasis pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) menunjukkan kecenderungan positif dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21 pada berbagai jenjang pendidikan. Temuan ini menguatkan pandangan bahwa integrasi unsur permainan dengan pendekatan STEM mampu menciptakan lingkungan belajar yang kontekstual, menantang, dan berpusat pada peserta didik. Secara teoretis, hasil kajian ini sejalan dengan paradigma pembelajaran konstruktivis yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi aktif dengan lingkungan serta penyelesaian masalah autentik.

Peningkatan literasi sains yang dilaporkan dalam berbagai studi menunjukkan bahwa Game-Based Learning berbasis STEM tidak hanya membantu peserta didik memahami konsep ilmiah, tetapi juga mengembangkan kemampuan menalar, menafsirkan data, serta mengaplikasikan sains dalam konteks kehidupan nyata (Yudha & Mandasari, 2021). Hal ini relevan dengan kerangka literasi sains internasional yang memandang literasi sains sebagai kemampuan fungsional, bukan sekadar penguasaan konten. Game berbasis STEM memberikan pengalaman belajar berbasis masalah yang mensimulasikan situasi nyata, sehingga mendorong peserta didik menggunakan pengetahuan sains secara bermakna dalam pengambilan keputusan.

### Kontribusi terhadap Pengembangan Keterampilan Abad ke-21

Selain literasi sains, hasil kajian ini juga menegaskan kontribusi signifikan Game-Based Learning berbasis STEM terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kritis dan pemecahan masalah. Mekanisme permainan seperti tantangan, aturan, serta umpan balik langsung mendorong peserta didik untuk menganalisis situasi, merancang strategi, dan mengevaluasi solusi yang dihasilkan. Temuan ini konsisten dengan berbagai hasil penelitian global yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis game mampu meningkatkan keterlibatan kognitif dan mendorong peserta didik untuk berpikir pada tingkat yang lebih tinggi.

Keterampilan kolaborasi dan komunikasi juga muncul sebagai dampak penting dari penerapan Game-Based Learning berbasis STEM, terutama pada studi yang menggunakan game berbasis kelompok atau board game. Interaksi antarpeserta didik dalam menyelesaikan tantangan permainan mendorong terjadinya diskusi, negosiasi, serta pembagian peran, yang merupakan komponen esensial dalam keterampilan abad ke-21. Dengan demikian, Game-Based Learning berbasis STEM tidak hanya berorientasi pada capaian individu, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan kompetensi sosial yang dibutuhkan di dunia kerja dan masyarakat modern.

### Keterbatasan Kajian dan Arah Penelitian Selanjutnya

Meskipun menunjukkan hasil yang positif, pembahasan ini juga mengungkap sejumlah keterbatasan dalam penelitian-penelitian yang dianalisis. Mayoritas studi masih menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan durasi intervensi yang relatif singkat, sehingga dampak jangka panjang penerapan Game-Based Learning berbasis STEM terhadap literasi sains dan keterampilan abad ke-21 belum banyak dikaji secara mendalam. Selain itu, sebagian besar penelitian berfokus pada konteks pembelajaran

IPA dan jenjang sekolah menengah, sementara kajian pada jenjang sekolah dasar dan pendidikan tinggi masih relatif terbatas.

Keterbatasan lainnya berkaitan dengan variasi indikator dan instrumen yang digunakan untuk mengukur literasi sains dan keterampilan abad ke-21. Perbedaan pendekatan pengukuran ini menyebabkan hasil penelitian sulit dibandingkan secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan instrumen yang lebih terstandar agar efektivitas Game-Based Learning berbasis STEM dapat dievaluasi secara lebih komprehensif dan konsisten.

### **Implikasi bagi Pengembangan Pembelajaran**

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa Game-Based Learning berbasis pendekatan STEM memiliki potensi besar sebagai strategi pembelajaran inovatif untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21. Namun, untuk memperkuat dasar empirisnya, diperlukan penelitian lanjutan dengan desain metodologis yang lebih beragam, cakupan konteks yang lebih luas, serta durasi intervensi yang lebih panjang. Dengan demikian, pengembangan dan implementasi Game-Based Learning berbasis STEM diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih signifikan dalam meningkatkan kualitas pendidikan di era abad ke-21.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil Systematic Literature Review terhadap sepuluh artikel yang dianalisis, dapat disimpulkan bahwa Game-Based Learning berbasis pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) secara konsisten dilaporkan efektif dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan abad ke-21 pada berbagai jenjang pendidikan. Integrasi unsur permainan dengan pendekatan STEM mampu menciptakan proses pembelajaran yang kontekstual, interaktif, dan berpusat pada peserta didik, sehingga mendorong pemahaman konsep ilmiah, penalaran ilmiah, serta kemampuan mengaplikasikan sains dalam konteks kehidupan nyata.

Selain meningkatkan literasi sains, Game-Based Learning berbasis STEM juga memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, dan kreativitas. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis game tidak hanya berdampak pada aspek kognitif, tetapi juga pada pengembangan keterampilan sosial dan kompetensi yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan di era abad ke-21. Oleh karena itu, Game-Based Learning berbasis STEM dapat dipandang sebagai salah satu strategi pembelajaran inovatif yang relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains dan STEM secara komprehensif.

Meskipun demikian, hasil kajian ini juga menunjukkan bahwa penelitian mengenai Game-Based Learning berbasis STEM masih memiliki sejumlah keterbatasan, terutama terkait variasi metodologi penelitian, durasi intervensi, serta konteks pembelajaran yang dikaji. Mayoritas studi masih berfokus pada desain kuasi-eksperimen jangka pendek dan konteks pembelajaran IPA di jenjang sekolah menengah. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan desain metodologis yang lebih beragam, durasi intervensi yang lebih panjang, serta cakupan jenjang pendidikan yang lebih luas untuk memperkuat generalisasi temuan penelitian.



## Saran

Berdasarkan temuan dan keterbatasan penelitian ini, beberapa saran dapat diajukan. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan kajian lanjutan dengan desain metodologis yang lebih beragam, seperti studi longitudinal atau mixed-method, guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai dampak jangka panjang Game-Based Learning berbasis STEM terhadap literasi sains dan keterampilan abad ke-21. Selain itu, perluasan konteks penelitian pada berbagai jenjang pendidikan dan bidang studi diharapkan dapat memperkuat generalisasi temuan.

Bagi pendidik, Game-Based Learning berbasis STEM dapat dijadikan sebagai alternatif strategi pembelajaran inovatif untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan pemahaman peserta didik. Dalam implementasinya, pendidik perlu memperhatikan kesesuaian desain permainan dengan tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta indikator literasi sains dan keterampilan abad ke-21 agar proses pembelajaran dapat berlangsung secara efektif dan bermakna.

Bagi pengambil kebijakan, hasil kajian ini dapat dijadikan dasar pertimbangan dalam merumuskan kebijakan dan program pengembangan pembelajaran berbasis STEM dan teknologi pendidikan. Dukungan kebijakan diperlukan, terutama dalam mendorong integrasi media pembelajaran berbasis game di satuan pendidikan melalui penyediaan sarana, pelatihan pendidik, serta penguatan literasi digital.

Sementara itu, bagi pengembang media pembelajaran, disarankan untuk merancang game edukatif berbasis STEM yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga dirancang secara pedagogis untuk mendukung pengembangan literasi sains dan keterampilan abad ke-21 secara komprehensif dan terukur. Dengan demikian, media pembelajaran yang dikembangkan dapat memberikan dampak yang lebih optimal terhadap kualitas pembelajaran.

## Daftar Pustaka

- Adipat, S., Laksana, K., Busayanon, K., Asawasowan, A., & Adipat, B. (2021). Engaging students in the learning process with game-based learning: The fundamental concepts. *International Journal of Technology in Education*, 4(3), 542-552.
- Bayik, N. A., & Uygun, K. (2025). The effect of digital game-based learning applications on students' problem-solving skills and attitudes toward social studies: The case of Minecraft Education. *International Journal of Excellent Leadership*, 5(1), 38-47. <https://doi.org/10.2190/EC.44.4.e>
- Ilma, A. Z., Wilujeng, I., Nurtanto, M., & Kholifah, N. (2023). A systematic literature review of STEM education in Indonesia (2016-2021): Contribution to improving skills in 21st century learning. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 13(2), 134-146. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.02.17>
- Nazara, R. G., & Fatimah, W. S. (2026). Efektivitas Metode Game Based Learning (GBL) Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar IPA Siswa Sekolah Dasar: A Quasi-Experimental Study in Elementary Science Learning. *Elementary School: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran ke-SD-an*, 13(1), 218-232. <https://doi.org/10.31316/esjurnal.v13i1.4637>
- Nazara, R. G., Fatimah, W. S., Wardani, E. K., Pramesti, S. D., Hidayati, W., & Daeli, M. (2025). PERAN ETNOSCIENCE DALAM MENGUATKAN PEMBELAJARAN STEM UNTUK MENGEMBANGKAN LITERASI SAINS BERBASIS BUDAYA LOKAL DI SEKOLAH DASAR. *Walada: Journal of Primary Education*, 4(3), 127-135. <https://doi.org/10.61798/wjpe.v4i3.409>
- Putri, S. R., Ali, G., & Rahmadhani, A. (2025). The effect of educational game-based learning media on science literacy of Grade V students at SDN 10 Sitiung. *TOFEDU: The Future of Education Journal*, 4(7), 3367-3372.

- <https://doi.org/10.61445/tofedu.v4i7.803>
- Schiele, T. (2025). The effectiveness of game-based literacy app learning in supporting early literacy skills in children. *Journal of Early Literacy & Technology*, 8(2), 112–126. [https://doi.org/10.1016/S1041-6080\(24\)00172-9](https://doi.org/10.1016/S1041-6080(24)00172-9)
- Tene, T. (2025). A systematic review of serious games as tools for STEM education. *Frontiers in Education*, Article 1432982. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1432982>
- Voulgari, I. (2020). Digital games for science learning and scientific literacy. In M. Giannakos (Ed.), *Non-formal and informal science learning in the ICT era* (pp. 35–56). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-6747-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-15-6747-6_3)
- Widiyatmoko, A. (2023). The effect of virtual reality game-based learning to enhance STEM literacy in junior high school students. *Journal of Physics and Education Innovation*, 12(3), 221–230.
- Yeoh, C. P., Li, C. T., & Hou, H. T. (2025). Game-based collaborative scientific inquiry learning using realistic context and inquiry process-based multidimensional scaffolding. *International Journal of Science Education*, 47(8), 961–983.
- Yudha, H. T., & Mandasari, B. (2021). The analysis of game usage for senior high school students to improve their vocabulary mastery.