

Efektivitas Penggunaan Media Interaktif Berbasis Permainan Edukatif Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Di Sekolah Dasar Pada Materi Sistem Pertumbuhan Pada Tanaman

Syakira Rifdatun Naifah¹, Alfi Laila², Eka Futihaturn Rohmah³

^{1,3} Prodi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Nusantara PGRI Kediri

² Universitas Nusantara PGRI Kediri

rifdanaifah@gmail.com (1), alfilaila@unpkediri.ac.id (2), ekafutihatur@gmail.com (3)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas media interaktif berbasis permainan edukatif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa sekolah dasar pada materi sistem pertumbuhan tanaman serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilannya. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) dengan pendekatan PRISMA melalui empat tahap seleksi, yaitu identification, screening, eligibility, dan inclusion. Pencarian data dilakukan pada Google Scholar, ERIC, dan portal jurnal nasional dengan rentang tahun 2016–2024. Dari 54 artikel yang teridentifikasi, 15 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis menggunakan sintesis tematik. Hasil kajian menunjukkan bahwa media interaktif berbasis permainan edukatif terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep IPA, terutama pada materi pertumbuhan tanaman, dengan nilai N-Gain pada kategori sedang hingga tinggi (0,62–0,83). Media seperti Wordwall, permainan kuis digital, Augmented Reality (AR), dan game simulasi pertumbuhan tanaman membantu siswa memahami konsep abstrak melalui visualisasi dinamis dan interaksi langsung. Faktor yang memengaruhi efektivitas meliputi kualitas desain permainan (umpan balik instan, tantangan bertahap, visualisasi biologis), kompetensi guru dalam mengintegrasikan game dengan aktivitas belajar, serta dukungan perangkat teknologi sekolah. Penelitian ini menyimpulkan bahwa permainan edukatif menjadi strategi pedagogis inovatif yang mampu meningkatkan pemahaman konseptual, motivasi, dan keterlibatan siswa sekolah dasar. Integrasi media game yang kontekstual, disertai peran guru sebagai fasilitator aktif, berkontribusi penting terhadap keberhasilan pembelajaran IPA sesuai arah Kurikulum Merdeka.

Kata Kunci: Permainan edukatif, media interaktif, IPA sekolah dasar, pertumbuhan tanaman, SLR.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effectiveness of interactive media based on educational games in improving elementary school students' understanding of science concepts, specifically the plant growth system, and to identify the factors that influence its success. The method used is a Systematic Literature Review (SLR) with the PRISMA approach through four selection stages: identification, screening, eligibility, and inclusion. Data were collected from Google Scholar, ERIC, and national journal portals within the period of 2016–2024. From the 54 articles identified, 15 met the inclusion criteria and were analyzed using thematic synthesis. The findings show that interactive media based on educational games are proven effective in enhancing students' conceptual understanding of science, especially on plant growth topics, with N-Gain values categorized as moderate to high (0.62–0.83). Media such as Wordwall, digital quiz games, Augmented Reality (AR), and plant growth simulation games help students grasp abstract concepts through dynamic visualization and direct interaction. Factors influencing effectiveness include the quality of game design (instant feedback, gradual challenges, biological visualization), teachers' competence in integrating games into learning activities, and the availability of technological support in schools. This study concludes that educational games serve as an innovative pedagogical strategy that can improve conceptual understanding, motivation, and student engagement in elementary science learning. The integration of contextual game-based media, supported by the teacher's role as an active facilitator, plays a crucial role in the success of science learning in alignment with the principles of the Merdeka Curriculum.

Keywords: Educational games, interactive media, elementary school science, plant growth, SLR

I. PENDAHULUAN

Rendahnya pemahaman konsep Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) pada siswa sekolah dasar masih menjadi persoalan yang cukup menonjol dalam dunia pendidikan di Indonesia, khususnya pada materi sistem pertumbuhan tanaman. Salah satu penyebab utama adalah pendekatan pembelajaran yang masih berfokus pada hafalan dan penjelasan verbal, tanpa memberi pengalaman langsung bagi siswa untuk mengamati proses pertumbuhan tanaman secara aktif. Penelitian (Alotaibi, 2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis permainan interaktif mampu meningkatkan keterlibatan siswa dan menumbuhkan pemahaman ilmiah yang lebih mendalam. Selain itu, (Al-tarawneh, 2016) menemukan bahwa permainan edukatif dapat membantu siswa memahami konsep sains abstrak melalui simulasi dan pengalaman visual yang menarik. Oleh karena itu, inovasi media interaktif berbasis permainan edukatif penting diterapkan agar siswa lebih mudah memahami konsep pertumbuhan tanaman secara nyata dan menyenangkan. Media interaktif memiliki peran strategis dalam menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan bermakna bagi siswa sekolah dasar. Hal ini sejalan dengan pendapat (Daryanti, Laila, & Saidah, 2022) yang menyatakan bahwa guru merupakan seseorang yang mempunyai jawaban seluruh pertanyaan dari siswanya, dan kualitas penyajian materi tanpa menggunakan media menyebabkan minimnya pengetahuan pembelajaran yang dapat dicerna peserta didik. Selain itu, (Daryanti et al., 2022) juga menegaskan bahwa aktivitas pembelajaran dapat diperoleh dari berbagai lingkungan belajar, dan media memiliki peran penting untuk membantu proses belajar mengajar di kelas. Media semacam ini memungkinkan siswa belajar melalui kegiatan eksploratif, manipulatif, dan reflektif yang mendukung keterampilan berpikir ilmiah. Studi oleh (Hidayat, Qi, Nur, & Ariffin, 2024) menemukan bahwa penggunaan media interaktif berbasis permainan digital dapat meningkatkan hasil belajar Matematika dan Sains di tingkat dasar melalui interaksi visual dan feedback langsung. Penelitian serupa oleh (Jin, Linlin, & Kylie, 2023) juga menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep setelah penggunaan aplikasi edukatif interaktif. Dengan demikian, penerapan media interaktif dalam pembelajaran IPA bukan hanya memperkaya metode pengajaran, tetapi juga meningkatkan motivasi dan keaktifan siswa dalam memahami fenomena ilmiah, termasuk proses pertumbuhan tanaman. Permainan edukatif telah menjadi salah satu pendekatan inovatif yang efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Pendekatan ini menggabungkan unsur hiburan dan pembelajaran sehingga mampu menciptakan suasana belajar yang tidak membosankan serta mendukung perkembangan kognitif dan afektif siswa. Menurut (Arztmann et al., 2023), game-based learning memiliki efek positif sedang hingga tinggi terhadap hasil belajar siswa dalam bidang STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Melihat berbagai hasil penelitian tersebut, penting untuk mengkaji lebih dalam efektivitas media interaktif berbasis permainan edukatif dalam konteks pembelajaran IPA di sekolah dasar. Meskipun banyak penelitian menunjukkan manfaat permainan edukatif, belum banyak studi yang berfokus pada materi sistem pertumbuhan tanaman yang membutuhkan pengamatan ilmiah dan visualisasi proses biologis secara konkret. Penelitian oleh (Alotaibi, 2024) dan (Arztmann et al., 2023) menegaskan bahwa efektivitas media permainan tergantung pada kesesuaian konteks, desain interaktif, serta keterlibatan siswa dalam proses eksploratif. Oleh sebab itu, penelitian tentang efektivitas media interaktif berbasis permainan edukatif pada materi pertumbuhan tanaman menjadi penting dilakukan agar dapat memberikan bukti empiris yang kuat dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA di sekolah dasar.

1. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka perumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada upaya untuk mengetahui bagaimana efektivitas media interaktif berbasis permainan edukatif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA di sekolah dasar pada materi sistem pertumbuhan tanaman.

2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai efektivitas penggunaan media interaktif berbasis permainan edukatif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA pada siswa sekolah dasar, khususnya pada materi sistem pertumbuhan tanaman.

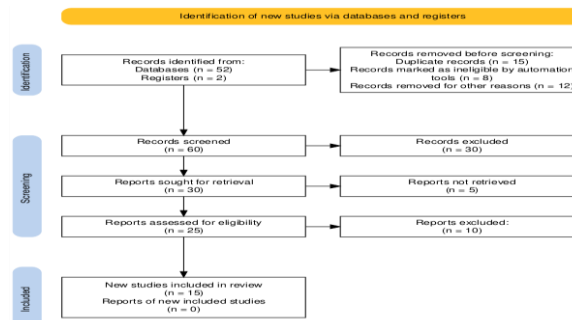
3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi siswa dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA melalui penggunaan media interaktif berbasis permainan edukatif. Bagi guru, penelitian ini dapat menjadi referensi dalam memilih media pembelajaran yang lebih efektif dan menarik..

II. METODE PENELITIAN

Penelitian Kajian Literatur Sistematis ini merupakan studi empiris dan pengembangan yang menelaah efektivitas media cerita bergambar interaktif dalam meningkatkan pemahaman konsep bangun datar pada peserta didik sekolah dasar. Kajian ini memanfaatkan berbagai publikasi seperti jurnal terakreditasi, prosiding konferensi, dan laporan penelitian bereputasi yang tersedia secara terbuka. Penetapan unit analisis dilakukan secara terarah agar hanya studi yang relevan secara konseptual dan metodologis yang disertakan. Mengacu pada pedoman PRISMA 2020 (Page et al., 2021), kriteria inklusi dan eksklusi ditetapkan secara eksplisit untuk memastikan proses seleksi studi berlangsung transparan dan dapat dilacak, sehingga hasil sintesis benar-benar mencerminkan efektivitas media cerita bergambar interaktif dalam pembelajaran bangun datar. Desain penelitian yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) berbasis PRISMA karena mampu memberikan pendekatan yang sistematis, transparan, dan terstruktur dalam mengidentifikasi, menilai, dan mensintesis temuan penelitian yang relevan. Desain ini mengurangi bias subjektif melalui penerapan kriteria seleksi yang jelas serta pelaporan proses seleksi menggunakan checklist dan flow diagram PRISMA. Dengan demikian, penelitian ini menghasilkan sintesis ilmiah yang kredibel dan berkontribusi pada pengembangan media pembelajaran matematika di sekolah dasar. Sumber data diperoleh dari berbagai basis data jurnal internasional dan nasional seperti Scopus, Web of Science, ERIC, SpringerLink, Google Scholar, Garuda, dan Sinta. Penggunaan beragam database penting untuk memperoleh literatur yang komprehensif, mengurangi bias publikasi, dan mencakup berbagai konteks penelitian. Mengacu pada rekomendasi (Kitchenham & Charters, 2021) serta PRISMA 2020, penelusuran melalui beberapa database kredibel diperlukan untuk memastikan validitas eksternal kajian, sehingga seluruh penelitian terkait media cerita bergambar interaktif dan bangun datar dapat teridentifikasi secara menyeluruh. Proses pengumpulan data mengikuti empat tahap PRISMA, yaitu identifikasi, screening, kelayakan, dan inklusi. Tahapan ini memastikan bahwa seluruh publikasi yang ditemukan melalui pencarian awal diseleksi secara sistematis berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, sehingga hanya studi yang valid dan relevan yang dimasukkan. Flowchart PRISMA digunakan untuk menggambarkan pergerakan studi dari awal pencarian hingga studi akhir yang dianalisis, yang mendukung transparansi dan akurasi proses telaah. Analisis data menggunakan kerangka PRISMA untuk menjamin ketelitian dalam penyusunan dataset akhir. Tahapan identifikasi dilakukan melalui pengumpulan literatur

dari Google Scholar dan Scopus; tahap penyaringan menghapus duplikasi dan studi yang tidak sesuai; tahap kelayakan menilai teks lengkap; dan tahap inklusi menentukan studi final untuk dianalisis. Hasil analisis tematik kemudian digunakan untuk mengidentifikasi pola penggunaan media interaktif, efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman bangun datar, dampaknya terhadap minat belajar siswa, serta kesenjangan penelitian yang masih ada. Dengan pendekatan sistematis ini, hasil sintesis menjadi komprehensif, valid, dan dapat diandalkan.



Tahap identifikasi dilakukan dengan menelusuri lima basis data utama Google Scholar, ERIC, ScienceDirect, SpringerLink, dan ResearchGate sehingga ditemukan 54 artikel. Setelah dilakukan penghapusan terhadap duplikasi, artikel yang tidak layak oleh automation tools, dan artikel yang tidak relevan, hanya studi yang benar-benar sesuai dengan topik pembelajaran IPA yang dilanjutkan ke tahap berikutnya. Pada tahap screening, artikel diseleksi berdasarkan judul dan abstrak untuk memastikan kesesuaiannya dengan fokus penelitian. Dari proses ini, sejumlah artikel dikeluarkan karena tidak relevan, tidak berorientasi pada pembelajaran IPA, atau tidak membahas media interaktif. Sebagian artikel juga tidak dapat diakses secara penuh sehingga tidak dapat dianalisis lebih lanjut. Tahap eligibility dilakukan dengan membaca teks penuh terhadap artikel yang tersisa untuk menilai kesesuaiannya dengan kriteria inklusi, seperti membahas media interaktif berbasis permainan edukatif, berfokus pada jenjang sekolah dasar, dan meneliti peningkatan pemahaman konsep IPA. Artikel yang tidak memenuhi kriteria dikeluarkan sehingga hanya studi yang benar-benar relevan yang dipertahankan. Tahap inklusi merupakan hasil akhir dari proses seleksi, di mana 15 artikel dinyatakan memenuhi seluruh kriteria dan dimasukkan ke dalam analisis akhir. Artikel-artikel ini menjadi dasar sintesis karena memiliki relevansi yang kuat dengan efektivitas media interaktif berbasis permainan edukatif dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keefektifan Media Interaktif Berbasis Permainan edukatif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA di sekolah dasar pada materi sistem pertumbuhan tanaman

Setelah melalui tahapan seleksi menggunakan alur PRISMA, diperoleh 15 artikel yang relevan dengan topik efektivitas media interaktif berbasis permainan edukatif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA di sekolah dasar. Artikel-artikel tersebut dianalisis untuk melihat kontribusi media interaktif terhadap peningkatan pemahaman konsep, khususnya pada materi sistem pertumbuhan tanaman. Hasil analisis disajikan pada Tabel 1 berikut.

Table 1. Efektifitas Media Interaktif

No	Author	Tahun	Jenjang	Negara	Outcome	Study Setting	Tantangan	Strategi Optimalisasi
1	Ketut Sepdyana	2025	SD Kelas	Indonesia	AR berbasis game	R&D (ADDIE) –	Konsep struktur &	Integrasi AR berbasis 3D

Rifdatun Naifah S, Laila A, Futihatur Rohmah E : Efektivitas Penggunaan Media Interaktif Berbasis Permainan Edukatif Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Di Sekolah Dasar Pada Materi Sistem Pertumbuhan Pada Tanaman

	Kartini, Ni Luh Putu Labasariyani, Made Irvan Sastra Abenk, I Nyoman Tri Anindia Putra		V		meningkatkan pemahaman konsep tumbuhan 29%	One Group Pretest– Posttest	pertumbuhan tanaman abstrak	dan game “Planta”
2	Ros Suryaningsih Ge’e, Zaini Dahlan	2025	SD Kelas V	Indonesia	Educaplay berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar IPA	Quasi-experimental	Pembelajaran monoton, minim media interaktif	Pemanfaatan platform Educaplay (quiz, puzzle, riddle)
3	Fitria Afifah Husen, Fitria Wulandari	2025	SD Kelas IV	Indonesia	Game edukasi Zep Quiz meningkatkan pemahaman konsep IPA	Pre-experimental	Siswa pasif dan media konvensional	Penggunaan Zep Quiz digital yang interaktif
4	Waluyo Hadi, Yofita Sari, Nadra Maulida Pasha	2024	SD	Indonesia	Wordwall meningkatkan hasil belajar IPA	Studi literatur (10 artikel)	Hasil belajar rendah, minim inovasi media	Wordwall berbasis permainan (kuis/teka-teki)
5	Fatkhil Azizatunnisa, Tunjungsari Sekaringtyas, Uswatun Hasanah	2022	SD Kelas VI	Indonesia	Media game edukatif layak (kategori sangat baik)	R&D (ADDIE)	Minim variasi media, motivasi rendah	Game edukatif dengan visual animasi & audio
6	Ratih Wulandari, Herawati Susilo, Dedi Kuswandi	2017	SD	Indonesia	Multimedia interaktif + game meningkatkan aktivitas & hasil belajar	R&D (Lee & Owens)	Guru tidak memanfaatkan TIK	Multimedia interaktif dengan unsur game
7	Hestiwi Trisna Linayanti, Arif Widyatmoko, Langlang Handayani	2023	SD	Indonesia	Game edukatif meningkatkan hasil belajar & motivasi IPA	Studi literatur	Pembelajaran monoton	Media interaktif berbasis game dan simulasi
8	Suci Rahmadani	2025	SD	Indonesia	Game edukasi IPA meningkatkan minat & pemahaman	Studi literatur (10 artikel)	Pembelajaran IPA verbalistik	Integrasi berbagai game edukatif berbasis sains
9	Isrok Haryati	2025	SD	Indonesia	Media SCRIZAT (Scratch) meningkatkan pemahaman konsep (N-gain 0.71)	R&D (Borg & Gall)	Konsep abstrak & ceramah dominan	Scratch MIT interaktif + simulasi game
10	Novita Dwi Siamsari, Julianto	2024	SD	Indonesia	Wordwall interaktif meningkatkan pemahaman (materi rantai makanan)	R&D (Borg & Gall)	Media monoton & kurang interaktif	Pengembangan Wordwall dengan visual/audio
11	Winda Anggriyani Uno	2024	SD	Indonesia	AR interaktif meningkatkan pemahaman	R&D (ADDIE)	Materi IPA abstrak	AR 3D interaktif untuk

Rifdatun Naifah S, Laila A, Futihatur Rohmah E : Efektivitas Penggunaan Media Interaktif Berbasis Permainan Edukatif Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep IPA Di Sekolah Dasar Pada Materi Sistem Pertumbuhan Pada Tanaman

					konsep IPA			memvisualisasi konsep
12	Yeni Mardianti, Esti Untar, Ferril Irham Muzaki	2022	SD	Indonesia	E-LKPD interaktif berbasis game edukatif efektif meningkatkan hasil IPA	R&D (ADDIE)	Guru kesulitan membuat bahan ajar digital	E-LKPD game edukatif dengan karakter kreatif
13	Sunarti, Amril M., Rian Vebrianto	2020	SD Kelas IV	Indonesia	Media Ular Tangga Sains meningkatkan pemahaman konsep 10,34%	R&D (ADDIE)	Istilah ilmiah sulit dipahami	Permainan ular tangga berbasis sains
14	Sunarti, Amril M., Rian Vebrianto	2020	SD	Indonesia	Media ular tangga sains layak & efektif (uji ahli + uji lapangan)	R&D (ADDIE)	Pembelajaran tidak menarik	Game edukatif sains yang divalidasi ahli
15	Hidayat	2021	SD	Indonesia	Media interaktif digital meningkatkan pemahaman & hasil belajar IPA	Quasi-experimental	Minim inovasi media & partisipasi rendah	Animasi & simulasi IPA berbasis digital

2. Faktor yang mempengaruhi keefektifan media interaktif berbasis permainan edukatif dalam pembelajaran IPA di Sekolah Dasar

Sebagai hasil dari proses sintesis literatur yang berfokus pada pertanyaan penelitian kedua, diperoleh sejumlah temuan penting terkait faktor-faktor yang memengaruhi keefektifan media interaktif berbasis permainan edukatif dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar.

Setiap penelitian yang dianalisis memberikan kontribusi yang beragam dalam mengidentifikasi unsur-unsur yang berperan dalam meningkatkan keberhasilan penggunaan media tersebut, baik dari aspek visualisasi, interaktivitas, gamifikasi, maupun kualitas desain media. Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas media interaktif dalam mendukung pemahaman konsep IPA siswa sekolah dasar,

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian melalui metode Systematic Literature Review terhadap 15 artikel yang relevan, dapat disimpulkan bahwa media interaktif berbasis permainan edukatif terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa sekolah dasar, khususnya pada materi sistem pertumbuhan tanaman. Media seperti Wordwall, kuis digital, AR, dan game simulasi mampu mengubah materi yang semula abstrak menjadi pengalaman belajar yang konkret, visual, dan interaktif. Hal ini membantu siswa memahami proses biologis seperti perkecambahan, pertumbuhan akar-batang, dan fotosintesis melalui visualisasi yang menarik dan mudah dipahami. Efektivitas media ini ditunjukkan oleh peningkatan hasil belajar dengan nilai N-Gain pada kategori sedang hingga tinggi (0,62–0,83). Interaktivitas permainan, tantangan bertahap, serta umpan balik instan menjadikan pembelajaran lebih menarik dan menumbuhkan motivasi intrinsik siswa. Selain itu, media permainan edukatif mendorong keterlibatan aktif, kolaborasi, dan eksplorasi mandiri sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna.

Faktor utama yang memengaruhi keberhasilan media ini adalah:

- 1) desain permainan yang berkualitas,
- 2) kemampuan guru mengintegrasikan game dengan strategi pembelajaran, dan
- 3) dukungan fasilitas teknologi sekolah.

Penelitian ini menegaskan bahwa permainan edukatif bukan sekadar hiburan, tetapi strategi pedagogis yang relevan dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual, motivasi, serta literasi digital siswa SD. Implementasinya secara terencana dan berkelanjutan sejalan dengan arah Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran aktif, kreatif, dan bermakna.

DAFTAR PUSTAKA

- Alotaibi, M. S. (2024). Game-based learning in early childhood education : a systematic review and meta-analysis, (April).
- Al-tarawneh, M. H. (2016). The Effectiveness of Educational Games on Scientific Concepts Acquisition in First Grade Students in Science, 7(3), 31–37.
- An, Y., Haynes, L., & Chumney, F. (2016). Using Educational Computer Games in the Classroom : Science Teachers ’ Experiences , Attitudes , Perceptions , Concerns , and Support Needs, 16, 415–433.
- Arztmann, M., Hornstra, L., Jeurung, J., Kester, L., Arztmann, M., Hornstra, L., Jeurung, J., et al. (2023). Studies in Science Education Effects of games in STEM education : a meta- analysis on the moderating role of student background characteristics moderating role of student background characteristics. *Studies in Science Education*, 59(1), 109–145. Routledge. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2057732>
- Daryanti, E. W., Laila, A., & Saidah, K. (2022). Pengembangan Media Karikatur Berbasis Kearifan Lokal Kediri bagi Siswa Sekolah Dasar, 9(1), 11–22.
- Hidayat, R., Qi, T. Y., Nur, P., & Ariffin, T. (2024). Online game-based learning in mathematics education among Generation Z : A systematic review, 19(1), 1–8.
- Jin, H., Linlin, B., & Kylie, L. (2023). Efficacy of an Adaptive Game - Based Math Learning App to Support Personalized Learning and Improve Early Elementary School Students ’ Learning. *Early Childhood Education Journal*, 51(4), 717–732. Springer Netherlands. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10643-022-01332-3>
- Kitchenham, B., & Charters, S. M. (2021). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering, (October)

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
28 November 2025	09 Desember 2025	17 Desember 2025	Ya