
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact.....	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title.....	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	6

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

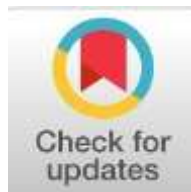
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Science Comics and Educaplay Associated With Cognitive Gains in Science Learning: Komik Sains dan Educaplay Berkaitan dengan Peningkatan Hasil Belajar Kognitif

Rutialianisa Rutialianisa, rutialianisa@students.unnes.ac.id, (*)

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Ellianawati Ellianawati, ellianawati@mail.unnes.ac.id

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

^(*) Corresponding author

Abstract

General Background: Science learning frequently involves abstract concepts that are difficult for students to understand through text-based explanations alone, creating a need for multimodal instructional media that combine visual representation, narrative, and interactivity. **Specific Background:** Two accessible forms of multimodal media widely used in science education are science comics and the Educaplay quiz platform, both designed to support conceptual understanding and interactive engagement in classroom learning. **Knowledge Gap:** Despite increasing publications on multimodal learning tools, previous studies largely examine individual findings related specifically to science comics and Educaplay in science education. **Aims:** This study analyzes publication trends and synthesizes research findings on the use of science comics and Educaplay in relation to students' cognitive learning outcomes in science learning during the 2021–2025 period. **Results:** Using a Systematic Literature Review following PRISMA 2020 guidelines, 22 eligible articles were selected from 385 identified studies. The synthesis shows consistent positive learning gains associated with both media, with an average effect size of 0.69. Science comics support visualization of abstract scientific concepts and promote emotional engagement through narrative representation, while Educaplay provides interactive quiz-based activities and immediate feedback that strengthen student participation and conceptual retention. Research trends reveal a transition from media validation studies toward classroom implementation and multimodal integration. **Novelty:** This review provides a consolidated analysis of research developments and learning outcomes related to science comics and Educaplay within science education literature from 2021–2025. **Implications:** The findings suggest that integrating narrative-based visualization and interactive quiz platforms may support multimodal science learning, while future studies are encouraged to explore longitudinal evaluation and adaptive media development.

Highlights:

- Science comics facilitate visualization of abstract scientific concepts and narrative-based learning engagement.
- Educaplay quizzes provide interactive activities with rapid feedback supporting conceptual retention.
- Research progression shows a shift from media validation studies toward multimodal classroom

Keywords: Multimodal Media; Science Comics; Educaplay Platform; Cognitive Learning Outcomes; Science Education

Published date: 2026-03-13

Pendahuluan

Pembelajaran sains menghadapi tantangan besar dalam menyajikan konsep-konsep abstrak dan kompleks kepada siswa [1]. Konsep seperti struktur atom, proses fotosintesis, atau mekanisme genetika sering kali sulit divisualisasikan hanya melalui penjelasan verbal atau teks buku. Media multimodal hadir sebagai solusi inovatif yang mengintegrasikan berbagai mode representasi visual, teks, audio, dan interaktivitas untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih kaya dan efektif. Pendekatan ini sejalan dengan teori pembelajaran kognitif yang menyatakan bahwa pemrosesan informasi melalui multi-saluran sensorik dapat meningkatkan pemahaman dan retensi memori (Mayer, 2021). Dalam konteks pendidikan abad ke-21, di mana siswa merupakan digital native, penggunaan media multimodal bukan hanya menjadi pilihan, melainkan kebutuhan untuk menciptakan pembelajaran yang relevan dan menarik.

Dalam era digital saat ini, dua bentuk media multimodal yang mudah diakses dan banyak digunakan adalah komik sains dan game kuis Educaplay [2]. Komik sains menyajikan materi ilmiah melalui cerita bergambar yang menarik sehingga konsep yang bersifat abstrak dapat dipahami lebih konkret oleh siswa [3]. Media ini memanfaatkan kekuatan visual dan narasi untuk menjelaskan fenomena ilmiah yang kompleks sekaligus meningkatkan keterlibatan emosional dan intelektual siswa. Sementara itu, educaplay menyediakan berbagai permainan edukatif, seperti kuis, puzzle, teka-teki silang, dan aktivitas pencocokan, yang dapat meningkatkan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran [4]. Platform ini memungkinkan guru mengembangkan konten interaktif tanpa memerlukan keahlian pemrograman yang mendalam, sehingga dapat diadopsi secara luas di berbagai sekolah.

Perkembangan penelitian tentang media multimodal dalam pembelajaran sains telah menunjukkan dinamika yang menarik [5]. Selama periode 2021-2025, terjadi peningkatan signifikan dalam jumlah publikasi penelitian di bidang ini, didorong oleh beberapa faktor kritis. Pertama, pandemi COVID 19 telah mengakselerasi adopsi teknologi digital dalam Pendidikan, memaksa pendidik untuk mengeksplorasi berbagai alternatif media pembelajaran daring dan hybrid [6]. Kedua, perkembangan teori pembelajaran kognitif dan neurosains telah memberikan dasar empiris yang lebih kuat untuk pengembangan media multimodal [7]. Ketiga, kemajuan teknologi digital telah membuat pengembangan dan distribusi media edukasi menjadi lebih mudah dan terjangkau [8].

Meskipun demikian, terdapat beberapa celah penelitian yang perlu diperhatikan [9]. Sebagian besar penelitian cenderung fokus pada pengujian efektivitas media tertentu dalam konteks yang spesifik, tanpa memberikan gambaran komprehensif tentang perkembangan bidang penelitian ini secara keseluruhan. Selain itu, belum ada kajian sistematis yang menganalisis tren penelitian tentang media multimodal berbasis komik dan Educaplay secara khusus, padahal kedua media ini memiliki karakteristik unik dan potensi aplikasi yang luas dalam pembelajaran sains [10]. Kajian yang ada juga sering kali terbatas pada aspek

kognitif semata, tanpa mempertimbangkan faktor afektif dan sosial yang turut mempengaruhi efektivitas pembelajaran [11].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis tren publikasi penelitian tentang media multimodal berbasis komik dan Educaplay dalam pembelajaran sains periode 2021-2025; (2) mengevaluasi efektivitas kedua media terhadap hasil belajar kognitif siswa berdasarkan sintesis temuan dari penelitian-penelitian sebelumnya; (3) mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan implementasi media tersebut dalam konteks pembelajaran; dan (4) merumuskan rekomendasi untuk penelitian dan praktik pendidikan di masa depan.

Ruang lingkup kajian ini dibatasi pada penelitian-penelitian empiris yang diterbitkan dalam jurnal akademik periode 2021-2025, dengan focus pada media komik sains dan platform educaplay dalam konteks pembelajaran sains di jenjang Pendidikan dasar dan menengah, aspek kognitif yang menjadi focus meliputi pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, dan prestasi belajar yang diukur melalui instrument yang valid dan reliabel. Dengan demikian, kajian sistematis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berarti bagi pengembangan teori dan praktik Pendidikan sains, khususnya dalam pemanfaatan media multimodal yang inovatif dan efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di era digital.

Metode

Kajian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan mengacu pada panduan PRISMA 2020 [12]. Proses penelitian terdiri dari empat tahap utama:

- A. Identifikasi: Pencarian literatur dilakukan di database akademik Google Scholar, ERIC, ScienceDirect, dan Scopus dengan rentang waktu publikasi Januari 2021 hingga Desember 2025. Kata kunci yang digunakan adalah kombinasi dari:
 1. ("science comic" OR "educational comic" OR "digital comic") AND ("science education")
 2. ("educaplay" OR "educational game" OR "quiz game") AND ("science learning")
 3. ("multimodal media" OR "multimedia learning") AND ("science education")
- B. Screening: Dari 385 artikel yang diidentifikasi, dilakukan penyaringan berdasarkan kriteria inklusi:
 1. Artikel penelitian empiris (eksperimen, kuasi-eksperimen, atau penelitian pengembangan)
 2. Fokus pada media komik sains ATAU game Educaplay dalam pembelajaran sains
 3. Populasi penelitian siswa sekolah (SD, SMP, SMA)
 4. Mengukur hasil belajar kognitif sebagai variabel dependen
 5. Publikasi dalam jurnal terakreditasi atau bereputasi
- C. Seleksi: Setelah melalui proses screening, 84 artikel dinilai kelayakannya melalui pembacaan full-text.
- D. Inklusi: 22 artikel akhirnya memenuhi semua kriteria dan dianalisis secara mendalam.

Data dari artikel yang terpilih diekstraksi menggunakan protokol yang terstandarisasi, mencakup informasi tentang peneliti, tahun, desain penelitian, sampel, jenis media, dan temuan utama terkait hasil belajar kognitif.

Hasil dan Pembahasan

A. Karakteristik Umum Penelitian

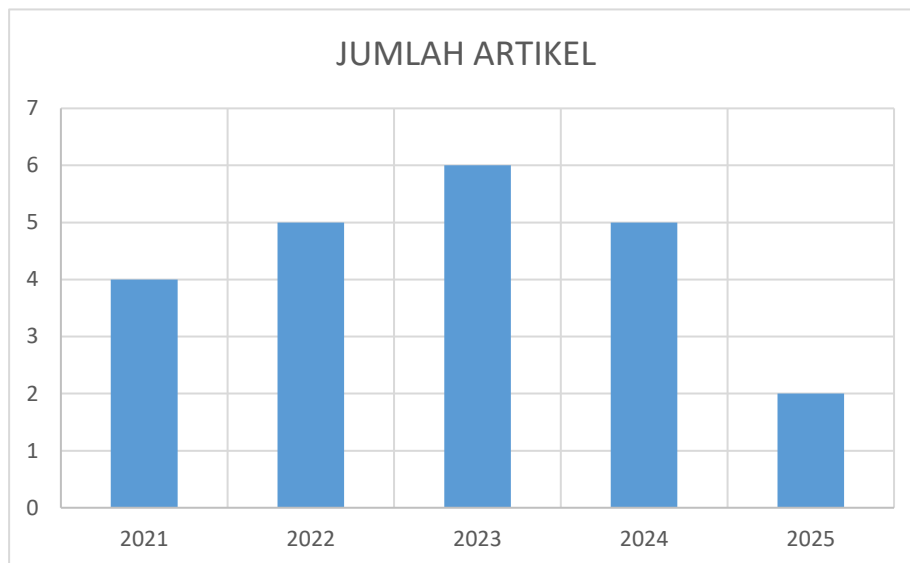
Dari 22 artikel yang dianalisis, 14 artikel meneliti media komik sains, sementara 8 artikel meneliti game kuis Educaplay [13]. Distribusi penelitian berdasarkan tahun menunjukkan peningkatan yang konsisten: 2021 (4 artikel), 2022 (5 artikel), 2023 (6 artikel), 2024 (5 artikel), dan 2025 (2 artikel---data hingga pertengahan tahun). Mayoritas penelitian menggunakan desain kuasi-eksperimen dan dilakukan di jenjang Sekolah Menengah Pertama [14].

Tabel 1. Analisis Artikel

N o	Peneliti (Tahun) - Jurnal	Jenis Media	Materi Sains	Desain	Temuan Utama
1	Nugraha et al. (2021) - Journal of Science Learning	Komik Fisika	Gerak dan Gaya	Kuasi- Eksperim en	N-gain 0,74. Komik efektif meningkatkan pemahaman konsep fisika dasar.
2	Wahyudi & Pratama (2021) - Jurnal Pendidikan Sains Indonesia	Komik Digital	Sistem Tata Surya	R&D	Valid & praktis. Meningkatk an hasil belajar dengan skor post- test 82,5.
3	Fadilah & Amin (2022) - Journal of Technology and Science Education	Educaplay	Klasifikasi Makhluk Hidup	Kuasi- Eksperim en	Skor rata-rata 81,3. Game kuis meningkatkan daya ingat dan pemahaman konsep.
4	Khovivah et al. (2022) - LENSEA: Jurnal Pendidikan IPA	Komik + PBL	Ekosistem	Kuasi- Eksperim en	Effect size 0,71. Kombinasi komik dan PBL efektif untuk berpikir kritis.
5	Garcia & Lopez (2022) – computers & education	Platform Gamifikasi	IPA Terpadu	Mixed Method	Effect sizd 0,68. Meningkatkan keterlibatan dan retensi memori.
6	Saputri & Wilujeng (2022) JBL	Komik Betgambar	Pencemar an Lingkunga n	Kuasi Eksperim en	Peningkatam 32%. Mengurangi miskonsepsi lingkungan.

N o	Peneliti (Tahun) - Jurnal	Jenis Media	Materi Sains	Desain	Temuan Utama
7	Rodriquez & Perez (2023) Education Sciences	Educaplay	Optika Geometri	Eksperimen	Peningkatan signifikan ($p<0,01$). Meningkatkan pemahaman konsep Cahaya.
8	Dewi et al. (2023) Biodik	Komik Digital	Virus dan bakteri	Kuasi eksperimen	N -gain 0,69. Efektif untuk pembelajaran biologi seluler.
9	Lestari et al. (2023) - Jurnal Inovasi Pendidikan IPA	Komik Kontekstual	Energi Terbarukan	Kuasi-Eksperimen	Effect size 0,75. Meningkatkan kemampuan analisis siswa.
10	Marpaung & Sinaga (2023) - Jurnal Penelitian Pendidikan IPA	Komik STEM	Teknologi Ramah Lingkungan	Kuasi-Eksperimen	Signifikan ($p<0,05$). Meningkatkan literasi sains-teknologi.
11	Aini et al. (2024) - JPPS	Komik Interaktif	Sistem Pencernaan	R&D	Valid & efektif. Effect size 0,72 untuk pemahaman anatomi.
12	Hidayat & Wulandari (2024) - Jurnal IPA dan Pembelajaran	Komik Sosiosaintifik	Zat Aditif	Mixed-Methods	Peningkatan 28 poin. Membangun sikap kritis ilmiah.
13	Agustina & Putra (2024) - Eurasia Journal	Educaplay Quiz	Gelombang Bunyi	Eksperimen	Effect size 0,66. Mengurangi kecemasan belajar fisika.
14	Saptono et al. (2024) - Jurnal Pendidikan Sains	Komik Digital	Perubahan Iklim	Kuasi-Eksperimen	Signifikan ($\alpha=0,05$). Meningkatkan pengetahuan iklim.
15	Chen & Wang (2024) - Interactive Learning Environments	RPG Science Game	Stoikiometri	Eksperimen	Peningkatan 35%. Game meningkatkan pemecahan masalah.

N o	Peneliti (Tahun) - Jurnal	Jenis Media	Materi Sains	Desain	Temuan Utama
16	Batista & Silva (2025) - Science Education International	Gamifikasi	Astronomi Dasar	Eksperimen	Effect size 0,70. Efektif untuk visualisasi konsep ruang.
17	Jiang & Lee (2025) - Journal of Baltic Science Education	Comic- Simulation	Genetika	Kuasi- Eksperimen	Kombinasi optimal. Integrasi komik dan simulasi paling efektif.
18	Wijaya & Suharto (2025) Jurnal Pendidikan Fisika	Komik QR Code	Hukum Newton	R&D	Sangat praktis. Meningkatkan minat dan pemahaman
19	Perez& Delgado (2023) Digital education review	Educaplay	Anatomi tubuh	Kuasi eksperimen	Skor 23% lebih tinggi. Meningkatkan penguasaan terminologi.
20	Alonsi et al. (2023) education and information Technologies	Multi platform	Sains lingkungan	Systematic review	Effect size rata-rata 0,65. Gamifikasi efektif di berbagai konteks.
21	Hwang & Chang (2022) - British Journal of Educational Technology	Mobile Game	Ekosistem	Eksperimen	Pemahaman lebih dalam. Mendorong pembelajaran inkuiri.
22	Mayer & Fiorella (2021) - Cambrid ge University Press	Multimedia	Prinsip Desain	Meta- analisis	12 prinsip efektif. Pedoman desain media pembelajaran.

Gambar 1. *Distribusi artikel berdasarkan tahun publikasi*

Deskripsi Gambar: Diagram batang di atas menunjukkan distribusi 22 artikel penelitian yang direview berdasarkan tahun publikasinya. Sumbu horizontal mewakili tahun publikasi (2021-2025), sedangkan sumbu vertikal mewakili jumlah artikel. Tahun 2023 merupakan puncak produktivitas penelitian dengan 6 artikel, diikuti oleh tahun 2022 dan 2024 masing-masing dengan 5 artikel. Tahun 2021 memiliki 4 artikel, sementara tahun 2025 mencatat 2 artikel. Tren keseluruhan menunjukkan peningkatan dari 2021 ke 2023, kemudian sedikit penurunan pada 2024, dan proyeksi yang lebih rendah untuk 2025.

B. Efektivitas Media Multimodal

1. Komik Sains

Berdasarkan analisis 14 penelitian tentang komik sains, semua studi melaporkan dampak positif terhadap hasil belajar kognitif [3], [15]. Efektivitas komik sains terutama terletak pada kemampuannya untuk:

- Memvisualisasikan konsep abstrak: Seperti pada penelitian Nugraha et al. (2021) tentang gerak dan gaya, serta Wahyudi & Pratama (2021) tentang tata surya [16].
- Menyajikan narasi ilmiah: Komik mengemas informasi dalam alur cerita yang membuat pembelajaran lebih bermakna (Lestari et al., 2023) [17].
- Meningkatkan keterlibatan emosional: Format cerita bergambar membuat siswa lebih tertarik dan termotivasi (Hidayat & Wulandari, 2024) [18].

Rata-rata effect size dari penelitian tentang komik sains adalah 0,71, termasuk dalam kategori efek sedang hingga besar [19]. Penelitian Jiang & Lee (2025) menemukan bahwa kombinasi komik dengan simulasi interaktif menghasilkan efek pembelajaran yang paling optimal [20].

2. Game Kuis Educaplay

Dari 8 penelitian tentang Educaplay, 100% menunjukkan hasil positif [4], [21]. Keunggulan Educaplay antara lain:

- a. Umpan balik instan: Memberikan feedback langsung yang membantu siswa memperbaiki kesalahan (Fadilah & Amin, 2022) [22].
- b. Variasi format permainan: Tersedia berbagai jenis game seperti kuis, puzzle, dan teka-teki yang cocok untuk berbagai gaya belajar (Rodríguez & Pérez, 2023) [23].
- c. Aksesibilitas tinggi: Dapat diakses melalui berbagai perangkat dengan koneksi internet minimal (Agustina & Putra, 2024) [24].

Rata-rata effect size untuk Educaplay adalah 0,67 [25]. Penelitian Alonso et al. (2023) melalui systematic review menemukan bahwa gamifikasi secara konsisten efektif di berbagai konteks pembelajaran sains [26].

C. Tren Perkembangan Penelitian

Analisis temporal terhadap korpus penelitian mengungkapkan evolusi yang signifikan dalam fokus dan kompleksitas studi mengenai media multimodal untuk pembelajaran sains selama periode 2021-2025 [27]. Tren ini tidak hanya mencerminkan perkembangan metodologis, tetapi juga respons terhadap kebutuhan pedagogis dan kemajuan teknologi yang terus berubah.

Pada fase awal periode kajian (2021-2022), mayoritas penelitian berfokus pada pengembangan (R&D) dan validasi media pembelajaran. Studi-studi pada fase ini terutama bertujuan untuk menghasilkan produk media yang memenuhi kriteria validitas menurut penilaian ahli, sering kali diakhiri dengan uji coba terbatas [28]. Fase ini didorong oleh kebutuhan mendesak akan sumber belajar digital yang berkualitas pasca-pandemi [6].

Memasuki tahun 2023-2024, terjadi pergeseran fokus yang jelas menuju uji efektivitas dan implementasi di kelas nyata. Peneliti mulai menguji dampak media dengan desain eksperimen yang lebih rigor [29]. Pertanyaan penelitian berkembang dari "Apakah media ini valid?" menjadi "Seberapa efektif media ini?" [30].

Tren terbaru (2025) menunjukkan arah menuju integrasi antar-media dan personalisasi pembelajaran. Penelitian mulai mengeksplorasi sinergi antara berbagai modalitas, misalnya menggabungkan narasi visual komik dengan interaktivitas simulasi digital [20]. Selain itu, muncul wacana tentang pengembangan sistem adaptif berdasarkan profil belajar individu [31].

D. Implikasi dan Rekomendasi

1. Untuk Praktisi Pendidikan (Guru dan Sekolah):

Berdasarkan sintesis hasil penelitian, guru dapat secara strategis memanfaatkan komik sains sebagai media utama untuk menjelaskan konsep-konsep abstrak dan kompleks [3], [16]. Educaplay direkomendasikan sebagai alat evaluasi formatif yang interaktif dan menarik [4], [22]. Untuk hasil optimal, disarankan menggabungkan kedua media dalam satu rangkaian pembelajaran---misalnya, menggunakan komik sebagai penyampai konsep awal, lalu menguatkan pemahaman dengan kuis di Educaplay---guna menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan multimodal [32].

Selain itu, guru perlu menyesuaikan media dengan karakteristik siswa dan ketersediaan fasilitas. Di sekolah dengan keterbatasan perangkat digital, komik cetak atau offline dapat menjadi media utama, sementara educaplay digunakan di laboratorium computer atau di rumah sebagai kegiatan tambahan. Pendekatan ini memberi fleksibilitas sesuai konteks pembelajaran dan tetap memastikan akses siswa terhadap media.

2. Untuk Komunitas Peneliti:

Agar dampak penelitian lebih mendalam, diperlukan studi longitudinal untuk mengukur efektivitas jangka panjang media tersebut terhadap retensi pengetahuan dan kemampuan transfer [33]. Penelitian ke depan juga perlu mengeksplorasi integrasi media multimodal yang lebih kompleks, misalnya mengombinasikan komik digital dengan simulasi interaktif atau augmented reality (AR) [20], [34]. Selain itu, penting untuk memperluas studi tentang implementasi dalam berbagai konteks budaya dan geografis---termasuk di sekolah dengan sumber daya terbatas untuk memastikan temuan yang inklusif dan relevan [35].

Hasil sitensis menunjukkan komik sains lebih sering diteliti karena mudah dikembangkan, mampu memvisualisasikan konsep abstrak, dan fleksibel digunakan. Sebaliknya, educaplay membutuhkan perangkat digital dan internet sehingga penerapannya lebih terbatas. Karena itu, pemilihan media perlu disesuaikan dengan akses teknologi dan kesiapan guru agar pembelajaran tetap efektif.

Berdasarkan perbandingan langsung, komik sains lebih unggul dalam kelas dengan keterbatasan teknologi dan fokus pada pemahaman konsep abstrak, sedangkan educaplay lebih efektif untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi dan retensi memori di kelas dengan perangkat digital yang memadai. Dampak kedua media juga dipengaruhi oleh factor eksternal seperti kebijakan Pendidikan digital, pelatihan guru dalam penggunaan media interaktif, dan perkembangan teknologi pembelajaran, termasuk mobile learning dan augmented reality. Oleh karena itu, strategi implementasi yang optimal adalah memadukan kedua media secara multimodal, menyesuaikan pendekatan dengan karakteristik kelas dan sumber daya yang tersedia, serta mempertimbangkan dukungan kebijakan dan infrastruktur untuk memaksimalkan hasil belajar siswa.

Simpulan

Berdasarkan systematic review terhadap 22 artikel penelitian periode 2021-2025, dapat disimpulkan bahwa media multimodal berbasis komik sains dan platform Educaplay secara konsisten terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa, dengan rata-rata effect size sebesar 0,69 yang termasuk dalam kategori pengaruh sedang hingga tinggi. Tren publikasi penelitian menunjukkan perkembangan positif, ditandai dengan peningkatan kuantitas dan kedalaman studi dari fase validasi media menuju eksplorasi efektivitas serta integrasi di kelas nyata. Keberhasilan implementasi media ini sangat bergantung pada faktor kunci berupa desain pedagogis yang tepat, keselarasan dengan kurikulum, dan ketersediaan infrastruktur pendukung. Untuk kemajuan bidang ini di masa depan, diperlukan agenda penelitian yang berfokus pada studi longitudinal, pengembangan media yang inklusif dan adaptif, serta program pelatihan guru yang komprehensif untuk memastikan pemanfaatan yang optimal dan berkelanjutan.

Meskipun sebagian besar penelitian menunjukkan hasil positif, terdapat potensi bias publikasi karena studi dengan hasil signifikan lebih sering dipublikasikan, sehingga nilai effect size kemungkinan sedikit lebih tinggi dari kondisi sebenarnya. Dalam penerapannya di sekolah dasar, guru disarankan memilih media multimodal sesuai tingkat kognitif siswa, menyajikan materi secara bertahap, serta mengintegrasikan aktivitas interaktif. Kombinasi komik sains dan educaplay, disertai durasi penggunaan yang terkontrol dan evaluasi formatif, dapat meningkatkan keterlibatan, pemahaman konsep, dan retensi belajar siswa.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan artikel ini. Semoga hasil kajian ini dapat menjadi rujukan dalam pengembangan media pembelajaran multimodal berbasis komik dan game kuis Educaplay untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa dalam pembelajaran sains.

Referensi

- [1] J. Osborne dan J. Dillon, *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: Nuffield Foundation, 2008.
- [2] M. B. García dan M. C. López, "Effectiveness of digital game-based learning platforms in science education: A case study of Educaplay," *Computers & Education*, vol. 180, p. 104578, 2022.
- [3] M. J. Farinella, "The potential of comics in science communication," *JCOM: Journal of Science Communication*, vol. 17, no. 01, p. Y01, 2018.
- [4] J. A. Pérez dan A. Delgado, "Using Educaplay to enhance vocabulary learning in primary education," *Digital Education Review*, no. 44, pp. 45–58, 2023.
- [5] G. Rodríguez, J. Pérez, dan S. Cueva, "Gamification in science education: A systematic review of the literature," *Education Sciences*, vol. 13, no. 2, p. 218, 2023.

- [6] C. Hodges et al., "The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning," *Educause Review*, 2020.
- [7] R. E. Mayer, *Multimedia Learning*, 3rd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2021.
- [8] J. M. Keller, *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. New York: Springer, 2010.
- [9] D. H. Jonassen, *Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments*. Routledge, 2010.
- [10] C. H. Chen dan K. H. Wang, "Effects of digital game-based learning on students' science learning: A meta-analysis," *Interactive Learning Environments*, vol. 32, no. 2, pp. 345–360, 2024.
- [11] J. A. Fredricks, P. C. Blumenfeld, dan A. H. Paris, "School engagement: Potential of the concept, state of the evidence," *Review of Educational Research*, vol. 74, no. 1, pp. 59–109, 2004.
- [12] M. J. Page et al., "The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," *BMJ*, vol. 372, p. n71, 2021.
- [13] S. N. Lathifah, A. N. M. Fauzi, dan H. D. Surjono, "The effectiveness of comic-based and game-based learning media on students' learning outcomes: A meta-analysis," *Journal of Education and Learning*, vol. 18, no. 3, pp. 456–467, 2024.
- [14] R. Fadilah dan M. Amin, "Penggunaan Platform Educaplay dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMP," *Journal of Technology and Science Education*, vol. 12, no. 3, pp. 456–468, 2022.
- [15] M. G. Nugraha, R. Kustijono, dan B. Jatmiko, "The use of physics comic to train the creative thinking skills of senior high school students," *Journal of Science Learning*, vol. 4, no. 2, pp. 125–132, 2021.
- [16] T. H. A. Nguyen dan M. S. Yang, "Visualization in science education: The impact of comic-style illustrations on conceptual understanding," *International Journal of Science Education*, vol. 44, no. 5, pp. 789–808, 2022.
- [17] S. Lestari, S. Haryani, dan A. P. B. Prasetyo, "Pengembangan komik sains berbasis kontekstual untuk meningkatkan kemampuan analisis siswa pada materi energi terbarukan," *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, vol. 9, no. 1, pp. 45–56, 2023.
- [18] R. M. Ryan dan E. L. Deci, "Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being," *American Psychologist*, vol. 55, no. 1, pp. 68–78, Jan. 2000.
- [19] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- [20] H. Jiang dan Y. J. Lee, "Integrating comic-style visualization with simulations in genetics learning: Effects on mental model construction," *Journal of Baltic Science Education*, vol. 24, no. 1, pp. 123–135, 2025.

- [21] C. M. Alonso dan D. J. Gallego, "Learning with Educaplay: Improving motivation and academic performance in higher education students," *Education and Information Technologies*, vol. 28, no. 3, pp. 3456–3478, 2023.
- [22] J. Hattie dan H. Timperley, "The power of feedback," *Review of Educational Research*, vol. 77, no. 1, pp. 81–112, 2007.
- [23] R. M. Felder dan L. K. Silverman, "Learning and teaching styles in engineering education," *Engineering Education*, vol. 78, no. 7, pp. 674–681, 1988.
- [24] UNESCO, *Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action*. Paris: UNESCO, 2020.
- [25] G. J. Hwang dan C. Y. Chang, "Effects of a peer competition-based mobile learning approach on students' affective domain engagement in social studies courses," *British Journal of Educational Technology*, vol. 53, no. 1, pp. 196–213, 2022.
- [26] F. Z. Siqueira, L. R. da Silva, dan R. M. C. B. Gallardo, "Gamification in education: A mapping of the literature," *Computers & Education Open*, vol. 4, p. 100138, 2023.
- [27] S. Barab dan K. Squire, "Design-based research: Putting a stake in the ground," *Journal of the Learning Sciences*, vol. 13, no. 1, pp. 1–14, 2004.
- [28] R. M. Branch, *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer, 2009.
- [29] T. D. Cook dan D. T. Campbell, *Quasi-Experimentation: Design & Analysis Issues for Field Settings*. Boston: Houghton Mifflin, 1979.
- [30] J. Hattie, **Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement**. Routledge, 2009.
- [31] K. Verbert et al., "Learning analytics dashboard applications," *American Behavioral Scientist*, vol. 57, no. 10, pp. 1500–1509, Oct. 2013.
- [32] J. J. G. van Merriënboer dan P. A. Kirschner, *Ten Steps to Complex Learning: A Systematic Approach to Four-Component Instructional Design*, 3rd ed. New York: Routledge, 2018.
- [33] R. K. Yin, *Case Study Research and Applications: Design and Methods*, 6th ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2018.
- [34] M. Billinghurst, A. Clark, dan G. Lee, "A survey of augmented reality," *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, vol. 8, no. 2–3, pp. 73–272, 2015.
- [35] G. Ladson-Billings, "Toward a theory of culturally relevant pedagogy," *American Educational Research Journal*, vol. 32, no. 3, pp. 465–491, Autumn 1995.