



Implementasi Multimedia Interaktif sebagai Strategi Pembelajaran Biologi untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

**Raihanah Yulistia^{1*}, Aisyah Haryani¹, Maipuria Nikmah¹, Sri Wulandari¹,
Dodi Dwi Risaundi¹**

¹Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau, Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5, Simpang Baru, Kec. Binawidya, Kota Pekanbaru, Riau

*e-mail korespondensi: raihanah.yulistia4288@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The transformation of 21st-century learning demands the development of critical thinking skills through technology-based learning. However, biology learning still faces challenges in promoting students' active engagement and developing their critical thinking skills. This study aimed to analyze the effectiveness of implementing interactive multimedia in improving students' critical thinking skills. This study used a meta-analysis method on 20 articles from 2020–2025. Data analysis was performed by calculating the effect size using the Glass formula. The results showed that most studies had effect sizes in the high to very strong category. This indicates that interactive multimedia is effective in improving students' critical thinking skills. The use of multimedia combined with learning models such as PBL and SSI provides more optimal results. Thus, interactive multimedia can be used as an innovative strategy in biology learning.

Keywords: Biology Learning, Critical Thinking Skills, Interactive Multimedia, Meta-Analysis

ABSTRAK

Transformasi pembelajaran abad ke-21 menuntut pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui pembelajaran berbasis teknologi. Namun, pembelajaran biologi masih menghadapi tantangan dalam mendorong keterlibatan aktif siswa dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas implementasi multimedia interaktif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis terhadap 20 artikel pada rentang tahun 2020–2025. Analisis data dilakukan dengan menghitung effect size menggunakan rumus Glass. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian memiliki effect size pada kategori tinggi hingga sangat kuat. Hal ini menunjukkan bahwa multimedia interaktif efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Penggunaan multimedia yang dipadukan dengan model pembelajaran seperti PBL dan SSI memberikan hasil yang lebih optimal. Dengan demikian, multimedia interaktif dapat dijadikan sebagai strategi inovatif dalam pembelajaran biologi.

Kata Kunci : Keterampilan Berpikir Kritis, Meta-Analisis, Multimedia Interaktif, Pembelajaran Biologi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Transformasi pendidikan saat ini menuntut pembelajaran tidak lagi hanya berfokus pada penyampaian informasi, tetapi juga diarahkan pada proses pembentukan pemahaman yang lebih mendalam

(*deep learning*). Proses tersebut menekankan keterlibatan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan pengaitan konsep dengan konteks nyata. Dalam konteks sains, khususnya Biologi, pendekatan ini menjadi krusial karena karakteristik materi yang kompleks, abstrak, dan sistemik menuntut pemahaman konseptual yang terintegrasi, bukan sekadar hafalan terminologi. Kebijakan pendidikan nasional melalui implementasi Kurikulum Merdeka menegaskan pentingnya penguatan kompetensi bernalar kritis sebagai bagian dari profil pelajar yang adaptif terhadap dinamika global.

Meskipun demikian, proses pembelajaran biologi di tingkat sekolah menengah masih banyak menggunakan pendekatan pembelajaran yang menempatkan guru sebagai pusat kegiatan belajar. Biologi sebagai mata pelajaran memiliki tingkat kompleksitas yang cukup tinggi, sehingga kerap dianggap sulit oleh peserta didik. Dalam praktiknya, pembelajaran sering kali hanya berfokus pada penyampaian teori tanpa diimbangi dengan kegiatan praktikum. Akibatnya, peserta didik lebih banyak menghafal konsep daripada memahami hubungan antar konsep secara mendalam. Kondisi ini berdampak pada minat belajar siswa yang menurun dan kemampuan berpikir kritis belum berkembang secara optimal. Selain itu, keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, seperti bertanya, berdiskusi, dan memecahkan masalah, masih tergolong rendah (Seftiani et al., 2021)

Proses pembelajaran seringkali menekankan penyampaian materi dan penyelesaian soal berbasis reproduksi informasi, sehingga siswa lebih banyak terlibat dalam *surface learning* dibandingkan pembelajaran mendalam. Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan siswa dalam menginterpretasikan data ilmiah, mengevaluasi argumen berbasis bukti, serta memecahkan masalah kontekstual. Situasi tersebut semakin kompleks di era digital yang ditandai dengan melimpahnya informasi ilmiah dan berkembangnya teknologi berbasis kecerdasan buatan. Peserta didik generasi saat ini hidup dalam lingkungan yang sarat dengan visualisasi, interaktivitas, dan akses informasi instan. Menurut Nurdiani (2019), pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Dalam penerapannya, teknologi perlu dipadukan dengan strategi pembelajaran dan materi ajar agar proses pembelajaran berlangsung secara efektif. Keterpaduan tersebut dikenal sebagai kerangka TPACK, yaitu sebuah kerangka yang menekankan sinergi antara penguasaan teknologi, pendekatan pedagogis, dan materi ajar dalam situasi pembelajaran tertentu. Kerangka TPACK sendiri tersusun atas tiga komponen utama, yaitu pengetahuan tentang konten, pengetahuan pedagogi, serta pengetahuan teknologi yang saling berkaitan satu sama lain (Sri, U.Toharudin, et al., 2024). Penggunaan multimedia interaktif dalam pembelajaran Biologi menunjukkan potensi dalam mendukung proses pembelajaran yang berorientasi pada pemahaman konsep secara mendalam.

Multimedia dalam pembelajaran diartikan sebagai penyajian informasi dengan memadukan berbagai unsur media, seperti visual, audio, dan teks, yang dioperasikan melalui teknologi komputer (Duha, 2024). Multimedia dalam pembelajaran berperan tidak sekadar sebagai media penyampaian materi, tetapi juga mendorong keterlibatan aktif siswa melalui berbagai aktivitas, seperti simulasi, latihan interaktif, dan penyelesaian masalah yang berkaitan dengan konteks nyata. Kegiatan tersebut dapat mendorong peserta didik untuk melakukan observasi, analisis, dan refleksi secara mandiri. Proses ini sejalan dengan konsep

pembelajaran mendalam (*deep learning*) yang menekankan keterlibatan aktif serta pengolahan informasi secara bermakna.

Berbagai penelitian sebelumnya memperlihatkan adanya kecenderungan bahwa penerapan multimedia interaktif pada pembelajaran sains dapat memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep sekaligus meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. Meskipun demikian, temuan dari penelitian-penelitian tersebut memperlihatkan adanya perbedaan dalam tingkat pengaruh yang dihasilkan. Variasi tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti perbedaan desain penelitian, jenjang pendidikan, karakteristik peserta didik, serta jenis multimedia yang diterapkan. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih komprehensif untuk menganalisis besarnya pengaruh penerapan multimedia interaktif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Dengan demikian, pemanfaatan multimedia interaktif dalam pembelajaran biologi menunjukkan potensi sebagai pendekatan inovatif yang mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara lebih optimal dibandingkan metode konvensional. Penelitian ini menitikberatkan pada pengkajian dampak penerapan multimedia interaktif, analisis besaran pengaruh yang muncul, serta perumusan rekomendasi berbasis data untuk mendukung pengembangan pendekatan pembelajaran Biologi yang lebih adaptif terhadap tuntutan abad ke-21.

METODE

Pendekatan meta-analisis dengan orientasi kuantitatif digunakan dalam kajian ini untuk menganalisis penelitian mengenai penerapan multimedia interaktif pada pembelajaran biologi. Artikel diperoleh melalui Google Scholar dengan kata kunci “multimedia interaktif”, “pembelajaran biologi”, dan “kemampuan berpikir kritis”. Kriteria inklusi meliputi artikel yang dipublikasikan pada 2020–2025, membahas multimedia interaktif dalam pembelajaran biologi, serta menyediakan data kuantitatif yang dapat dianalisis. Artikel yang tidak relevan dan tidak memiliki data yang diperlukan dikeluarkan. Seleksi dilakukan melalui tahap identifikasi, penyaringan judul dan abstrak, pemeriksaan kelayakan, dan penetapan artikel terpilih. Sebanyak 20 artikel digunakan sebagai sumber analisis. Data yang dikaji meliputi nilai rerata, simpangan baku, dan hasil pengujian statistik kelompok perlakuan dan pembandingan. Selanjutnya, *effect size* dihitung menggunakan rumus *Glass* untuk mengetahui tingkat kontribusi multimedia interaktif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.

Nilai *effect size* diperoleh melalui selisih rerata antara kedua kelompok yang kemudian dinormalisasi menggunakan simpangan baku kelompok pembandingan. Hasil yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menafsirkan tingkat kekuatan pengaruh multimedia interaktif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran biologi.

$$\Delta = \frac{\bar{X}_{\text{eksperimen}} - \bar{X}_{\text{kontrol}}}{SD_{\text{kontrol}}}$$

Keterangan:

- Δ = *Effect size*
 $\bar{X}$ eksperimen = Rerata skor pada kelompok eksperimen
 $\bar{X}$ control = Rerata skor pada kelompok kontrol
SD control = Simpangan baku pada kelompok kontrol

Tabel 1. Kategori nilai *effect size*

Effect Size	Interpretasi
$\leq 0,15$	Pengaruh dapat diabaikan
0,15 – 0,40	Pengaruh kecil
0,40 – 0,75	Pengaruh sedang
0,75 – 1,10	Pengaruh tinggi
1,10 – 1,45	Pengaruh sangat tinggi
$>1,45$	Pengaruh sangat kuat

Sumber : Glass, et al, 1981

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis terhadap sejumlah artikel yang dikaji menghasilkan gambaran terkait karakteristik penelitian, meliputi media, materi, dan nilai *effect size* yang dilaporkan. Temuan tersebut kemudian digunakan untuk melihat sejauh mana penerapan multimedia interaktif berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

Tabel 2. Komposisi Artikel Penelitian yang Dianalisis

No	Penulis	Tahun	Jenis Media	Materi	<i>Effect Size</i>
1	Zulham	2020	Multimedia kontekstual	Gerak dan gaya	0,76
2	Darmawan et al.	2020	Multimedia interaktif berbasis komputer	Arthropoda	2,40
3	Oktavia	2020	Multimedia interaktif	Jaringan tumbuhan	0,26
4	Sa'adah et al.	2020	Multimedia interaktif	Hidrokarbon	0,84
5	Titin Dwi Kurniawati et.al	2021	E-modul 3D PageFlip	IPA (literasi sains)	1,79
6	Abdulah et al.	2021	Multimedia interaktif berbasis PBL	IPA	1,12
7	Azizah et al.	2021	Multimedia NASA	IPA	1,33
8	Ilfiana et al.	2021	Multimedia berbasis SSI	IPA	3,21
9	Hamdani et al.	2022	Multimedia berbasis Android	Sifat dan Perubahan zat	1,50
10	Fuadiyah et al.	2022	<i>E-learning (guided discovery)</i>	Biologi	1,07
11	Syifa et al.	2023	Media permainan kartu klasifikasi berbasis peta konsep	Klasifikasi makhluk hidup	1,43
12	Ananti & Anggraini	2023	Multimedia berbasis PBL	IPA	0,98
13	Amalia et al.	2024	Multimedia berbasis Project Based Learning	Fiber optic	1,09

14	Sri, Nurdiani, et al.	2024	Multimedia berbasis TPACK	Sistem ekskresi	2,56
15	Arni et al.	2024	Multimedia interaktif	IPA	0,80
16	Made et al.	2024	Multimedia berbasis PBL	IPAS	2,35
17	Moriska & Hanif	2024	Articulate Storyline	IPA	0,75
18	Song & Cai	2024	Mobile learning application	Materi umum (tidak spesifik)	1,22
19	Saputra et al.	2025	Multimedia interaktif berbasis web	Tata surya	0,89
20	Sinaga & Adlini	2025	Multimedia berbasis Edpuzzle	Biologi	3,00

Hasil pengolahan data dari 20 artikel yang dikaji memperlihatkan bahwa nilai *effect size* yang diperoleh tersebar pada berbagai tingkat, mulai dari kategori terendah hingga yang sangat kuat. Meskipun demikian, kecenderungan hasil penelitian lebih banyak berada pada tingkat tinggi dan sangat tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penerapan multimedia interaktif berkaitan dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Nilai *effect size* yang relatif besar tersebut juga mengisyaratkan bahwa pembelajaran yang memanfaatkan media interaktif mampu memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal ini dipengaruhi oleh penyajian materi yang memadukan unsur visual dan audio, sehingga konsep yang bersifat abstrak dapat dipahami dengan lebih mudah. Di samping itu, sifat interaktif yang dimiliki media tersebut turut meningkatkan partisipasi siswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Temuan penelitian memperlihatkan bahwa nilai *effect size* yang tinggi lebih banyak ditemukan pada studi yang mengkombinasikan multimedia interaktif dengan model pembelajaran tertentu. Penerapan *Problem Based Learning* (PBL) dan *Socioscientific Issues* (SSI) berkaitan dengan hasil yang lebih optimal dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis. Melalui pendekatan tersebut, peserta didik memiliki kesempatan untuk mengkaji permasalahan nyata, menganalisis informasi, dan menentukan keputusan berdasarkan data yang tersedia (Ilfiana et al., 2021). Oleh karena itu, multimedia interaktif tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga dapat mendukung pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

Guna memperoleh gambaran mengenai konteks penerapan multimedia interaktif dalam pembelajaran biologi, analisis dilakukan terhadap distribusi penelitian berdasarkan jenjang pendidikan.

Tabel 3. Komposisi Jenjang Pendidikan dalam Penelitian

No	Jenis Penelitian	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)
1	SD/MI	3	15
2	SMP/MTs	6	30
3	SMA/MAN	9	45
4	Perguruan Tinggi (PT)	2	10

Berdasarkan Tabel 3, sebagian besar penelitian yang dianalisis berasal dari jenjang SMA/MA dengan persentase 45%, kemudian diikuti oleh SMP/MTs sebesar 30%, SD/MI sebesar 15%, dan perguruan tinggi sebesar 10%. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif lebih dominan pada tingkat pendidikan menengah atas. Kondisi tersebut berkaitan dengan karakteristik materi biologi yang umumnya kompleks dan abstrak, sehingga membutuhkan dukungan visualisasi yang lebih mendalam. Dengan penyajian yang menarik dan mudah dipahami, multimedia interaktif mendukung siswa dalam memahami konsep dengan lebih baik. Selain itu, siswa pada jenjang ini biasanya telah memiliki kemampuan berpikir yang lebih matang, sehingga lebih siap untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis.

Pemanfaatan multimedia interaktif dalam pembelajaran biologi berkaitan dengan peningkatan pemahaman konsep serta pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama pada materi yang memerlukan visualisasi (Hamdani et al., 2022). Sementara itu, pada jenjang pendidikan dasar, penggunaan multimedia interaktif masih relatif terbatas, meskipun tetap mendukung berkembangnya kemampuan berpikir kritis siswa. Di sisi lain, pada tingkat perguruan tinggi, penerapan multimedia berbasis *mobile learning* terbukti mampu mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui fleksibilitas dan sifat interaktif yang ditawarkannya (Song & Cai, 2024)

Selain jenjang pendidikan, analisis juga dilakukan terhadap jenis kemampuan yang menjadi fokus penelitian untuk mengetahui kecenderungan kemampuan yang dikembangkan melalui penggunaan multimedia interaktif.

Tabel 4. Distribusi berdasarkan Kemampuan

No	Kemampuan	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)
1	Berpikir Kritis	15	75
2	Kognitif + berpikir kritis	4	20
3	Literasi Sains/Kreatif	1	5

Berdasarkan Tabel 4, mayoritas penelitian yang dianalisis menitikberatkan pada kemampuan berpikir kritis dengan persentase 75%, diikuti oleh kajian yang mengkombinasikan kemampuan kognitif dan berpikir kritis sebesar 20%, serta literasi sains atau kreativitas sebesar 5%. Dominasi tersebut menunjukkan bahwa berpikir kritis merupakan keterampilan penting yang mendapat perhatian dalam pembelajaran abad ke-21. Multimedia interaktif dinilai efektif dalam mengembangkan kemampuan ini karena dapat menyampaikan materi secara kontekstual dan interaktif, yang pada akhirnya mendorong peserta didik untuk melakukan analisis, evaluasi, serta pemecahan masalah.

Selain itu, penggabungan multimedia dengan pendekatan pembelajaran tertentu berkaitan dengan hasil yang lebih baik. Salah satu contohnya adalah penerapan multimedia interaktif yang dikombinasikan dengan *Problem Based Learning* (PBL), yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis melalui aktivitas pemecahan permasalahan nyata secara terstruktur (Abdulah et al, 2021). Pendekatan lain seperti *Socioscientific Issues* (SSI) juga memiliki peran dalam mengasah keterampilan berpikir kritis, karena

peserta didik dihadapkan dengan permasalahan kontekstual yang menuntut analisis mendalam serta pengambilan keputusan. Dengan demikian, multimedia interaktif tidak sebatas berfungsi untuk meningkatkan capaian belajar serta berperan dalam memperdalam kualitas proses berpikir peserta didik.

Temuan meta-analisis ini mengarah pada adanya keterkaitan antara penerapan multimedia interaktif dalam pembelajaran biologi dengan peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal tersebut tercermin dari dominasi nilai *effect size* pada tingkat tinggi hingga sangat kuat. Kondisi ini tidak terlepas dari beberapa aspek yang berperan, seperti media yang digunakan, pendekatan pembelajaran yang diterapkan, serta karakteristik materi yang dipelajari. Penggunaan multimedia yang dipadukan dengan pendekatan yang sesuai juga berkaitan dengan meningkatnya keterlibatan peserta didik dan berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi. Multimedia interaktif dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam kegiatan belajar biologi yang lebih inovatif, tidak sebatas membantu pemahaman konsep, tetapi juga berkontribusi dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang relevan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Secara umum, hasil meta-analisis menunjukkan bahwa penerapan multimedia interaktif sebagai upaya transformasi dalam pembelajaran biologi berpengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini tercermin dari dominasi nilai *effect size* yang berada pada kategori tinggi hingga sangat kuat. Tingkat efektivitas multimedia interaktif tersebut dipengaruhi oleh sejumlah aspek, antara lain media yang dimanfaatkan, model atau pendekatan proses belajar yang diterapkan, maupun karakteristik materi yang diajarkan. Integrasi multimedia dengan pendekatan belajar yang sesuai berkaitan dengan peningkatan keterlibatan peserta didik sekaligus mendorong berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Berdasarkan hal tersebut, multimedia interaktif dapat pula dimanfaatkan sebagai alternatif dalam kegiatan belajar inovatif pada mata pelajaran biologi yang tidak hanya berfokus pada peningkatan pemahaman konsep, sekaligus mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

KESIMPULAN

Kajian meta-analisis terhadap 20 artikel menunjukkan bahwa penerapan multimedia interaktif dalam pembelajaran memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Nilai *effect size* yang diperoleh berada pada rentang 0,26 hingga 3,21 dengan rata-rata sebesar 1,46. Berdasarkan kategori yang digunakan dalam penelitian ini, rata-rata tersebut menunjukkan pengaruh yang sangat kuat. Penerapan multimedia interaktif paling banyak ditemukan pada jenjang SMA/MA, yaitu sebanyak 45% dari seluruh artikel yang dianalisis. Hasil yang lebih optimal juga ditemukan pada penggunaan multimedia yang dipadukan dengan pendekatan *Problem Based Learning* (PBL) dan *Socioscientific Issues* (SSI). Dengan demikian, multimedia interaktif berpotensi menjadi strategi pembelajaran biologi yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

Penggunaan media interaktif juga berkaitan dengan berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi, terutama jika dipadukan dengan pendekatan seperti *Problem Based Learning* (PBL) dan

Socioscientific Issues (SSI). Multimedia interaktif berpotensi digunakan sebagai alternatif dalam pembelajaran biologi yang lebih inovatif. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengkaji penerapannya pada berbagai jenjang pendidikan serta mengembangkan variasi media dan pendekatan pembelajaran.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdulah et al. (2021). *PBL-Based Interactive Multimedia in Improving Critical Thinking Skills*. 10(1), 136–144. <https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v10i1.25521>
- Amalia, D., Hanafi, I., & Jakarta, U. N. (n.d.). *The Influence of Multimedia-Interactive Project-Based Learning Models on The Metacognitive Abilities, Critical Thinking Abilities and Fiber Optic Communication Learning Outcomes*. 3(2), 512–534.
- Ananti, Y. R., & Anggraini, A. (2023). *Application of Multimedia Interactive Learning Based on Problem-Based Learning to Improve Students ' Cognitive Learning Outcomes and Critical Thinking Skills*. 2(3), 139–151.
- Arni, Y., Safitri, Y., Trisna, F., & Manurung, E. S. (2024). *The Effect of Interactive Learning Media on Improving Students ' Critical Thinking Skills*. 4(1), 49–58.
- Azizah, N., Mar, A.-, Prima, E. C., Fany, A., & Wijaya, C. (2021). *Enhancing Students ' Critical Thinking through NASA Science as Interactive Multimedia in Learning Solar System*. 4(June). <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i4.27563>
- Darmawan, U., Redjeki, S., & Widhorini, W. (2020). *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia) Interactive multimedia : Enhacing students ' cognitive learning and creative thinking skill in Arthropod material*. 6(2), 257–264.
- Duha, M. H. (2024). Pengembangan Multimedia Interaktif Biologi Berbasis Online Untuk Materi Sistem Pencernaan Manusia Di SMA Negeri 1 Teluk Dalam. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1).
- Fuadiyah, M., Norra, B. I., & Astutik, F. (2022). *Biology learning model to improve critical thinking skills of ten grade students : A meta-analysis*. 5(2), 101–112.
- Hamdani, S. A., Prima, E. C., Agustin, R. R., & Feranie, S. (2022). *Development of Android-based Interactive Multimedia to Enhance Critical Thinking Skills in Learning Matters*. 5(March). <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i1.33998>
- Ilfiana, A., Widodo, W., & Setiarso, P. (2021). *The Improvement of Student ' s Critical Thinking Skills Through the Development of Science Learning Material Based Socioscientific Issues with Interactive Multimedia-Assisted on Gadget*. 7(4). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.764>
- Made, N., Pratiwi, T., Margunayasa, I. G., Putu, L., & Lestari, S. (2024). *Fostering Critical Thinking Through Interactive Multimedia : A PBL Approach with Balinese Local Wisdom*. 7(2), 226–235.
- Moriska, A., & Hanif, M. (2024). *Interactive Learning Multimedia Articulate Storyline as an Alternative Media to Improve Elementary Students ' Critical Thinking Skills*. 8(2), 258–269.
- Oktavia, R. (2020). *Pengaruh Multimedia Interaktif Pada Pembelajaran Biologi Jaringan Tumbuhan Terhadap Keaktifan Dan Pengetahuan Siswa SMAN 6 Darul Makmur*. 1(3), 73–81.
- Sa'adah, M., Suryaningsih, S., & Muslim, B. (2020). *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA Pemanfaatan multimedia interaktif pada materi hidrokarbon untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa Pemanfaatan multimedia interaktif pada materi hidrokarbon untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa*. 6(2), 184–194.
- Saputra, A. R., Murti, R. C., & Hastuti, W. S. (2025). *The Effect of Web-Based Interactive Learning Media on Critical Thinking Skills of Elementary School Students*. 13(1), 159–168.

- Seftiani, S., Zulyusri, Arsih, F., & Lufri. (2021). *Meta-Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis*. VII(ii), 110–119.
- Sinaga, A., & Adlini, M. N. (2025). *Multimedia Interaktif Berbasis Edpuzzle : Upaya Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi*. 13(3), 1775–1789.
- Song, H., & Cai, L. (2024). *Interactive learning environment as a source of critical thinking skills for college students*. 1–9.
- Sri, P., Nurdiani, N., Biologi, P. P., & Pasundan, U. (2024). *Penggunaan Multimedia Interaktif Sebagai Komponen Tpack Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Sistem Ekskresi*. 0417(1), 12–18.
- Sri, P., U.Toharudin, & Nurdiani, N. (2024). *Penggunaan Multimedia Interaktif Sebagai Komponen Tpack Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Materi Sistem Ekskresi*. 0417(1), 12–18.
- Syifa, M. H., Puspitasari, Y. D., & Pratama, H. (2023). *Pengaruh Media Permainan Kartu Klasifikasi Kelas VII SMP Islam Baburrohman Mojokari*. 18, 145–152.
- Titin Dwi Kurniawati et.al. (2021). Pengembangan E-Modul Menggunakan Aplikasi 3D PageFlip Professional Untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 2, 32–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.37729/jips.v2i1.685>
- Zulham, M. (2020). *Keefektifan Multimedia Interaktif Berbasis Mobile dengan Pendekatan Kontekstual untuk Meningkatkan Social Skill dan Kemampuan Berfikir Kritis pada Materi Gerak dan Gaya*. 11(2), 209–214. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v11i2.6138>