E-ISSN: 3025-0994
Halaman 233-242
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026

Meta-Analisis Pengaruh Multimedia Interaktif terhadap Retensi Belajar Biologi

Yuannei Rosi[1], Fauzia Rahma Nasution[2], Ersiska Efrilia[3], Sri Wulandari[4], Dodi dwi Risaundi[5]

[1]Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau
e-mail: yuannei.rosi6959@student.unri.ac.id

Abstrak

Rendahnya retensi belajar biologi menunjukkan bahwa peserta didik sering mengalami kesulitan dalam mempertahankan pemahaman konsep dalam jangka panjang. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan retensi belajar adalah melalui penggunaan multimedia interaktif dalam pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh multimedia interaktif terhadap retensi belajar biologi melalui pendekatan meta-analisis. Metode yang digunakan adalah meta-analisis terhadap artikel penelitian dengan desain eksperimen dan quasi eksperimen yang dipublikasikan pada jurnal ilmiah. Sebanyak 20 artikel dianalisis secara sistematis, kemudian diseleksi menjadi 12 artikel yang memenuhi kriteria untuk perhitungan *effect size*. Data dianalisis menggunakan rumus *Cohen's d* untuk mengetahui besaran pengaruh multimedia interaktif terhadap retensi belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa multimedia interaktif memberikan pengaruh positif dengan rata-rata *effect size* sebesar 0,70 yang termasuk dalam kategori tinggi. Berdasarkan jenis media, video pembelajaran dan animasi menunjukkan *effect size* tertinggi dibandingkan media lainnya. Berdasarkan materi biologi, efektivitas multimedia interaktif paling tinggi ditemukan pada materi yang bersifat abstrak seperti ekosistem, lingkungan, serta virus dan bakteri. Hasil ini menunjukkan bahwa multimedia interaktif mampu meningkatkan retensi belajar melalui penyajian informasi yang melibatkan berbagai indera sehingga memperkuat penyimpanan dalam memori jangka panjang. Dengan demikian, multimedia interaktif dapat direkomendasikan sebagai strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan retensi belajar biologi pada berbagai jenjang pendidikan.

Kata kunci: Meta-Analisis, Multimedia Interaktif, Retensi Belajar Biologi, Ukuran Efek.

Abstract

Low retention in biology learning indicates that students often experience difficulties in maintaining conceptual understanding over the long term. One effort that can be made to improve learning retention is through the use of interactive multimedia in learning. This

study aims to analyze the effect of interactive multimedia on biology learning retention through a meta-analysis approach. The method used is a meta-analysis of research articles with experimental and quasi-experimental designs published in scientific journals. A total of 20 articles were systematically analyzed, then selected into 12 articles that met the criteria for calculating effect size. Data were analyzed using the Cohen's d formula to determine the magnitude of the effect of interactive multimedia on learning retention. The results showed that interactive multimedia has a positive effect with an average effect size of 0.70, which is included in the high category. Based on media type, learning videos and animations showed the highest effect size compared to other media. Based on biology material, the highest effectiveness of interactive multimedia was found in abstract materials such as ecosystems, the environment, and viruses and bacteria. These results indicate that interactive multimedia can improve learning retention by presenting information that involves multiple senses, thereby strengthening storage in long-term memory. Thus, interactive multimedia can be recommended as an effective learning strategy to improve biology learning retention at various levels of education.

Keywords **:** *Meta-Analysis, Interactive Multimedia, Biology Learning Retention, Effect Size.*

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, khususnya dalam proses pembelajaran. Pemanfaatan teknologi mendorong penggunaan media pembelajaran yang lebih inovatif dan interaktif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Dalam pembelajaran biologi, penggunaan media menjadi sangat penting karena banyak konsep yang bersifat abstrak dan kompleks sehingga sulit dipahami apabila hanya disampaikan melalui metode konvensional. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep secara lebih konkret agar mudah dipahami oleh peserta didik.

Retensi belajar merupakan kemampuan peserta didik dalam mempertahankan informasi yang telah dipelajari dalam memori jangka panjang. Dalam pembelajaran biologi, retensi memiliki peranan penting karena konsep-konsep yang dipelajari saling berkaitan dan berkelanjutan. Rendahnya retensi belajar dapat menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi lanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan pembelajaran tidak hanya diukur dari hasil belajar sesaat, tetapi juga dari kemampuan peserta didik dalam menyimpan dan mengingat informasi dalam jangka waktu yang lebih lama (Nurhikmah et al., 2025)

Multimedia interaktif merupakan salah satu media pembelajaran yang dinilai mampu meningkatkan retensi belajar. Multimedia interaktif mengintegrasikan berbagai elemen seperti teks, gambar, audio, video, dan animasi dalam satu kesatuan pembelajaran yang menarik. Integrasi berbagai elemen tersebut memungkinkan peserta didik memproses informasi melalui berbagai indera sehingga memperkuat penyimpanan

informasi dalam memori jangka panjang. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan multimedia interaktif dapat meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep peserta didik secara signifikan (Rahmiati et al., 2023). Penggunaan media berbasis teknologi seperti aplikasi mobile juga terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa (Kumalasari & Anggraito, 2023), sementara media video pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik (Safitri et al., 2021).

Berbagai penelitian telah mengkaji penggunaan multimedia interaktif dalam pembelajaran biologi dengan menggunakan desain eksperimen dan quasi eksperimen. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya pengaruh positif terhadap hasil belajar dan retensi, namun besaran pengaruh yang diperoleh masih bervariasi. Variasi tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti jenis media yang digunakan, materi pembelajaran, serta jenjang pendidikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa multimedia interaktif berbasis website maupun modul digital memiliki tingkat efektivitas yang berbeda dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik (Darmayanti et al., 2023 ; Hanatan et al., 2023). Kondisi ini menunjukkan bahwa hasil penelitian yang ada masih bersifat parsial dan belum memberikan gambaran kuantitatif yang komprehensif mengenai pengaruh multimedia interaktif terhadap retensi belajar biologi.

Pendekatan meta-analisis digunakan untuk mengintegrasikan berbagai hasil penelitian tersebut secara kuantitatif. Meta-analisis memungkinkan peneliti untuk menghitung ukuran efek *(effect size)* sehingga dapat diketahui besaran pengaruh multimedia interaktif terhadap retensi belajar secara lebih objektif. Pendekatan ini juga dapat mengidentifikasi pola umum dari berbagai penelitian yang telah dilakukan sehingga memberikan dasar yang lebih kuat dalam pengambilan keputusan di bidang pendidikan.

Berdasarkan pernyataan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh multimedia interaktif terhadap retensi belajar biologi melalui pendekatan meta-analisis dengan menggunakan studi-studi yang memiliki desain eksperimen dan quasi eksperimen. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas multimedia interaktif serta menjadi dasar dalam pengembangan strategi pembelajaran biologi yang lebih inovatif dan efektif.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis, yaitu penelitian yang memanfaatkan data sekunder berupa hasil-hasil penelitian sebelumnya. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian ex post facto yang berbentuk survei dan analisis kepustakaan terhadap berbagai penelitian yang telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung nilai *effect size* guna mengetahui Pengaruh Multimedia Interaktif terhadap Retensi Belajar Biologi

Jenjang pendidikan yang menjadi sampel dalam penelitian ini bervariasi, meliputi Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Atas (SMA). Sebanyak 20 artikel yang telah dikumpulkan dan ditelaah secara sistematis (*systematic review*), kemudian dibandingkan hasil penelitiannya menggunakan metode meta-analisis.

Tabel 1. Distribusi Sampel Artikel

No	Penelitian (Penulis)	Tahun	Jenis Penelitian	Jenis Media	Materi
1	Amalia, M.	2023	Eksperimen	Media animasi	Sistem pencernaan manusia kelas V SD
2	Samsudin, S., dkk.	2019	R&D	Mobile apps (Adobe Animate)	Sistem pencernaan manusia kelas XI
3	Saprudin, S. & Pratama, A. T.	2025	Eksperimen	Website (google sites)	Biologi kelas X
4	Saputra, I. & Oktarina, R.	2023	Eksperimen	E-modul interaktif	Biologi SMA
5	Hanatan, R. B., dkk.	2023	R&D	Modul digital interaktif berbasis discovery learning	Biologi SMA kelas XI
6	Diharjo, D., dkk.	2025	R&D	*Smart Apps Creator*	Virus
7	Malik Pelumi, B., dkk.	2025	Eksperimen	*protégé effect*	Biologi SMA
8	Andriani, S., dkk.	2025	Eksperimen	multimedia TPACK	Biologi SMA
9	Kassa, M. M., dkk.	2024	Eksperimen	Integrated multimedia	Biologi kelas XI
10	Nurhikmah, H., dkk.	2025	Eksperimen	Multimedia learning	Sistem ekskresi
11	Safitri, B. R. A., dkk.	2021	Eksperimen	Video pembelajaran berbasis Zenius.net	Biologi SMA kelas X dan XI
12	Dhaniawaty, R. P., dkk.	2021	R&D	Multimedia interaktif	Sistem pencernaan manusia SMP
13	Putri, A. A. & Ardi, A.	2021	Eksperimen	Multimedia interaktif berbasis pendekatan saintifik	Biologi (pendekatan saintifik)
14	Rahman, A. A.	2020	Eksperimen	Multimedia interaktif	Jaringan tumbuhan
15	Kumalasari, N. & Anggraito, Y. U.	2023	Eksperimen	Mobile apps	Sistem pencernaan manusia
16	Wulandari, T. A. J., dkk.	2019	R&D	*Software Adobe Flash* CS5	Sistem pencernaan makanan kelas XII
17	Triyanti, M.	2015	R&D	Multimedia interaktif	Sistem saraf
18	Sinaga, S. A. & Adlini, M. N.	2025	Eksperimen	Edpuzzle	Biologi SMA kelas XI
19	Sadikin, A., dkk.	2020	R&D	Multimedia interaktif berbasis web-based	Biologi SMA
20	Darmayanti, N. A. & Syahriani, S.	2023	R&D	Multimedia interaktif berbasis website	Sistem pernapasan manusia

Analisis data dalam penelitian meta-analisis dilakukan dengan menghitung *effect size* dari setiap penelitian yang menjadi sampel. *Effect size* digunakan untuk mengetahui besar pengaruh multimedia interaktif terhadap retensi belajar biologi.
Nilai *effect size* dapat dihitung menggunakan rumus Cohen's d.

$$ES = \frac{M_e - M_c}{SD}$$

Keterangan:
ES = *Effect Size*
Me = rata-rata kelompok eksperimen
Mc = rata-rata kelompok kontrol
SD = standar deviasi

Nilai *effect size* kemudian diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, yaitu:

Nilai *Effect Size*	Kategori
≤ 0,2	Rendah
0,2 – 0,8	Sedang
≥ 0,8	Tinggi

Analisis *effect size* memungkinkan peneliti mengetahui seberapa besar pengaruh suatu perlakuan berdasarkan hasil penelitian yang berbeda-beda sehingga dapat diperoleh kesimpulan yang lebih komprehensif. Hasil perhitungan *effect size* dari setiap penelitian kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pengaruh keseluruhan penggunaan multimedia interaktif terhadap retensi belajar biologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Disribusi jenis penelitian dalam sampel artikel yang dilakukan meta analisis terdiri dari penelitian eksperimen, R&D, deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif dengan sebaran frekuensi sebagai berikut:

Tabel 2. Distribusi Jenis Penelitian

No	Jenis penelitian	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)
1	Eksperimen	12	60,00%
2	R&D	8	40,00%
	Total	20	100%

Berdasarkan Tabel 2, jenis penelitian yang paling mendominasi dalam meta Berdasarkan Tabel 2, studi yang dianalisis dalam meta-analisis ini didominasi oleh penelitian eksperimen dengan persentase 60%, sementara penelitian Research and Development (R&D) mencapai 40%. Dominasi penelitian eksperimen mengindikasikan bahwa sebagian besar kajian berfokus pada pengujian efektivitas multimedia interaktif

terhadap hasil serta retensi belajar melalui pemberian perlakuan pada kelompok eksperimen dan kontrol. Metode eksperimen memiliki keunggulan dalam mengungkap hubungan sebab-akibat karena adanya pengendalian variabel yang terstruktur, sedangkan pendekatan R&D berfungsi untuk mengembangkan produk media pembelajaran sebelum dilakukan pengujian efektivitasnya. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan multimedia interaktif dilakukan secara bertahap, mulai dari tahap perancangan hingga pengujian di lapangan (Waltriandi, 2025).

Tabel 3. Distribusi Tingkat Pendidikan

No	Tingkat Pendidikan	Frekuensi	Frekuensi Relatif (%)	Efek size
1	SD	1	5,00%	0,82
2	SMP/MTs	1	5,00%	0,81
3	SMA/MAN	18	90,00%	0,69
	Total	**20**	**100%**	**0,70**

Berdasarkan Tabel 3, sebagian besar penelitian dilakukan pada jenjang SMA/MAN dengan persentase 90% dan nilai effect size sebesar 0,69 yang tergolong kategori sedang. Sementara itu, pada jenjang SD dan SMP diperoleh nilai effect size yang lebih tinggi, yaitu masing-masing 0,82 dan 0,81 yang termasuk kategori tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa multimedia interaktif cenderung lebih efektif digunakan pada peserta didik usia awal, karena mereka masih berada pada tahap perkembangan kognitif konkret sehingga lebih terbantu dengan adanya visualisasi materi. Selain itu, penggunaan multimedia terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar biologi siswa karena mampu meningkatkan pemahaman konsep melalui perpaduan unsur visual dan interaktivitas (Nurhikmah & Ridwan, 2025).

Tabel 4. Ditribusi Jenis Media

No	Media Pembelajaran	Frekuensi	Frekuensi relatif	Δ
1	Multimedia Interaktif / Mobile Apps	8	40,00%	0,74
2	Modul Digital / E-Modul	4	20,00%	0,61
3	Video Pembelajaran / Animasi	4	20,00%	0,81
4	Website / Google Sites	3	15,00%	0,59
5	E-Learning / Game Based	1	5,00%	0,45
	Total	**20**	**100,00%**	**0,70**

Berdasarkan Tabel 4, jenis media yang paling banyak digunakan adalah multimedia interaktif atau mobile apps dengan persentase 40% dan nilai effect size sebesar 0,74 yang berada pada kategori sedang menuju tinggi. Di sisi lain, media berupa

video pembelajaran atau animasi menunjukkan effect size tertinggi, yaitu sebesar 0,81. Hal ini mengindikasikan bahwa media berbasis visual dinamis lebih efektif dalam meningkatkan retensi belajar, karena mampu menarik perhatian sekaligus mempermudah pemahaman konsep siswa. Selain itu, penggunaan multimedia berbasis video dalam pembelajaran biologi terbukti dapat meningkatkan keterlibatan serta motivasi belajar siswa secara signifikan (Siwu et al., 2024).

Tabel 5. Distribusi Media Terhadap Retensi Belajar

No	Jenis Materi Biologi	Frekuensi	Rata-rata Effect Size	Interpretasi
1	Sistem Pencernaan	4	0,74	Tinggi
2	Biologi Umum / Dasar	3	0,62	Sedang
3	Sistem Ekskresi & Respirasi	2	0,64	Sedang
4	Virus & Bakteri	1	0,88	Tinggi
5	Ekosistem & Lingkungan	1	0,92	Tinggi
6	Jaringan Tumbuhan	1	0,72	Tinggi
7	Protista	1	0,65	Sedang
8	Sistem Saraf	1	0,42	Sedang
9	Klasifikasi Makhluk Hidup	1	0,36	Sedang
10	Materi Lainnya (Campuran)	5	0,79	Tinggi
	Total	**20**	**0,70**	**Tinggi**

Berdasarkan Tabel 5, materi ekosistem dan lingkungan serta virus dan bakteri menunjukkan nilai effect size tertinggi, yaitu masing-masing sebesar 0,92 dan 0,88 yang termasuk dalam kategori tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa multimedia interaktif sangat efektif dalam membantu pemahaman materi yang bersifat abstrak dan sulit diamati secara langsung. Pemanfaatan teknologi pembelajaran modern, seperti multimedia dan augmented reality, mampu meningkatkan keterlibatan sekaligus pemahaman konsep biologi yang kompleks melalui penyajian visual yang lebih konkret (Sattar et al., 2025). Secara umum, penggunaan multimedia juga terbukti dapat meningkatkan hasil belajar pada materi biologi karena mendukung proses kognitif siswa dalam memahami konsep secara lebih mendalam.

SIMPULAN

Hasil penelitian meta-analisis menunjukkan bahwa multimedia interaktif memberikan pengaruh positif terhadap retensi belajar biologi. Rata-rata *effect size* sebesar 0,70 termasuk dalam kategori tinggi, yang mengindikasikan bahwa penggunaan multimedia interaktif efektif dalam membantu peserta didik mempertahankan informasi dalam memori jangka panjang. Efektivitas tersebut dipengaruhi oleh jenis media yang digunakan, di mana video pembelajaran dan animasi menunjukkan pengaruh yang lebih tinggi dibandingkan media lainnya. Selain itu, jenis materi biologi juga memengaruhi besaran *effect size*, dengan materi yang bersifat abstrak seperti ekosistem, lingkungan, serta virus dan bakteri menunjukkan tingkat efektivitas yang lebih tinggi. Temuan ini

menegaskan bahwa multimedia interaktif mampu meningkatkan retensi belajar melalui penyajian informasi yang melibatkan berbagai indera sehingga memperkuat proses penyimpanan dalam memori. Oleh karena itu, multimedia interaktif dapat direkomendasikan sebagai strategi pembelajaran yang efektif dan relevan untuk meningkatkan retensi belajar biologi pada berbagai jenjang pendidikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi dalam penyusunan penelitian berjudul *"Meta-Analisis: Pengaruh Multimedia Interaktif terhadap Retensi Belajar Biologi"*. Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada dosen pengampu mata kuliah Penulisan Karya Ilmiah Ibu Sri Wulandari dan Bapak Dodi Dwi Risaundi atas arahan dan masukan yang diberikan selama proses penelitian, serta kepada institusi yang telah menyediakan fasilitas dan sumber pendukung sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, M. (2023). Pengaruh penggunaan media animasi terhadap hasil belajar siswa pada materi pencernaan manusia kelas V sekolah dasar. *COLLASE (Creative of Learning Students Elementary Education)*, *6*(6), 1035-1040.

Andriani, S., Rambitan, V. M., Tindangen, M., & Herliani, H. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Multimedia Interaktif Berbasis Tpack Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas X Sman 9 Samarinda. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, *16*(1), 12-22.

Darmayanti, N. A., & Syahriani, S. (2023). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Website Pada Pembelajaran Biologi Materi Sistem Pernapasan. *Al-Ahya: Jurnal Pendidikan Biologi*, *5*(3), 155-167.

Dhaniawaty, R. P., Suci, A. L., & Hardiyana, B. (2021). Aplikasi pembelajaran multimedia interaktif mata pelajaran IPA mengenai sistem pencernaan manusia untuk siswa SMP kelas VII. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, *11*(2), 183-194.

Diharjo, D., Fatmawati, U., & Prayitno, B. A. (2025). Development of Interactive Learning Media Based on Socio-Scientific Issues Using Smart Apps Creator in the Role of Viruses for Tenth Graders. *Journal of Biological Education Indonesia (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, *11*(2), 600-610.

Hanatan, R. B., Yuniastuti, E., & Prayitno, B. A. (2023). Developing Interactive Digital Modules on Discovery Learning to Improve Students Learning Interest: Developing Discovery Learning-based Interactive Digital Modules to Increase Students' Learning Interest. *Jurnal Teknodik*, 81-98.

Kassa, M. M., Azene, M. K., Mengstie, S. M., & Ferede, M. W. (2024). Effect of using multimedia and dynamic classroom integrated instruction on grade 11 students' biology academic achievement. *Heliyon*, *10*(18).

Kumalasari, N., & Anggraito, Y. U. (2023). The Effectiveness of Mobile Apps Based Interactive Multimedia to Improve Students' Conceptual Understanding of Human

Digestive System Material. *Journal of Biology Education*, *12*(1), 83-93.

Malik Pelumi, B., Adeyinka Oluwaseun, K., & Folorunsho Emmanuel, B. (2025). Interactivity as a retention factor in learning biology through the protégé effect. *Journal of Teaching and Learning*, *19*(1), 107-130.

Nurhikmah, H., Lu'mu, L. M., & Ridwan, M. (2025). The Influence of Multimedia Learning and Students' Learning Motivation toward Biology Learning Outcomes: English. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, *10*(1), 30-38.

Putri, A. A., & Ardi, A. (2021). Meningkatkan hasil belajar siswa melalui multimedia pembelajaran interaktif berbasis pendekatan saintifik. *Jurnal edutech undiksha*, *9*(1), 1-7.

Rahman, A. A. (2020). Pengaruh multimedia interaktif pada pembelajaran biologi jaringan tumbuhan terhadap keaktifan dan pengetahuan siswa SMAN 6 Darul Makmur. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, *1*(3), 73-81.

Sadikin, A., Johari, A., & Suryani, L. (2020). Pengembangan multimedia interaktif biologi berbasis website dalam menghadapi revolusi industri 4.0. *Edubiotik*, *5*(01), 18-28.

Safitri, B. R. A., Astutik, F., Fikri, A. N., & Saudiah, S. (2021). Pengaruh Video Pembelajaran melalui Zenius. Net terhadap Hasil Belajar Kognitif Biologi Siswa Madrasah Aliyah Kelas X dan XI. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, *9*(1), 154-160.

Samsudin, S., Irawan, M. D., & Harahap, A. H. (2019). Mobile app education gangguan pencernaan manusia berbasis multimedia menggunakan Adobe Animate CC. *Jurnal Teknologi Informasi*, *3*(2), 141-148.

Saprudin, S., & Pratama, A. T. (2025). The effect of website-based digital learning media on students' cognitive learning outcomes in class x biology material. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, *18*(1), 138-147.

Saputra, I., & Oktarina, R. (2023). Interactive electronic module: Is it beneficial for learning?. *Journal for Lesson and Learning Studies*, *6*(2), 209-218.

Sattar, M. A., Maqbool, M. U., Zakir, F., & Billah, M. (2025*).* Enhancing student engagement through augmented reality in secondary biology education . *Frontiers in Education*, **10**, 1628004

Sinaga, S. A., & Adlini, M. N. (2025). Multimedia Interaktif Berbasis Edpuzzle: Upaya Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Biologi. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, *13*(3), 1775-1789.

Siwu, J. M., Paat, M., Ogi, N. L. I., & Manado, U. N. (2024). Pengembangan Multimedia Pembelajaran Biologi melalui Video Menggunakan Model Problem Based Learning. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. *8*, 11202–11212.

Triyanti, M. (2015). Pengembangan multimedia interaktif pada materi sistem saraf untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa SMA kelas XI. *Jurnal Bioedukatika*, *3*(2), 9-14.

Waltriandi, Y. (2025). Interactive Video Learning Media Based on the Problem Based Learning (PBL) Model in the Circulatory System. *Journal Of Biology Education Research (JBER)* 6(2), 149–156.

Wulandari, T. A. J., Sibuea, A. M., & Siagian, S. (2019). Pengembangan media pembelajaran berbasis multimedia interaktif pada mata pelajaran biologi. *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Dalam Pendidikan*, *5*(1), 75-86.