E-ISSN: 3025-0994
Halaman 1046-1055
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026

Meta-Analisis Transformasi Pembelajaran Biologi Melalui Integrasi *Artificial Intelligence* Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa

Davina Wahyuningsih[1], Jihan Fadillah[2], Sultan Zacky[3], Sri Wulandari[4], Dodi Dwi Risaundi[5]

[1,2,3,4,5] Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Riau
e-mail: davina.wahyuningsih0456@student.unri.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi digital mendorong pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran biologi yang memiliki karakteristik materi abstrak dan kompleks. Namun, hasil penelitian mengenai efektivitas AI masih bersifat parsial sehingga belum memberikan gambaran yang komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh integrasi AI terhadap hasil belajar biologi siswa. Penelitian ini dilakukan dengan metode meta-analisis terhadap 20 artikel ilmiah dari jurnal nasional dan internasional yang dipublikasikan pada tahun 2021–2026. Analisis data dilakukan dengan mengkaji nilai effect size, jenis penelitian, media pembelajaran, tingkat pendidikan, dan materi yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar studi berada pada kategori effect size tinggi hingga sangat tinggi dengan nilai tertinggi mencapai 1,85. Media yang paling dominan digunakan adalah AI chatbot (60%) dan ChatGPT (30%) yang mendukung interaksi adaptif dan umpan balik secara real-time. Selain itu, penggunaan AI juga terbukti meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kemandirian belajar siswa. Dengan demikian, integrasi AI efektif dalam meningkatkan hasil belajar biologi serta berpotensi sebagai inovasi pembelajaran yang adaptif, interaktif, dan berbasis teknologi.

Kata Kunci: *Artificial Intelligence*, Pembelajaran Biologi, Meta-Analisis, Hasil Belajar

Abstract

The development of digital technology is driving the use of Artificial Intelligence (AI) in biology learning, which is characterized by abstract and complex material. However, research on the effectiveness of AI is still partial and therefore does not provide a comprehensive picture. This study aims to analyze the effect of AI integration on students' biology learning outcomes. This research was conducted using a meta-analysis of 20 scientific articles from national and international journals published between 2021 and 2026. Data analysis was conducted by examining effect size values, research type, learning media, educational level, and materials used. The results showed

that most studies were in the high to very high effect size category, with the highest value reaching 1.85. The most dominant media used were AI chatbots (60%) and ChatGPT (30%), which support adaptive interaction and real-time feedback. Furthermore, the use of AI has also been shown to increase student motivation, engagement, and independence in learning. Thus, AI integration is effective in improving biology learning outcomes and has the potential to be an adaptive, interactive, and technology-based learning innovation.

Keywords : *Artificial Intelligence, Biology Learning, Meta-Analysis, Learning Outcomes*

LATAR BELAKANG

Transformasi digital telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan melalui pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI). Sebagai sistem cerdas yang mampu meniru proses kognitif manusia, AI tidak sekadar berfungsi sebagai alat bantu teknis, tetapi juga mampu menganalisis data, mengenali pola, serta memberikan respons adaptif terhadap kebutuhan pengguna (Wahyuni & Agustina, 2025). Integrasi teknologi ini memfasilitasi terciptanya pembelajaran personal yang berpusat pada peserta didik, di mana materi dan strategi instruksional disesuaikan dengan karakteristik serta kecepatan belajar masing-masing individu.

Pembelajaran biologi di tingkat Sekolah Menengah Atas sangat relevan dengan integrasi AI karena karakteristik materinya yang sering bersifat abstrak dan kompleks. Keterbatasan metode konvensional dalam memvisualisasikan proses biologis mikroskopis sering menjadi hambatan pemahaman konsep. Penggunaan AI melalui media interaktif, seperti simulasi dan visualisasi digital, membantu siswa mengonstruksi pemahaman konsep secara lebih konkret dan mendalam (Muhammad et al., 2025). Selain itu, sistem ini memungkinkan diferensiasi pembelajaran secara sistematis melalui analisis performa berkelanjutan dan penyediaan umpan balik real-time.

Data empiris menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran biologi berdampak signifikan terhadap hasil belajar. Penelitian Aulia & Anggo, 2025 mengungkapkan nilai thitung sebesar 6,905 yang melampaui ttabel sebesar 2,024 pada taraf signifikansi 0,05. Secara praktis, tingkat kelulusan siswa di kelas berbasis AI mencapai 70%, jauh lebih tinggi dibandingkan kelas konvensional yang hanya 15%. Dampak ini juga meluas ke aspek afektif, yaitu meningkatnya motivasi, keterlibatan aktif, dan kemandirian siswa (Muhammad et al., 2025).

Integrasi AI tetap menghadapi tantangan meskipun memiliki berbagai keunggulan. Penggunaan yang tidak disertai pengawasan dan strategi tepat berpotensi menimbulkan ketergantungan teknologi serta isu etika terkait kontrol pemanfaatan data (Wahyuni & Agustina, 2025). Selain itu, Zawacki-richter et al., 2019 menekankan perlunya sintesis hasil penelitian yang lebih terintegrasi untuk mencapai generalisasi yang kuat, mengingat implementasi AI masih memerlukan kajian komprehensif di berbagai konteks pembelajaran.

Penelitian mengenai efektivitas AI dalam pembelajaran biologi saat ini masih bersifat parsial dengan pendekatan yang beragam. Hal tersebut menyebabkan gambaran kekuatan pengaruh AI secara menyeluruh belum terlihat utuh. Oleh karena itu, diperlukan kajian sistematis melalui pendekatan meta-analisis untuk mengintegrasikan berbagai temuan penelitian. Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak integrasi AI terhadap transformasi pembelajaran biologi dan hasil belajar siswa secara komprehensif sebagai dasar pengembangan inovasi pendidikan yang adaptif dan berbasis teknologi.

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis, yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan mengkaji dan mengintegrasikan berbagai hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian secara sistematis. Pendekatan meta-analisis bertujuan untuk memperoleh kesimpulan yang lebih komprehensif mengenai pengaruh integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran biologi terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal nasional maupun internasional. Sumber literatur diperoleh melalui database ilmiah seperti Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect dengan rentang tahun publikasi 2019–2025.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis dengan mengkaji sejumlah artikel yang dipublikasikan dalam jurnal nasional maupun internasional. Meta-analisis bersifat kuantitatif karena menggunakan penghitungan angka-angka dan statistik untuk kepentingan praktis, yakni mengorganisasi serta mengekstraksi informasi dari data dalam jumlah besar yang tidak dapat diolah secara efektif dengan metode lain (Surata, 2020).

Penelitian meta-analisis ini menggunakan sampel 20 artikel pada jurnal nasional dan internasional mengenai Integrasi *Artificial Intelligence* dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa lima tahun terakhir (2021-2026). Distribusi 20 artikel subjek penelitian dapat dilihat pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Sampel Artikel

No	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Jenis Media	Materi
1	Aulia & Anggo	2025	Eksperimen	*Artificial Intelligence*	Bioteknologi
2	Wahyuni & Agustina	2025	Deskriptif Kualitatif	*Artificial Intelligence* (*ChatGPT*, *Gemini*, *Copilot*, *PlantNet Identifier*,	Sistem Pencernaan, Sistem Ekskresi, Keanekaragaman Hayati, Ekosistem dan Genetika

				Vidio Generator)	
3	Zha et al	2025	Mixed	*Artificial Intelligence*	Umum (Biologi)
4	Sugiarso et al	2024	Deskriptif Kuantitatif	*Artificial Intelligence*	Umum (Biologi)
5	Putri & Yogica	2025	Eksperimen	*SUNO AI*	Klasifikasi Makhluk Hidup
6	Faldi et al	2023	Penelitiaan Tindakan Kelas (PTK)	*ChatGPT*	Umum (Biologi)
7	Syahputra et al	2025	Eksperimen	*Artificial Intelligence*	Sistem Pencernaan
8	Wu et al	2025	Deskriptif Kuantitatif	*Artificial Intelligence*	Umum (Biologi)
9	Sumiati et al	2025	Deskriptif Kuantitatif	*Chatbot*	Umum (Biologi)
10	Jamil et al	2021	Deskriptif Kualitatif	*Chatbot*	Umum (Biologi)
11	Wondal et al	2025	Deskriptif Kuantitatif	*Artificial Intelligence*	Umum (Biologi)
12	Ketut Didiana et al	2025	Deskriptif Kualitatif	*ChatGPT*	Umum (Biologi)
13	Fatmarani Surianto et al	2025	Deskriptif Kuantitatif	*Chatbot* AI (LioraTa') dan *ChatGPT*	Umum (Biologi)
14	Pangrestu et al	2025	Eksperimen	*Artificial Intelligence*	Bakteri
15	Ruslan et al	2024	Deskriptif Kuantitatif	*ChatGPT*	Umum (Biologi)
16	Akhtar & Nawaz	2024	Eksperimen	*Artificial Intelligence*	Umum (Biologi)
17	Zogara et al	2025	Eksperimen	*ChatGPT*	Umum (Biologi)
18	Dija	2024	Deskriptif Kualitatif	*Artificial Intelligence*	Umum (Biologi)
19	Arjanti et al	2024	Deskriptif Kualitatif	*Artificial Intelligence*	Umum (Biologi)
20	Habiba, 2025	2025	R&D	*EduAI* Mentor	Umum (Biologi)

Pengkodean (*coding*) dalam meta-analisis merupakan tahapan krusial yang bertujuan mempermudah proses pengumpulan serta analisis data. Oleh karena itu,

instrumen yang digunakan dalam meta-analisis ini berupa lembar kategori pengkodean (*coding category*). Melalui instrumen tersebut, sejumlah variabel ditetapkan untuk dikodekan guna memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam menghitung besarnya pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap keterampilan matematika. Variabel-variabel tersebut meliputi nama peneliti dan tahun penelitian, judul penelitian, jenjang pendidikan subjek, materi yang digunakan, jenis media yang diterapkan, serta variabel terikat penelitian.

Adapun langkah-langkah dalam tabulasi data meliputi: (1) mengidentifikasi jenis penelitian beserta variabel-variabelnya, kemudian memasukkannya ke dalam kolom yang sesuai; (2) mengidentifikasi nilai rerata dan deviasi standar baik pada kelompok eksperimen (sebelum perlakuan) maupun kelompok kontrol (setelah perlakuan) untuk setiap subjek atau subpenelitian yang telah diuji; dan (3) menghitung distribusi frekuensi serta *effect size* menggunakan rumus Glass menurut (Surata, I. K, 2020). Perhitungan ini didasarkan pada nilai rerata dan deviasi standar, yaitu dengan menentukan besarnya *effect size* (Δ) melalui pembagian selisih rerata kelompok eksperimen (XE) dan kelompok kontrol (XK) dengan deviasi standar kelompok kontrol (SK).

$$\Delta = \frac{\bar{x}\text{eksperimen} - \bar{x}\text{kontrol}}{SD\ kontrol}$$

Kriteria ukuran efek sebagai berikut :
effect size ≤ 0,15 efek yang dapat diabaikan
0,15 < effect size ≤ 0,40 efek kecil
0,40 < effect size ≤ 0,75 efek sedang
0,75 < effect size ≤ 1.10 efek tinggi
1.10 < effect size ≤ 1,45 efek yang sangat tinggi
1,45 < effect size pengaruh yang tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis terhadap 20 artikel ilmiah dilakukan untuk mengkaji bagaimana integrasi *Artificial Intelligence* (AI) berkontribusi dalam transformasi pembelajaran biologi serta dampaknya terhadap hasil belajar siswaDistribusi jenis penelitian dalam sampel artikel yang dianalisis terdiri dari penelitian eksperimen, *Research and Development* (R&D), deskriptif kualitatif, deskriptif kuantitatif, PTK, dan *mixed method*, dengan sebaran frekuensi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi Jenis Penelitian

No	Jenis Penelitian	Frekuensi	Frekuensi Relatif
1	Eksperimen	6	30%
2	Deskriptif kualitatif	5	25%
3	Deskriptif Kuantitatif	6	30%
4	PTK	1	5%

5	R & D	1	5%
6	*Mixed Method*	1	5%

Berdasarkan Tabel 2, jenis penelitian yang paling banyak digunakan adalah eksperimen dan deskriptif kuantitatif, masing-masing sebesar 30%. Hal ini menunjukkan bahwa kajian terkait penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran biologi banyak berfokus pada pengujian pengaruh serta analisis data secara kuantitatif. Pendekatan eksperimen umumnya digunakan untuk melihat secara langsung peningkatan hasil belajar setelah penerapan AI, sedangkan pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menganalisis hubungan antara penggunaan AI dengan variabel pembelajaran. Selain itu, penelitian deskriptif kualitatif sebesar 25% berperan dalam menggambarkan respon, pengalaman, dan persepsi siswa terhadap penggunaan AI. Dengan demikian, dominasi metode kuantitatif dan eksperimen menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran biologi tidak hanya dikaji secara konseptual, tetapi juga telah diuji efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

Tabel 3. Distribusi Tingkat Pendidikan

No	Tingkat Pendidikan	Frekuensi	Frekuensi Relatif
1	SMP/MTs	1	5%
2	SMA/MAN	17	85%
3	Perguruan Tinggi (PT)	2	10%

Berdasarkan Tabel 3, sebagian besar penelitian dilakukan pada tingkat SMA/MAN dengan frekuensi relatif sebesar 85%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran biologi paling dominan diterapkan pada jenjang tersebut. Dominasi ini kemungkinan disebabkan oleh karakteristik materi biologi di tingkat SMA yang lebih kompleks, seperti pada topik sistem organ, genetika, dan ekosistem, sehingga memerlukan bantuan teknologi untuk mempermudah pemahaman siswa. Selain itu, siswa pada jenjang SMA umumnya telah memiliki kemampuan literasi digital yang lebih baik, sehingga lebih siap dalam memanfaatkan teknologi berbasis AI dalam proses pembelajaran. Sementara itu, penelitian pada tingkat SMP/MTs hanya sebesar 5% dan pada perguruan tinggi sebesar 10%. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran biologi pada kedua jenjang tersebut masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan penelitian lebih lanjut agar penggunaan AI dapat diterapkan secara lebih merata di berbagai tingkat pendidikan.

Tabel 4. Distribusi Jenis Media

Jenis Media	Frekuensi	Frekuensi Relatif
AI Chatbot	12	60%
ChatGPT	6	30%

SUNO AI	1	5%
Edu AI mentor	1	5%

Berdasarkan Tabel 4, hasil meta-analisis menunjukkan bahwa instrumen berbasis percakapan cerdas menjadi media yang paling dominan dalam transformasi pembelajaran biologi, dengan AI Chatbot mencapai frekuensi tertinggi sebanyak 12 studi (60%) dan ChatGPT sebanyak 6 studi (30%). Dominasi total sebesar 90% pada kedua media tersebut mengindikasikan bahwa fleksibilitas interaksi linguistik dan kemampuan pemecahan masalah secara *real-time* menjadi alasan utama para peneliti memilih teknologi berbasis *Natural Language Processing* (NLP) untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Sementara itu, pemanfaatan media lain seperti SUNO AI dan Edu AI mentor masih sangat terbatas dengan kontribusi masing-masing hanya sebesar 5%, yang mencerminkan bahwa eksplorasi media AI berbasis audio maupun platform mentor spesifik belum banyak dieksplorasi secara luas dalam literatur pembelajaran biologi saat ini.

Tabel 5. Tabel Data Hasil Statistik Pada Tabulasi Jurnal

No	Penelitian	Tahun	Δ	Kriteria
1	Aulia & Anggo	2025	1,27	Tinggi
2	Wahyuni & Agustina	2025	0,80	Tinggi
3	Zha et al	2025	1,136	Tinggi
4	Sugiarso et al	2024	1,12	Tinggi
5	Putri & Yogica	2025	1,80	Sangat Tinggi
6	Faldi et al	2023	1,04	Tinggi
7	Syahputra et al	2025	0,28	Rendah
8	Wu et al	2025	0,27	Rendah
9	Sumiati et al	2025	1,85	Sangat Tinggi
10	Jamil et al	2021	1,75	Sangat Tinggi
11	Wondal et al	2025	1,60	Sangat Tinggi
12	Ketut Didiana et al	2025	1,13	Tinggi
13	Fatmarani Surianto et al	2025	1,5	Sangat Tinggi
14	Pangrestu et al	2025	1,05	Tinggi
15	Ruslan et al	2024	1,31	Tinggi
16	Akhtar & Nawaz	2024	1,21	Tinggi
17	Zogara et al	2025	0,52	Sedang
18	Dija	2024	1,70	Sangat Tinggi
19	Arjanti et al	2024	1,62	Sangat Tinggi
20	Habiba, 2025	2025	1,76	Sangat Tinggi

Berdasarkan Tabel 5, hasil tabulasi terhadap 20 artikel menunjukkan bahwa integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran biologi secara umum

memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar siswa. Sebagian besar penelitian berada pada kategori *effect size* tinggi hingga sangat tinggi, yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AI mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran secara nyata. Nilai *effect size* yang tinggi ini menandakan bahwa AI dapat membantu siswa memahami konsep biologi secara lebih mudah melalui pembelajaran yang interaktif, adaptif, dan berbasis umpan balik langsung.

Penelitian yang memiliki nilai effect size tertinggi terdapat pada penelitian (Sumiati et al 2025) dengan nilai sebesar 1,85, yang termasuk kategori sangat tinggi. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penggunaan chatbot dalam pembelajaran memberikan pengaruh paling besar terhadap peningkatan hasil belajar dibandingkan penelitian lainnya. Selain itu, penelitian (Putri & Yogica2025) memiliki nilai effect size sebesar 1,80 sedangkan penelitian (Habiba, 2025) menunjukkan nilai 1,76 yang juga berada pada kategori sangat tinggi.

Tingginya nilai effect size pada ketiga penelitian tersebut menunjukkan bahwa media AI yang bersifat interaktif mampu meningkatkan motivasi belajar, keterlibatan siswa, serta pemahaman terhadap materi biologi yang abstrak. Dengan demikian, hasil meta-analisis ini menegaskan bahwa penggunaan AI dalam pembelajaran biologi berpotensi besar menjadi inovasi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kualitas hasil belajar siswa

SIMPULAN

Berdasarkan hasil meta-analisis terhadap 20 artikel ilmiah, integrasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran biologi terbukti memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar siswa. Hal ini ditunjukkan oleh dominasi nilai *effect size* pada kategori tinggi hingga sangat tinggi, yang mengindikasikan bahwa penggunaan AI efektif dalam membantu siswa memahami materi biologi yang bersifat kompleks dan abstrak. Selain itu, pemanfaatan media berbasis AI, khususnya chatbot dan ChatGPT, mendukung pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif. Dengan demikian, integrasi AI berpotensi sebagai inovasi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar biologi.

DAFTAR PUSTAKA

Akhtar, N., & Nawaz, R. (2024). Exploring The Impact of Artificial Intelligence in Teaching of Biology at Secondary Level. *International Research Journal of Management and Social Sciences*, *3*(3), 427–440. www.irjmss.comwww.irjmss.com

Arjanti, B. D. A., Utami, M. N., & Baruno, A. (2024). TuChA (Tunagrahita Children Application): media pembelajaran pada tunagrahita berbasis teknologi Artificial Intelligence. *Cakrawala Jurnal Ilmiah Bidang Sains*, *2*(2), 31. https://doi.org/10.28989/cakrawala.v2i2.1978

Aulia, K., & Anggo, S. (2025). *Pengaruh pemanfaatan artificial intelligence terhadap hasil belajar biologi siswa kelas x sma*. *11*, 297–302.

Dija, A. (2024). Pengetahuan Siswa Terhadap AI Pada Pembelajaran Biologi di SMK IB Khalifah Bangsa Metro. In *Edu Research Indonesian Institute For Corporate Learning And Studies (IICLS)*.

Faldi, M. R. R., Prafitasari, A. N., & Soelfiah, A. (2023). Chat Gpt : Improving Biology Learning Outcomes Problem-Based. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, *14*(2), 217–225. https://doi.org/10.24042/b

Fatmarani Surianto, D., Hasnining, A., Agusnaya, N., Nirmala, P., Dio, A., & Awalia, N. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Sekolah melalui Penguatan Literasi Digital Berbasis AI dan AR dalam Eksplorasi Sains di SMAN 4 Barru: Penelitian. *Jerkin.OrgDF Surianto, MI Zulfikar, A Hasnining, N Agusyana, P Nirmala, ADN AwaliaJurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan, 2025•jerkin.Org*, *4*(2), 7186–7196. http://jerkin.org/index.php/jerkin/article/view/2795

Habiba, F. A. (2025). EduAI Mentor: Sistem Pembelajaran Adaptif Berbasis Artificial Intelligence untuk Pemerataan Kualitas Pendidikan. *Journal of Educational Technology and Learning Innovation (JETLIon)*, *1*(1), 12–19. https://journal.kopialinea.com/index.php/JETLIon

Jamil, M. W., Andriani, L., Nurkhalishah, S., & Nuraeni, E. (2021). Potensi Penggunaan Chatbot dalam Pembelajaran Biologi Secara Daring The Potency of Using Chatbot in Online Biology Learning Abstrak PENDAHULUAN Pandemi Covid-19 telah memengaruhi sektor pendidikan sehingga kegiatan belajar mengajar harus dilaksanakan seca. *Snbiosper:Seminar Nasional Biologi, Saintek, Dan Pembelajarannya (Sn-Biosper)*, *229*, 255–262.

Ketut Didiana, I., Binti Non Shamdas, G., Nurdin, M., & Sabran, M. (2025). Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi Analisis Dampak Penggunaan Situs Web ChatGPT dalam Proses. *Jurnal Ilmiah Biologi*, *13*(4), 2559–2569. https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i4.17865

Muhammad, Y., Ismayil, I., El-Dakhs, D. A. S., & Anwar, B. (2025). Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Advancing Smart Learning in Education : A Meta-Analysis with Statistical Evidence. *International Council for Open and Distance Education*, *17*(3), 594–610. https://doi.org/10.55982/openpraxis.17.3.842

Pangrestu, G. M., Ilham, Kurnia, D., & Alfarobi, M. (2025). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis AI dan Pendekatan Konstruktisme Pada Konsep Bakteri. *Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, *11*, 223–230.

Putri, R. A., & Yogica, R. (2025). Pengaruh SUNO AI terhadap Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik Pada Pembelajaran Biologi Materi. *Al-Alam: Islamic Natural Science Education Journal*, *4*(2), 187–194.

Ruslan, Kaswar, A. B., & Hardjo, M. F. R. M. (2024). Pengaruh Integrasi Teknologi ChatGPT dalam Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik di SMA Negeri 2 Bantaeng. *JIMU:Jurnal Ilmiah Multidisipliner*, *2*(04), 925–933. https://doi.org/10.70294/jimu.v2i04.462

Sugiarso, B. A., Nurjamin, A., Judijanto, L., Firdausiyah, L., & Hidayat, A. Al. (2024). The

Effect of Artificial Intelligence in Improving Student Learning Achievement in High School. *World Psychology*, *3*(1), 1–14. https://doi.org/10.55849/wp.v3i1.569

Sumiati, Hermansyah, I., & Setyaningrum, V. (2025). Pengaruh Metode Blended Learning Berbantuan Aplikasi ChatbotKana Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas V. *Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, *7*, 238–251.

Surata, I. K. (2020). Meta-Analisis Media Pembelajaran pada Pembelajaran Biologi. *Journal of Education Technology*, *4*, 22–27.

Syahputra, D. A., Harahap, H. S., Khairul, & Sari, N. F. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Menggunakan Vidio Pembelajaran Berbasis Artificial Intelligence (AI) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia di Kelas XI MIA SMA Swasta Muhammadiyah 10 Rantauprapat. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, *13*(3), 2105–2110. https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.17519

Wahyuni, W., & Agustina, E. (2025). Kajian Penggunaan Artificial Intelligence terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Jeumpa*, *12*(2), 263–272. https://ejurnalunsam.id/index.php/jempa/article/view/13490%0Ahttps://ejurnalunsam.id/index.php/jempa/article/download/13490/6211

Wondal, M. P., Mait, H. G. R., Yusupa, A., & Tarigan, V. (2025). Pengaruh Penggunaan Kecerdasan Buatan (AI) Dalam Proses Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Siswa Sekolah Menengah. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek Volume*, *7*(12).

Wu, J., Tlili, A., Salha, S., Mizza, D., Saqr, M., López-Pernas, S., & Huang, R. (2025). Unlocking the potential of artificial intelligence in improving learning achievement in blended learning: a meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, *16*(October), 1–13. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1691414

Zawacki-richter, O., Marín, V. I., & Bond, M. (2019). *Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators ?*

Zha, S., Bragdon, M. M., Gong, N., Wang, J., Leavesley, S., Eaton, R., & Bosarge, E. (2025). A Case Study of Integrating AI Literacy Education in a Biology Class. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *35*(4), 2453–2477. https://doi.org/10.1007/s40593-025-00476-8

Zogara, J. L., Surata, S. P. K., & Paraniti, A. A. I. (2025). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Dengan Bantuan ChatGpt Terhadap Hasil Belajar Biologi Siswa. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika*, *15*. https://doi.org/10.24114/jiaf.v2i4.7826