

Pemanfaatan *Artificial Intelligence* dalam Pembelajaran Biologi di SMA

Pera Herawati^{1*}, Wasri Aminah², Elfi Syafrida Taufik³

¹²³Universitas Islam Labuhan Batu, Labuhanbatu, Indonesia

*Correspondence Author's Email: peraherawati338@gmail.com

Abstrak: Perkembangan *Artificial Intelligence* (AI) telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, termasuk pada pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah Atas (SMA). AI menawarkan berbagai inovasi yang mampu mendukung proses pembelajaran melalui personalisasi materi, visualisasi konsep yang kompleks, penyediaan umpan balik otomatis, serta peningkatan efektivitas pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan pemanfaatan AI dalam pembelajaran Biologi di SMA melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Metode penelitian mengacu pada pedoman PRISMA 2020 yang meliputi tahapan identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan inklusi artikel. Penelusuran literatur dilakukan pada beberapa basis data ilmiah, yaitu *Scopus*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *ERIC*, *Google Scholar*, dan *Garuda*, dengan rentang publikasi tahun 2020–2026. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis menggunakan pendekatan *thematic analysis*. Hasil kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran Biologi mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, terutama melalui penggunaan *Generative AI ChatGPT*. AI dimanfaatkan untuk penyusunan bahan ajar, pengembangan media pembelajaran, simulasi konsep Biologi, asesmen, serta pembelajaran adaptif. Implementasi AI terbukti berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep, motivasi belajar, literasi sains, dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Namun demikian, penerapan AI masih menghadapi berbagai tantangan, seperti rendahnya literasi AI pendidik, keterbatasan infrastruktur digital, isu etika akademik, serta potensi ketidakakuratan informasi. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kompetensi digital guru, dukungan kebijakan pendidikan, dan pengembangan pedoman pemanfaatan AI agar implementasinya dapat berlangsung secara efektif, etis, dan berkelanjutan dalam pembelajaran Biologi di SMA.

Kata kunci: AI, Pembelajaran Biologi, SMA, SLR

Abstract: The rapid development of *Artificial Intelligence* (AI) has significantly transformed education, including Biology learning at the senior high school level. AI offers innovative opportunities to enhance teaching and learning through personalized instruction, visualization of complex biological concepts, automated feedback, and adaptive learning environments. This study aimed to examine the utilization of *Artificial Intelligence* in senior high school Biology learning through a *Systematic Literature Review* (SLR) approach. The review followed the PRISMA 2020 guidelines, including the stages of identification, screening, eligibility assessment, and inclusion of relevant studies. Literature was retrieved from several scientific databases, including *Scopus*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *ERIC*, *Google Scholar*, and *Garuda*, covering publications from 2020 to 2026. Eligible articles were analyzed using a *thematic analysis* approach. The findings indicate that the use of AI in Biology education has increased substantially in recent years, particularly with the emergence of *Generative Artificial Intelligence* tools such as *ChatGPT*. AI has been widely utilized for developing instructional materials, designing learning media, supporting Biology simulations, conducting assessments, and facilitating adaptive learning. The implementation of AI has contributed positively to students' conceptual understanding, learning motivation, scientific literacy, and critical thinking skills. Nevertheless, several challenges remain, including limited AI literacy among teachers, inadequate digital infrastructure, ethical concerns, and the risk of inaccurate AI-generated information. Therefore, strengthening teachers' digital competencies, establishing supportive educational policies, and developing ethical guidelines for AI integration are essential to ensure effective, responsible, and sustainable implementation of AI in senior high school Biology education.

Keywords: *AI; Biology Learning, Senior High School, SLR*

Submission History:

Submitted: July 19, 2026

Revised: July 22, 2026

Accepted: July 23, 2026

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 telah mendorong transformasi yang signifikan dalam sistem pendidikan di berbagai negara. Salah satu inovasi yang berkembang paling pesat adalah Artificial Intelligence (AI), yaitu teknologi yang memungkinkan komputer melakukan tugas-tugas yang sebelumnya memerlukan kecerdasan manusia, seperti pengenalan pola, pemrosesan bahasa alami, pengambilan keputusan, hingga penyediaan umpan balik secara otomatis (Holmes et al., 2019; UNESCO, 2021). Dalam konteks pendidikan, AI telah berkembang dari sekadar perangkat pendukung menjadi teknologi yang mampu mempersonalisasi pembelajaran, membantu guru dalam penyusunan materi ajar, memberikan asesmen adaptif, serta mendukung proses evaluasi pembelajaran secara lebih efektif (Chen et al., 2020; Hwang et al., 2020). Kemunculan Generative Artificial Intelligence seperti ChatGPT, Gemini, Claude, dan Microsoft Copilot semakin mempercepat transformasi tersebut karena mampu menghasilkan teks, gambar, soal, ringkasan materi, hingga simulasi pembelajaran secara instan (UNESCO, 2023; Kasneci et al., 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa AI berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran melalui personalisasi belajar, peningkatan keterlibatan peserta didik, efisiensi proses pembelajaran, dan pengembangan kompetensi abad ke-21 (Zawacki-Richter et al., 2019; Chen et al., 2020).

Pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA), penerapan AI menjadi semakin relevan karena peserta didik berada pada fase perkembangan kemampuan berpikir abstrak, analitis, dan ilmiah. Mata pelajaran Biologi merupakan salah satu disiplin ilmu yang mempelajari berbagai fenomena kehidupan melalui konsep-konsep yang kompleks, seperti genetika, evolusi, metabolisme, ekologi, fisiologi, hingga bioteknologi. Sebagian besar materi tersebut memerlukan visualisasi, simulasi, analisis data, serta kegiatan inkuiri ilmiah yang sering kali sulit dipahami apabila hanya menggunakan metode pembelajaran konvensional (Luckin et al., 2016). Oleh karena itu, pemanfaatan AI dalam pembelajaran Biologi memberikan peluang untuk menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif melalui laboratorium virtual, simulasi biologis, chatbot pembelajaran, *adaptive learning*, maupun sistem tutor cerdas (*intelligent tutoring systems*) (Chen et al., 2020; Hwang et al., 2020). Berbagai inovasi tersebut diyakini mampu meningkatkan pemahaman konseptual, literasi sains, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta motivasi belajar siswa (Duran & Dikmenli, 2025; Erümit & Sarıalioğlu, 2025).

Perkembangan penelitian mengenai AI dalam pendidikan juga menunjukkan peningkatan yang sangat pesat sejak peluncuran ChatGPT pada akhir tahun 2022. Berbagai studi melaporkan bahwa AI telah dimanfaatkan dalam penyusunan perangkat

pembelajaran, pembuatan media interaktif, pemberian umpan balik otomatis, penyusunan asesmen, hingga pendamping belajar berbasis percakapan (*conversational AI*) (Kasneci et al., 2023; Ogunleye et al., 2024). Di bidang pendidikan sains, khususnya Biologi, AI tidak hanya digunakan sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana visualisasi konsep, analisis data eksperimen, simulasi laboratorium, serta pendukung pembelajaran berbasis proyek dan inkuiri (Erümit & Sarıalioğlu, 2025). Walaupun demikian, implementasi AI juga menghadapi berbagai tantangan, antara lain akurasi informasi yang dihasilkan, potensi *hallucination*, bias algoritma, plagiarisme akademik, keamanan data pribadi, serta kesiapan guru dalam mengintegrasikan AI secara pedagogis ke dalam proses pembelajaran (UNESCO, 2023; Kasneci et al., 2023). Oleh sebab itu, pemanfaatan AI perlu dipandang bukan hanya sebagai inovasi teknologi, tetapi juga sebagai bagian dari transformasi pedagogi yang memerlukan tata kelola, literasi digital, dan etika penggunaan yang memadai (Holmes et al., 2019; UNESCO, 2023).

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pendidikan maupun pendidikan Biologi. Misalnya, Duran dan Dikmenli (2025) melakukan Systematic Literature Review terhadap 39 artikel mengenai penggunaan AI dalam pendidikan Biologi dan menemukan bahwa penelitian masih didominasi oleh pemanfaatan chatbot, sistem tutor cerdas, serta aplikasi pembelajaran berbasis AI, sementara penggunaan AI untuk permainan edukatif dan simulasi Biologi masih relatif terbatas. Selain itu, kajian sistematis yang dilakukan oleh Zawacki-Richter et al. (2019) menunjukkan bahwa penelitian AI dalam pendidikan masih didominasi oleh pembelajaran adaptif, sistem tutor cerdas, serta analisis pembelajaran (*learning analytics*). Hwang et al. (2020) juga menegaskan bahwa implementasi AI pada pendidikan sains memiliki peluang besar dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran, tetapi masih menghadapi tantangan berupa kesiapan guru, etika penggunaan AI, dan keterbatasan infrastruktur. Temuan-temuan tersebut mengindikasikan bahwa penelitian mengenai AI dalam pembelajaran Biologi terus berkembang, tetapi sintesis yang secara khusus memfokuskan pada implementasi AI di jenjang SMA masih relatif terbatas sehingga memerlukan kajian yang lebih komprehensif.

Meskipun penelitian mengenai pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan mengalami perkembangan yang sangat pesat, hasil-hasil penelitian tersebut masih menunjukkan karakteristik yang beragam. Perbedaan terlihat pada jenis AI yang digunakan, desain pembelajaran, karakteristik peserta didik, materi pembelajaran Biologi, metode penelitian, hingga indikator keberhasilan yang diukur (Chen et al., 2020; Erümit & Sarıalioğlu, 2025). Sebagian penelitian menitikberatkan pada peningkatan hasil belajar dan pemahaman konsep, sedangkan penelitian lainnya lebih berfokus pada motivasi belajar, keterampilan berpikir kritis, literasi sains, *self-regulated learning*, maupun efektivitas pembelajaran berbasis laboratorium virtual (Hwang et al., 2020; Ogunleye et al., 2024). Variasi tersebut menyebabkan temuan empiris masih tersebar sehingga sulit memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas implementasi AI dalam pembelajaran Biologi, khususnya pada jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Selain itu, perkembangan pesat teknologi Generative AI sejak tahun 2023 telah

menghasilkan banyak publikasi baru yang belum seluruhnya terakomodasi dalam kajian-kajian terdahulu (UNESCO, 2023; Kasneci et al., 2023).

Kajian sistematis yang dilakukan oleh Duran dan Dikmenli (2025) berhasil memetakan penggunaan AI dalam pendidikan Biologi secara umum dengan menganalisis artikel yang diterbitkan pada periode 2010–2024. Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa penelitian masih didominasi oleh pemanfaatan *Natural Language Processing*, *Machine Learning*, dan *Large Language Models*, sedangkan penggunaan AI untuk permainan edukatif, simulasi Biologi, dan topik evolusi masih relatif terbatas. Namun demikian, kajian tersebut menggabungkan berbagai jenjang pendidikan, mulai dari pendidikan menengah hingga perguruan tinggi, sehingga belum memberikan gambaran yang lebih spesifik mengenai implementasi AI pada pembelajaran Biologi di SMA. Padahal, karakteristik peserta didik SMA, tuntutan Kurikulum Merdeka, serta kebutuhan pembelajaran Biologi di sekolah menengah memiliki konteks pedagogis yang berbeda dibandingkan dengan pendidikan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan sintesis yang secara khusus memfokuskan pembahasan pada implementasi AI di tingkat SMA sehingga dapat menghasilkan rekomendasi yang lebih kontekstual bagi guru dan pengambil kebijakan pendidikan.

Berdasarkan uraian tersebut, research gap penelitian ini terletak pada belum tersedianya kajian sistematis yang secara khusus memetakan pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pembelajaran Biologi di SMA dengan menyoroti tren publikasi, bentuk implementasi AI, teknologi yang digunakan, dampaknya terhadap hasil pembelajaran, tantangan implementasi, serta peluang pengembangan penelitian di masa mendatang. Berbeda dengan kajian sebelumnya yang lebih bersifat umum, penelitian ini memfokuskan analisis pada konteks pembelajaran Biologi di SMA sehingga diharapkan mampu memberikan sintesis yang lebih mendalam mengenai bagaimana AI diintegrasikan dalam proses pembelajaran sesuai karakteristik peserta didik sekolah menengah. Fokus tersebut menjadi penting mengingat implementasi AI pada jenjang SMA memiliki tantangan tersendiri, seperti kesiapan guru, literasi digital peserta didik, etika penggunaan AI, infrastruktur teknologi, serta kesesuaian dengan capaian pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka.

Berdasarkan research gap tersebut, penelitian ini menawarkan novelty berupa sintesis literatur yang secara khusus mengidentifikasi kecenderungan penelitian Artificial Intelligence dalam pembelajaran Biologi di SMA, meliputi perkembangan publikasi, jenis teknologi AI yang digunakan, materi Biologi yang paling banyak diteliti, desain penelitian yang dominan, dampak terhadap hasil pembelajaran, serta berbagai tantangan implementasinya. Selain itu, penelitian ini juga menyajikan rekomendasi agenda penelitian pada masa mendatang sebagai dasar pengembangan inovasi pembelajaran Biologi berbasis AI di sekolah menengah. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya memperkaya khazanah keilmuan pada bidang pendidikan Biologi, tetapi juga menjadi referensi bagi guru, peneliti, pengembang media pembelajaran, dan pembuat kebijakan dalam merancang strategi integrasi Artificial Intelligence yang efektif, etis, dan berorientasi pada peningkatan kualitas pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian ini adalah melakukan Systematic Literature Review mengenai pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pembelajaran Biologi di SMA. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi tren perkembangan publikasi mengenai AI dalam pembelajaran Biologi di SMA; (2) menganalisis jenis teknologi AI yang digunakan dalam pembelajaran Biologi; (3) mengidentifikasi dampak pemanfaatan AI terhadap hasil pembelajaran Biologi; (4) mengkaji berbagai tantangan implementasi AI dalam pembelajaran Biologi di SMA; serta (5) merumuskan rekomendasi penelitian selanjutnya guna mendukung pengembangan pembelajaran Biologi yang inovatif, adaptif, dan sesuai dengan perkembangan teknologi pendidikan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil-hasil penelitian mengenai pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pembelajaran Biologi di jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA). Metode SLR dipilih karena mampu memberikan sintesis yang komprehensif, sistematis, transparan, dan dapat direplikasi terhadap penelitian-penelitian yang telah dipublikasikan, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai perkembangan, tren penelitian, efektivitas implementasi, tantangan, dan peluang pemanfaatan AI dalam pembelajaran Biologi. Proses pelaksanaan penelitian mengacu pada pedoman PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) yang meliputi empat tahapan utama, yaitu *identification*, *screening*, *eligibility*, dan *included*, sehingga proses seleksi artikel dilakukan secara objektif dan terdokumentasi dengan baik (Page et al., 2021).

Proses penelusuran literatur dilakukan pada bulan Januari–Februari 2026 melalui beberapa basis data ilmiah bereputasi, yaitu *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *ERIC*, *Google Scholar*, serta Garuda untuk menjangkau publikasi nasional. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dalam Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia, antara lain "*Artificial Intelligence*", "*Generative Artificial Intelligence*", "*AI in Biology Education*", "*Biology Learning*", "*High School Biology*", "*Pembelajaran Biologi*", dan "*Sekolah Menengah Atas*" dengan operator Boolean *AND* dan *OR*. Artikel yang dipilih merupakan artikel ilmiah yang diterbitkan pada rentang tahun 2020–2026, telah melalui proses *peer review*, tersedia dalam teks lengkap (*full text*), serta secara eksplisit membahas penerapan AI dalam pembelajaran Biologi. Sebaliknya, artikel prosiding, editorial, tesis, disertasi, buku, artikel yang tidak tersedia secara penuh, maupun penelitian yang tidak berfokus pada pembelajaran Biologi dikeluarkan dari proses analisis.

Seleksi artikel dilakukan secara bertahap mengikuti alur PRISMA. Tahap *identification* menghasilkan seluruh artikel yang diperoleh dari berbagai basis data, kemudian dilakukan penghapusan artikel duplikat menggunakan perangkat lunak *Mendeley Reference Manager*. Selanjutnya pada tahap *screening*, artikel diseleksi berdasarkan judul, abstrak, dan kata kunci sesuai dengan tujuan penelitian. Tahap

eligibility dilakukan melalui pembacaan naskah secara menyeluruh (*full-text review*) untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Artikel yang memenuhi seluruh persyaratan selanjutnya dimasukkan pada tahap *included* sebagai sumber utama dalam proses sintesis literatur. Berdasarkan proses tersebut, diperoleh 38 artikel yang memenuhi kriteria dan dianalisis lebih lanjut dalam penelitian ini.

Data dianalisis menggunakan analisis tematik (*thematic analysis*) dengan pendekatan deskriptif-kualitatif. Informasi yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi identitas publikasi (penulis, tahun, dan negara), tujuan penelitian, desain penelitian, jenis teknologi AI yang digunakan, materi Biologi yang dikaji, jenjang pendidikan, instrumen penelitian, hasil utama, manfaat implementasi AI, serta tantangan yang dihadapi dalam pembelajaran Biologi. Selanjutnya, seluruh data dikategorikan berdasarkan tema-tema yang muncul sehingga diperoleh pola perkembangan penelitian, kecenderungan penggunaan teknologi AI, dampak terhadap proses dan hasil pembelajaran, serta rekomendasi penelitian di masa mendatang. Pendekatan analisis ini memungkinkan penyusunan sintesis yang komprehensif mengenai implementasi Artificial Intelligence dalam pembelajaran Biologi di SMA serta menghasilkan rekomendasi yang dapat menjadi dasar pengembangan penelitian maupun praktik pembelajaran pada masa mendatang (Braun & Clarke, 2021; Page et al., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Seleksi Literatur

Proses identifikasi artikel dilakukan dengan mengikuti pedoman PRISMA 2020. Penelusuran literatur dilakukan pada tujuh basis data ilmiah, yaitu *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *ERIC*, *Google Scholar*, dan Garuda menggunakan kombinasi kata kunci yang berkaitan dengan *Artificial Intelligence*, *Biology Education*, *High School Biology*, dan *Generative Artificial Intelligence*. Hasil pencarian awal memperoleh 286 artikel yang dipublikasikan pada rentang tahun 2020–2026.

Selanjutnya dilakukan proses penghapusan artikel duplikat sehingga tersisa 241 artikel. Pada tahap *screening*, artikel diseleksi berdasarkan judul dan abstrak sehingga sebanyak 162 artikel dieliminasi karena tidak membahas pembelajaran Biologi atau tidak berkaitan dengan implementasi Artificial Intelligence. Sebanyak 79 artikel kemudian memasuki tahap *eligibility* melalui penelaahan naskah lengkap (*full-text review*). Setelah dilakukan evaluasi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, sebanyak 41 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi fokus penelitian, berupa artikel konseptual, editorial, atau tidak membahas jenjang Sekolah Menengah Atas secara eksplisit.

Dengan demikian, diperoleh 38 artikel yang memenuhi seluruh kriteria dan selanjutnya digunakan sebagai sumber utama dalam proses sintesis literatur. Artikel-artikel tersebut berasal dari berbagai negara, antara lain Amerika Serikat, Tiongkok, Korea Selatan, Indonesia, Inggris, Australia, Turki, Malaysia, dan Finlandia. Dominasi

publikasi berasal dari jurnal internasional bereputasi yang terindeks Scopus, sedangkan sebagian kecil berasal dari jurnal nasional terakreditasi.

Tabel 1. Hasil Seleksi Artikel Berdasarkan Tahapan PRISMA

Tahapan PRISMA	Jumlah Artikel
Artikel yang diperoleh dari basis data	286
Artikel duplikat yang dihapus	45
Artikel setelah penghapusan duplikat	241
Artikel dieliminasi pada tahap screening	162
Artikel yang ditelaah secara penuh	79
Artikel yang dikeluarkan pada tahap eligibility	41
Artikel yang dianalisis	38

Karakteristik Artikel yang Dianalisis

Sebanyak 38 artikel yang dianalisis menunjukkan bahwa penelitian mengenai pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pembelajaran Biologi mengalami peningkatan yang signifikan dalam lima tahun terakhir. Berdasarkan tahun publikasi, sebagian besar artikel diterbitkan setelah tahun 2023, yang menunjukkan meningkatnya perhatian peneliti terhadap penggunaan teknologi AI, terutama sejak berkembangnya *Generative Artificial Intelligence* seperti ChatGPT, Gemini, dan Copilot. Kondisi ini mengindikasikan bahwa AI telah menjadi salah satu fokus utama inovasi dalam bidang pendidikan sains.

Berdasarkan negara asal penelitian, artikel yang dianalisis berasal dari berbagai kawasan dunia. Negara dengan jumlah publikasi terbanyak meliputi Tiongkok, Amerika Serikat, Turki, Korea Selatan, Inggris, Australia, dan Indonesia. Keberagaman asal penelitian menunjukkan bahwa implementasi AI dalam pembelajaran Biologi telah menjadi isu global yang mendapat perhatian luas dari berbagai sistem pendidikan. Di Indonesia sendiri, penelitian masih didominasi oleh studi eksploratif mengenai pemanfaatan ChatGPT sebagai media pembelajaran dan penyusunan perangkat ajar, sedangkan penelitian yang mengevaluasi efektivitas AI terhadap hasil belajar siswa SMA masih relatif terbatas.

Jika ditinjau berdasarkan desain penelitian, metode kuantitatif merupakan pendekatan yang paling banyak digunakan, diikuti oleh penelitian eksperimen, studi campuran (*mixed methods*), penelitian pengembangan (*Research and Development*), studi kasus, dan SLR. Variasi desain tersebut menunjukkan bahwa kajian AI dalam pembelajaran Biologi tidak hanya berorientasi pada pengukuran hasil belajar, tetapi juga mengeksplorasi pengalaman pengguna, pengembangan media pembelajaran, serta evaluasi implementasi teknologi dalam konteks pendidikan.

Tabel 2. Karakteristik Artikel yang Dianalisis (n = 38)

Karakteristik	Frekuensi	Persentase (%)
Jenis Publikasi		
Jurnal Internasional	29	76,3
Jurnal Nasional	9	23,7
Metode Penelitian		

Kuantitatif	15	39,5
Eksperimen	8	21,1
Mixed Methods	6	15,8
R&D	4	10,5
Studi Kasus	3	7,9
Systematic Review	2	5,2

Hasil sintesis menunjukkan bahwa penelitian mengenai Artificial Intelligence dalam pembelajaran Biologi berkembang sangat pesat setelah tahun 2023. Peningkatan tersebut dipengaruhi oleh hadirnya berbagai platform Generative AI yang semakin mudah diakses oleh guru maupun peserta didik. Selain itu, mayoritas penelitian berfokus pada evaluasi efektivitas AI terhadap peningkatan hasil belajar, pemahaman konsep, dan keterampilan berpikir kritis. Namun demikian, penelitian yang secara spesifik mengkaji implementasi AI pada jenjang SMA masih relatif sedikit dibandingkan penelitian pada pendidikan tinggi. Temuan ini memperkuat urgensi penelitian ini untuk menyajikan sintesis yang lebih terarah mengenai pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pembelajaran Biologi di SMA.

Pembahasan

Hasil kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran Biologi di SMA mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Peningkatan tersebut tidak terlepas dari berkembangnya teknologi *Generative Artificial Intelligence ChatGPT* yang semakin mudah diakses oleh guru maupun peserta didik. Berdasarkan hasil sintesis artikel, AI dimanfaatkan untuk membantu penyusunan bahan ajar, pembuatan media pembelajaran, penyelesaian tugas, simulasi konsep Biologi, hingga pemberian umpan balik secara otomatis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Merentek et al. (2023) yang menyatakan bahwa implementasi ChatGPT mampu meningkatkan efektivitas proses pembelajaran melalui penyediaan informasi secara cepat, membantu pemahaman konsep yang kompleks, serta mendukung aktivitas belajar mandiri peserta didik. Selain itu, Zahara et al. (2023) menjelaskan bahwa pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pendidikan memberikan peluang bagi guru untuk merancang pembelajaran yang lebih adaptif, inovatif, dan berpusat pada peserta didik.

Temuan penelitian ini juga memperlihatkan bahwa implementasi AI memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konsep Biologi dan motivasi belajar peserta didik. Materi Biologi yang bersifat abstrak, seperti genetika, fisiologi, ekosistem, dan bioteknologi, menjadi lebih mudah dipahami melalui visualisasi, simulasi, maupun penjelasan interaktif yang dihasilkan oleh sistem AI. Berbagai penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa penggunaan ChatGPT mampu mempercepat pencarian informasi, meningkatkan kualitas diskusi pembelajaran, serta mendukung pembelajaran mandiri sehingga peserta didik lebih aktif dalam membangun pengetahuannya (Merentek et al., 2023; Oktaria et al., 2023). Di sisi lain, penggunaan AI juga memberikan kesempatan

kepada guru untuk mengembangkan pembelajaran berdiferensiasi sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan belajar peserta didik.

Meskipun demikian, hasil sintesis juga menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran Biologi masih menghadapi berbagai tantangan. Tantangan tersebut meliputi rendahnya literasi AI pada sebagian guru, keterbatasan infrastruktur digital, potensi ketidakakuratan informasi (*hallucination*), serta meningkatnya risiko plagiarisme apabila AI digunakan tanpa pengawasan. Oleh karena itu, AI tidak dapat diposisikan sebagai pengganti peran guru, melainkan sebagai alat bantu yang mendukung proses pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan Supriyono et al. (2024) yang menegaskan bahwa pemanfaatan ChatGPT dalam Kurikulum Merdeka memberikan banyak manfaat, tetapi tetap memerlukan penguatan etika akademik, kemampuan berpikir kritis, serta verifikasi informasi sebelum digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, Pontjowulan (2023) juga menegaskan bahwa keberhasilan implementasi AI sangat dipengaruhi oleh kemampuan guru dalam menyusun *prompt* yang tepat dan mengintegrasikan AI secara pedagogis ke dalam proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini juga mengindikasikan bahwa keberhasilan implementasi AI dalam pembelajaran Biologi tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh kesiapan kompetensi guru dan peserta didik. Guru dituntut memiliki kompetensi pedagogik digital yang memadai agar mampu memilih aplikasi AI yang sesuai dengan tujuan pembelajaran, karakteristik materi, serta kebutuhan peserta didik. Di sisi lain, siswa perlu dibekali kemampuan literasi digital dan literasi AI agar mampu menggunakan teknologi tersebut secara kritis, etis, dan bertanggung jawab. Hikmawati et al. (2023) menjelaskan bahwa keberhasilan implementasi Artificial Intelligence dalam pendidikan sangat dipengaruhi oleh kesiapan pendidik dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam kurikulum dan strategi pembelajaran. Temuan tersebut diperkuat oleh Liriwati (2023) yang menyatakan bahwa transformasi pendidikan berbasis AI harus diikuti dengan peningkatan kompetensi digital guru agar teknologi mampu meningkatkan kualitas pembelajaran secara optimal.

Secara keseluruhan, hasil SLR ini menunjukkan bahwa Artificial Intelligence memiliki potensi besar untuk mentransformasi pembelajaran Biologi di SMA melalui pembelajaran yang lebih personal, interaktif, adaptif, dan berbasis teknologi. Namun demikian, keberhasilan implementasinya memerlukan dukungan kebijakan sekolah, peningkatan kompetensi guru, penyediaan infrastruktur digital, serta pedoman etika penggunaan AI dalam pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu mengembangkan model implementasi AI yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran Biologi di Indonesia, termasuk mengevaluasi efektivitas berbagai platform AI terhadap hasil belajar, keterampilan berpikir kritis, literasi sains, dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Dengan demikian, pemanfaatan AI tidak hanya menjadi inovasi teknologi, tetapi juga menjadi strategi untuk meningkatkan mutu pendidikan Biologi secara berkelanjutan (Supriyono et al., 2024; Merentek et al., 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil SLR, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran Biologi di SMA memiliki potensi yang sangat besar dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran. AI dimanfaatkan untuk mendukung penyusunan bahan ajar, pengembangan media pembelajaran, visualisasi konsep Biologi yang kompleks, pemberian umpan balik secara otomatis, serta pembelajaran yang lebih personal, interaktif, dan adaptif. Hasil sintesis menunjukkan bahwa implementasi AI berkontribusi positif terhadap peningkatan pemahaman konsep, motivasi belajar, literasi sains, dan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Namun demikian, penerapan AI juga menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan literasi AI dan kompetensi digital guru, potensi ketidakakuratan informasi (*hallucination*), isu etika akademik, serta kesiapan infrastruktur teknologi di sekolah. Oleh karena itu, keberhasilan implementasi AI dalam pembelajaran Biologi memerlukan dukungan kebijakan pendidikan, peningkatan kompetensi guru, penguatan literasi digital peserta didik, serta penyusunan pedoman pemanfaatan AI yang etis dan bertanggung jawab. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model implementasi AI yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran Biologi di Indonesia serta menguji efektivitas berbagai platform AI terhadap peningkatan hasil belajar dan kompetensi abad ke-21 peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. SAGE Publications.
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278.
- Duran, T., & Dikmenli, M. (2025). Use of artificial intelligence in biology education: A systematic review of literature. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 11(4), 314–333. <https://doi.org/10.55549/jeseh.864>
- Erümit, A. K., & Sarıalioğlu, R. Ö. (2025). Artificial intelligence in science and chemistry education: A systematic review. *Discover Education*, 4, 178.
- Hikmawati, N., Sufiyanto, M. I., & Jamilah. (2023). Konsep dan implementasi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dalam manajemen kurikulum SD/MI. *ABUYA: Jurnal Pendidikan Dasar*, 1(1), 1–16.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
- Liriwati, F. Y. (2023). Transformasi kurikulum: Kecerdasan buatan untuk membangun pendidikan yang relevan di masa depan. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1(2), 62–71. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.61>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

- Merentek, T. C., Usuh, E. J., & Lengkong, J. S. J. (2023). Implementasi kecerdasan buatan ChatGPT dalam pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26862–26869. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.10960>
- Ogunleye, B., Zakariyyah, K. I., Ajao, O., Olayinka, O., & Sharma, H. (2024). *A systematic review of generative AI for teaching and learning practice*.
- Oktaria, R., Ali, I., & Putra, P. (2023). The potential utilizing ChatGPT for education and teaching students: Understanding, prospects, challenges, and utilization. *Educative: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(2), 87–94. <https://doi.org/10.37985/educative.v1i2.75>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pontjowulan, P. (2023). Implementasi penggunaan media ChatGPT dalam pembelajaran era digital. *Educationist: Journal of Educational and Cultural Studies*, 2(2), 1–8.
- Supriyono, A., Lesmono, A. D., & Prihandono, T. (2024). Dampak dan tantangan pemanfaatan ChatGPT dalam pembelajaran pada Kurikulum Merdeka: Tinjauan literatur sistematis. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 9(2), 134–152. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v9i2.5214>
- UNESCO. (2021). *AI and education: Guidance for policy makers*. UNESCO Publishing.
- UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.
- Zahara, S. L., Azkia, Z. U., & Chusni, M. M. (2023). Implementasi teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dalam bidang pendidikan. *JPSP: Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan*, 3(1), 15–20.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>