

Tinjauan Literatur Pemanfaatan *Artificial Intelligence* dalam Inovasi Pembelajaran Kimia

Haris Munandar^{1*}, Muh. Arwin²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

Email: harismunandar@ung.ac.id, muharwin10@gmail.com

Informasi Jurnal

Kata Kunci:

artificial intelligence, pembelajaran kimia, inovasi pendidikan, kajian literatur, teknologi digital

Keyword:

artificial intelligence, chemistry learning, educational innovation, literature review, digital technology

Abstrak

Artikel ini mengkaji pemanfaatan *Artificial Intelligence (AI)* dalam inovasi pembelajaran kimia melalui pendekatan kajian literatur yang sistematis. Fokus kajian diarahkan pada publikasi ilmiah primer yang terbit pada rentang tahun 2022 hingga 2025, dengan penelusuran data dilakukan melalui portal SINTA. Hasil telaah menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran kimia mampu meningkatkan pemahaman konsep yang kompleks dan abstrak, memperkuat literasi numerasi, serta mendorong keterlibatan aktif siswa melalui berbagai bentuk inovasi, seperti chatbot edukatif, sistem penilaian otomatis, dan pembelajaran adaptif. Meskipun demikian, pemanfaatan AI di bidang pendidikan masih menghadapi sejumlah tantangan, termasuk kesiapan infrastruktur, literasi digital pendidik, serta isu etika dan privasi data. Oleh karena itu, diperlukan sinergi antara pendidik, pengembang teknologi, dan pemangku kebijakan untuk mengoptimalkan implementasi AI secara efektif, etis, dan inklusif dalam pembelajaran kimia abad ke-21.

Abstract

This article examines the utilization of Artificial Intelligence (AI) in chemistry learning innovation through a systematic literature review approach. The focus of the study is on primary scientific publications published between 2022 and 2025, with data searches conducted through the SINTA portal. The results of the review show that the integration of AI in chemistry learning can improve the understanding of complex and abstract concepts, strengthen numeracy literacy, and encourage active student involvement through various forms of innovation, such as educational chatbots, automated assessment systems, and adaptive learning. However, the utilization of AI in education still faces a number of challenges, including infrastructure readiness, digital literacy of educators, and issues of ethics and data privacy. Therefore, synergy between educators, technology developers, and policy makers is needed to optimize the effective, ethical, and inclusive implementation of AI in 21st century chemistry learning.

1. Pendahuluan

Kemajuan dalam teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan dampak besar terhadap transformasi di sektor pendidikan. Salah satu bentuk teknologi yang berkembang pesat dan mulai diterapkan dalam berbagai proses pembelajaran adalah kecerdasan buatan (AI). Teknologi ini tidak hanya dimanfaatkan di dunia industri dan bisnis, tetapi juga membuka peluang luas untuk meningkatkan mutu pembelajaran di semua jenjang pendidikan (Saal, 2025). Dalam pembelajaran kimia, guru dan siswa sering dihadapkan pada kesulitan

memahami materi yang rumit dan konsep-konsep abstrak yang sulit dipahami tanpa bantuan visual atau metode pembelajaran yang inovatif. Kehadiran teknologi AI menjadi alternatif solusi yang mendukung pembelajaran yang dipersonalisasi serta menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Penerapan AI dalam pendidikan sains, khususnya dalam bidang kimia, membantu peserta didik memahami konsep-konsep yang kompleks dengan cara yang lebih sederhana dan menyenangkan (Zhang, 2024).

Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pembelajaran kimia dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan,

seperti penggunaan sistem pembelajaran adaptif, chatbot interaktif untuk edukasi, teknologi augmented reality (AR), serta penerapan machine learning guna mengidentifikasi miskonsepsi siswa. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam proses pembelajaran mampu meningkatkan motivasi, partisipasi aktif siswa, serta capaian hasil belajar yang lebih optimal dibandingkan dengan pendekatan tradisional (Berber et al., 2025). AI telah membuka peluang baru dalam inovasi pembelajaran dengan menghadirkan pendekatan yang lebih personal, adaptif, dan efisien, serta mendukung pembelajaran terdiferensiasi dengan menyediakan materi sesuai dengan minat, preferensi belajar, dan kemampuan siswa (Muhammad et al., 2024). Hal ini sangat relevan dalam pembelajaran kimia yang dikenal memiliki tingkat kompleksitas dan keabstrakan konsep yang tinggi.

Perubahan paradigma pendidikan yang didorong oleh era Society 5.0 menuntut integrasi kecanggihan teknologi dengan pemenuhan kebutuhan manusia secara holistik, termasuk dalam bidang pendidikan. Pembelajaran kimia perlu bertransformasi dari pendekatan konvensional menuju pembelajaran berbasis teknologi cerdas. Integrasi AI memungkinkan penerapan metode seperti simulasi interaktif, eksperimen virtual, serta analisis data pembelajaran yang lebih komprehensif dan real-time, yang mendukung pemahaman siswa terhadap proses-proses mikroskopik dan makroskopik (Akbar & Djakariah, 2024). Di sisi lain, inovasi juga tampak dalam pengembangan sistem penilaian otomatis berbasis AI yang dapat mendeteksi miskonsepsi dan meningkatkan literasi sains dengan menyediakan umpan balik yang cepat dan (Bewersdorff et al., 2023). Selain itu, AI juga mendukung pendekatan student-centered learning dan active learning, yang telah terbukti meningkatkan literasi numerasi, kemandirian, serta keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran kimia (Herwandi, 2024).

Meskipun memberikan berbagai manfaat, penerapan AI dalam pembelajaran juga menghadapi tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur, kesiapan guru, serta isu etika dan privasi data. Pendekatan pembelajaran berbasis AI perlu didukung oleh sistem yang memungkinkan guru mengakses informasi perkembangan belajar siswa secara cepat dan akurat, serta menyampaikan umpan balik yang relevan dengan kebutuhan individual (Crompton & Burke, 2023). Terdapat pula kekhawatiran terkait ketergantungan siswa terhadap teknologi, kesenjangan akses, dan potensi bias algoritma. Oleh karena itu, pemanfaatan AI perlu disertai dengan regulasi, peningkatan literasi digital, serta penguatan kapasitas guru melalui pelatihan (Kasman et al., 2024). Pelatihan ini penting agar guru mampu merancang dan menggunakan media pembelajaran berbasis AI, seperti chatbot edukatif dan teknik

prompting yang efektif, sebagai alat bantu pedagogis yang mendukung penyampaian materi kimia secara lebih efektif (Rustan & Junaid, 2024).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran kimia memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pendidikan. Namun, penerapannya memerlukan pemahaman yang mendalam terhadap dinamika, manfaat, serta tantangan yang dihadapi. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengkaji berbagai penelitian terkini yang membahas pemanfaatan AI dalam pembelajaran kimia pada rentang tahun 2022 hingga 2025. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi pembelajaran kimia yang lebih adaptif, efektif, dan relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

2. Metodologi

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui kajian literatur yang tidak terikat pada lokasi fisik tertentu. Proses penelusuran dan pengumpulan data literatur dilakukan secara daring melalui pangkalan data resmi, khususnya SINTA (Science and Technology Index), selama periode Januari hingga Mei 2025.

B. Prosedur Penelitian

Dalam riset ini, digunakan pendekatan kajian literatur. Kajian literatur merupakan suatu proses pengumpulan informasi berbasis referensi sekunder yang diperoleh dari berbagai karya ilmiah yang relevan dengan topik kajian. Melalui pendekatan ini, peneliti dapat mengidentifikasi, mengkaji secara mendalam, serta mensintesis hasil-hasil pemikiran dan temuan dari penelitian terdahulu, sehingga mampu memperluas cakrawala pemahaman terhadap permasalahan yang ditelaah.

Aktivitas kajian ini bertujuan untuk merangkul sumber-sumber acuan yang selaras dalam ranah ilmu tertentu, serta memberi landasan konseptual dan pemahaman kontekstual yang utuh mengenai perkembangan mutakhir dan arah diskursus dalam bidang yang sedang dikaji (Snyder, 2019).

Prosedur penelusuran referensi dilaksanakan melalui pangkalan data SINTA dengan memanfaatkan frasa kunci "pemanfaatan artificial intelligence dalam inovasi pembelajaran kimia". Adapun kriteria seleksi jurnal yang digunakan mencakup: (a) Artikel diterbitkan dalam kurun waktu 2022 hingga 2025; (b) Sumber rujukan berasal dari laman resmi <https://sinta.kemdikbud.go.id/>; dan (c) Naskah yang terpilih wajib memiliki keterkaitan substansial dengan isu mengenai pemanfaatan artificial intelligence dalam inovasi pembelajaran kimia.

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran artikel ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi yang telah ditentukan. Data dikumpulkan secara sistematis dari publikasi ilmiah primer yang memuat komponen abstrak, latar belakang, rancangan metodologi, serta hasil kajian empiris terkait pemanfaatan artificial intelligence dalam pembelajaran kimia.

D. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam kajian literatur ini dilakukan dengan teknik analisis isi (content analysis). Setiap artikel dianalisis untuk mengidentifikasi tema-tema utama, pendekatan yang digunakan, serta temuan kunci yang relevan. Data yang telah diklasifikasi kemudian disintesis untuk menghasilkan pemahaman yang utuh mengenai tren pemanfaatan artificial intelligence dalam inovasi pembelajaran kimia. Teknik ini memungkinkan peneliti untuk menarik kesimpulan yang komprehensif dan berbasis bukti dari sumber-sumber yang dikaji

3. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil

Tabel 1. Struktur analisis data berdasarkan artikel yang dianalisis dalam kajian literatur.

Author, Title, Journal	Method Design	Result
(Aldwinarta et al., 2024) Farrel Hafiz Aldwinarta, Rita Nurdiana, & Oktavia Sulistina. "Media Pembelajaran Berbasis AI Chatbot pada Materi Termokimia di SMA Apakah Dibutuhkan?", Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia, 18(1).	Deskriptif kualitatif; Observasi, angket, wawancara, dan dokumentasi pada guru dan siswa SMA Modern Al Rifa'ie; Analisis kebutuhan media pembelajaran berbasis AI chatbot.	Pembelajaran termokimia di SMA masih didominasi buku paket yang dianggap kurang menarik. Siswa dan guru memiliki keterbatasan dalam mengenal AI. Mayoritas siswa menunjukkan minat untuk menggunakan chatbot AI sebagai alat belajar termokimia. Fasilitas

		sekolah mendukung integrasi AI, namun guru meragukan validitas materi AI. Diperlukan pengenalan dan pengembangan AI chatbot sebagai media pembelajaran interaktif untuk meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa.
(Thamrin et al., 2024) Husni Thamrin, Zuhdi Fatkhurrahman, Muhammad Lutfi Arsyad. "Pelatihan Aplikasi Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan bagi Dosen UMMAD". Jurnal Pengabdian Masyarakat Abdi Teknayasa, 5(1).	Kualitatif; Deskriptif; Pelatihan dengan kombinasi sesi teori (diskusi AI, demonstrasi tools seperti ChatGPT, Copilot, Gemini) dan praktik (pembuatan modul ajar, RPS, quiz) kepada 24 dosen UMMAD; Evaluasi dengan kuesioner dan umpan balik peserta.	Pelatihan AI berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan dosen dalam penggunaan AI untuk mendukung pembelajaran. Sebanyak 91,67% peserta menyatakan puas. Pelatihan mencakup pemahaman konsep AI, praktik pembuatan materi ajar, pemanfaatan AI untuk pembuatan artikel ilmiah, serta penerapan tools AI. Peserta berharap pelatihan serupa diadakan rutin

		untuk mendukung inovasi pembelajaran.	Dharmas Education Journal, Vol. 4 No. 3		pemecahan masalah.
(Iashania et al., 2024) Yunida Iashania, Onie Dian Sanitha, Asri Fridtriyanda, Novera Kristianti. "Peranan Aplikasi Artificial Intelligence untuk Mendukung Proses Pembelajaran di SMKS YPSEI Kota Palangka Raya". I-Com: Indonesian Community Journal, 4(3).	Deskriptif kualitatif; Pengabdian masyarakat; Pelatihan pengenalan AI dan Canva pada guru di SMKS YPSEI Kota Palangka Raya; Evaluasi melalui kuesioner.	Pelatihan AI dan Canva meningkatkan keterampilan guru dalam mendesain materi pembelajaran interaktif (infografis, video edukasi, presentasi). Guru merasa sangat puas, dengan rata-rata skor 4 (sangat puas). Pelatihan memberikan dampak positif pada peningkatan kreativitas dan keterampilan teknologi guru dalam mendukung pembelajaran di sekolah.	(Akbar et al., 2024) Jakob Saddam Akbar, Yohanes Bery Mokalu, Stefan Marco Rumengan, Djakariah, Ayu Febrianti Akbar, Meike Paat. "Pengaruh Penggunaan Alat Praktikum Uji Elektrolit Terintegrasi Model Pembelajaran Inkuiri terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa". SOSCIED: Journal of Social Science, Vol. 7 No. 2	Pre-eksperimental ; one-group pretest-posttest design; sampel 30 siswa di MAK Madani Manado; teknik observasi, pretest, posttest.	Pembelajaran menggunakan alat praktikum uji elektrolit terintegrasi model inkuiri meningkatkan keterampilan proses sains siswa dari rata-rata 52,48 menjadi 86,69. Siswa lebih aktif dalam merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, mengolah data, dan menyimpulkan. Pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual meski dengan fasilitas terbatas.
(Simangunson g et al., 2023) Anita Debora Simangunson , Hamela Sari Sitompul, Eva Pratiwi Pane, Golda Novatrasio Sauduran. "The Effect of Project-Based Learning Through Artificial Intelligence (AI) in Increasing Students' Creativity and Learning Achievement".	Classroom Action Research (PTK) dalam dua siklus; metode: observasi, wawancara, studi dokumen, kuesioner, tes; analisis deskriptif kualitatif.	Penggunaan model pembelajaran berbasis proyek melalui AI meningkatkan kreativitas mahasiswa dari 45,45% menjadi 86,26%, serta peningkatan hasil belajar dari 59,09% menjadi 90,90%. AI juga mendorong keterlibatan aktif, diskusi, dan	(Sihotang et al., 2025) Grandy Sihotang, Rindu Antika, Talitha Zahira, Nurul Hadawiyah Harahap. Optimisme Mahasiswa Kimia Penulisan Teks Akademik di Era AI, Peluang dan Tantangan Pendidikan Sains Indonesia. Jurnal	Kualitatif; wawancara terstruktur terhadap mahasiswa Kimia Universitas Negeri Medan (PKSM 23B); analisis tematik	Mahasiswa optimis terhadap penggunaan AI dalam penulisan akademik: AI membantu dalam struktur tulisan, akses literatur, dan kreativitas. Namun ada kekhawatiran terhadap plagiarisme dan turunnya kemampuan berpikir kritis. Diperlukan pelatihan etika

Pendidikan dan Ilmu Sosial, Volume 3 Nomor 2 Tahun 2025		akademik dan literasi digital untuk penggunaan AI secara etis dan bertanggung jawab.
(Nafidatul & Ratnaningrum, 2024) Maisya Nafidatul Fu'adah, Ika Ratnaningrum. <i>Artificial Intelligence Based Interactive Learning Media to Improve Science and Social Learning Outcomes of Fourth Grade Elementary School.</i> Journal for Lesson and Learning Studies, Vol. 7, No. 2, 2024.	Research and Development (R&D) using the Borg & Gall model. Subjects: material experts, media experts, class IV teacher, and 26 students of SDN Winong 01. Data collection through tests and questionnaire s. Analysis includes normality test, t-test, and N-Gain test.	Media validated as "very feasible" by experts (material expert: 92.3%, media expert: 96.4%). Teachers (92.5%) and students (97.5%) also rated it very feasible. Posttest results showed significant improvement (t-test sig. = 0.000), with N-Gain = 0.56 (moderate).

B. Pembahasan

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence (AI) semakin merambah dunia pendidikan, termasuk dalam pembelajaran kimia. AI menawarkan berbagai potensi dalam mendukung proses belajar-mengajar yang lebih interaktif, personal, dan efisien. Sejumlah studi menunjukkan bahwa pemanfaatan AI tidak hanya berdampak pada peningkatan pemahaman siswa, tetapi juga mengubah peran guru dan dosen sebagai fasilitator dalam mengelola pembelajaran yang adaptif dan berbasis data. Dalam konteks pembelajaran kimia, teknologi AI mulai dieksplorasi untuk membantu pemahaman konsep abstrak, mendesain eksperimen virtual, serta menyediakan umpan balik instan yang dapat memperkaya proses belajar.

Penelitian oleh (Aldwinarta et al., 2024) menunjukkan bahwa pembelajaran kimia di tingkat SMA, khususnya materi termokimia, masih bersifat konvensional dan kurang menarik bagi siswa. Media pembelajaran berbasis AI chatbot dipandang sebagai alternatif inovatif yang dapat meningkatkan minat

belajar, meskipun belum sepenuhnya dikenal baik oleh guru maupun siswa. Mayoritas siswa menunjukkan antusiasme terhadap penggunaan AI chatbot sebagai alat bantu belajar, sementara guru masih meragukan keakuratan dan validitas materi yang dihasilkan AI. Hal ini mengindikasikan adanya kebutuhan untuk mengenalkan dan mengembangkan media pembelajaran berbasis AI secara lebih sistematis agar mampu menjembatani kesenjangan antara teknologi dan pedagogi.

Kemampuan guru dan dosen dalam memanfaatkan AI menjadi faktor penentu efektivitas implementasi teknologi ini dalam pembelajaran kimia. (Thamrin et al., 2024) dan (Iashania et al., 2024) menyoroti pentingnya pelatihan bagi tenaga pendidik agar mereka tidak hanya memahami konsep AI, tetapi juga mampu mengintegrasikannya ke dalam praktik pengajaran. Pelatihan yang melibatkan praktik langsung menggunakan alat seperti ChatGPT dan Canva terbukti meningkatkan kepercayaan diri dan kreativitas pendidik dalam menyusun materi ajar yang menarik dan kontekstual. Kegiatan semacam ini perlu dilakukan secara berkelanjutan untuk membentuk budaya literasi digital di kalangan tenaga pendidik.

Integrasi AI dalam model pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning) mampu mendorong keterlibatan aktif siswa, sebagaimana ditemukan dalam studi (Simangunsong et al., 2023). AI digunakan untuk mendukung diskusi, pemecahan masalah, dan pengembangan proyek, yang berdampak pada meningkatnya kreativitas siswa dari 45,45% menjadi 86,26%, serta hasil belajar dari 59,09% menjadi 90,90%. Hal ini menunjukkan bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai katalisator yang menghidupkan proses pembelajaran kimia melalui pendekatan konstruktivistik.

Pemanfaatan AI juga mulai diterapkan pada jenjang pendidikan dasar. (Nafidatul & Ratnaningrum, 2024) mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis AI yang divalidasi oleh para ahli dan menunjukkan peningkatan signifikan terhadap hasil belajar siswa kelas IV. Media ini tidak hanya diterima dengan sangat baik oleh guru dan siswa, tetapi juga terbukti secara statistik melalui uji t dan N-Gain. Temuan ini memperlihatkan bahwa AI memiliki fleksibilitas tinggi untuk digunakan dalam berbagai jenjang pendidikan, termasuk pada usia dini, asalkan disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik.

Sementara itu, (Akbar et al., 2024) meneliti penggunaan alat praktikum uji elektrolit berbasis model pembelajaran inkuiri dan menemukan peningkatan signifikan dalam keterampilan proses sains siswa. Meskipun penelitian ini tidak secara

langsung melibatkan AI, hasilnya memberikan gambaran bahwa AI memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai alat bantu praktikum digital yang mendukung kemampuan berpikir ilmiah, seperti merumuskan hipotesis, mengolah data, dan menarik kesimpulan. AI dapat dikombinasikan dengan model inkuiri atau eksperimen virtual dalam pembelajaran kimia yang bersifat praktis.

Meskipun AI memiliki banyak manfaat, penggunaannya dalam konteks akademik juga menimbulkan tantangan, terutama dalam hal etika dan integritas ilmiah. (Sihotang et al., 2025) mengungkapkan bahwa mahasiswa kimia cenderung optimis terhadap penggunaan AI untuk penulisan akademik, karena membantu dalam menyusun struktur tulisan dan menemukan literatur. Namun, terdapat kekhawatiran terhadap potensi plagiarisme dan penurunan kemampuan berpikir kritis. Oleh karena itu, perlu adanya pelatihan literasi digital dan etika akademik agar AI digunakan secara bertanggung jawab dan mendukung pengembangan intelektual secara menyeluruh.

Berdasarkan tinjauan berbagai studi di atas, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran kimia memiliki prospek yang sangat positif, baik dari segi efektivitas pembelajaran maupun penguatan kompetensi digital pendidik. Namun, implementasi AI harus disertai dengan strategi pendampingan yang mencakup pelatihan, pengembangan kebijakan, dan penguatan etika akademik. Masa depan pembelajaran kimia yang inovatif bukan hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh kesiapan sumber daya manusia dalam memanfaatkannya secara bijak dan bertanggung jawab.

4. Kesimpulan

A. Kesimpulan

Rangkuman dari berbagai penelitian tersebut menunjukkan Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam pembelajaran kimia menawarkan berbagai manfaat, termasuk peningkatan pemahaman konsep, keterlibatan siswa, dan personalisasi pembelajaran. Berbagai studi menunjukkan bahwa integrasi AI dapat mentransformasi cara pengajaran dan pembelajaran kimia dilakukan. Namun, untuk mengoptimalkan potensi ini, diperlukan upaya kolaboratif antara pengembang teknologi, pendidik, dan pembuat kebijakan untuk mengatasi tantangan yang ada dan memastikan implementasi AI yang efektif dan etis dalam pendidikan kimia.

B. Saran

Disarankan agar guru kimia mulai merancang pembelajaran dengan pemanfaatan artificial intelligence yang relevan dengan konteks lokal dan kebutuhan siswa. Pemerintah juga perlu memberikan pelatihan dan fasilitas pendukung agar pemanfaatan

artificial intelligence dalam inovasi pembelajaran kimia dapat berjalan optimal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Akbar, J. S., & Djakariah, D. (2024). Transformasi Pembelajaran Kimia melalui Pemanfaatan Kecerdasan Buatan (AI) pada Era Society 5.0. *Edudikara: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 9(1), 19–26. <https://doi.org/10.32585/edudikara.v9i1.355>
- Akbar, J. S., Mokal, Y. B., Rumengan, S. M., Akbar, A. F., & Paat, M. (2024). Pengaruh Penggunaan Alat Praktikum Uji Elektrolit Terintegrasi Model Pembelajaran Inkuiri Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa. *Journal Social, Science and Education*, 7(2). <https://jurnal.poltekstpaul.ac.id/index.php/jsosied/article/view/872>
- Aldwinarta, F. H., Nurdiana, R., & Sulistina, O. (2024). Media Pembelajaran Berbasis AI Chatbot pada Materi Termokimia di SMA Apakah Dibutuhkan? *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jipk.v18i1.49044>
- Berber, S., Brückner, M., Maurer, N., & Huwer, J. (2025). Artificial Intelligence in Chemistry Research—Implications for Teaching and Learning. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01033>
- Bewersdorff, A., Seßler, K., Baur, A., Kasneci, E., & Nerdel, C. (2023). Assessing student errors in experimentation using artificial intelligence and large language models: A comparative study with human raters. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100177>
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: the state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Herwandi, S. (2024). Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran interaktif untuk Meningkatkan Literasi Numerasi Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(1), 17–23.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.62388/jpdp.v5i1.521>
- Iashania, Y., Sanitha, O. D., Fridtriyanda, A., & Kristianti, N. (2024). Peranan Aplikasi Artificial Intelligence untuk Mendukung Proses Pembelajaran di SMKS YPSEI Kota Palangka Raya. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(3), 2310–2317. <https://doi.org/https://doi.org/10.33379/icom.v4i3.5391>
- Kasman, R. A., Hb, A. M., Kimia, P. S., Kewirausahaan, P. S., Teknologi, I., Ilmu, P., Jl, M., & E-mail, K. P. (2024). Peran dan Tantangan Kecerdasan Buatan (AI) dalam Pendidikan Tinggi: Implementasi dan Implikasi Etis. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.62388/jpdp.v5i1.523>
- Muhammad, R., Larasati, H. A., Susanti, R., Pakaenoni, F., & Rahmadani, A. (2024). Kajian Literatur Peran Artificial Intelligence dalam Mendukung Strategi Pembelajaran Diferensiasi pada Mata Pelajaran Kimia di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.23887/jjpk.v8i1.72163>
- Nafidatul, M., & Ratnaningrum, I. (2024). Artificial Intelligence Based Interactive Learning Media to Improve Science and Social Learning Outcomes of Fourth Grade Elementary School. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 7(2), 221–231. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jlls.v7i2.81157>
- Rustan, N. Q., & Junaid, R. (2024). *Pelatihan Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Pembuatan Media Pembelajaran*. 1(1), 1–7. <https://journal.tangrasula.com/index.php/simulajaji/article/view/66>
- Saal, P. E. (2025). A scoping review of the integration of artificial intelligence in primary and secondary schools from 2020 to 2024: Policy implications for South Africa. *Journal of Education*, 1802(98). <https://doi.org/doi/10.1021/acs.jchemed.4c01033>
- Sihotang, G., Antika, R., Zahira, T., & Harahap, N. H. (2025). Optimisme Mahasiswa Kimia Penulisan Teks Akademik di Era AI , Peluang dan Tantangan Pendidikan Sains Indonesia. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(April). <https://doi.org/10.54066/jupendis.v3i2.3167>
- Simangunsong, A. D., Sitompul, H. S., Pane, E. P., Novatrasio, G., & Sumatera, U. D. (2023). The Effect of Project-Based Learning Through Artificial Intelligence (AI) in Increasing Students' Creativity and Learning Achievement. *DE_JOURNAL (Dharmas Education Journal)*, 4(3), 128–134. https://ejournal.undhari.ac.id/index.php/de_jurnal/article/view/1259
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104(August), 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Thamrin, H., Fatkhurrahman, Z., & Arsyad, M. L. (2024). Pelatihan Aplikasi Kecerdasan Buatan Dalam Pendidikan Bagi Dosen UMMAD. *Abdi Teknayasa*, 5(1), 291–295. <https://doi.org/10.23917/abditeknayasa.v5i1.5656>
- Zhang, C. (2024). AI in Education : Opportunities , Challenges , and Pathways for Equitable Learning. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 45, 723–728. <https://doi.org/https://doi.org/10.54097/kfep6j07>