

ANALISIS KETERGANTUNGAN MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI UIN AR-RANIRY TERHADAP ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM PROSES PEMBELAJARAN

Riri Rahmadani Putri^a, Mulyadi^a, Nafisah Hanim^a, Emalfida^a, Selfi Purnamasari^a

^aProgram Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Jl. Syeik Abdul Rauf, Kopelma Darussalam., Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, 23111, Indonesia

*Corresponding author : riri.rahmadani@ar-raniry.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat ketergantungan mahasiswa pendidikan biologi terhadap *Artificial Intelligence*/AI dalam proses pembelajaran yang juga mengacu pada dampaknya terhadap kemampuan kognitif. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi peran AI sebagai alat bantu pembelajaran yang mendukung efisiensi tanpa mengurangi kapasitas intelektual mahasiswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Mixed method* tipe konvergen (*convergent parallel design*). Data didapatkan melalui penyebaran kuesioner kepada 25 mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi, FTK, UIN Ar-Raniry angkatan 2024, serta wawancara dan observasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AI membantu mahasiswa memahami materi dan menghemat waktu, namun ketergantungan berlebih berpotensi melemahkan kemampuan mengingat dan memproses informasi jangka panjang. Temuan ini menekankan perlunya pemanfaatan AI yang seimbang dengan penguatan keterampilan kognitif melalui literasi AI, verifikasi informasi, serta strategi pembelajaran yang menstimulasi kemampuan berpikir. Dengan demikian, integrasi AI dalam pembelajaran perlu dirancang secara bijaksana agar mendukung penguatan kapasitas kognitif dan pencapaian akademik mahasiswa pendidikan biologi secara optimal.

Kata kunci : *Artificial Intelligence*; Ketergantungan Mahasiswa; Proses Pembelajaran; Pendidikan Biologi; Kemampuan Kognitif

ABSTRACT

This study aims to analyze the level of dependence of biology education student on *Artificial Intelligence*/AI during the learning process, while also examining its impact on cognitive abilities. Furthermore, it evaluates AI's role as a learning tool that enhances efficiency without compromising students' intellectual capacity. A mixed-methods approach using a convergent parallel design was employed. Data were collected through questionnaires distributed to 25 students from the Biology Education Study Program (FTK, UIN Ar-Raniry, Class of 2024), as well as through interviews and observations. The results indicate that while AI assists students in understanding material and saving time, excessive reliance potentially impairs long-term information retention and processing capabilities. These findings highlight the need for a balanced approach to AI usage—one that reinforces cognitive skills through AI literacy, information verification, and learning strategies that stimulate critical thinking. Consequently, the integration of AI into the learning process must be thoughtfully designed to optimally support the strengthening of cognitive capacity and academic achievement among Biology Education students.

Keywords: *Artificial Intelligence*; Students' Dependence; Learning Process; Biology Education; Cognitive Abilities

Citation format:

Putri, R. R, et al. 2026. Analisis Ketergantungan Mahasiswa Pendidikan Biologi UIN Ar-Raniry terhadap *Artificial Intelligence* dalam Proses Pembelajaran. *Jambura Edu Biosfer*. vol. 8,no.1.pp 1—15.
<https://doi.org/10.34312/jebj.v8i1.40036>

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi Artificial Intelligence yang sangat pesat telah membawa perubahan mendasar dalam berbagai aspek kehidupan manusia termasuk dunia pendidikan tinggi. Hadirnya Artificial Intelligence pada jenjang pendidikan tinggi menjadi salah satu inovasi paling berpengaruh dalam mendukung proses pembelajaran (Prabha, 2021). Teknologi AI telah memberikan terobosan luar biasa dalam sistem pembelajaran yang dapat memperkaya pengalaman belajar mahasiswa (Zhang et al., 2025). Aplikasi dan platform berbasis AI seperti asisten virtual, generator teks, sistem rekomendasi materi, dan pemrosesan bahasa alami kini dapat diakses dengan mudah oleh mahasiswa. Integrasi teknologi ini membuat proses pembelajaran menjadi lebih cepat, adaptif, dan efisien dibandingkan metode konvensional (Hwang & Tu, 2021). Salah satu platform AI yang paling banyak digunakan oleh mahasiswa adalah ChatGPT, sebuah model berbasis percakapan berbasis AI (Mufidah, 2025). Kemudahan penggunaan memberikan peluang besar untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Krisno (2023) menegaskan bahwa pemanfaatan AI dapat memperkuat efektivitas proses belajar melalui dukungan teknologi yang mampu menyederhanakan akses dan pemahaman materi.

Perkembangan AI ini juga memberikan manfaat kepada mahasiswa, salah satunya mahasiswa pada program studi pendidikan biologi. Mahasiswa pendidikan biologi banyak mempelajari materi yang bersifat abstrak dan sulit dipahami. Dalam konteks Pendidikan Biologi, AI sangat membantu mahasiswa, memvisualisasikan materi abstrak, serta memperkaya pengalaman belajar (Baroud, 2025). Sebagai contoh, mahasiswa bisa mendapatkan penjelasan tentang materi tentang organel sel tumbuhan dengan meminta bantuan AI dengan jawaban yang mudah dipahami dalam hitungan detik (K'uc'ukuncular, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa AI memiliki potensi signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran biologi (Syahara, 2025).

Perkembangan AI tidak hanya membawa dampak positif, tetapi juga menghadirkan tantangan baru yang perlu diwaspadai. Akses informasi yang serba instan sering membuat mahasiswa melewatkan proses berpikir bertahap yang melibatkan analisis, evaluasi, dan sintesis informasi. Firdaus (2025) menemukan bahwa sebagian mahasiswa lebih memilih menggunakan AI untuk menghasilkan jawaban analitis dibandingkan melakukan proses berpikir mandiri, yang pada akhirnya dapat menghambat perkembangan kemampuan analisis dan kreativitas mereka. Kondisi ini mengarah pada lemahnya kemampuan pemecahan masalah yang justru sangat dibutuhkan untuk menghadapi persoalan kompleks (Susilawati, 2024).

Berdasarkan hasil observasi selama proses perkuliahan pada mahasiswa pendidikan biologi, ditemukan bahwa mahasiswa menunjukkan kecenderungan yang cukup tinggi dalam memanfaatkan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) sebagai alat bantu utama untuk mencari jawaban atas berbagai pertanyaan dan persoalan akademik seputar biologi yang diberikan. Penggunaan AI tidak hanya terbatas pada pencarian informasi dasar, tetapi juga meliputi penyusunan jawaban, pemecahan masalah, hingga perumusan ide dan argumen dalam diskusi maupun tugas perkuliahan. Kebiasaan ini mencerminkan perubahan pola belajar mahasiswa yang semakin mengandalkan teknologi digital untuk memperoleh solusi secara cepat dan praktis, namun pada saat yang sama berpotensi memengaruhi kedalaman proses berpikir kritis dan kemandirian belajar jika tidak disertai dengan kemampuan evaluasi dan refleksi yang memadai.

Ketergantungan berlebihan pada AI dalam menyelesaikan tugas atau mencari jawaban juga berpotensi menurunkan stimulasi kognitif yang diperlukan untuk membangun pemahaman konseptual secara mendalam. Ketika AI mengambil alih proses penalaran, mahasiswa kehilangan kesempatan untuk mengasah keterampilan pemecahan masalah secara mandiri, padahal keterampilan tersebut merupakan kemampuan dasar dalam menghadapi tantangan dunia nyata (Azzahra, 2023). Selain itu, penggunaan AI secara tidak terkontrol dapat mengurangi kemandirian mahasiswa dalam mengolah, memverifikasi, dan menyintesis informasi (Oktavia, 2025). Keberadaan AI membuat mahasiswa cenderung langsung menerima jawaban atas apa yang ingin mereka ketahui tanpa melalui proses analisis dan pemikiran mandiri terhadap fenomena yang sedang mereka pelajari.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan teknologi secara pasif dapat melemahkan memori jangka panjang, menurunkan kemampuan berpikir kritis, serta menghambat pengembangan keterampilan pemecahan masalah secara mandiri (Sahabuddin, 2025). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode explanatory survey untuk menguji hubungan kausal antara penggunaan AI dalam proses pembelajaran terhadap efisiensi belajar mahasiswa melalui tingkat ketergantungan terhadap AI dan kemampuan berpikir kritis.

Temuan Ulfah (2024) mengungkapkan bahwa banyak mahasiswa memanfaatkan AI untuk menyelesaikan tugas akademik, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya kemampuan berpikir orisinal. Penelitian serupa oleh Lukman (2023) berjudul “Problematisasi Penggunaan Artificial Intelligence (AI) untuk Pembelajaran di Kalangan Mahasiswa” menunjukkan bahwa penggunaan AI memunculkan sejumlah permasalahan, termasuk penurunan kemampuan berpikir kritis dan terhambatnya pengembangan keterampilan pribadi. Penelitian tersebut menggunakan metode wawancara dan observasi terhadap 30 mahasiswa.

Secara garis umum kajian mengenai ketergantungan mahasiswa terhadap AI dalam proses pembelajaran masih memiliki kesenjangan penelitian yang perlu diisi. Pertama, minimnya pendekatan analisis mendalam dengan menggunakan mixed method yang dapat menjelaskan skenario ketergantungan terjadi. Penelitian terdahulu juga menunjukkan inkonsistensi temuan dampak AI terhadap kemampuan kognitif yang perlu dikaji lebih dalam. Kemudian, penelitian tentang ketergantungan AI pada mahasiswa umumnya bersifat lintas disiplin tanpa spesifikasi bidang studi, sehingga kajian spesifik pada mahasiswa Pendidikan Biologi yang ada di UIN-Ar-Raniry memiliki karakteristik pembelajaran ilmiah berbasis observasi dan eksperimen masih sangat terbatas.

Berdasarkan berbagai kesenjangan tersebut, penelitian ini ingin melakukan analisis lebih mendalam tentang ketergantungan mahasiswa pendidikan biologi UIN Ar-Raniry pada Artificial Intelligence (AI) dalam proses pembelajaran. Penelitian ini penting dilakukan karena mahasiswa pendidikan biologi UIN-Ar-Raniry adalah calon pendidik yang akan membentuk generasi kritis dan kreatif untuk masa mendatang. Apabila ketergantungan pada AI dibiarkan tanpa kajian dan intervensi yang tepat dikhawatirkan dapat berdampak terhadap kemampuan kognitif seperti analitis yang rendah, penurunan kemampuan berpikir kritis, tidak kolaboratif, dan penurunan kreativitas yang akhirnya rentan degradasi integritas kognitif. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk menganalisis bagaimana ketergantungan mahasiswa pendidikan biologi UIN AR-Raniry pada Artificial intelligence dalam proses pembelajaran.

2. Metodologi

Penelitian ini menganalisis bagaimana ketergantungan mahasiswa pada Artificial Intelligence dalam proses pembelajaran, khususnya terkait efisiensi akses informasi dan potensi penurunan stimulasi kognitif mahasiswa. Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif dengan pendekatan campuran (mixed method) tipe konvergen (convergent parallel design). Penelitian ini menggabungkan analisis data kuantitatif dari jawaban kuesioner berbasis Google form yang dikembangkan dengan skala likert, dan data kualitatif yang diperoleh dari observasi dan wawancara langsung. Penelitian dilaksanakan di program studi pendidikan biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, pada bulan Oktober-Desember 2025. Sampel penelitian terdiri dari 25 Mahasiswa Pendidikan Biologi sebagai responden yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria: (a) mahasiswa aktif pendidikan biologi, (b) menggunakan AI dalam proses pembelajaran, dan (c) bersedia menjadi responden.

Instrumen penelitian berupa kuesioner yang disusun menggunakan Google Form dengan skala Likert lima poin, mulai dari 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju). Kuesioner terdiri atas 20 butir pernyataan yang dirancang untuk mengukur tiga indikator utama, yaitu: (1) penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam proses pembelajaran, (2) efisiensi akses informasi melalui pemanfaatan AI, dan (3) pengaruh penggunaan AI terhadap kemampuan kognitif mahasiswa. Pengembangan instrumen didasarkan pada kajian literatur mengenai ketergantungan terhadap teknologi (technology dependence), self-regulated learning, serta pemanfaatan AI dalam pendidikan,

sehingga setiap butir pernyataan memiliki landasan konseptual yang relevan dengan tujuan penelitian.

Validitas instrumen diuji melalui validitas isi (content validity) dengan meminta penilaian dari dua ahli pendidikan biologi dan teknologi pembelajaran, sedangkan reliabilitas diuji menggunakan nilai Cronbach's Alpha untuk memastikan konsistensi internal instrumen. Penelitian ini dilengkapi observasi langsung oleh dosen dan wawancara semi-terstruktur kepada 5 mahasiswa untuk memperdalam pemahaman mengenai pola penggunaan AI, persepsi terhadap manfaatnya, serta dampaknya terhadap kemampuan kognitif.

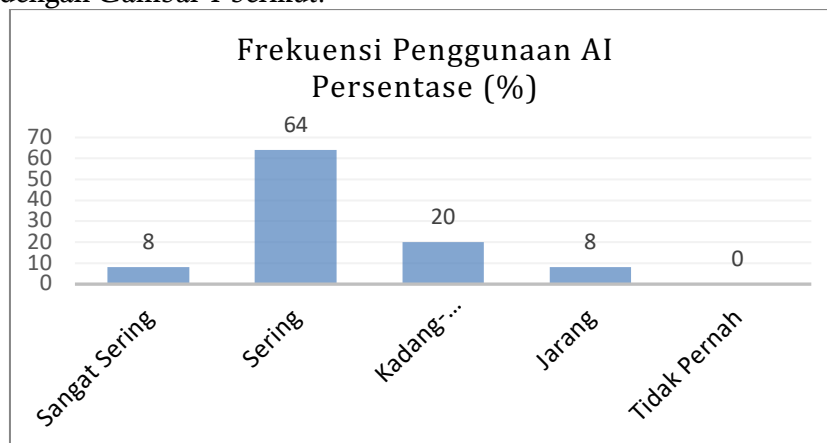
Data kuantitatif dianalisis menggunakan model analisis data interaktif yang terdiri dari tiga tahapan, pertama data di reduksi dengan merangkum hal pokok dari data yang terkumpul. Kedua, penyajian data (display data) dengan menyusun data secara sistematis dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian naratif agar mudah dipahami. Ketiga, penarikan kesimpulan/verifikasi dari data yang telah disajikan. Data kuantitatif dihitung menggunakan rumus presentase, sedangkan data kualitatif dari wawancara dan observasi melalui triangulasi metode.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

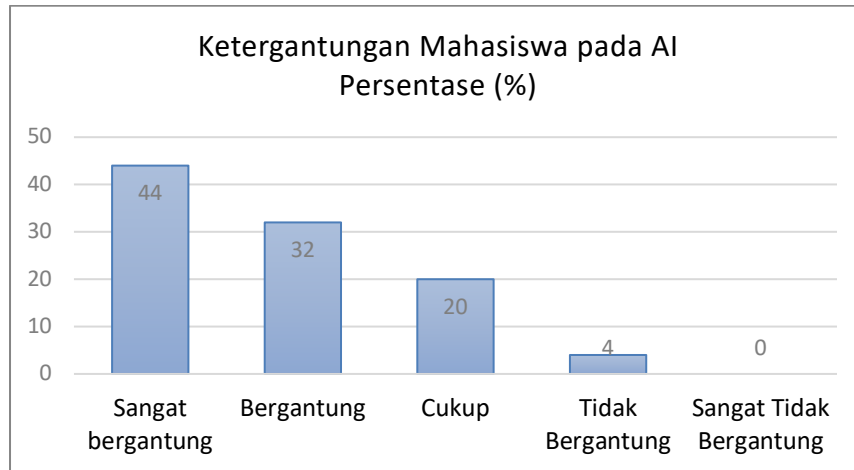
3.1.1 Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam Pembelajaran

Pada penelitian ini dari 25 responden, peneliti menemukan bahwa mahasiswa sangat sering menggunakan kecerdasan buatan (AI) dalam memahami konsep-konsep biologi saat pembelajaran hal ini dibuktikan dengan Gambar 1 berikut.



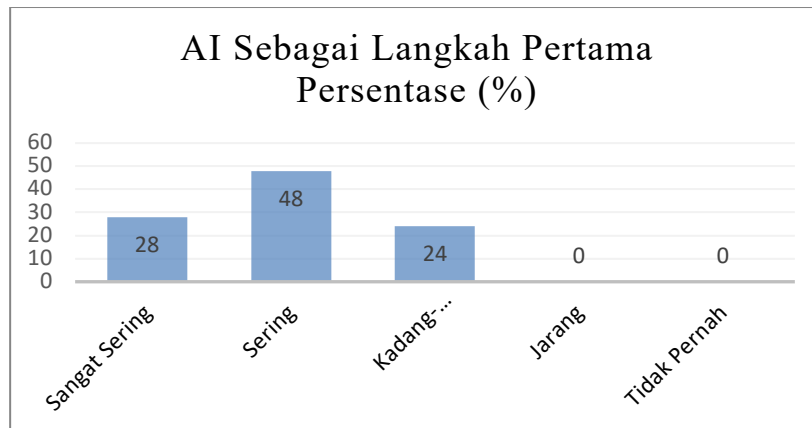
Gambar 1. Frekuensi penggunaan AI dalam proses pembelajaran

Dari grafik pada Gambar 1. menunjukkan 8,0% responden sangat sering atau selalu menggunakan AI dalam setiap kegiatan pembelajaran, 64% Sering dalam mengerjakan sebagian besar tugas perkuliahan, 20% responden menggunakan AI kadang-kadang atau hanya saat diperlukan saja, 8% responden menyatakan jarang hanya untuk hal tertentu seperti tugas yang tidak ditemukan pada buku atau artikel ilmiah, dan 0% responden yang tidak menggunakan AI.



Gambar 2. Ketergantungan mahasiswa pada AI dalam menyelesaikan tugas

Hasil survei pada grafik Gambar 2. menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki ketergantungan tinggi terhadap AI dalam menyelesaikan tugas kuliah. Sebanyak 44% responden sangat bergantung dan 32% bergantung pada AI, sementara 20% berada pada kategori cukup bergantung dan hanya 4% yang tidak bergantung. Temuan ini menegaskan bahwa AI telah menjadi komponen penting dalam aktivitas akademik, meski tingkat ketergantungan yang tinggi perlu diperhatikan agar tidak mengurangi kemandirian dan stimulasi kognitif mahasiswa.

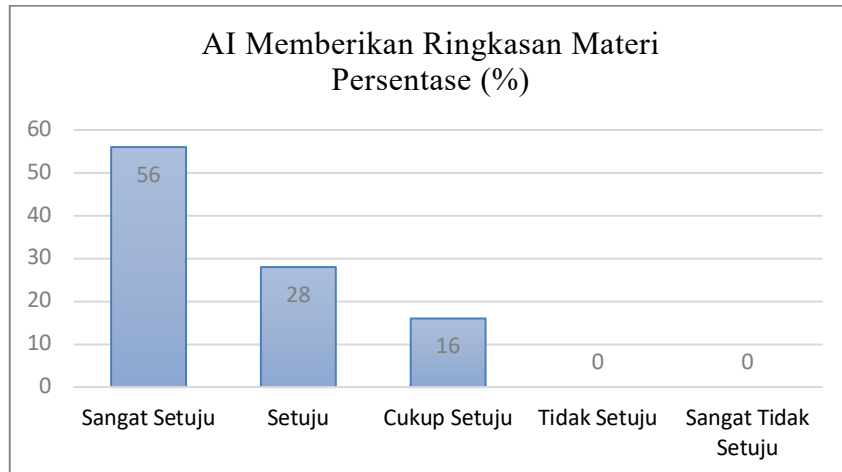


Gambar 3. Mahasiswa menggunakan AI sebagai langkah pertama saat menghadapi pertanyaan sulit.

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa sering menggunakan AI sebagai langkah pertama ketika menghadapi pertanyaan atau tugas yang sulit. Sebanyak 48% responden berada pada kategori sering, sementara 28% menyatakan sangat sering. Selain itu, 24% mahasiswa mengaku cukup sering menggunakan AI, menandakan bahwa hampir seluruh responden menjadikan AI sebagai rujukan awal dalam menyelesaikan kesulitan akademik.

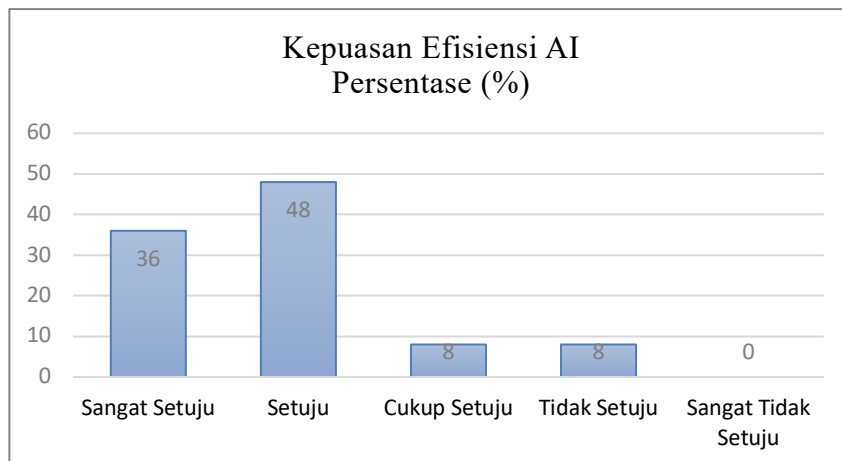
3.1.2 Efisiensi Akses Informasi Menggunakan AI

Hasil penelitian juga menemukan terkait tingkat efisiensi akses informasi yang diperoleh mahasiswa melalui pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dibuktikan dengan diagram berikut.



Gambar 4. Kemudahan AI dalam memberikan ringkasan materi

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar responden menilai AI sangat membantu dalam memperoleh ringkasan atau jawaban tanpa membaca banyak sumber. Sebanyak 56% sangat setuju, 28% setuju, dan 16% cukup setuju, tanpa adanya respon yang tidak setuju. Temuan ini menunjukkan bahwa AI dinilai sangat efektif sebagai alat penyederhana informasi dan diterima luas oleh responden.

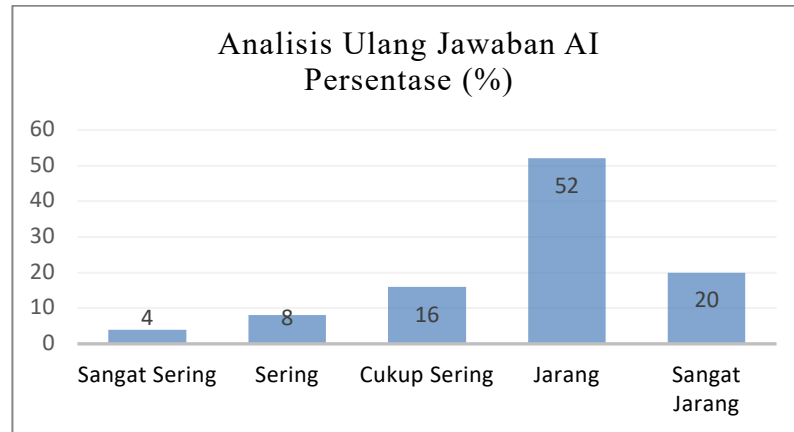


Gambar 5. Kepuasan mahasiswa terhadap efisiensi AI

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar responden puas dengan efisiensi AI dalam membantu pencarian informasi. Sebanyak 48% setuju dan 36% sangat setuju, sementara 8% cukup setuju dan 8% tidak setuju. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun ada sedikit ketidaksepakatan, secara umum AI dinilai memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi pencarian informasi.

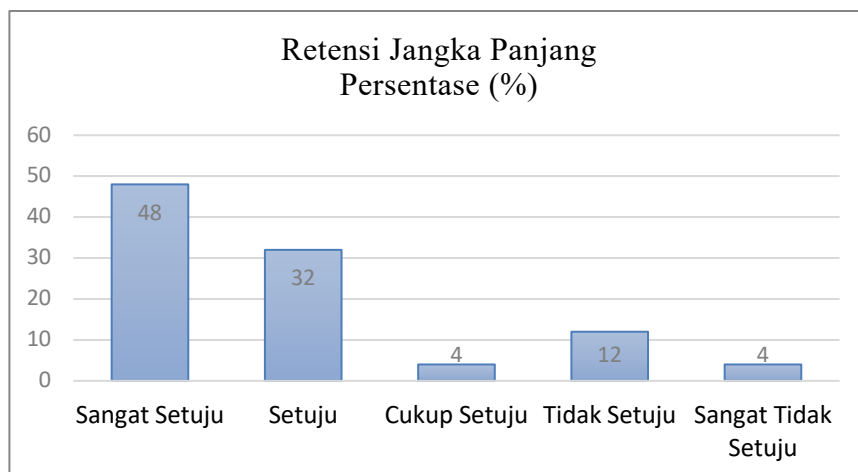
3.1.3 Dampak ketergantungan AI terhadap Stimulasi Kognitif Mahasiswa

Uraian berikut mengemukakan dampak yang ditimbulkan oleh ketergantungan mahasiswa terhadap AI, khususnya pada stimulasi kognitif yang terlihat dari data penelitian berikut.



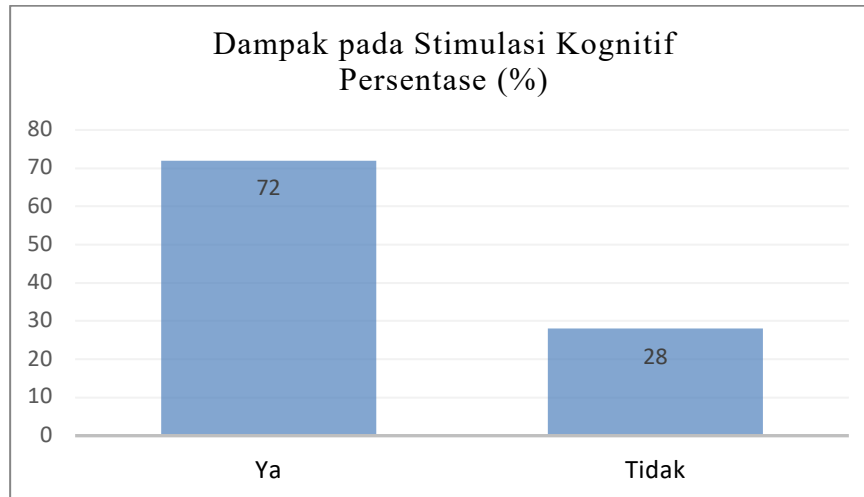
Gambar 6. Frekuensi analisis mandiri terhadap jawaban AI

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar responden jarang melakukan analisis mandiri meskipun telah memperoleh jawaban dari AI. Sebanyak 52% jarang dan 20% sangat jarang menganalisis sendiri, sementara hanya 16% cukup sering, 8% sering, dan 4% cukup sering. Temuan ini menunjukkan tingginya ketergantungan pada jawaban AI sehingga kecenderungan untuk melakukan verifikasi atau analisis mandiri relatif rendah.



Gambar 7. Retensi jangka panjang mahasiswa

Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas responden menilai AI efektif mempercepat pemahaman materi, tetapi kurang mendukung retensi jangka panjang. Sebanyak 48% sangat setuju dan 32% setuju, sementara yang tidak setuju relatif sedikit (12% tidak setuju, 4% cukup setuju, dan 4% sangat tidak setuju). Temuan ini menunjukkan bahwa efisiensi pemahaman melalui AI masih disertai kekhawatiran mengenai daya ingat setelahnya.



Gambar 8. Dampak ketergantungan AI pada stimulasi kognitif

Hasil survei menunjukkan bahwa mayoritas responden merasakan adanya penurunan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan kemandirian akibat ketergantungan pada AI. Sebanyak 72% responden menyatakan “ya”, mengindikasikan bahwa mereka menyadari dampak negatif tersebut. Sementara itu, 28% responden menyatakan tidak merasakan penurunan kemampuan. Temuan ini menggambarkan bahwa sebagian besar responden menyadari potensi risiko penggunaan AI yang berlebihan terhadap perkembangan kemampuan kognitif dan kompetensi personal mereka.

3.1.4 Pengecekan Keabsahan Data

Data yang diperoleh dilakukan uji kredibilitas dengan cara triangulasi jenis triangulasi metode. Proses Triangulasi dilakukan dengan melihat kesesuaian antara data kuantitatif, observasi dan wawancara yang dilakukan spade mahasiswa pendidikan biologi pada prodi pendidikan biologi, FTK, UIN Ar-Raniry. Triangulasi metode dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Triangulasi Metode

No.	Item hasil penelitian	Wawancara	Observasi
1.	Bagaimana frekuensi penggunaan AI dalam proses pembelajaran?	Sebagian besar mahasiswa sangat sering/selalu menggunakan AI disetiap proses pembelajaran, mulai dari mencari sumber jawaban, membuat tugas, menjawab pertanyaan diskusi bahkan untuk pertanyaan sederhana sekalipun	Selama proses pembelajaran mahasiswa sering menggunakan AI untuk beberapa kegiatan ditandai tidak bisa terlepas dari gadget mulai dari mencari sumber materi, menjawab pertanyaan saat diskusi
2.	Bagaimana jika penggunaan AI dibatasi oleh dosen selama proses pembelajaran saat perkuliahan (misal dalam penyelesaian tugas)?	Semua mahasiswa yang diwawancarai menjelaskan mereka akan kesulitan karena sudah terbiasa menggunakan AI selama proses perkuliahan	Mahasiswa menunjukkan ketergantungan kepada AI dalam proses pembelajaran termasuk dalam penyelesaian tugas. Sering ditemukan tugas dengan narasi yang sama karena pengerjaan menggunakan AI.
3.	Saat mendapatkan pertanyaan yang sulit, apakah langkah utama yang mahasiswa lakukan?	Sebagian besar mahasiswa menjelaskan mereka akan menuliskan pertanyaan pada AI untuk mencari jawaban, hanya sebagian kecil yang menjawab berdiskusi atau mencari referensi lain seperti artikel/buku	AI menjadi sumber utama saat mahasiswa diberikan sebuah pertanyaan yang menantang/sulit

4.	Bagaimana pandanganmu terkait efisiensi (kemudahan) dalam penggunaan AI?	Sebagian besar jawaban mahasiswa menjelaskan bahwa penggunaan AI selama proses perkuliahan sangat mudah dan efektif dalam menyederhanakan materi yang sulit dipahami	Mahasiswa cepat dalam mencari sumber bacaan dan mencari jawaban yang diberikan oleh rekan mahasiswa lain ataupun dosen
5.	Bagaimana pandanganmu tentang jawaban yang diberikan oleh AI?	Semua mahasiswa menjelaskan kepuasan mereka terhadap jawaban yang diberikan oleh AI	Saat diskusi kelas, untuk menjawab pertanyaan forum kelas mahasiswa memberikan jawaban yang diberikan oleh AI
6.	Apakah mahasiswa melakukan verifikasi ulang tentang kebenaran informasi yang dihasilkan oleh AI?	Sebagian besar mahasiswa menyampaikan mereka langsung menggunakan jawaban atau hasil yang diberikan oleh AI tanpa adanya verifikasi ulang atau kajian lebih lanjut	Banyak jawaban yang diberikan mahasiswa selama proses pembelajaran belum valid dan tidak jelas sumbernya
7.	Bagaimana penggunaan AI dalam mempengaruhi daya ingat jangka panjang mahasiswa?	Sebagian besar mahasiswa menyampaikan mereka sering lupa terkait konsep yang telah dipelajari ketika menggunakan AI selama proses pembelajaran	Mahasiswa kesulitan menjelaskan kembali konsep yang telah dipelajari pada pertemuan selanjutnya
8.	Apa dampak yang mahasiswa alami ketika sudah ketergantungan AI?	Sebagian besar mahasiswa menjelaskan adanya penurunan pada kemampuan kognitif seperti kemampuan berpikir kritis dalam menganalisis pertanyaan berbasis masalah, serta kolaborasi antar mahasiswa yang menurun, karena adanya bantuan instan dari AI	Proses diskusi tidak berjalan dengan baik, karena mahasiswa langsung mencari jawaban pertanyaan diskusi pada AI, dari nilai kuis dan ujian tengah pada pertanyaan HOTS rendah.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran

Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) di Indonesia memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan inovasi pada berbagai sektor, termasuk pendidikan (Putri, 2023). Dalam konteks pembelajaran, teknologi AI memberikan kemudahan bagi mahasiswa untuk mengakses materi kapan saja dan di mana saja (Aggarwal, 2024). Selain itu, kemampuan AI dalam menyediakan umpan balik secara real-time turut berkontribusi pada peningkatan efektivitas proses pembelajaran (Susilowati et al., 2024). Kemudahan akses informasi dan respons yang cepat menjadikan AI semakin relevan sebagai alat pendukung utama dalam kegiatan akademik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam pembelajaran mahasiswa Pendidikan Biologi berada pada tingkat sangat tinggi. Mayoritas mahasiswa menggunakan AI secara sering bahkan pada hampir seluruh aktivitas akademik mereka, mulai dari memahami materi, mencari referensi, hingga menyelesaikan tugas. Hal ini terjadi karena AI mampu memberikan respon cepat, personal dan interaktif sehingga memberikan efisiensi waktu bagi mahasiswa dalam mencari informasi, merangkum materi dan menyelesaikan tugas. Kemudahan tersebut mendorong mahasiswa menjadikan AI sebagai sumber belajar utama dibandingkan harus eksplorasi buku ajar, artikel ilmiah, bahkan diskusi mendalam dengan teman sejawat atau dosen.

Temuan ini sejalan dengan penelitian oleh Fauzi, Bisri, Agustio, dan rekan-rekan (2024) yang melaporkan bahwa mahasiswa di berbagai perguruan tinggi kini menjadikan AI sebagai bagian dari rutinitas belajar, terutama ketika menghadapi materi yang sulit atau membutuhkan penjelasan mendalam. Tren ini juga didukung oleh kajian Dewantara dan Dewi (2023) yang menyebutkan bahwa generative AI telah menjadi “partner belajar” utama bagi mahasiswa karena mampu

menyediakan akses informasi cepat, umpan balik instan, serta kemudahan dalam mengeksplorasi konsep akademik yang kompleks.

Jika ditinjau dari perspektif Technology Acceptance Model, penerimaan mahasiswa terhadap AI terutama dipengaruhi oleh persepsi kegunaan dan persepsi kemudahan penggunaan. Namun, penelitian terbaru periode 2024–2025 menunjukkan adanya dimensi baru yang semakin memperkuat penerimaan tersebut, yaitu aspek personalisasi (Alim, 2025). AI adaptif bisa melakukan personalisasi materi pembelajaran sesuai kebutuhan mahasiswa (Riska, 2025). Selain itu, AI juga memiliki kemampuan menyesuaikan konten ajar dan gaya penyampaian (Supriyatmoko, 2025). Dengan kata lain, AI adaptif yang menyesuaikan materi ajar dengan kondisi dan karakteristik mahasiswa (Hamdun, 2025). Kemampuan ini membuat mahasiswa semakin nyaman dan percaya bahwa AI dapat menjadi sumber belajar utama yang mendukung kebutuhan akademik mereka secara individual.

Meski demikian, tingginya penggunaan AI sebagai langkah pertama ketika mahasiswa menghadapi pertanyaan atau tugas sulit menandai adanya pergeseran pola kognitif. Kurniasari, Mardikaningsih, dan Sari (2024) mencatat bahwa mahasiswa cenderung langsung mencari jawaban instan dari AI tanpa terlebih dahulu melakukan proses berpikir awal. Temuan tersebut sangat konsisten dengan hasil penelitian ini, yang menunjukkan bahwa 48% mahasiswa berada pada kategori sering dan 28% sangat sering menggunakan AI sebelum mencoba menganalisis masalah secara mandiri. Kondisi ini mengindikasikan bahwa AI tidak lagi sekadar menjadi alat bantu, tetapi telah berfungsi sebagai default cognitive tool yang memengaruhi cara mahasiswa membangun pengetahuan.

Selain itu, tingkat ketergantungan mahasiswa terhadap AI dalam menyelesaikan tugas kuliah juga tergolong tinggi. Sebanyak 44% mahasiswa menyatakan sangat bergantung dan 32% bergantung pada AI untuk menyelesaikan pekerjaan akademik mereka. Meskipun kondisi ini mendukung efisiensi serta membantu mahasiswa menyelesaikan tugas dengan lebih cepat, ketergantungan yang berlebihan berpotensi mengurangi proses belajar bermakna (*meaningful learning*). Temuan ini menegaskan perlunya kajian lebih mendalam mengenai bagaimana pemanfaatan AI dapat dioptimalkan tanpa menghambat kemampuan berpikir kritis dan kemandirian belajar mahasiswa. Dengan pemanfaatan AI yang lebih bijaksana dan terarah, pengalaman belajar dapat ditingkatkan sekaligus mendukung terwujudnya masa depan pendidikan yang lebih baik (Putri, 2023).

3.2.2 Efisiensi akses informasi menggunakan AI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa menilai kecerdasan buatan (AI) sebagai alat yang sangat efisien dalam menyediakan akses informasi, baik melalui ringkasan materi maupun jawaban yang bersifat langsung. Sebanyak 56% responden menyatakan sangat setuju bahwa AI mampu mempersingkat waktu belajar, dan 48% setuju bahwa AI memudahkan proses pencarian informasi. Efisiensi ini semakin terasa karena AI dapat menyajikan penjelasan praktis, ringkasan yang padat, serta jawaban instan yang mempercepat pemahaman mahasiswa terhadap topik-topik biologi yang cenderung kompleks (Doğru, 2025). Kondisi ini membuat mahasiswa merasa lebih terbantu sekaligus lebih puas dalam menyelesaikan tugas akademik maupun memahami konsep baru.

Dalam konteks pembelajaran biologi, mahasiswa kerap berhadapan dengan materi abstrak seperti genetika, termasuk fisiologi, struktur hewan, dan ekologi, yang memerlukan penjelasan sistematis untuk dipahami secara utuh (Baroud, 2025). AI dinilai mampu menjawab kebutuhan tersebut dengan menyediakan penyederhanaan informasi yang jelas dan langsung pada inti permasalahan (Li, 2025). Temuan penelitian memperlihatkan bahwa 56% mahasiswa sangat setuju dan 28% setuju bahwa AI memudahkan pemahaman mereka melalui ringkasan dan penjelasan bertahap yang lebih mudah diikuti. Kemampuan AI dalam memecah konsep yang kompleks menjadi modul bertingkat serta menyediakan penjelasan berulang yang disesuaikan dengan perkembangan belajar mahasiswa membuat proses dan urutan penjelasan menjadi lebih sederhana dan mudah dipahami (Katona, 2025). Selain itu, platform seperti ChatGPT membantu mahasiswa yang mengalami kebingungan dengan memberikan arahan, memecah konsep sulit, dan menghadirkan penjelasan alternatif yang

lebih mudah dicerna (Suryawijaya, 2024).

Meskipun demikian, efisiensi akses informasi yang sangat tinggi ini perlu dipahami dengan cermat. Palma (2025) menegaskan bahwa penyederhanaan materi oleh AI berpotensi menimbulkan pemahaman yang bersifat dangkal, karena mahasiswa cenderung hanya menerima informasi tanpa melakukan proses elaborasi mandiri. Kondisi ini memunculkan risiko *surface learning*, yakni proses belajar cepat yang tidak menghasilkan pemahaman jangka panjang. Temuan literatur tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana sebagian besar mahasiswa mengakui bahwa AI memang mempercepat pemahaman, tetapi kurang mendukung daya ingat jangka panjang.

Dengan demikian, meskipun AI terbukti memberikan efisiensi signifikan dalam akses informasi, penggunaannya tetap perlu diimbangi dengan strategi pembelajaran aktif. Tanpa adanya proses berpikir mendalam dan keterlibatan kognitif, mahasiswa berpotensi beralih dari upaya membangun pengetahuan menjadi hanya memperoleh informasi secara instan tanpa penguatan pemahaman.

3.2.3 Dampak ketergantungan AI terhadap kemampuan kognitif mahasiswa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingginya intensitas penggunaan AI berkaitan dengan penurunan stimulasi kognitif mahasiswa. Data memperlihatkan bahwa sebagian besar mahasiswa tidak lagi melakukan proses analisis mandiri setelah memperoleh jawaban dari AI, di mana 52% menyatakan jarang dan 20% sangat jarang melakukan verifikasi atau penalaran lanjutan terhadap informasi yang diterima. Selain itu, sebanyak 72% responden mengakui adanya dampak negatif terhadap kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, serta kemandirian belajar. Temuan ini mengindikasikan bahwa ketergantungan yang berlebihan pada AI dapat menghambat keterlibatan kognitif yang seharusnya berkembang melalui proses analisis, refleksi, dan interaksi akademik yang lebih mendalam.

Dalam konteks pembelajaran Biologi, ketergantungan terhadap AI memiliki karakteristik yang berbeda dengan bidang ilmu yang lain. Mata kuliah biologi tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, namun juga keterampilan proses sains dalam mengembangkan kemampuan kognitif, seperti mengamati, mengklasifikasi, merancang eksperimen, menginterpretasikan data, dan menarik kesimpulan. Kemampuan tersebut tidak terlatih jika mahasiswa pendidikan biologi menggunakan AI sebagai pengganti proses berpikir. Mahasiswa berisiko kehilangan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah yang menjadi kompetensi utama calon guru biologi.

Temuan ini sejalan dengan pendapat (Zhai, 2024) yang menyatakan ketergantungan berlebihan pada AI berbasis dialog berkaitan dengan penurunan keterampilan berpikir kritis dan analitis, terutama ketika dimanfaatkan sebagai penyedia jawaban instan tanpa diikuti proses evaluasi dan refleksi. Penggunaan AI yang tidak mendorong keterlibatan kognitif secara aktif berpotensi membentuk perilaku belajar lebih pasif dan mengurangi kesempatan mahasiswa untuk membangun pengetahuan melalui proses penyelidikan ilmiah. Kondisi tersebut konsisten dengan hasil penelitian ini, di mana 72% mahasiswa mengakui bahwa penggunaan AI secara intensif berkontribusi terhadap penurunan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan kemandirian belajar.

Sebuah pola yang juga ditemukan dalam penelitian lain yang menyebutkan bahwa AI dapat melemahkan kemampuan berpikir kritis jika digunakan secara berlebihan (Kurniasari et al., 2024). Ketika mahasiswa menerima jawaban instan tanpa proses reasoning, maka aktivitas kognitif penting seperti evaluasi, interpretasi, dan refleksi menjadi berkurang. AI memang mampu menurunkan beban kognitif dengan memberikan scaffolding instan, tetapi pengurangan beban ini secara bersamaan dapat menurunkan keterlibatan kognitif mendalam yang penting bagi perkembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Hussain, 2025). Mahasiswa mendapatkan kemudahan sesaat ketika belajar, tetapi justru tidak melatih diri untuk menghadapi tugas yang kompleks secara mandiri.

Dari perspektif etika akademik, ketergantungan pada AI dapat menghambat pembentukan integritas dan kemandirian belajar, karena mahasiswa terbiasa menerima jawaban tanpa melalui proses analisis dan evaluasi yang menjadi fondasi pembelajaran bermakna (Palma, 2025). Desain pembelajaran adaptif dalam penggunaan AI penting agar aktivitas otak terkait pemecahan masalah termobilisasi (Gehrke, 2025). Oleh karena itu, meskipun AI memberikan kemudahan dalam pembelajaran, ketergantungan yang tidak terkontrol dengan strategi pembelajaran yang tepat dapat

menciptakan risiko penurunan stimulasi kognitif jangka panjang.

Temuan ini memiliki implikasi penting bagi dosen. Peran dosen tidak lagi hanya sebagai penyampai materi, tetapi juga sebagai fasilitator yang membimbing mahasiswa menggunakan AI secara produktif. Dosen perlu merancang aktivitas pembelajaran yang mendorong mahasiswa menjelaskan proses berpikir, memberikan argumentasi berbasis bukti, membandingkan hasil AI dengan referensi ilmiah, serta melakukan refleksi terhadap kualitas jawaban yang dihasilkan AI (Nguyen, 2025). Pendekatan tersebut dapat menggeser fungsi AI yang tidak hanya sebagai answer generator, menjadi alat pendukung pembelajaran, sehingga mahasiswa tetap membangun sendiri pengetahuannya.

Selain itu, temuan ini memberikan implikasi terhadap perkembangan kurikulum program studi pendidikan biologi. Kurikulum tidak cukup hanya mengintegrasikan AI sebagai pengenalan teknologi kepada mahasiswa, namun harus disertai dengan penguatan kompetensi literasi digital, etika akademik, prompt engineering, verifikasi informasi ilmiah dan berpikir kritis (Mubaro, 2024). Bentuk asesmen perlu dikembangkan yang tidak hanya fokus pada produk atau hasil akhir, melainkan penilaian pada proses berpikir, argumentasi ilmiah, pemecahan masalah kontekstual, kemampuan mengkritisi, dan memvalidasi luaran AI. Dengan demikian AI dapat dimanfaatkan maksimal sebagai instrumen yang meningkatkan kualitas pembelajaran tanpa mengurangi tujuan utama pendidikan tinggi.

4. Simpulan

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa kecerdasan buatan (AI) memiliki peran ganda dalam pembelajaran mahasiswa Pendidikan Biologi: di satu sisi meningkatkan efisiensi akses informasi, namun di sisi lain berpotensi menurunkan stimulasi kognitif jika digunakan secara berlebihan. Temuan ini menguatkan pernyataan tesis bahwa AI bukan hanya alat pendukung pembelajaran, tetapi juga faktor yang secara langsung memengaruhi cara mahasiswa berpikir, memproses informasi, dan membangun pengetahuan. Secara keseluruhan, penelitian menunjukkan bahwa AI memberikan kemudahan yang signifikan dalam memahami materi kompleks melalui penyederhanaan konsep, personalisasi pembelajaran, serta umpan balik instan yang mempercepat proses belajar. Namun demikian, tingginya ketergantungan mahasiswa terutama ketika menghadapi tugas atau pertanyaan sulit, mengindikasikan perlunya kewaspadaan agar penggunaan AI tidak mengikis kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kemandirian belajar.

Dengan demikian, diperlukan strategi pembelajaran yang dapat menjaga keseimbangan antara pemanfaatan AI sebagai sumber efisiensi dan upaya mempertahankan kedalaman proses kognitif mahasiswa. AI seharusnya menjadi alat pendukung pembelajaran, bukan pengganti proses berpikir. Melalui integrasi yang bijaksana, misalnya melalui pembelajaran aktif, penugasan yang menuntut analisis, dan kebijakan akademik yang mendorong verifikasi serta refleksi AI dapat dioptimalkan untuk memperkuat kualitas pembelajaran tanpa menurunkan stimulasi kognitif. Pada akhirnya, pendidikan masa depan akan bergantung pada kemampuan kita mengarahkan penggunaan AI secara kritis, kreatif, dan bertanggung jawab, sehingga teknologi bukan hanya memberikan kenyamanan instan, tetapi juga membentuk mahasiswa yang cakap, mandiri, dan siap menghadapi tantangan intelektual di era perkembangan teknologi.

5. Referensi

- Aggarwal, K. K. and Agrawal, S. (2024) 'Artificial intelligence and its role in financial market', *Global Financial Analytics and Business Forecasting*, pp. 67–82.
- Alim, B., & Khusnah, N. (2025). Optimalisasi hasil belajar melalui integrasi kecerdasan buatan dalam pembelajaran adaptif pada mata kuliah profesi pendidikan. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(1), 55–66. <https://doi.org/10.23969/jp.v10i3.29115>
- Baroud, S., et al. (2025). Improving biology learning in high school with ChatGPT: A case study in

- Morocco. European Journal of Mathematics, Science and Technology Education (EJMSTE). Retrieved from <https://www.ejmste.com/download/improving-biology-learning-in-high-school-with-chatgpt-a-case-study-in-morocco-16606.pdf>
- Dempere, J. (2023). The impact of ChatGPT on higher education. *Frontiers in Education*, 8, Article 1206936. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1206936>
- Dewantara, B. A., & Dewi, L. K. (2023). Generative AI dalam pembelajaran mahasiswa: Antara inovasi pendidikan dan integritas akademik. *JiIP – Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(4), 2414–2423. <https://doi.org/10.54371/jiip.v8i7.8680>
- Doğru, M. S. (2025). ChatGPT as a virtual laboratory teaching assistant in undergraduate biology laboratory courses. *Journal of Science Education and Technology / Springer*. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-025-10271-z>
- Fauzi, M., Bisri, M., Agustio, R. F., Mulia, R. P., & Iksari, I. H. (2024). Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam lingkup mahasiswa melaksanakan pembelajaran. *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 4(2), 55–63. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/4935/335>
- Firdaus, J. A., Ummah, R. I., Aprialini, R. R., Fithriyyah, A., Mahsusi, & Faizin, A. (2025). Ketergantungan penggunaan kecerdasan buatan (AI) pada tugas akademik mahasiswa terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 14(1). <https://doi.org/10.58230/27454312.1634>
- Gehrke, L., et al. (2025). Neuroadaptive haptics: proof-of-concept comparing RL adaptation driven by neural signals. *Frontiers in Virtual Reality*. <https://doi.org/10.3389/frvir.2025.1616442>
- Hamdun, K., Mafrukha, W. N., & Alfadhli, M. (2025). Model konseptual pembelajaran adaptif berbasis kecerdasan buatan sebagai inovasi kontekstualisasi kurikulum pendidikan. *Raudhah: Jurnal Tarbiyah Islamiyah*, 8(1), 75–88. <https://doi.org/10.48094/raudhah.v10i2.987>
- Hussain, S. A., Ayub, F., Ahmed, N., & Ziauddin. (2024). Cognitive Load Management Through Adaptive AI Learning System: Implications for Student Focus and Retention. *The Critical Review of Social Sciences Studies*. <https://doi.org/10.59075/kpfrdv65>
- Katona, J., & Gyonyoru, K. I. K. (2025). AI-based adaptive programming education for socially disadvantaged students: Bridging the digital divide. *TechTrends*, 69, 925–942. <https://doi.org/10.1007/s11528-025-01088-8>
- Kisno, Fatmawati, N., Rizkiyanti, R., Kurniasih, S., & Ratnasari, E. M. (2023). Pemanfaatan teknologi artificial intelligences (AI) sebagai respon positif mahasiswa PIAUD dalam kreativitas pembelajaran dan transformasi digital. *Indonesian Journal of Islamic Golden Age Education*, 4(1), 44–56. <https://doi.org/10.32332/ijigaed.v4i1.7878>
- Küçükuncular, A. (2025, October). Learning with, rather than through, AI: co-designing science education for critical AI literacy. In *Frontiers in Education* (Vol. 10, p. 1716353). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1716353>
- Kurniasari, P., Mardikaningsih, A., & Sari, R. S. (2024). Dependensi penggunaan kecerdasan buatan AI terhadap tugas akademik mahasiswa. *JUPEIS: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 5(1), 77–89.

<https://doi.org/10.57218/jupeis.Vol4.Iss3.1801>

- Li, M., & Wilson, J. (2025). AI-Integrated Scaffolding to Enhance Agency and Creativity in K-12 English Language Learners: A Systematic Review. *Information*, 16(7), 519. <https://doi.org/10.3390/info16070519>
- Mubarok, N., Susanti, E., & Lestari, E. (2024). Strategi Pembelajaran Perguruan Tinggi di Era Artificial Intelligence (AI). *Jurnal Manajemen dan Budaya*, 4(2). <https://doi.org/10.51700/manajemen.v4i2.720>
- Mufidah, V. N., Wahyuni, S., Khoiriyah, B., & Rahma, P. A. A. (2025). Analisis Motif Penggunaan ChatGPT dan Pengaruhnya Terhadap Efikasi Mahasiswa PAI di Universitas Nahdlatul Ulama Indonesia. *Al-Ikhtibar: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 12(2), 69-77. <https://doi.org/10.32505/ikhtibar.v12i2.12466>
- Nguyen, H., Chen, H. L., & Asfani, K. (2025). Supporting Self-Regulated Learning in the Age of Artificial Intelligence: A Comparative Systematic Review of Earlier AI and Generative AI. *Journal of Educational Computing Research*, 07356331261450647.
- Oktafia, N., Latifah, A. M., Haris, A. D. E., Andrianie, S., & Krismona, E. B. (2025). Mahasiswa dan AI: Transformasi cara berpikir kritis dan penyelesaian masalah di era digital. Dalam *Prosiding Konseling Kearifan Nusantara: Revitalisasi Bimbingan dan Konseling Berbasis Kearifan Lokal untuk Memperkuat Kreativitas & Ketangguhan Generasi Z menuju Indonesia Emas (Vol. 4)*. Universitas Sebelas Maret. <https://doi.org/10.29407/vpnfq046>
- Palma, T. Y. (2025). Artifisial intelligence dalam pendidikan: Kajian literatur mengenai dampak inovatif dan implikasi moral. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 10(2), 335–350. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v10i11.62284>
- Prabha Siddhesh Kadam and Vinod Moreshwar Vaze. (2021). Early Detection of Prone to Failure Student Using Machine Learning Techniques. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 14(5), 133–140. <https://doi.org/10.21786/bbrc/14.5/26>
- Putri, V.A., Sotyawardani, K.C.A. and Rafael, R.A. (2023) ‘Peran Artificial Intelligence dalam Proses Pembelajaran Mahasiswa di Universitas Negeri Surabaya’, in *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Ilmu Sosial (SNIIS)*, pp. 615–630.
- Riska, N., Rosmilawati, I., & Juansah, D. E. (2025). Integrasi teknologi AI dalam pembelajaran adaptif untuk meningkatkan keterampilan abad 21 di sekolah dasar. *Jurnal Inovasi dan Teknologi Pendidikan*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.46306/jurinotep.v4i1.130>
- Sahabuddin, R., Azhari, A., Natasya, W., Annisa, M. A., Putra, M. D. P., & Marpia. (2025). Dampak penggunaan AI dalam meningkatkan efisiensi belajar mahasiswa: Studi tentang ketergantungan dan kemampuan kritis. *Jurnal Rumpun Manajemen dan Ekonomi*, 2(3), 421–430. <https://doi.org/10.61722/jrme.v2i3.4530>
- Supriyatmoko, S., Anam, K., & Kurniawan, W. (2025). Model pembelajaran adaptif berbasis kecerdasan buatan: Peluang dan tantangan dalam mewujudkan pendidikan personalisasi. *STRATEGY: Jurnal Inovasi Strategi dan Model Pembelajaran*, 2(1), 44–58.
- Susilowati, N. 2024. Efektivitas Penggunaan Artificial intelligence dalam Meningkatkan Proses Pembelajaran pada Siswa (Studi Kasus Ma Unggulan Al-Imdad). *NUSRA: Jurnal Penelitian dan Ilmu*

- Pendidikan. 5(3), 1399-1406. DOI: <https://doi.org/10.55681/nusra.v5i3.3182>
- Syahara, R. A., Irwandani, & Handoko, A. (2025). Systematic literature review: Integrasi artificial intelligence dalam pembelajaran biologi era digital. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 13(2). <https://doi.org/10.35450/jip.v13i2.1196>
- Zhai, C. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on cognitive abilities and engagement. *Smart Learning Environments*, 11, Article 16. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7>
- Zhang, L., & Xu, J. (2025). The paradox of self-efficacy and technological dependence: Unraveling generative AI's impact on university students' task completion. *The Internet and Higher Education*, 65, 100978. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2024.100978>