



Peran *Artificial Intelligence* (AI) dalam Mengelola Beban Kognitif Mahasiswa Biologi: Kajian Sistematis

Iffa Ichwani Putri^{a,1}, Nurul Fauziah^{b,2}, Sepita Ferazona^{c,3}, Ummi Kalsum^{d,4}, Andri Hendrizal^{e,5}

^{a,b,c,d}Pendidikan Biologi FKIP UIR, ^eManajemen Sumber Daya Perairan FPK UNRI

¹iffa.ichwani@edu.uir.ac.id, ²fauziahnurul@edu.uir.ac.id, ³sepitabio@edu.uir.ac.id,
⁴ummibio@edu.uir.ac.id, ⁵andri.hendrizal@lecturer.unri.ac.id

Informasi Artikel	Abstrak
Received: June, 2025	Studi ini bertujuan untuk menganalisis literatur secara komprehensif mengenai penggunaan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam mendukung proses pembelajaran di bidang biologi, khususnya dalam konteks pengelolaan beban kognitif. Hal ini berdasarkan banyaknya kompleksitas konsep dan terminologi dalam biologi, beban kognitif menjadi hambatan dalam mencapai efektivitas pembelajaran. Metode yang digunakan adalah systematic literature review (SLR) berbasis pedoman PRISMA, sebanyak 25 artikel ilmiah yang dipublikasikan antara tahun 2017 hingga 2023 yang dianalisis secara tematik dan kualitatif. Hasil kajian mengidentifikasi berbagai cara pemanfaatan AI dalam memfasilitasi pembelajaran, mendukung pemahaman konsep, memprediksi kebutuhan belajar, serta menyediakan bimbingan cerdas yang adaptif. Studi-studi yang direview menunjukkan bahwa aplikasi berbasis AI, baik dalam format web maupun mobile, memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kemudahan dan kenyamanan belajar. Integrasi pendekatan multidisipliner, termasuk psikologi kognitif, ilmu afektif, dan teknologi pendidikan dengan AI, terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran. Kajian ini menegaskan bahwa implementasi AI dalam pendidikan harus mempertimbangkan beban kognitif yang dihadapi mahasiswa, serta memanfaatkan potensi AI untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih adaptif, personal, dan responsif terhadap kebutuhan individu.
Revised: June, 2025	
Published: June, 2025	
Kata kunci: Beban Kognitif Biologi Kecerdasan Buatan Sains	
Keywords: <i>Artificial Intelligence Biology Cognitive Load Science</i>	Abstract <i>This study aims to comprehensively analyze the literature on the use of artificial intelligence (AI) technology in supporting the learning process in the field of biology, especially in the context of cognitive load management. This is based on the complexity of concepts and terminology in biology, cognitive load becomes an obstacle in achieving learning effectiveness. The method used is a systematic literature review (SLR) based on the PRISMA guidelines, as many as 25 scientific articles published between 2017 and 2023 that were analyzed thematically and qualitatively. The results of the study</i>

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Umami Kalsum, Andri Hendrizal

identified various ways to use AI in facilitating learning, supporting concept understanding, predicting learning needs, and providing adaptive intelligent guidance. The studies reviewed show that AI-based applications, both in web and mobile formats, have a significant impact on improving the ease and convenience of learning. The integration of multidisciplinary approaches, including cognitive psychology, affective sciences, and educational technology with AI, has been shown to improve the efficiency and effectiveness of the learning process. This study emphasizes that the implementation of AI in education must consider the cognitive burden faced by students, as well as harness the potential of AI to create a learning environment that is more adaptive, personalized, and responsive to individual needs.

PENDAHULUAN

Pendidikan biologi, sebagai suatu disiplin ilmu yang mempelajari tentang kehidupan dan organisme, memang mengandung konsep-konsep yang kompleks dan rumit. Materi yang diajarkan seringkali melibatkan pemahaman yang mendalam tentang sistem dan proses biologis, yang mungkin melibatkan banyak tingkatan organisasi biologis, mulai dari molekul hingga ekosistem. Kompleksitas ini dapat menimbulkan beban kognitif tinggi pada mahasiswa, yang berisiko menghambat pemahaman konseptual dan kemampuan menerapkan pengetahuan dalam konteks baru (Koc-Januchta et al., 2020).

Beban kognitif merujuk kepada jumlah total kapasitas mental yang digunakan dalam memori kerja. Dalam konteks pendidikan, beban kognitif bisa menjadi tantangan penting yang mempengaruhi sejauh mana siswa bisa memahami dan menyerap materi pelajaran (Ahmad et al., 2020; Ferguson et al., 2022). Teori Beban Kognitif (*Cognitive Load Theory*), yang pertama kali diperkenalkan oleh John Sweller pada tahun 1980-an, menunjukkan bahwa kapasitas memori kerja kita terbatas, dan apabila kapasitas tersebut melebihi batas, hal ini dapat menghambat proses belajar.

Dalam pendidikan biologi, beban kognitif bisa menjadi permasalahan yang signifikan. Misalnya, saat belajar tentang pewarisan sifat, materi genetik, juga yang termasuk konsep dasar genetika. Mencoba mengingat dan memahami semua informasi ini sekaligus bisa sangat membebani memori kerja siswa, sehingga mereka mungkin kesulitan untuk benar-benar memahami materi tersebut secara keseluruhan (Duran et al., 2022; Krieglstein et al., 2022; Paas & van Merriënboer, 2020).

Beban kognitif juga menjadi permasalahan ketika siswa diharuskan untuk menerapkan pengetahuan mereka dalam situasi baru. Misalnya, saat siswa diminta untuk menerapkan pengetahuan mereka tentang genetika untuk memecahkan masalah yang kompleks atau memahami fenomena biologis baru. Memori kerja mereka bisa menjadi terbebani oleh upaya untuk mengingat pengetahuan yang relevan, memahami situasi baru, dan mencoba menyelesaikan masalah atau memahami fenomena tersebut (Monaro et al., 2022).

Email: bae@journal.uir.ac.id

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

Oleh karena itu, penting untuk mencari strategi dan alat yang dapat membantu mengelola beban kognitif ini dalam pendidikan biologi. Salah satu pendekatan yang mungkin efektif adalah penggunaan kecerdasan buatan (AI) sebagai alat bantu pendidikan (Hudon et al., 2021; Yao et al., 2020). AI dapat membantu merancang materi pelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan individu siswa, menyajikan informasi dalam cara yang lebih mudah dimengerti, atau membantu siswa dalam menerapkan pengetahuan mereka dalam situasi baru. Namun, efektivitas AI dalam konteks ini perlu diteliti lebih lanjut.

Pemanfaatan AI ini diyakini dapat mereduksi beban kognitif dengan cara memfasilitasi integrasi pengetahuan secara bertahap dan mendorong keterlibatan kognitif yang lebih terarah (Ferguson et al., 2022). Namun demikian, kajian-kajian yang ada masih bersifat terfragmentasi dan cenderung menekankan aspek teknis dari penerapan AI, tanpa secara khusus menelaah keterkaitannya dengan beban kognitif dalam konteks pendidikan biologi (Duran et al., 2022; Krieglstein et al., 2022). Selain itu, belum terdapat telaah sistematis yang secara khusus mengidentifikasi pendekatan, bentuk implementasi, dan bukti empiris efektivitas AI dalam mengelola beban kognitif mahasiswa pada mata kuliah biologi.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan melakukan kajian literatur secara sistematis terhadap publikasi ilmiah yang membahas penggunaan AI dalam pendidikan biologi, khususnya dalam pengelolaan beban kognitif. Kajian ini tidak hanya diharapkan dapat memberikan dasar konseptual dan praktis bagi pengembangan strategi pembelajaran yang lebih adaptif, efisien, dan berbasis bukti. Dengan demikian, hasil studi ini relevan bagi pendidik, perancang kebijakan pendidikan, dan pengembang teknologi pembelajaran dalam memaksimalkan potensi AI secara bertanggung jawab dan kontekstual dalam pendidikan tinggi.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode review literatur sistematis (Kosztyán et al., 2021; Mengist et al., 2020). Strategi pencarian dan seleksi literatur untuk studi berjudul "Review Sistematis Terhadap Efektivitas Alat Bantu AI Dalam Mengelola Beban Kognitif Mahasiswa Biologi" melibatkan pemanfaatan beberapa database dan mesin pencari akademis. ERIC, Google Scholar, Web of Science, Scopus, dan IEEE Xplore dipilih karena cakupan luasnya terhadap berbagai jenis literatur, mulai dari artikel jurnal hingga konferensi dan tesis, terkait pendidikan dan teknologi.

Kombinasi kata kunci yang digunakan dalam pencarian literatur mencakup "Kecerdasan Buatan," "AI dalam Pendidikan," "Beban Kognitif," "Pendidikan Biologi," dan "Pembelajaran Adaptif." Tujuan dari penggunaan kata kunci ini adalah untuk menemukan literatur yang relevan dengan fokus studi, yaitu manajemen beban kognitif dalam konteks pendidikan biologi melalui penggunaan AI.

Setelah pengidentifikasian literatur potensial, dilakukan proses seleksi yang melibatkan penelaahan judul, abstrak, dan jika diperlukan, teks lengkap publikasi tersebut. Seleksi difokuskan pada publikasi yang secara spesifik membahas penggunaan AI dalam pendidikan

Email: bae@journal.uir.ac.id

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

biologi dan penekanan khusus pada manajemen beban kognitif. Kualitas metodologi penelitian dan relevansi publikasi terhadap tujuan studi ini menjadi pertimbangan penting dalam proses seleksi.

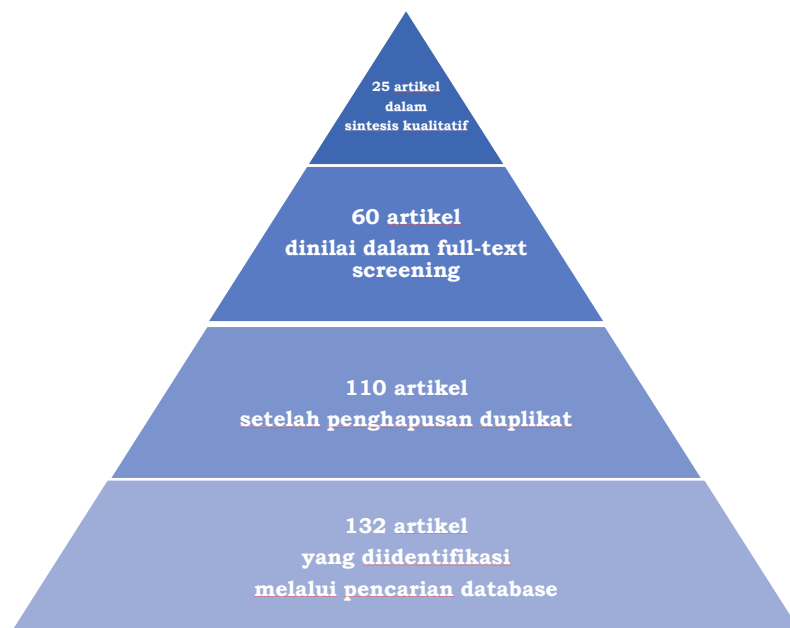
Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Untuk memastikan relevansi dan kualitas literatur yang diulas dalam "Review Sistematis Terhadap Efektivitas Alat Bantu AI Dalam Mengelola Beban Kognitif Mahasiswa Biologi," beberapa kriteria inklusi dan eksklusi diterapkan.

Dalam hal inklusi, pertama, literatur yang dipertimbangkan harus membahas penggunaan AI dalam konteks pendidikan, khususnya pendidikan biologi. Kedua, penelitian yang diulas harus mencakup aspek beban kognitif, baik secara langsung atau tidak langsung. Ketiga, hanya dipertimbangkan literatur yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir untuk menjamin relevansi terhadap teknologi dan pendekatan pembelajaran terkini. Keempat, studi harus diterbitkan dalam bahasa Inggris untuk memungkinkan penelaahan yang akurat dan efektif.

Mengenai kriteria eksklusi, publikasi yang tidak berkaitan dengan AI, pendidikan biologi, atau beban kognitif akan dikecualikan. Penelitian yang tidak menggunakan metodologi yang jelas atau tidak memadai juga dikecualikan untuk memastikan kualitas dan validitas temuan yang diulas. Selain itu, opini, editorial, dan komentar dikecualikan karena sifat subjektif dan kurangnya basis penelitian yang kuat. Akhirnya, literatur yang tidak tersedia dalam teks lengkap juga dikecualikan dari review ini.

Proses seleksi dilakukan secara bertahap melalui empat tahapan utama digambarkan pada Gambar 1.



Email: bae@journal.uir.ac.id

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

Gambar 1. Tahap seleksi artikel

Pada tahap awal, sebanyak 132 artikel berhasil diidentifikasi melalui pencarian di berbagai database akademik seperti Scopus, Web of Science, ERIC, Google Scholar, dan IEEE Xplore. Proses ini menggunakan kata kunci yang relevan dengan tema penelitian seperti "kecerdasan buatan", "AI dalam pendidikan", dan "beban kognitif". Hasil identifikasi tersebut, dilakukan proses penghapusan duplikat yang menghasilkan 110 artikel unik yang layak untuk ditelaah lebih lanjut. Selanjutnya, dilakukan screening terhadap teks penuh dari 60 artikel, untuk menilai kesesuaian isi dengan fokus kajian. Penilaian mencakup metodologi, konteks pendidikan biologi, dan keterkaitan langsung dengan manajemen beban kognitif. Setelah melalui proses seleksi yang ketat berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, hanya 25 artikel yang dinyatakan memenuhi syarat dan dimasukkan ke dalam sintesis kualitatif untuk dianalisis secara mendalam.

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Temuan

Penelitian menemukan bahwa terdapat empat bidang utama aplikasi AI dalam pendidikan yang berkaitan dengan layanan dukungan akademik dan administrasi, yakni pembuatan profil dan prediksi, penilaian dan evaluasi pendidikan, sistem adaptif dan personalisasi, serta sistem bimbingan cerdas (Zawacki-richter et al., 2019).

Humble dan Mozelius (2019) menggarisbawahi potensi serta tantangan AI dalam pendidikan, menunjukkan bahwa meski ada ancaman, terdapat peningkatan kualitas pembelajaran dengan bantuan aplikasi AI. Sementara itu, Da'u dan Salim (Da'u & Salim, 2020) mengkaji penggunaan teknik pembelajaran mendalam dalam sistem rekomendasi dan menemukan bahwa auto encoder adalah arsitektur pembelajaran mendalam yang paling populer.

Penelitian lainnya menemukan peningkatan minat dan dampak penelitian AI dalam pendidikan, namun menekankan kurangnya studi yang menggabungkan teknologi AI dengan teori pendidikan yang mendalam (X. Chen et al., 2020). Sedangkan Chatterjee & Bhattacharjee (2020) mengkaji prospek penggunaan AI dalam pendidikan tinggi dan menemukan bahwa model 'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology' (UTAUT) dapat membantu pihak pendidikan dalam memfasilitasi adopsi AI.

Rana et al. (2021) menemukan bahwa AI telah berperan penting dalam berbagai cabang pendidikan dan membantu meningkatkan gaya belajar. Aplikasi AI berbasis web dan seluler telah membuat pendidikan menjadi lebih mudah dan nyaman. Vidanaralage et al. (2022b) melakukan dua penelitian. Penelitian pertama menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis video dapat meningkatkan akurasi pengambilan informasi. Penelitian kedua menunjukkan bahwa penggunaan gamifikasi dalam pembelajaran berbasis video dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik (Vidanaralage et al., 2022a).

Email: bae@journal.uir.ac.id

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

Yilmaz et al. (2022) juga mengeksplorasi potensi Massive Open Online Courses (MOOCs) yang diintegrasikan dengan tutoring yang cerdas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MOOCs dapat membantu identifikasi kebutuhan belajar, memfasilitasi interaksi konten belajar, serta mendukung proses penilaian yang dinamis.

Tabel 1. Hasil Analisis Penelitian Terkait AI dan Beban Kognitif

Tahun	Judul	Penulis	Hasil
2019	Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?	Olaf Zawacki-Richte, Victoria I. Marin, Melissa Bond and Franziska Gouverneur	Hasil menyajikan empat bidang aplikasi kecerdasan buatan dalam pendidikan (AIED) dalam layanan dukungan akademik, kelembagaan dan layanan administrasi: 1. pembuatan profil dan prediksi, 2. penilaian dan evaluasi pendidikan, 3. sistem adaptif dan personalisasi, dan 4. sistem bimbingan cerdas.
2019	Artificial Intelligence in education: a promise, a threat or a hype?	Niklas Humble and Peter Mozelius	Temuan menunjukkan bahwa ada janji dan ancaman bagi guru dalam kecerdasan buatan kontemporer dalam pendidikan. Namun, beberapa aspek lapangan tampak ada potensi peningkatan kualitas pembelajaran dengan bantuan aplikasi AI setiap harinya.
2019	Recommendation system based on deep learning methods: A systematic review and new directions	Aminu Da' u, Naomie Sa lim	Hasil review menunjukkan bahwa auto encoder (AE) model adalah arsitektur pembelajaran mendalam yang paling banyak dieksploitasi untuk RS diikuti oleh model Convolutional Neural Networks (CNNs) dan Recurrent Neural Networks (RNNs). Selain itu, hasil menunjukkan bahwa Movie Lenses adalah kumpulan data yang paling populer digunakan untuk evaluasi RS berbasis pembelajaran mendalam diikuti oleh kumpulan data tinjauan Amazon. Berdasarkan hasil, film dan e-commerce telah diindikasikan sebagai domain paling umum untuk RS dan presisi serta Root Mean Squared Error adalah metrik yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi kinerja RS berbasis pembelajaran mendalam.
2020	Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education	Xieling Chen, Haoran Xie, Di Zou, Gwo-Jen Hwang	Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) terdapat peningkatan yang berkelanjutan pada minat dan dampak penelitian kecerdasan buatan dalam pendidikan/AIED; 2) terdapat pekerjaan yang telah dilakukan dan pembelajaran melibatkan teknologi yang mendalam ; 3) teknologi AI, seperti pemrosesan bahasa alami umum diadopsi dalam konteks pendidikan; 4) kurangnya studi yang

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

Tahun	Judul	Penulis	Hasil
			menggunakan teknologi AI dan terlibat secara mendalam dengan teori pendidikan.
2020	Adoption of artificial intelligence in higher education: a quantitative analysis using structural equation modelling	Sheshadri Chatterjee & Kalyan Kumar Bhattacharjee	Prospek penggunaan AI mencakup investigasi implikasi pendidikan seperti bagaimana guru akan memperkaya diri dalam pengajaran, bagaimana siswa akan belajar, dan seberapa akurat dan cepat keputusan dapat diambil di lembaga pendidikan tinggi. Telah ditemukan bahwa model 'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology' (UTAUT) dapat membantu pihak berwenang dalam pendidikan untuk memfasilitasi adopsi AI di pendidikan tinggi.
2021	A Taxonomy of Various Applications of Artificial Intelligence in Education	Pooja Rana, Lovi Gaj Gupta, Gulshan Kumar	AI terlibat dalam berbagai cabang pendidikan dan meningkatkan gaya belajar. Berdasarkan konsistensi antara Kecerdasan Buatan dan pendidikan, analisis dan hubungan antara keduanya, kecerdasan buatan diterapkan pada pendidikan, yang membuka jalan bagi perkembangan bersama keduanya. Aplikasi berbasis seluler dan berbasis web membuat pendidikan menjadi mudah dan cukup nyaman. Umumnya, aplikasi berbasis web telah disukai oleh pengguna akhir karena kegunaannya yang lebih baik.
2022	Schema and emotion in memory retrieval following video-based learning: An artificial intelligence study	Anjana Junius Vidanaralage, Anuja Thimali Dharmaratne, Shamsul Haque	Kombinasi analisis berbasis statistik dan berbasis AI mengevaluasi keefektifan pembelajaran berbasis video dalam hal akurasi pengambilan, waktu respons, dan valensi emosional. Temuan menunjukkan bahwa akurasi pengambilan untuk kelompok skema inkongruen lebih baik dari skema kongruen. Waktu respons untuk grup yang kongruen skema lebih cepat daripada grup yang tidak kongruen skema. Kedua kelompok menunjukkan lebih banyak emosi negatif selama fase studi tetapi lebih banyak emosi positif selama fase uji.
2022	AI-based multidisciplinary framework to assess the impact of gamified video-based learning through schema and emotion analysis	Anjana Junius Vidanaralage, Anuja Thimali Dharmaratne, Shamsul Haque	Penelitian multidisiplin saat ini triangulasi psikologi kognitif, ilmu afektif, dan pendidikan teknologi dengan kecerdasan buatan untuk mengevaluasi pedagogi pembelajaran digital berdasarkan akurasi pengambilan memori, waktu respons, dan valensi emosional. Temuan menunjukkan bahwa penggunaan gamifikasi dalam pembelajaran berbasis video dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik, serta membantu dalam mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan efisien. Secara keseluruhan, mode pembelajaran gamified menggambarkan lebih banyak emosi

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

Tahun	Judul	Penulis	Hasil
			positif dibandingkan dengan pembelajaran non-gamified.
2022	Smart MOOC integrated with intelligent tutoring: A system architecture and framework model proposal	Ramazan Yilmaz, Halil Yurdugül, Fatma Gizem Karaoğlan Yilmaz, Muhitti, Sema Sulaka, Furkan Aydin, Mustafa Tepgeç, Cennet Terzi Müftüoğlu, Omer	Massive Open Online Courses (MOOCs) adalah salah satu jenis Learning Management Systems (LMSs). Sistem ini menyajikan pembelajaran konten dan materi untuk semua pelajar. Aplikasi ini bertujuan untuk: a) mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran yang sesuai dengan peserta didik penguasaan panduan pembelajaran yang adaptif, b) mengatasi kekurangan belajar, monitor peserta didik interaksi dengan konten melalui learning analytics dan evaluasi c) mendukung pembelajaran dengan proses penilaian yang dinamis dan d) menguji kompetensi belajar peserta didik.

Pembahasan

Berdasarkan analisis tabel yang telah disajikan, temuan penelitian terkait penggunaan alat bantu AI dalam pendidikan, khususnya dalam mengelola beban kognitif, menunjukkan beberapa karakteristik utama (Bram-Larbi et al., 2021; B. Chen et al., 2021; Ferguson et al., 2022; Hudon et al., 2021). Pertama, kecerdasan buatan telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang dalam pendidikan tinggi, termasuk pembuatan profil dan prediksi, penilaian dan evaluasi pendidikan, sistem adaptif dan personalisasi, serta sistem bimbingan cerdas. Temuan ini menggarisbawahi fleksibilitas dan adaptabilitas AI dalam mengatasi tantangan pendidikan yang berbeda.

Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa ada potensi dan ancaman bagi guru dalam menggunakan AI dalam pendidikan, pentingnya penggunaan yang bijaksana dan pemahaman mendalam tentang teknologi ini sebelum implementasi (Karran et al., 2022; Koç-Januchta et al., 2020; Vidanaralage et al., 2022a; Zawacki-richter et al., 2019). Meskipun demikian, AI berpotensi meningkatkan kualitas pembelajaran, seperti yang ditunjukkan oleh adopsinya dalam sistem rekomendasi berbasis pembelajaran mendalam dan penggunaannya dalam memprediksi performa akademik.

Peran AI dalam pendidikan juga ditegaskan oleh temuan bahwa AI terlibat dalam berbagai cabang pendidikan dan dapat meningkatkan gaya belajar (Alqahtani et al., 2021; Cannon, 2018; Rana et al., 2021). Studi menunjukkan bahwa AI telah berhasil diterapkan dalam

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

konteks seperti pembelajaran berbasis video, dengan analisis berbasis statistik dan AI yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas pendekatan ini.

Namun, ada juga penekanan pada kebutuhan adopsi yang lebih mendalam dari teori pendidikan dalam penggunaan AI, menunjukkan bahwa ada ruang untuk pertumbuhan dalam cara AI digunakan dan dipahami dalam pendidikan. Selain itu, analisis AI dalam konteks MOOC menunjukkan potensi sistem ini untuk mendukung pembelajaran dengan proses penilaian yang dinamis dan monitoring interaksi peserta didik (Sein Minn, 2022; Yilmaz et al., 2022). Ini membuktikan bahwa AI dapat memberikan kontribusi yang berarti untuk menciptakan lingkungan belajar yang lebih responsif dan personalisasi.

Secara khusus, dalam konteks pendidikan biologi, temuan ini dapat merujuk pada potensi AI untuk membantu dalam menangani isu beban kognitif yang sering kali menjadi tantangan dalam belajar konsep-konsep biologi yang kompleks dan abstrak. Dalam beberapa studi, telah ditemukan bahwa AI mampu membantu dalam memfasilitasi pengambilan memori, mengurangi waktu respon, dan bahkan mengubah valensi emosional peserta didik selama proses pembelajaran (Hudon et al., 2021; Koć-Januchta et al., 2020; Vidanaralage et al., 2022b; Zawacki-richter et al., 2019).

Adapun AI dalam konteks belajar berbasis video, temuan menunjukkan bahwa gamifikasi dalam pembelajaran berbasis video dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan peserta didik, serta membantu dalam mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan efisien (Vidanaralage et al., 2022a). Hal ini menunjukkan bahwa AI memiliki potensi untuk membantu dalam mengurangi beban kognitif dan memfasilitasi pembelajaran yang lebih dalam dan bertahan lama bagi mahasiswa biologi.

Selanjutnya, pada Massive Open Online Courses (MOOCs), AI telah digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan belajar peserta didik dan memberikan panduan pembelajaran yang adaptif, memantau interaksi peserta didik dengan konten melalui analitik pembelajaran, dan mendukung pembelajaran dengan proses penilaian yang dinamis (Vidanaralage et al., 2022a; Yilmaz et al., 2022; Zawacki-richter et al., 2019). Hal ini menunjukkan bagaimana AI dapat membantu dalam penyesuaian pembelajaran dan penilaian berdasarkan kebutuhan individual peserta didik, yang dapat berkontribusi pada penurunan beban kognitif dan peningkatan pemahaman konsep biologi.

Secara keseluruhan, AI memiliki potensi untuk membantu dalam mengatasi tantangan beban kognitif dalam pendidikan biologi. Namun, untuk memastikan efektivitas dan efisiensi penggunaannya, penting untuk memahami cara terbaik untuk mengintegrasikan AI dalam konteks pembelajaran khusus dan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kebutuhan individu peserta didik, konteks belajar, dan tujuan pembelajaran.

KESIMPULAN

Studi ini secara sistematis mengkaji literatur terkait penerapan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam mengelola beban kognitif mahasiswa, dengan fokus khusus pada konteks

Email: bae@journal.uir.ac.id

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

pendidikan Biologi. Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pendekatan, tren, dan celah penelitian yang selama ini belum cukup dieksplorasi, serta mengontekstualisasikan peran AI dalam mengoptimalkan proses pembelajaran yang kognitif kompleks.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa AI telah memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung pembelajaran yang adaptif dan responsif terhadap kapasitas kognitif mahasiswa. Penggunaan aplikasi berbasis web, mobile learning, serta MOOCs berbasis AI tidak hanya mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar, tetapi juga efektif dalam menyederhanakan materi kompleks melalui personalisasi konten dan sistem rekomendasi cerdas. Pendekatan berbasis gamifikasi dan pembelajaran mendalam juga terbukti memperkaya pengalaman belajar dengan menciptakan kondisi emosional dan kognitif yang lebih mendukung pemrosesan informasi.

Novelty dari kajian ini terletak pada pemetaan sistematis terhadap dimensi keterhubungan antara AI dan beban kognitif secara khusus dalam ranah pendidikan Biologi, sebuah disiplin yang jarang dikaji secara mendalam dalam konteks ini. Selain itu, studi ini mengangkat ketidakhadiran integrasi antara teknologi AI dan landasan teori pendidikan sebagai celah kritis yang perlu dijawab dalam penelitian lanjutan.

Dengan demikian, hasil kajian ini tidak hanya mempertegas urgensi penerapan AI dalam konteks pengelolaan beban kognitif, tetapi juga merekomendasikan perlunya pengembangan kerangka pedagogis yang lebih integratif. Kerangka tersebut harus mampu menjembatani teknologi canggih dengan prinsip-prinsip pendidikan berbasis kognisi, guna mendorong efektivitas pembelajaran dan keberhasilan akademik mahasiswa, khususnya dalam menghadapi kompleksitas materi Biologi.

TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dukungan program studi, fakultas dan lembaga Universitas Islam Riau dan Universitas Pendidikan Indonesia.

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Umami Kalsum, Andri Hendrizal

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. I., Keller, I., Robb, D. A., & Lohan, K. S. (2020). A framework to estimate cognitive load using physiological data. *Personal and Ubiquitous Computing*. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01455-7>
- Alqahtani, R., Kaliappen, N., & Alqahtani, M. (2021). a Review of the Quality of Adaptive Learning Tools Over Non-Adaptive Learning Tools. *International Journal for Quality Research*, 15(1), 45–72. <https://doi.org/10.24874/IJQR15.01-03>
- Bram-Larbi, K. F., Charissis, V., Lagoo, R., Wang, S., Khan, S., Altarteer, S., Harrison, D. K., & Drikakis, D. (2021). Reducing Driver's Cognitive Load with the Use of Artificial Intelligence and Augmented Reality. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 13097 LNCS. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90966-6_17
- Cannon, M. (2018). Digital media in education: Teaching, learning and literacy practices with young learners. In *Digital Media in Education: Teaching, Learning and Literacy Practices with Young Learners*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-78304-8>
- Chatterjee, S., & Bhattacharjee, K. K. (2020). Adoption of artificial intelligence in higher education: a quantitative analysis using structural equation modelling. *Education and Information Technologies*, 25(5), 3443–3463. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10159-7>
- Chen, B., Hwang, G. H., & Wang, S. H. (2021). Gender Differences in Cognitive Load when Applying Game Based Learning with Intelligent Robots. *Educational Technology and Society*, 24(3).
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., & Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1(July), 100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- Da'u, A., & Salim, N. (2020). Recommendation system based on deep learning methods: a systematic review and new directions. In *Artificial Intelligence Review* (Vol. 53, Issue 4). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09744-1>
- Duran, R., Zavgorodniaia, A., & Sorva, J. (2022). Cognitive Load Theory in Computing Education Research: A Review. *ACM Transactions on Computing Education*, 22(4). <https://doi.org/10.1145/3483843>
- Ferguson, C., van den Broek, E. L., & van Oostendorp, H. (2022). AI-Induced guidance: Preserving the optimal Zone of Proximal Development. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100089>
- Hudon, A., Demazure, T., Karran, A., Léger, P. M., & Sénécal, S. (2021). Explainable Artificial Intelligence (XAI): How the Visualization of AI Predictions Affects User Cognitive Load and Confidence. *Lecture Notes in Information Systems and Organisation*, 52 LNISO. https://doi.org/10.1007/978-3-030-88900-5_27
- Humble, Niklas & Mozelius, P. (2019). <http://www.diva-portal.org> This is the published version of a paper presented at. *Academy of Management Annals*, 1, 149–156.

Email: bae@journal.uir.ac.id

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Ummi Kalsum, Andri Hendrizal

- Karran, A. J., Demazure, T., Hudon, A., Senecal, S., & Léger, P. M. (2022). Designing for Confidence: The Impact of Visualizing Artificial Intelligence Decisions. *Frontiers in Neuroscience*, 16. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.883385>
- Koć-Januchta, M. M., Schönborn, K. J., Tibell, L. A. E., Chaudhri, V. K., & Heller, H. C. (2020). Engaging With Biology by Asking Questions: Investigating Students' Interaction and Learning With an Artificial Intelligence-Enriched Textbook. *Journal of Educational Computing Research*, 58(6). <https://doi.org/10.1177/0735633120921581>
- Koszytán, Z. T., Csizmadia, T., & Katona, A. I. (2021). SIMILAR - Systematic iterative multilayer literature review method. In *Journal of Informetrics* (Vol. 15, Issue 1). <https://doi.org/10.1016/j.joi.2020.101111>
- Krieglstein, F., Beege, M., Rey, G. D., Ginns, P., Krell, M., & Schneider, S. (2022). A Systematic Meta-analysis of the Reliability and Validity of Subjective Cognitive Load Questionnaires in Experimental Multimedia Learning Research. *Educational Psychology Review*, 34(4). <https://doi.org/10.1007/s10648-022-09683-4>
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.100777>
- Monaro, M., Maldera, S., Scarpazza, C., Sartori, G., & Navarin, N. (2022). Detecting deception through facial expressions in a dataset of videotaped interviews: A comparison between human judges and machine learning models. *Computers in Human Behavior*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107063>
- Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (2020). Cognitive-Load Theory: Methods to Manage Working Memory Load in the Learning of Complex Tasks. *Current Directions in Psychological Science*, 29(4). <https://doi.org/10.1177/0963721420922183>
- Rana, P., Raj Gupta, L., Kumar, G., & Kumar Dubey, M. (2021). A Taxonomy of Various Applications of Artificial Intelligence in Education. *Proceedings of 2021 2nd International Conference on Intelligent Engineering and Management, ICIEM 2021*, 23–28. <https://doi.org/10.1109/ICIEM51511.2021.9445339>
- Sein Minn. (2022). AI-assisted knowledge assessment techniques for adaptive learning environments. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100050>
- Vidanaralage, A. J., Dharmaratne, A. T., & Haque, S. (2022a). AI-based multidisciplinary framework to assess the impact of gamified video-based learning through schema and emotion analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(November), 100109. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100109>
- Vidanaralage, A. J., Dharmaratne, A. T., & Haque, S. (2022b). Schema and emotion in memory retrieval following video-based learning: An artificial intelligence study. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(5), 109–132. <https://doi.org/10.14742/AJET.7473>
- Yao, W., Khan, F., Jan, M. A., Shah, N., ur Rahman, I., Yahya, A., & ur Rehman, A. (2020). Artificial intelligence-based load optimization in cognitive Internet of Things. *Neural*

Email: bae@journal.uir.ac.id

Iffa Ichwani Putri, Nurul Fauziah, Sepita Ferazona, Umami Kalsum, Andri Hendrizal

Computing and Applications, 32(20). <https://doi.org/10.1007/s00521-020-04814-w>

Yilmaz, R., Yurdugül, H., Karaoğlan Yilmaz, F. G., Şahin, M., Sulak, S., Aydin, F., Tepgeç, M., Müftüoğlu, C. T., & Ömer ORAL. (2022). Smart MOOC integrated with intelligent tutoring: A system architecture and framework model proposal. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(July). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100092>

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