

The Role of Artificial Intelligence in Improving 21st-Century Competencies of Agricultural Students: Literature Review

Peran Artificial Intelligence dalam Meningkatkan Kompetensi Abad ke-21 Mahasiswa Pertanian: Literature Review

Haerawati¹, Suhardi², Risqah Amaliah Kasman³

^{1,3}Institut Teknologi dan Kesehatan permata Ilmu Maros, Maros, Indonesia

²Universitas Palangka Raya, Palangka Raya, Indonesia

Article Info

Corresponding Author:
Suhardi

✉ suhardi@faperta.upr.ac.id

History:

Submitted: 17-11-2025

Revised: 02-12-2025

Accepted: 15-12-2025

Published: 30-12-2025

Keywords:

Artificial Intelligence;
Agricultural Education;
Higher Education; 21st
Century Skills; Digital
Literacy.

Kata Kunci:

Artificial Intelligence;
Pendidikan Pertanian;
Pendidikan Tinggi;
Kompetensi Abad ke-21;
Literasi Digital.

Abstract

The rapid development of Artificial Intelligence (AI) has driven significant transformations in higher education, including in the field of agriculture, which faces complex challenges such as climate change, food security, and the growing demand for data-driven agricultural systems. Agricultural students are required not only to master technical knowledge but also to develop 21st-century competencies, including critical thinking, creativity, collaboration, communication, and digital literacy. However, comprehensive studies that systematically examine the role of AI in enhancing these competencies within the context of agricultural higher education remain limited and fragmented. Therefore, this study aims to systematically review the role of Artificial Intelligence in improving 21st-century competencies among agricultural students through a literature review approach. The study adopts the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines by conducting a structured literature search across Scopus, Web of Science, ERIC, ScienceDirect, and Google Scholar. Following the selection process, 35 relevant articles were included and analyzed using thematic analysis. The findings indicate that AI technologies, such as machine learning, intelligent tutoring systems, virtual laboratories, and decision support systems, significantly contribute to the enhancement of critical thinking, problem-solving skills, and digital and data literacy among agricultural students. However, the development of creativity, collaboration, and communication skills largely depends on pedagogical designs that actively integrate AI into project-based and collaborative learning environments. In conclusion, AI should be positioned as a pedagogical enabler that supports human-centered learning to prepare agricultural graduates who are adaptive, competent, and ready to address contemporary agricultural challenges.

Abstrak

Perkembangan Artificial Intelligence (AI) telah mendorong transformasi pembelajaran di pendidikan tinggi, termasuk pada bidang pertanian yang menghadapi tantangan kompleks seperti perubahan iklim, ketahanan pangan, dan kebutuhan sistem pertanian berbasis data. Mahasiswa pertanian dituntut tidak hanya menguasai pengetahuan teknis, tetapi juga memiliki kompetensi abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta literasi digital. Namun, kajian yang secara komprehensif mengulas peran AI dalam pengembangan kompetensi tersebut pada konteks pendidikan tinggi pertanian masih terbatas dan tersebar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis peran Artificial Intelligence dalam meningkatkan kompetensi abad ke-21 mahasiswa pertanian melalui pendekatan literature review. Metode penelitian menggunakan pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) dengan penelusuran

literatur pada basis data Scopus, Web of Science, ERIC, ScienceDirect, dan Google Scholar. Berdasarkan proses seleksi, diperoleh 35 artikel yang dianalisis secara tematik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI, seperti machine learning, intelligent tutoring systems, virtual laboratory, dan decision support systems, berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta literasi digital dan data mahasiswa pertanian. Namun, pengembangan kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi sangat bergantung pada desain pedagogis yang mengintegrasikan AI secara aktif dalam pembelajaran berbasis proyek dan kolaboratif. Simpulan penelitian menegaskan bahwa AI perlu diposisikan sebagai pendukung pedagogis yang berorientasi pada pengembangan manusia guna menyiapkan lulusan pertanian yang adaptif dan siap menghadapi tantangan pertanian modern.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital yang pesat telah mendorong terjadinya transformasi fundamental dalam berbagai sektor kehidupan, termasuk pendidikan tinggi. Salah satu teknologi yang mengalami perkembangan signifikan dan berdampak luas adalah Artificial Intelligence (AI) (Kasman et al, 2025). AI tidak lagi terbatas pada ranah industri dan bisnis, tetapi telah menjadi bagian integral dalam sistem pendidikan modern, khususnya dalam mendukung pembelajaran yang adaptif, personal, dan berbasis data. Di pendidikan tinggi, pemanfaatan AI dipandang sebagai strategi penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran serta mempersiapkan lulusan yang memiliki kompetensi relevan dengan tuntutan abad ke-21 (Kasman & Fuad, 2025).

Pendidikan tinggi bidang pertanian menghadapi tantangan yang semakin kompleks seiring dengan perubahan global, seperti pertumbuhan populasi, perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan kebutuhan akan sistem pangan yang berkelanjutan (Berliana et al, 2025). Tantangan tersebut menuntut lulusan pertanian tidak hanya menguasai pengetahuan teknis, tetapi juga memiliki kompetensi abad ke-21, termasuk berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta literasi digital dan data (Kasman & Sape, 2023). Kompetensi ini menjadi prasyarat penting bagi mahasiswa pertanian agar mampu beradaptasi dengan perkembangan teknologi pertanian modern, seperti precision agriculture, smart farming, dan sistem pertanian berbasis Internet of Things (IoT) (Rachmawati, 2020).

Namun demikian, proses pembelajaran di pendidikan tinggi pertanian masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berorientasi pada transfer pengetahuan dan praktik laboratorium terbatas. Model pembelajaran semacam ini sering kali kurang mampu mengakomodasi kebutuhan pembelajaran yang kontekstual, berbasis data, dan berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Selain itu, keterbatasan fasilitas, variasi latar belakang mahasiswa, serta kesenjangan literasi digital menjadi tantangan tersendiri dalam pengembangan kompetensi abad ke-21 di kalangan mahasiswa pertanian (Fahrurrozi & SE, 2024).

Dalam konteks tersebut, Artificial Intelligence menawarkan potensi besar sebagai solusi inovatif dalam pembelajaran pendidikan tinggi pertanian (Hikmatiar et al, 2024). Teknologi AI, seperti machine learning, deep learning, natural language processing, dan computer vision, memungkinkan pengembangan sistem pembelajaran adaptif yang dapat menyesuaikan materi, kecepatan, dan metode pembelajaran sesuai dengan kebutuhan individu mahasiswa. Melalui learning analytics berbasis AI, dosen dapat memantau perkembangan belajar mahasiswa secara real-time, mengidentifikasi kesulitan belajar, serta merancang intervensi pembelajaran yang lebih tepat sasaran.

Lebih lanjut, AI juga berperan dalam pengembangan lingkungan pembelajaran autentik melalui simulasi, virtual laboratory, dan decision support systems yang merepresentasikan kondisi nyata di bidang pertanian (Kasman, 2025). Mahasiswa dapat mempelajari pengelolaan tanaman, analisis kesuburan tanah, prediksi hasil panen, dan pengendalian hama berbasis data tanpa sepenuhnya bergantung pada keterbatasan lahan dan waktu. Pengalaman belajar berbasis simulasi ini berpotensi meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta pengambilan keputusan berbasis data, yang merupakan inti dari kompetensi abad ke-21 (Basche et al, 2021).

Selain aspek kognitif, pemanfaatan AI dalam pendidikan tinggi pertanian juga mendukung pengembangan kompetensi kolaborasi dan komunikasi. Platform pembelajaran berbasis AI

memungkinkan mahasiswa untuk bekerja dalam tim lintas disiplin, berbagi data, dan berkolaborasi dalam pemecahan masalah pertanian yang kompleks (Lengyel et al, 2025). Penggunaan AI sebagai asisten pembelajaran dan riset juga membantu mahasiswa dalam mengakses informasi ilmiah, menganalisis data penelitian, serta mengembangkan literasi digital dan informasi secara lebih efektif (Cob-Parro et al, 2024).

Meskipun potensi AI dalam pendidikan tinggi pertanian sangat besar, implementasinya tidak terlepas dari berbagai tantangan. Tantangan tersebut meliputi keterbatasan infrastruktur teknologi, kesiapan dosen dan mahasiswa, isu etika dan privasi data, serta kesenjangan akses teknologi di berbagai institusi Pendidikan (Akintuyi, 2024). Selain itu, masih terdapat perdebatan mengenai sejauh mana AI dapat menggantikan peran pendidik, serta bagaimana memastikan bahwa pemanfaatan AI tetap berorientasi pada pengembangan manusia (*human-centered learning*) (Hasan et al, 2025).

Sejumlah penelitian telah membahas pemanfaatan AI dalam pendidikan secara umum, namun kajian yang secara khusus mengulas peran AI dalam meningkatkan kompetensi abad ke-21 mahasiswa pertanian masih relatif terbatas dan tersebar (Celik et al, 2024). Literatur yang ada sering kali membahas AI dari perspektif teknis atau aplikatif di sektor pertanian, tanpa mengaitkannya secara komprehensif dengan pengembangan kompetensi mahasiswa di pendidikan tinggi. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diisi melalui kajian literatur yang sistematis dan terstruktur (Espinosa-Aguilar et al, 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif peran Artificial Intelligence dalam meningkatkan kompetensi abad ke-21 mahasiswa pertanian melalui pendekatan *literature review*. Kajian ini diharapkan dapat mengidentifikasi bentuk-bentuk pemanfaatan AI dalam pembelajaran pendidikan tinggi pertanian, jenis kompetensi abad ke-21 yang dikembangkan, serta tantangan dan peluang implementasinya. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi pendidik, peneliti, dan pengambil kebijakan dalam merancang strategi integrasi AI yang efektif dan berkelanjutan di pendidikan tinggi pertanian.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *literature review* dengan mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Pendekatan PRISMA dipilih karena mampu memastikan proses penelusuran, seleksi, dan analisis literatur dilakukan secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi. *Literature review* ini bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil penelitian terdahulu yang membahas peran Artificial Intelligence (AI) dalam meningkatkan kompetensi abad ke-21 mahasiswa pertanian di pendidikan tinggi.

Strategi Penelusuran Literatur

Penelusuran literatur dilakukan secara komprehensif pada beberapa basis data ilmiah bereputasi, yaitu Scopus, Web of Science, ERIC, ScienceDirect, dan Google Scholar. Pemilihan basis data ini didasarkan pada cakupan luas publikasi di bidang pendidikan, teknologi, dan pertanian, serta reputasinya dalam menyediakan artikel ilmiah berkualitas.

Proses penelusuran dilakukan dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang disesuaikan dengan tujuan penelitian. Kata kunci utama meliputi:

- “*Artificial Intelligence*” OR “*AI*”
- “*Higher Education*” OR “*University*”
- “*Agricultural Education*” OR “*Agriculture Students*”
- “*21st Century Skills*” OR “*Competencies*” OR “*Skills Development*”

Kata kunci tersebut dikombinasikan menggunakan operator Boolean (*AND* dan *OR*) untuk memperluas dan mempersempit hasil pencarian. Penelusuran dilakukan pada judul, abstrak, dan kata kunci artikel. Rentang waktu publikasi dibatasi pada 10 tahun terakhir untuk memastikan relevansi dengan perkembangan teknologi AI terkini.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Untuk menjamin relevansi dan kualitas literatur yang direview, ditetapkan kriteria inklusi dan eksklusi sebagai berikut:

Kriteria inklusi:

1. Artikel penelitian empiris atau kajian konseptual yang membahas pemanfaatan Artificial Intelligence dalam konteks pendidikan tinggi.

2. Studi yang secara eksplisit mengaitkan penggunaan AI dengan pengembangan kompetensi abad ke-21 (misalnya berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, literasi digital).
3. Penelitian yang berfokus pada mahasiswa bidang pertanian atau pendidikan tinggi dengan konteks pembelajaran pertanian.
4. Artikel yang dipublikasikan dalam jurnal ilmiah bereputasi dan melalui proses *peer review*.
5. Artikel yang ditulis dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia.
6. Artikel yang dipublikasikan dalam rentang waktu sepuluh tahun terakhir.

Kriteria eksklusi:

1. Artikel yang membahas AI dalam sektor pertanian tanpa konteks pendidikan atau pembelajaran.
2. Studi yang berfokus pada pendidikan dasar dan menengah.
3. Artikel berupa prosiding tanpa *peer review*, laporan teknis, editorial, atau opini.
4. Artikel dengan akses teks penuh yang tidak tersedia.
5. Publikasi duplikat pada lebih dari satu basis data.

Proses Seleksi Studi

Proses seleksi artikel dilakukan melalui beberapa tahapan sesuai alur PRISMA. Tahap pertama adalah identifikasi, yaitu pengumpulan seluruh artikel yang diperoleh dari penelusuran basis data. Selanjutnya, dilakukan penghapusan duplikasi menggunakan manajemen referensi.

Tahap kedua adalah penyaringan (*screening*) berdasarkan judul dan abstrak untuk menilai kesesuaian dengan topik penelitian. Artikel yang tidak relevan dengan peran AI dalam pendidikan tinggi pertanian dan pengembangan kompetensi abad ke-21 dieliminasi pada tahap ini.

Tahap ketiga adalah penilaian kelayakan (*eligibility*) dengan membaca teks lengkap artikel yang lolos tahap penyaringan. Pada tahap ini, artikel dievaluasi berdasarkan kesesuaian dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan.

Tahap terakhir adalah inklusi, yaitu penetapan artikel yang memenuhi seluruh kriteria untuk dianalisis lebih lanjut dalam literature review ini. Proses seleksi ini divisualisasikan dalam bentuk diagram alur PRISMA.

Teknik Analisis Data

Artikel yang terpilih dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan temuan penelitian berdasarkan:

1. Jenis teknologi AI yang digunakan dalam pembelajaran pertanian,
2. Bentuk implementasi AI dalam pendidikan tinggi pertanian,
3. Kompetensi abad ke-21 yang dikembangkan, dan
4. Tantangan serta peluang penerapan AI.

Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi deskriptif dan tabel ringkasan untuk memudahkan pemahaman dan sintesis temuan antar studi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Seleksi Artikel

Identifikasi (Identification)

Pada tahap identifikasi, penelusuran literatur dilakukan pada lima basis data ilmiah, yaitu Scopus, Web of Science, ERIC, ScienceDirect, dan Google Scholar. Hasil penelusuran awal menghasilkan total 684 artikel yang relevan dengan kata kunci *Artificial Intelligence*, *Higher Education*, *Agricultural Education*, dan *21st Century Skills*. Rincian hasil penelusuran adalah sebagai berikut:

- Scopus : 142 artikel
- Web of Science : 96 artikel
- ERIC : 118 artikel
- ScienceDirect : 164 artikel
- Google Scholar : 164 artikel

Sehingga total artikel yang teridentifikasi dari seluruh basis data adalah 684 artikel.

Duplikasi (Duplicates Removed)

Seluruh artikel hasil penelusuran kemudian dimasukkan ke dalam perangkat manajemen referensi untuk mengidentifikasi publikasi ganda. Dari proses ini, ditemukan 176 artikel duplikat yang berasal dari lebih dari satu basis data. Setelah penghapusan duplikasi, jumlah artikel yang tersisa untuk tahap selanjutnya adalah 508 artikel.

Penyaringan (Screening)

Sebanyak 508 artikel kemudian diseleksi berdasarkan judul dan abstrak untuk menilai relevansinya dengan topik penelitian. Pada tahap ini, artikel yang tidak membahas pemanfaatan AI dalam konteks pendidikan tinggi, tidak berfokus pada bidang pertanian, atau tidak mengaitkan dengan kompetensi abad ke-21 dieliminasi. Hasil penyaringan menunjukkan bahwa 412 artikel tidak memenuhi kriteria relevansi dan dikeluarkan dari proses seleksi. Dengan demikian, terdapat 96 artikel yang lolos ke tahap penilaian kelayakan.

Kelayakan (Eligibility)

Sebanyak 96 artikel yang lolos tahap penyaringan selanjutnya dibaca secara teks penuh (full-text assessment). Pada tahap ini, artikel dievaluasi lebih lanjut berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan, seperti fokus penelitian, ketersediaan teks penuh, jenis publikasi, dan kualitas metodologi.

Dari proses penilaian kelayakan, sebanyak 61 artikel dikeluarkan dengan alasan sebagai berikut:

- Tidak secara spesifik membahas pendidikan tinggi pertanian (27 artikel)
- Tidak mengaitkan AI dengan kompetensi abad ke-21 (18 artikel)
- Teks penuh tidak tersedia (9 artikel)
- Jenis publikasi tidak memenuhi kriteria (prosiding, editorial, opini) (7 artikel)

Dengan demikian, jumlah artikel yang memenuhi kriteria kelayakan adalah 35 artikel.

Inklusi (Included)

Sebanyak 35 artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi kemudian ditetapkan sebagai studi yang direview secara sistematis dalam penelitian ini. Artikel-artikel tersebut dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi bentuk implementasi Artificial Intelligence, kompetensi abad ke-21 yang dikembangkan, serta tantangan dan peluang penerapannya dalam pendidikan tinggi pertanian.

Hasil Seleksi Artikel

Berdasarkan proses seleksi literatur menggunakan pedoman PRISMA, diperoleh 35 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis lebih lanjut. Artikel-artikel tersebut dipublikasikan dalam rentang 2015–2025, menunjukkan meningkatnya perhatian terhadap pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan tinggi, khususnya dalam konteks pengembangan kompetensi abad ke-21.



Gambar 1. Alur PRISMA

Sebagian besar artikel berasal dari jurnal internasional bereputasi yang berfokus pada bidang pendidikan, teknologi pembelajaran, dan ilmu pertanian terapan. Hasil sintesis artikel tersebut tersaji dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Sintesis Artikel

Jenis Teknologi AI	Bentuk Implementasi dalam Pendidikan Tinggi Pertanian	Kompetensi Abad ke-21 yang Dikembangkan	Temuan Utama dari Literatur
Machine Learning & Learning Analytics	Analisis perilaku belajar mahasiswa, prediksi capaian pembelajaran, umpan balik adaptif	Berpikir kritis, pemecahan masalah, literasi data	AI membantu mahasiswa menganalisis data pembelajaran dan pertanian secara sistematis, meningkatkan kemampuan berpikir analitis dan pengambilan keputusan berbasis data
Intelligent Tutoring Systems (ITS)	Pembelajaran adaptif, bimbingan mandiri berbasis kebutuhan individu	Literasi digital, kemandirian belajar, problem solving	ITS meningkatkan personalisasi pembelajaran dan mendorong mahasiswa mengembangkan strategi belajar mandiri
Virtual Laboratory & Simulation berbasis AI	Simulasi budidaya tanaman, pengelolaan lahan, dan pengendalian hama	Berpikir kritis, kreativitas, pengambilan keputusan	Simulasi AI memungkinkan eksplorasi skenario pertanian nyata tanpa risiko, meningkatkan kemampuan evaluasi dan inovasi solusi
Decision Support Systems (DSS) berbasis AI	Analisis kesuburan tanah, prediksi hasil panen, manajemen pertanian presisi	Pemecahan masalah, literasi data, berpikir sistem	DSS berbasis AI memperkuat keterampilan mahasiswa dalam mengintegrasikan data multidimensi untuk pengambilan keputusan
Natural Language Processing (NLP)	Asisten pembelajaran, pencarian literatur ilmiah, analisis teks	Literasi digital, komunikasi ilmiah, critical thinking	NLP membantu mahasiswa memahami literatur ilmiah dan meningkatkan kemampuan komunikasi akademik
Computer Vision	Analisis citra tanaman, deteksi penyakit tanaman	Berpikir kritis, problem solving, literasi teknologi	Computer vision meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam menginterpretasi data visual dan mengaitkannya dengan kondisi lapangan
AI-based Collaborative Platforms	Proyek berbasis data pertanian, diskusi kelompok daring	Kolaborasi, komunikasi, pemecahan masalah	Platform kolaboratif berbasis AI mendukung kerja tim dan pertukaran ide, namun efektivitasnya bergantung pada desain pedagogis
AI as Research Assistant	Analisis data penelitian, perumusan hipotesis, visualisasi data	Literasi data, kreativitas, berpikir kritis	AI membantu mahasiswa dalam proses riset pertanian dan meningkatkan efisiensi analisis data

Sumber: Data Primer, 2025

Dari sisi metodologi, artikel yang direview didominasi oleh penelitian empiris dengan pendekatan kuantitatif dan mixed methods, disusul oleh studi kualitatif dan kajian konseptual. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pendidikan tinggi pertanian tidak hanya dikaji secara teoretis, tetapi juga telah diimplementasikan dan dievaluasi secara langsung dalam praktik pembelajaran (Kasman et al, 2025).

Jenis teknologi AI yang paling banyak digunakan dalam pendidikan tinggi pertanian meliputi machine learning-based learning analytics, intelligent tutoring systems, virtual laboratories dan simulasi berbasis AI, serta AI-driven decision support systems yang merepresentasikan konteks pertanian presisi. Selain itu, beberapa studi juga melaporkan penggunaan AI sebagai asisten pembelajaran dan riset, khususnya dalam analisis data pertanian dan pencarian literatur ilmiah.

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa penerapan AI dalam pendidikan tinggi pertanian berkontribusi positif terhadap pengembangan berbagai kompetensi abad ke-21 mahasiswa, terutama pada aspek berpikir kritis, pemecahan masalah, literasi digital dan data, serta kemampuan pengambilan keputusan berbasis bukti. Namun, tingkat pengaruh terhadap kompetensi kolaborasi dan komunikasi masih bervariasi, tergantung pada desain pembelajaran dan konteks implementasi AI.

Peran Artificial Intelligence dalam Pengembangan Kompetensi Abad ke-21

1. Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah

Sebagian besar artikel yang direview menekankan peran Artificial Intelligence (AI) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa pertanian. Teknologi AI memungkinkan mahasiswa untuk menganalisis data pertanian yang kompleks, seperti data iklim, kesuburan tanah, kondisi lingkungan, serta produktivitas tanaman, melalui berbagai aplikasi berbasis simulasi, *learning analytics*, dan sistem pendukung keputusan (*decision support systems*) (Tahir et al, 2025; D, 2025; Ali et al, 2025). Melalui pemanfaatan teknologi tersebut, mahasiswa tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi secara aktif terlibat dalam proses eksplorasi data, identifikasi pola, serta pengujian berbagai skenario yang merepresentasikan kondisi nyata di lapangan (Xu et al, 2025). Proses ini mendorong mahasiswa untuk mengevaluasi berbagai alternatif solusi, menginterpretasikan hasil analisis secara kritis, serta membuat keputusan yang berbasis data dan bukti empiris (Spyrou et al, 2025).

Selain itu, pembelajaran berbasis AI juga memungkinkan penerapan *problem-based learning* dan *case-based learning* yang lebih autentik dan kontekstual. Mahasiswa dihadapkan pada permasalahan pertanian nyata, seperti prediksi hasil panen, pengendalian hama, atau pengelolaan sumber daya lahan, yang menuntut analisis multidimensional dan integrasi berbagai variabel. Kondisi ini secara signifikan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk kemampuan menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi informasi secara sistematis (Wei et al, 2025; Ajith et al, 2025). Beberapa studi juga menunjukkan bahwa interaksi mahasiswa dengan sistem AI mendorong terbentuknya pola berpikir reflektif, di mana mahasiswa tidak hanya fokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses pengambilan keputusan yang dilakukan (Mazari, 2025; Kabudi et al, 2021).

Temuan ini sejalan dengan tujuan pendidikan abad ke-21 yang menekankan penguasaan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah dalam menghadapi permasalahan yang kompleks, tidak terstruktur, dan dinamis (Kasman et al, 2025). Dengan demikian, AI berperan sebagai fasilitator penting dalam menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendorong mahasiswa pertanian menjadi pembelajar aktif dan pemecah masalah berbasis data (Dawam & Syaidah, 2025).

2. Kreativitas dan Inovasi

Hasil review menunjukkan bahwa AI berperan sebagai fasilitator kreativitas mahasiswa pertanian melalui eksplorasi skenario dan inovasi solusi berbasis teknologi. Beberapa studi melaporkan bahwa penggunaan simulasi AI dan *virtual experimentation* mendorong mahasiswa untuk mengembangkan ide-ide inovatif dalam pengelolaan pertanian berkelanjutan. AI memungkinkan mahasiswa untuk mencoba berbagai pendekatan tanpa risiko nyata, sehingga ruang untuk bereksperimen dan berinovasi menjadi lebih luas (Linaza et al, 2021; Hoseinzadeh & Garcia, 2024).

Namun demikian, pengembangan kreativitas sangat bergantung pada desain pembelajaran. Studi yang mengintegrasikan AI secara pasif cenderung tidak memberikan dampak signifikan terhadap kreativitas mahasiswa. Hal ini menunjukkan bahwa AI perlu diposisikan sebagai alat pendukung pembelajaran aktif, bukan sekadar teknologi pelengkap (Putri & Ikhsan, 2025; Hadi & Ali, 2025).

3. Literasi Digital dan Literasi Data

Literasi digital dan data merupakan kompetensi yang paling konsisten dikembangkan melalui pemanfaatan AI dalam pendidikan tinggi pertanian. Hampir seluruh artikel yang direview melaporkan peningkatan kemampuan mahasiswa dalam mengelola, menganalisis, dan menginterpretasikan data pertanian. Penggunaan AI dalam *learning analytics*, pengolahan citra tanaman, dan prediksi hasil panen memperkuat kemampuan mahasiswa dalam memahami peran data dalam pengambilan keputusan pertanian modern (Ng et al, 2023).

Temuan ini menegaskan bahwa AI berperan strategis dalam menyiapkan mahasiswa pertanian menghadapi era *precision agriculture* dan *smart farming*, yang sangat bergantung pada data dan teknologi digital. Dengan demikian, integrasi AI dalam pembelajaran tidak hanya meningkatkan literasi digital, tetapi juga memperkuat kesiapan kerja lulusan pertanian (Nampira et al, 2025).

4. Kolaborasi dan Komunikasi

Dampak AI terhadap kompetensi kolaborasi dan komunikasi menunjukkan hasil yang beragam. Beberapa studi melaporkan bahwa platform pembelajaran berbasis AI mendukung kerja kolaboratif melalui proyek berbasis data dan diskusi daring. Mahasiswa dapat bekerja dalam tim untuk menganalisis permasalahan pertanian dan mempresentasikan solusi berbasis hasil analisis AI (ramdhan dan hakim, 2025).

Namun, terdapat pula studi yang menunjukkan bahwa penggunaan AI yang terlalu individualistik justru mengurangi interaksi sosial antar mahasiswa. Hal ini mengindikasikan bahwa pengembangan kompetensi kolaborasi dan komunikasi memerlukan integrasi AI dengan strategi pedagogis yang menekankan kerja kelompok dan interaksi sosial yang bermakna (Quentiro, 2026).

Tantangan dan Arah Pengembangan Implementasi AI

Meskipun hasil literature review menunjukkan potensi besar AI dalam meningkatkan kompetensi abad ke-21 mahasiswa pertanian, sejumlah tantangan masih diidentifikasi. Tantangan utama meliputi keterbatasan infrastruktur teknologi, kesiapan dosen dalam mengintegrasikan AI ke dalam pembelajaran, serta isu etika dan keamanan data. Selain itu, kesenjangan akses teknologi antar institusi pendidikan menjadi faktor penghambat implementasi AI secara merata (Dawam & Syaidah, 2025).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil literature review menggunakan pendekatan PRISMA, dapat disimpulkan bahwa Artificial Intelligence (AI) berperan signifikan dalam meningkatkan kompetensi abad ke-21 mahasiswa pertanian, khususnya pada aspek berpikir kritis, pemecahan masalah, serta literasi digital dan data. Pemanfaatan AI melalui berbagai bentuk teknologi, seperti machine learning, intelligent tutoring systems, virtual laboratory, dan decision support systems, mampu menghadirkan pembelajaran yang lebih adaptif, kontekstual, dan berbasis data. Namun demikian, pengembangan kompetensi kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi sangat bergantung pada desain pedagogis yang mengintegrasikan AI secara aktif dalam pembelajaran berbasis proyek dan kolaboratif. Oleh karena itu, integrasi AI dalam pendidikan tinggi pertanian perlu diposisikan sebagai pendukung pedagogis yang berorientasi pada pengembangan manusia, sehingga mampu menyiapkan lulusan pertanian yang kompeten, adaptif, dan siap menghadapi tantangan pertanian modern.

DAFTAR PUSTAKA

Ajith, S., Vijayakumar, S., & Elakkiya, N. (2025). Yield prediction, pest and disease diagnosis, soil fertility mapping, precision irrigation scheduling, and food quality assessment using machine learning and deep learning algorithms. *Discover Food*, 5. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00338-1>.

Akintuyi, O. (2024). Adaptive AI in precision agriculture: A review: Investigating the use of self-learning algorithms in optimizing farm operations based on real-time data. *Open Access Research Journal of Multidisciplinary Studies*. <https://doi.org/10.53022/oarjms.2024.7.2.0023>.

Ali, Z., Muhammad, A., Lee, N., Waqar, M., & Lee, S. (2025). Artificial Intelligence for Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review of AI-Driven Technologies in Crop Production. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su17052281>.

Basche, A., Krupek, F., Chatterjee, N., & Speth, C. (2021). Farm simulation platforms increase undergraduate skills and confidence in decision-support technologies. *Natural Sciences Education*. <https://doi.org/10.1002/nse2.20058>.

Berliana, M., Wardani, D. K., Rahmaningtyas, A., Salqaura, S. S., Fauziah, I., Tarigan, R. A., ... & Safitri, S. A. (2025). Pengantar Ilmu Pertanian: Konsep, Praktik, dan Perkembangan Terkini. *Penerbit Mifandi Mandiri Digital*, 1(02).

Çelik, I., Gedrimiene, E., Siklander, S., & Muukkonen, H. (2024). The affordances of artificial intelligence-based tools for supporting 21st-century skills. *Australasian Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.14742/ajet.9069>.

Cob-Parro, A., Lalangui, Y., & Lazcano, R. (2024). Fostering Agricultural Transformation through AI: An Open-Source AI Architecture Exploiting the MLOps Paradigm. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020259>.

D, D. (2025). AI-Powered Crop Yield Prediction System Using Multi-Model ML & Real-Time Agricultural Data. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2025.73996>.

Dawam, A., & Syaidah, K. (2025). Mengintegrasikan Teknologi Digital dan Artificial Intelligence (AI) Untuk Pengalaman Belajar Mahasiswa Yang Lebih Baik. In *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta* (Vol. 2, No. 1, pp. 235-252).

Espinosa-Aguilar, M., Loayza-Romero, C., Romero-Herrera, D., & González-Romero, D. (2025). Inteligencia artificial en la educación agrícola: un análisis de los modelos de aprendizaje personalizado. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*. <https://doi.org/10.62131/mlaj-v3-n1-021>.

Fahrurrozi, M., & SE, M. (2024). *Trend And Innovation In Economics Education Analysis and Implication*. PT. Literasi Nusantara Abadi Grup.

Habiba Ulfahyana, & Sape, H. (2024). Penggunaan Media dalam Pembelajaran Matematika: Literature Review. *Jurnal Penalaran Dan Riset Matematika*, 3(1), 39–52. <https://doi.org/10.62388/prisma.v3i1.432>

Hadi, Z., & Ali, M. (2025). Analisis Dampak Negatif Penggunaan Artificial Intelligence dalam Pendidikan. *Jurnal Ilmu Pendidikan & Sosial (Sinova)*, 3(02), 165-174.

Hikmatiar, H., Sya'bania, N., Jayadin, R. A., Kasman, R. A., Imranah, I., Sahlan, S., & Saputra, S. (2024). The Effectiveness of Chatgpt in Completing Astronomy Lectures: Building Awareness of Its Use. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 12(2), 121-130.

Hoseinzadeh, S., & Garcia, D. (2024). Ai-driven innovations in greenhouse agriculture: Reanalysis of sustainability and energy efficiency impacts. *Energy Conversion and Management: X*. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100701>.

Kabudi, T., Pappas, I., & Olsen, D. (2021). AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. *Comput. Educ. Artif. Intell.*, 2, 100017. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100017>.

Kasman, R. A. (2025). The Utilisation Of Artificial Intelligence, Internet Of Things, And Virtual/Augmented Reality In Enhancing The Effectivenessand Efficiency Of Learning: A Literature Review. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, 4(3), 434-443.

Kasman, R. A., & Fuad, M. (2025). Systematic Literature Review: Implementation of STEM Integrated PBL Model in Improving 21st Century Skills. *Cerdas: Jurnal Ilmu Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 1(1), 1-9.

Kasman, R. A., Fuad, M., & Ilham, M. (2025). Development of a Chemistry Teaching Module on Chemical Bonding Based on STEM Integrated with Artificial Intelligence (AI) to Improve Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(12), 967-977.

Kasman, R. A., & HB, A. M. (2025). Peran dan Tantangan Kecerdasan Buatan (AI) dalam Pendidikan Tinggi: Implementasi dan Implikasi Etis. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(1), 24-33.

Kasman, R. A., & Judijanto, L. (2024). Artificial intelligence in the classroom: Innovation or disruption in education. *Indonesian Journal of Education (INJOE)*, 4(1), 844-856.

Kasman, R. A., & Sape, H. (2023). Meta-Analysis: Literasi Digital Pada Pembelajaran SMA. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(2), 102-106.

- Lengyel, P., Felvégi, E., & Füzesi, I. (2025). Integrating Artificial Intelligence in agricultural higher education: Transforming learning and research. *Journal of Agricultural Informatics*. <https://doi.org/10.17700/jai.2024.15.2.738>.
- Linaza, M., Posada, J., Bund, J., Eisert, P., Quartulli, M., Döllner, J., Pagani, A., Olaizola, I., Barriguinha, A., Moysiadis, T., & Lucat, L. (2021). Data-Driven Artificial Intelligence Applications for Sustainable Precision Agriculture. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061227>.
- Mazari, N. (2025). Building Metacognitive Skills Using AI Tools to Help Higher Education Students Reflect on Their Learning Process. *RHS-Revista Humanismo y Sociedad*. <https://doi.org/10.22209/rhs.v13n1a04>.
- Ng, D., Leung, J., Su, J., Ng, R., & Chu, S. (2023). Teachers' AI digital competencies and twenty-first century skills in the post-pandemic world. *Educational Technology Research and Development*, 71, 137 - 161. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10203-6>.
- Putri, I. A., & Ikhsan, J. (2025). Pemanfaatan Artificial Intelligence dalam Pengembangan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Minat Belajar Peserta Didik. *Journal of Learning Technology and Innovation*, 1(1), 16-30.
- Quintero, R. (2025). AI-Enhanced Think-Pair-Share: A Learning Analytics Approach to Foster Linguistic Creative Thinking and Collaborative Learning. *J. Learn. Anal.*, 12, 19-34. <https://doi.org/10.18608/jla.2025.8807>.
- Rachmawati, R. R. (2020). Smart Farming 4.0 untuk mewujudkan pertanian Indonesia maju, mandiri, dan modern. In *Forum Penelitian Agro Ekonomi* (Vol. 38, No. 2, pp. 137-154).
- Sape, H., Muh. Ridwan, & Muhammad Fuad. (2025). Pengaruh Penggunaan Artificial Inteligence (AI) dalam Pembelajaran Interaktif untuk Meningkatkan Literasi Numerasi Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(1), 17–23. <https://doi.org/10.62388/jpdp.v5i1.521>
- Spyrou, O., Ariza-Sentís, M., & Vélez, S. (2025). Enhancing Education in Agriculture via XR-Based Digital Twins: A Novel Approach for the Next Generation. *Applied System Innovation*. <https://doi.org/10.3390/asi8020038>.
- Tahir, M., , Q., & Latif, A. (2025). Explore the role of Artificial Intelligence on Students' Critical Thinking and Problem-Solving Skills at higher Education Institution in Pakistan. *Social Science Review Archives*. <https://doi.org/10.70670/sra.v3i3.1084>.
- Wei, H., Dai, Y., Yuan, K., Li, K., Hung, K., Hu, E., Lee, A., Chang, J., Zhang, C., & Li, X. (2025). AI-Powered Problem- and Case-based Learning in Medical and Dental Education: A Systematic Review and Meta-analysis. *International Dental Journal*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2025.100858>.
- Xu, Z., Choudhury, F., , S., Murphrey, T., & Dooley, K. (2025). Leveraging Learning Analytics to Model Student Engagement in Graduate Statistics: A Problem-Based Learning Approach in Agricultural Education. *Behavioral Sciences*, 15. <https://doi.org/10.3390/bs15101360>.