

Integrasi Artificial Intelligence dalam Pengembangan Pertanian Presisi: Systematic Literature Review

Wahyu Putra Satrio *¹
Novan Wijaya ²

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Rekayas, Universitas Multi Data Palembang, Indonesia

*e-mail: wahyuputrasatrio_2327240074@mhs.mdp.ac.id¹, novan.wijaya@mdp.ac.id²

Abstrak

Perkembangan teknologi digital dan meningkatnya kebutuhan pangan mendorong transformasi sektor pertanian menuju sistem yang lebih modern dan efisien melalui konsep pertanian presisi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis integrasi Artificial Intelligence (AI) dan teknologi digital dalam pengembangan pertanian presisi serta dampaknya terhadap efisiensi dan produktivitas pertanian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Systematic Literature Review (SLR) dengan mengkaji sebanyak 20 artikel yang diperoleh dari database Google Scholar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Artificial Intelligence yang paling dominan digunakan adalah Machine Learning dan Deep Learning, dengan penerapan pada prediksi hasil panen, deteksi penyakit tanaman, serta analisis kondisi lingkungan pertanian. Selain itu, teknologi digital yang paling banyak terintegrasi dengan AI adalah Internet of Things (IoT), sensor, UAV atau drone, serta Big Data dan Cloud Computing yang mendukung pengolahan data secara real-time dan akurat. Penerapan integrasi teknologi ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumberdaya, seperti penghematan air hingga 30% serta peningkatan akurasi prediksi hasil panen sebesar 15-20%. Namun demikian, implementasi AI dalam pertanian presisi masih menghadapi beberapa tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur, biaya implementasi yang tinggi, serta rendahnya literasi teknologi di kalangan petani. Oleh karena itu, diperlukan dukungan dari berbagai pihak untuk mendorong penerapan teknologi ini secara lebih luas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan dan potensi integrasi Artificial Intelligence dalam pertanian presisi.

Kata kunci: Artificial Intelligence, Pertanian Presisi, Machine Learning, Internet of Things, Teknologi Digital, Smart Farming

Abstract

The development of digital technology and the increasing demand for food have driven the transformation of the agricultural sector toward more modern and efficient systems through the concept of precision agriculture. This study aims to analyze the integration of Artificial Intelligence (AI) and digital technologies in the development of precision agriculture and their impact on agricultural efficiency and productivity. The research method applied is a Systematic Literature Review (SLR) by reviewing 20 articles obtained from the Google Scholar database. The findings indicate that the most widely used AI methods are Machine Learning and Deep Learning, particularly for crop yield prediction, plant disease detection, and agricultural environmental analysis. Furthermore, the digital technologies most frequently integrated with AI include the Internet of Things (IoT), sensors, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) or drones, Big Data, and Cloud Computing, which support accurate and real-time data processing. The integration of these technologies has proven effective in improving resource efficiency, such as reducing water usage by up to 30% and increasing crop yield prediction accuracy by 15-20%. However, the implementation of AI in precision agriculture still faces challenges, including limited infrastructure, high implementation costs, and low technological literacy among farmers. Therefore, support from various stakeholders is essential to encourage broader adoption of these technologies in the agricultural sector.

Keywords: Artificial Intelligence, Pertanian Presisi, Machine Learning, Internet of Things, Teknologi Digital; Smart Farming

PENDAHULUAN

Sektor pertanian memainkan peran krusial dalam memenuhi kebutuhan pangan serta menjaga keberlangsungan ekonomi suatu negara. Bersamaan dengan pertumbuhan populasi

dunia yang terus meningkat dan kemajuan teknologi seperti *AI* serta *IoT* yang berkembang begitu cepat, hal ini mendorong kemajuan teknologi digital di berbagai aspek kehidupan (Herwanto, 2025) (Klerkx dkk., 2019). Salah satu contohnya adalah di sektor pertanian, yakni melalui kemunculan konsep pertanian presisi, yang merupakan metode atau pendekatan pengelolaan pertanian yang memanfaatkan teknologi digital seperti *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, dan sensor. Pertanian presisi bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya serta meningkatkan hasil panen (Sondakh dkk., 2020).

Kebutuhan produksi pertanian yang semakin tinggi, ditambah dengan faktor alam yang sulit diprediksi seperti perubahan iklim dan kondisi lingkungan, menjadi tantangan utama bagi pertanian modern. Situasi ini mendorong penggunaan teknologi digital dalam sistem pertanian guna meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Teknologi pertanian presisi memungkinkan petani memantau kondisi tanaman dan lahan dengan lebih tepat, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik terkait pengelolaan sumber daya seperti air, pupuk, dan pestisida. Penggunaan teknologi digital seperti sensor dan *Internet of Things* memfasilitasi pemantauan kondisi pertanian secara otomatis dan lebih efisien (Fitroh dkk., 2024).

Salah satu teknologi yang semakin maju dalam mendukung pertanian presisi adalah *Artificial Intelligence (AI)*. *Artificial Intelligence* adalah teknologi yang memungkinkan komputer melakukan analisis data dan pengambilan keputusan secara otomatis melalui *algoritma machine learning* (Zahara dkk., 2023). Di bidang pertanian, *AI* dapat dimanfaatkan untuk menganalisis data pertanian, memprediksi hasil panen, serta mengoptimalkan pengelolaan sumber daya, sehingga mendukung produksi pangan yang lebih efisien dan berkelanjutan (Susilo & Athallah, 2023) (Talaviya dkk., 2020). *Artificial Intelligence* memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian melalui berbagai aplikasi berbasis data (Javaid dkk., 2022).

Di samping itu, penerapan teknologi digital seperti *IoT* yang terintegrasi dengan sistem pemantauan pertanian memungkinkan petani memantau kondisi tanaman dan lingkungan secara real-time. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengukur kondisi tanah atau lingkungan, kemudian mengirimkan data ke platform digital, sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan pertanian (Tandyo & Dianta, 2023).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan teknologi *Artificial Intelligence* dalam sistem pertanian presisi serta dampaknya terhadap peningkatan efisiensi dan produktivitas pertanian. Penelitian ini menerapkan metode *Systematic Literature Review (SLR)* dengan menelaah berbagai studi dari database *Google Scholar* pada periode 2021–2026, guna mengidentifikasi dan menganalisis perkembangan riset terkait penerapan *Artificial Intelligence* dalam pertanian presisi.

METODE

Systematic Literature Riview (SLR)

Systematic Literature Review merupakan metode penelitian sekunder yang terstruktur, transparan, dan sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, serta mensintesis semua hasil penelitian sebelumnya yang relevan, guna menjawab pertanyaan dan masalah penelitian spesifik. Melalui *SLR*, tujuannya adalah memberikan gambaran yang jelas bagi penelitian dengan cara mengumpulkan, mengevaluasi, mengintegrasikan, dan menyajikan semua temuan secara sistematis (Sari dkk., 2023).

Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah integrasi *Artificial Intelligence (AI)* dan teknologi digital dalam pengembangan pertanian presisi. Pemanfaatan *Artificial Intelligence* dan teknologi digital dalam sistem pertanian presisi dipilih sebagai objek penelitian karena merupakan solusi dalam mengatasi tantangan global dalam sektor pertanian (Atnang dkk., 2023) selain itu berikut merupakan beberapa alasan pendukung pemilihan objek penelitian.

Perkembangan teknologi digital seperti *Artificial Intelligence (AI)*, *Internet of Things (IoT)*, sensor, dan sistem monitoring berbasis data telah menciptakan berbagai peluang baru dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan sektor pertanian serta membantu proses pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam kegiatan pertanian:

1. Integrasi teknologi *AI* dan teknologi digital dalam pertanian presisi saat ini semakin banyak diterapkan.
2. Penggunaan teknologi digital dalam sistem pertanian presisi juga memungkinkan proses pemantauan kondisi lahan dan tanaman dilakukan secara real-time.
3. Perkembangan penelitian mengenai penerapan *Artificial Intelligence* dalam pertanian presisi juga semakin meningkat dalam beberapa tahun terakhir.

Research Question

Adapun daftar pencarian yang digunakan pada proses pencarian literature yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Perkembangan Penelitian Mengenai AI Dalam Pertanian Presisi?
2. Teknologi digital apa saja yang terintegrasi dengan AI dalam pertanian presisi?
3. Apa manfaat penerapan AI dalam pertanian presisi?
4. Apa tantangan implementasi AI dalam sektor pertanian?

Search Proses

Search Process adalah sebuah proses pencarian yang dilakukan guna mencari dan mengidentifikasi artikel atau literatur yang sesuai dengan topik penelitian yang sedang dibahas. Pada penelitian ini proses pencarian dilakukan melalui beberapa sumber utama, yaitu <https://scholar.google.co.id/>. Pencarian pada situs tersebut menggunakan kata kunci "*Artificial Intelligence*", "*Teknologi Pertanian Presisi*" dan "*Pertanian Presisi*, dengan pemilihan literatur rentang antara 2021-2026, guna memperoleh literatur atau artikel yang mampu menjawab pertanyaan dari *Research Question*.

Kriteria Inclusion dan Exclusion

Inclusion dan *exclusion criteria* digunakan untuk menyaring artikel yang paling relevan dan sesuai dengan tujuan penelitian yang dapat dianalisis lebih lanjut. artikel akan dipilih dalam penelitian jika memenuhi kriteria sebagai berikut:

Kriteria *Inclusion*

1. Artikel jurnal nasional maupun internasional.
2. Dipublikasikan pada tahun 2021–2026.
3. Membahas penerapan *Artificial Intelligence* pada bidang pertanian presisi atau smart farming.
4. Artikel tersedia secara full-text.
5. Artikel menggunakan bahasa Indonesia atau Inggris.
6. Artikel diperoleh melalui database Google Scholar.

Kriteria *Exclusion*

1. Artikel yang tidak relevan dengan topik penelitian.

2. Artikel duplikat dari database pencarian.
3. Artikel yang tidak tersedia secara full-text.
4. Artikel yang tidak membahas implementasi AI dalam pertanian presisi.

Diagram Prisma

PRISMA diagram dalam penelitian ini menggambarkan alur seleksi artikel yang dilakukan secara sistematis dalam metode Systematic Literature Review (SLR). Proses pencarian literatur dilakukan melalui database Google Scholar dengan menggunakan kata kunci “Artificial Intelligence”, “Pertanian Presisi”, “Smart Farming”, dan “Teknologi Pertanian Presisi” pada rentang tahun 2021–2026. Berdasarkan hasil pencarian awal, diperoleh sebanyak 20 artikel yang relevan dengan topik penelitian. Adapun tahapan dalam diagram PRISMA pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

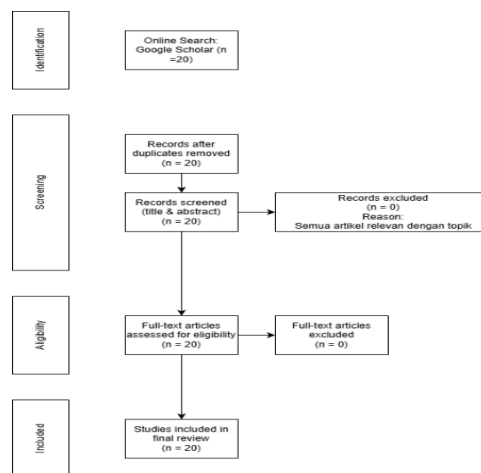
1. Identification (Identifikasi)

Pada tahap ini dilakukan proses pencarian artikel melalui database Google Scholar menggunakan kata kunci yang telah ditentukan. Seluruh artikel yang ditemukan kemudian dikumpulkan sebagai data awal penelitian.
2. Screening (Penyaringan)

Pada tahap screening dilakukan penyaringan artikel berdasarkan judul, abstrak, dan kesesuaian topik penelitian. Selain itu, artikel yang terduplikasi juga dihapus agar tidak terjadi pengulangan data dalam proses analisis.
3. Eligibility (Kelayakan)

Artikel yang lolos tahap screening selanjutnya diperiksa secara lebih mendalam melalui pembacaan full-text. Pada tahap ini dilakukan penyesuaian berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi, seperti artikel harus membahas penerapan Artificial Intelligence dalam pertanian presisi, tersedia secara full-text, serta menggunakan bahasa Indonesia atau Inggris.
4. Included (Artikel Terpilih)

Pada tahap akhir, artikel yang memenuhi seluruh kriteria seleksi ditetapkan sebagai sumber utama penelitian. Berdasarkan hasil proses seleksi tersebut, diperoleh sebanyak 20 artikel yang digunakan dalam proses analisis dan pembahasan penelitian.



Gambar 1. Prisma Diagram

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pencarian

Proses pencarian dilakukan untuk mendapatkan artikel yang relevan dengan topik “*integrasi Artificial Intelligence (AI)* dan teknologi digital dalam pengembangan pertanian presisi”. Pencarian dilaksanakan melalui dua sumber utama: *Google Scholar* dengan menggunakan kombinasi kata kunci “*Artificial Intelligence*”, “*Teknologi Pertanian Presisi*”, dan “*Pertanian Presisi*”. Pencarian awal menghasilkan 20 artikel. Artikel-artikel tersebut kemudian dicatat dan diklasifikasikan berdasarkan metode pemanfaatan AI dan teknologi yang digunakan.

Analisis Studi Literature

Setelah melalui proses pencarian dengan menggunakan seleksi inklusi dan eksklusi. Selanjutnya dilakukan penilaian dan klasifikasi metode pemanfaatan AI dan teknologi yang digunakan pada artikel yang terpilih.

Tabel 1. Hasil Analisis Literature

Penulis	Metode	Judul
Ahmed et al.	<i>Random Forest, XGBoost, Ensemble Learnign</i>	<i>Machine learning-based smart agriculture system using IoT-based sensors data for crop yield prediction</i>
Alazzai et al.	<i>Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Computer Vision (CV)</i>	<i>Precision Farming: The Power of AI and IoT Technologies</i>
Adewusi et al.	<i>(termasuk pengolahan citra seperti CNN), sensor berbasis IoT,</i>	<i>AI in Precision Agriculture: A Review of Technologies for Sustainable Farming Practices</i>
Biswas et al.	<i>Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Automation (AI-based automation)</i>	<i>Precision Farming Utilizing Internet of Things, Artificial Intelligence and Automation: An Overview</i>
Akkem et al.	<i>Machine Learning (ML), Deep Learning (DL)</i>	<i>Smart Farming Using Artificial Intelligence: A Review</i>
Linaza et al.	<i>Data-driven AI, Machine Learning, Deep Learning, Computer Vision, Predictive Analytics, Robotics</i>	<i>Data-Driven Artificial Intelligence Applications for Sustainable Precision Agriculture</i>
Siregar et al.	<i>Machine Learning, Deep Learning, IoT-based AI, Data Analytics / Predictive Analytics</i>	<i>Vertical Farming Perspectives in Support of Precision Agriculture Using Artificial Intelligence: A Review</i>
Sharma et al.	<i>Machine Learning, Deep Learning, IoT-based AI, Computer Vision, Remote Sensing, Robotics, Data Analytics / Predictive Analytics</i>	<i>Integrating artificial intelligence and Internet of Things (IoT) for enhanced crop monitoring and management in precision agriculture</i>
Eissa	<i>Machine Learning, Deep Learning, Robotics, IoT-based AI, Data Analytics / Predictive Analytics</i>	<i>Precision agriculture using artificial intelligence and robotics</i>
Son et al.	<i>Machine Learning, Deep Learning, Computer Vision, Data Analytics / Predictive</i>	<i>Towards Artificial Intelligence Applications in Precision and Sustainable Agriculture</i>

	<i>Analytics</i>	
Naresh et al.	<i>Machine Learning, Artificial Intelligence (AI), Data Analytics / Predictive Analytics</i>	<i>The Prospect of Artificial Intelligence (AI) in Precision Agriculture for Farming Systems Productivity in Sub-Tropical India: A Review</i>
Gryshova et al.	<i>Artificial Intelligence, Machine Learning (implisit dari pembahasan), Climate-Smart Agriculture System</i>	<i>Artificial Intelligence in Climate Smart in Agricultural: Toward a Sustainable Farming Future</i>
Kumar et al.	<i>Artificial Intelligence (AI), Sensor Technology, Big Data, Decision Support System</i>	<i>Role of artificial intelligence, sensor technology, big data in agriculture: next-generation farming</i>
Bezas et al.	<i>Machine Learning, Artificial Intelligence, IoT, Robotics</i>	<i>The Role of Artificial Intelligence and Machine Learning in Smart and Precision Agriculture</i>
Mishra et al.	<i>Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Predictive Analytics, Robotics, IoT</i>	<i>Artificial Intelligence and Machine Learning in Agriculture: Transforming Farming Systems</i>
Ismail et al.	<i>Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), sistem monitoring dan pengembangan model pertanian berbasis sensor dan teknologi digital</i>	<i>Pengembangan Model Pertanian Berkelanjutan untuk Cinnamomum sintoc Menggunakan Teknologi AI dan IoT di Pedesaan</i>
Djamen et al.	<i>Internet of Things (IoT), sistem otomatisasi berbasis sensor (NodeMCU ESP8266), smart irrigation system (data-driven, real-time monitoring)</i>	<i>Pengembangan Smart Farming Berbasis IoT untuk Meningkatkan Optimalisasi Irigasi Pertanian dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional</i>
Sari et al.	<i>Systematic Literature Review (SLR), teknologi pendukung seperti Remote Sensing, Drone, dan Geographic Information Systems (GIS) (tanpa algoritma AI spesifik)</i>	<i>Peran Teknologi Presisi dalam Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan: Systematic Literature Review</i>
Krishna et al.	<i>Artificial Intelligence (AI), Data Analysis / Predictive Analytics</i>	<i>Smart Agriculture System Using IoT with Help of AI-Techniques</i>
Rustemi et al.	<i>Artificial Intelligence (AI), IoT, Blockchain, Predictive Analytics, Automated Decision-Making</i>	<i>Synergizing IoT, AI, and blockchain for smart agriculture: Challenges, opportunities, and future directions</i>

Klasifikasi Metode Artificial Intelligence

Berdasarkan analisis terhadap 20 artikel yang dikaji pada Tabel 1, metode *Artificial Intelligence (AI)* yang digunakan dalam pengembangan pertanian presisi menunjukkan variasi yang cukup beragam dan umumnya digunakan secara kombinatif. Metode-metode tersebut dapat

diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori utama, yaitu *Machine Learning*, *Deep Learning*, *Computer Vision*, *Data Analytics* atau *Predictive Analytics*, serta pendekatan berbasis *Data-driven AI* dan integrasi dengan teknologi lain seperti *robotics* dan *IoT-based AI*.

Machine Learning (ML) merupakan metode yang paling dominan digunakan dalam penelitian, dengan kemunculan pada sebagian besar artikel seperti pada penelitian Ahmed et al., Akkem et al., Naresh et al., serta Bezas & Filippidou. *Algoritma* seperti *Random Forest*, *XGBoost*, dan *Support Vector Machine (SVM)* banyak dimanfaatkan untuk melakukan prediksi hasil panen, analisis kondisi tanah, serta pengambilan keputusan berbasis data. Hal ini menunjukkan bahwa *Machine Learning* sangat efektif dalam mengolah data *numerik* dan *historis* yang umum ditemukan dalam sektor pertanian (Verhoef dkk., 2021).

Selain itu, *Deep Learning (DL)* juga banyak digunakan terutama pada penelitian yang melibatkan data citra, seperti pada penelitian Adewusi et al., Sharma et al., serta Nguenthann Son et al. *Deep Learning*, khususnya dengan model *Convolutional Neural Network (CNN)*, digunakan dalam deteksi penyakit tanaman, identifikasi kondisi daun, serta analisis visual berbasis citra. Hal ini menunjukkan bahwa *Deep Learning* memiliki peran penting dalam meningkatkan akurasi analisis berbasis gambar (Raup dkk., 2021).

Metode *Computer Vision* merupakan bagian dari *Deep Learning* yang secara khusus digunakan untuk analisis visual. Berdasarkan tabel, metode ini muncul pada beberapa penelitian seperti Adewusi et al. dan Sharma et al., yang memanfaatkan citra dari kamera atau *drone* untuk mendeteksi kondisi tanaman dan hama. Penggunaan *Computer Vision* ini sering dikombinasikan dengan teknologi *UAV* atau *drone* untuk meningkatkan efektivitas pemantauan lahan.

Selanjutnya, *Data Analytics* atau *Predictive Analytics* juga menjadi metode yang cukup sering digunakan, terutama dalam penelitian yang berfokus pada pengolahan data dalam jumlah besar untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat, seperti pada penelitian Linaza et al., Sharma et al., dan Mostafa Eissa. Metode ini memungkinkan analisis pola data *historis* untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat.

Selain metode utama tersebut, beberapa penelitian juga menunjukkan penggunaan pendekatan yang lebih kompleks seperti *Data-driven AI*, *IoT-based AI*, serta integrasi dengan *robotics*. Misalnya, penelitian oleh Linaza et al. menggabungkan *Machine Learning*, *Deep Learning*, *Computer Vision*, dan *Robotics* dalam satu sistem terpadu. Hal ini menunjukkan bahwa tren pengembangan *AI* dalam pertanian presisi mengarah pada sistem yang terintegrasi dan multidisiplin.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat satu metode *AI* yang digunakan secara tunggal, melainkan kombinasi beberapa metode yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem. Dominasi *Machine Learning* dan *Deep Learning* menunjukkan bahwa kedua metode ini menjadi fondasi utama dalam pengembangan sistem pertanian presisi berbasis *Artificial Intelligence*.

Teknologi Digital yang Digunakan

Berdasarkan hasil analisis terhadap 20 artikel pada Tabel 1, teknologi digital yang digunakan dalam pengembangan pertanian presisi sangat beragam dan umumnya terintegrasi dengan *Artificial Intelligence* untuk mendukung pengolahan data secara *real-time* dan akurat. Teknologi digital tersebut meliputi *Internet of Things (IoT)*, *sensor*, *UAV* atau *drone*, *remote sensing*, *cloud computing*, *big data*, *robotics*, serta sistem monitoring berbasis data.

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang paling dominan digunakan, muncul pada sebagian besar penelitian seperti pada Alazzai et al., Biswas & Goswami, Sharma et al., serta Ismail et al. *IoT* memungkinkan perangkat-perangkat seperti sensor untuk saling terhubung dan mengirimkan data secara *real-time* ke sistem pusat untuk dianalisis menggunakan *AI* (Susanto, 2021). Hal ini menjadikan *IoT* sebagai komponen utama dalam sistem pertanian presisi.

Penggunaan sensor juga menjadi teknologi yang sangat penting dan sering digunakan dalam berbagai penelitian. Sensor digunakan untuk mengukur berbagai parameter lingkungan seperti kelembaban tanah, suhu, intensitas cahaya, serta kondisi tanaman. Data yang diperoleh dari sensor kemudian diolah menggunakan *algoritma AI* untuk menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat.

Selain itu, teknologi *UAV* atau *drone* dan *remote sensing* juga banyak digunakan dalam penelitian seperti pada Adewusi et al. dan Sharma et al. Teknologi ini digunakan untuk pemantauan kondisi lahan secara luas melalui pengambilan citra dari udara. Data citra tersebut kemudian dianalisis menggunakan *Computer Vision* untuk mendeteksi penyakit tanaman dan kondisi lahan secara lebih efisien.

Teknologi lain seperti *Big Data* dan *Cloud Computing* digunakan untuk mendukung penyimpanan dan pengolahan data dalam skala besar. Penelitian oleh Pradeep Kumar et al. menunjukkan bahwa penggunaan *Big Data* memungkinkan analisis data yang lebih kompleks dan mendalam, sehingga meningkatkan akurasi sistem pengambilan keputusan.

Selain itu, penggunaan *robotics* juga mulai berkembang dalam beberapa penelitian seperti pada Mostafa Eissa dan Linaza et al., yang menunjukkan bahwa sistem pertanian modern mulai mengarah pada otomatisasi penuh. *Robotics* digunakan untuk membantu proses seperti penyemprotan, pemanenan, dan monitoring tanaman secara otomatis.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa teknologi digital dalam pertanian presisi tidak bekerja secara terpisah, melainkan saling terintegrasi dalam satu sistem. Integrasi ini memungkinkan terciptanya sistem pertanian yang lebih efisien, akurat, dan berbasis data dalam mendukung peningkatan produktivitas pertanian.

Analisis Data

Berdasarkan hasil analisis terhadap 20 artikel yang telah dikaji, diperoleh bahwa penerapan *Artificial Intelligence* dalam pertanian presisi menunjukkan perkembangan yang signifikan, baik dari segi metode yang digunakan maupun teknologi yang terintegrasi. Analisis ini mencakup metode *AI*, teknologi digital pendukung, serta dampak implementasinya terhadap sektor pertanian.

1. Metode Artificial Intelligence yang Digunakan

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1, penggunaan metode *Artificial Intelligence* dalam pertanian presisi didominasi oleh *Machine Learning* dan *Deep Learning*. *Machine Learning* digunakan pada sebagian besar penelitian karena kemampuannya dalam mengolah data numerik dan historis untuk menghasilkan prediksi yang akurat (Roihan dkk., 2020), seperti pada penelitian Ahmed et al. yang menggunakan *Random Forest* dan *XGBoost* untuk prediksi hasil panen (Raup dkk., 2021).

Sementara itu, *Deep Learning* banyak digunakan dalam analisis data citra, khususnya menggunakan model *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk deteksi penyakit tanaman dan analisis kondisi tanaman. Penelitian seperti Adewusi et al. dan Sharma et al. menunjukkan bahwa *Deep Learning* mampu meningkatkan akurasi dalam pengolahan citra pertanian (Susanto, 2021).

Selain itu, beberapa penelitian juga menggabungkan berbagai metode seperti *Machine Learning*, *Deep Learning*, dan *Computer Vision* dalam satu sistem untuk meningkatkan performa analisis. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan *hybrid* menjadi tren dalam pengembangan sistem pertanian presisi.

Secara umum, klasifikasi metode *AI* dalam penelitian ini meliputi:

- a. *Machine Learning (ML)* – digunakan pada sebagian besar artikel

- b. *Deep Learning (DL)* – terutama untuk pengolahan citra dan prediksi kompleks
 - c. *Computer Vision* – untuk deteksi penyakit dan monitoring tanaman
 - d. *Data Analytics / Predictive Analytics* – untuk analisis berbasis data
 - e. *AI* berbasis *Big Data* dan *Edge Computing* – untuk sistem yang lebih kompleks
2. Teknologi Digital yang Digunakan

Dalam implementasinya, *Artificial Intelligence* didukung oleh berbagai teknologi digital, dengan *Internet of Things (IoT)* sebagai teknologi yang paling dominan. *IoT* memungkinkan pengumpulan data secara *real-time* melalui sensor yang terpasang di lahan pertanian, sehingga mendukung proses analisis berbasis data (Roihan dkk., 2020).

Selain *IoT*, teknologi seperti sensor, *UAV/drone*, *remote sensing*, *cloud computing*, dan *big data* juga berperan penting dalam mendukung sistem pertanian presisi. Teknologi-teknologi ini memungkinkan pengumpulan, penyimpanan, serta analisis data dilakukan secara lebih efektif dan efisien.

Selain itu, teknologi digital lain yang digunakan meliputi:

- a. *IoT (Internet of Things)* – untuk monitoring real-time kondisi lahan
 - b. Sensor – untuk mengukur kelembaban, suhu, dan kondisi tanah
 - c. *UAV / Drone* – untuk pemetaan lahan dan pengawasan tanaman
 - d. *Remote Sensing* – untuk analisis kondisi lingkungan
 - e. *Cloud Computing* dan *Big Data* – untuk penyimpanan dan analisis data
 - f. *Robotics* – untuk otomatisasi sistem pertanian
 - g. Penggunaan teknologi-teknologi ini memungkinkan integrasi sistem yang lebih efisien dan berbasis data dalam pengelolaan pertanian.
3. Dampak Implementasi AI dalam Pertanian Presisi

Berdasarkan hasil analisis literatur, penerapan *Artificial Intelligence* dalam pertanian presisi memberikan dampak yang signifikan terhadap efisiensi dan produktivitas. Beberapa penelitian menunjukkan adanya peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya seperti penghematan air hingga 30% serta peningkatan akurasi prediksi hasil panen sebesar 15–20%.

Selain itu, penggunaan AI juga mampu meningkatkan efisiensi monitoring tanaman, mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Hal ini menunjukkan bahwa AI berperan penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan *Artificial Intelligence* dan teknologi digital memberikan dampak yang signifikan terhadap efisiensi dan produktivitas pertanian. Beberapa penelitian dalam tabel menunjukkan peningkatan kinerja sistem pertanian:

- a. Penghematan penggunaan air hingga 30%
 - b. Peningkatan akurasi prediksi hasil panen sebesar 15–20%
 - c. Optimalisasi penggunaan sumber daya pertanian
 - d. Meningkatkan efisiensi monitoring tanaman
 - e. Mendukung pengambilan keputusan berbasis data
 - f. Mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida secara berlebihan
4. Tren Perkembangan Teknologi

Hasil analisis menunjukkan adanya perkembangan teknologi yang cukup pesat dalam penerapan AI di bidang pertanian presisi. Tren yang terlihat adalah pergeseran dari penggunaan metode sederhana menuju metode yang lebih kompleks seperti *XGBoost*, *CNN*, serta integrasi dengan *Big Data* dan *Cloud Computing*.

Selain itu, integrasi antara *AI* dengan teknologi seperti *IoT* dan *robotics* juga semakin berkembang, yang mengarah pada sistem pertanian berbasis otomatisasi. Penggunaan *drone* dan *Computer Vision* juga semakin meningkat dalam kegiatan monitoring tanaman.

Beberapa tren utama yang ditemukan antara lain:

- a. Perkembangan dari model sederhana menuju model kompleks seperti *LSTM*, *XGBoost*, dan *Vision Transformer*
 - b. Integrasi *AI* dengan *Cloud Computing* dan *Edge Computing*
 - c. Peningkatan penggunaan *Computer Vision* berbasis *UAV* atau *drone*
 - d. Pemanfaatan *Big Data* untuk analisis prediktif
5. Tantangan Implementasi

Meskipun memberikan banyak manfaat, penerapan *Artificial Intelligence* dalam pertanian presisi masih menghadapi berbagai tantangan (Klerkx dkk., 2019). Tantangan utama meliputi keterbatasan infrastruktur teknologi, terutama di wilayah pedesaan, serta biaya implementasi yang relatif tinggi.

Selain itu, rendahnya literasi teknologi di kalangan petani juga menjadi hambatan dalam adopsi teknologi ini. Ketersediaan data yang belum merata serta kurangnya integrasi antar sistem juga menjadi tantangan dalam pengembangan sistem pertanian berbasis *AI*.

Berdasarkan hasil analisis literatur, tantangan tersebut meliputi:

- a. Keterbatasan infrastruktur teknologi di wilayah pertanian
- b. Biaya implementasi yang relatif tinggi
- c. Rendahnya literasi teknologi di kalangan petani
- d. Ketersediaan data yang belum merata

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* terhadap 20 artikel yang dianalisis, dapat disimpulkan bahwa integrasi *Artificial Intelligence* (*AI*) dan teknologi digital dalam pertanian presisi menunjukkan perkembangan yang signifikan dan semakin kompleks. Metode *Machine Learning* dan *Deep Learning* menjadi pendekatan yang paling dominan digunakan dalam berbagai penelitian, terutama dalam prediksi hasil panen, deteksi penyakit tanaman, serta analisis data pertanian berbasis citra dan numerik.

Selain itu, penggunaan teknologi digital seperti *Internet of Things* (*IoT*), sensor, *UAV* atau *drone*, *remote sensing*, serta *Big Data* dan *Cloud Computing* berperan sebagai pendukung utama dalam implementasi sistem pertanian presisi. Integrasi antara *AI* dan teknologi digital memungkinkan proses monitoring dan pengambilan keputusan dilakukan secara *real-time*, akurat, dan berbasis data.

Dari sisi dampak, penerapan teknologi ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, seperti penghematan air dan optimalisasi penggunaan pupuk, serta meningkatkan akurasi prediksi hasil panen. Hal ini menunjukkan bahwa *Artificial Intelligence* memiliki peran strategis dalam mendukung pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Namun demikian, implementasi teknologi ini masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur, biaya implementasi yang tinggi, serta rendahnya tingkat literasi teknologi di kalangan petani. Oleh karena itu, diperlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, akademisi, dan sektor industri, untuk mendorong adopsi teknologi ini secara lebih luas.

Dengan demikian, integrasi *Artificial Intelligence* dan teknologi digital memiliki potensi besar dalam mendukung transformasi sektor pertanian menuju sistem pertanian presisi yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atnang, M., Ghufron, S., & Syafi'i, A. (2023). Implementasi Teknologi Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence) dalam Pembelajaran di Sekolah Dasar. *JPSP: Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan*, 3(2), 104–111. <https://e-journal.iain-palangkaraya.ac.id/index.php/mipa/article/view/7222>
- Fitroh, Wulandari, K., Wardana, D. A., & Issyatirrahim, H. M. (2024). ANALISIS IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS (IoT) PADA BIDANG PERTANIAN. *Jurnal Informasi Interaktif*, 9(1), 35–40. <http://uinjkt.ac.id>
- Herwanto, A. (2025). Peluang Bisnis Baru Di Industri 5.0 Dengan IOT, AI, Dan Cloud Computing [cite: 3, 4]. *JITU (Jurnal Informasi dan Teknologi)*, 2(1), 24 [cite: 2]-31 [cite: 1, 224].
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2022). Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture. *Smart Agricultural Technology*, 2, 100049. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100049>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Raup, A., Pratama, Y., & Munawar, Z. (2021). Implementasi Artificial Intelligence (AI) di Bidang Pendidikan. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Sains (JITS)*, 2(1), 35–42. <https://jurnal.unibba.ac.id/index.php/jits/article/view/522>
- Roihan, A., Sunarya, A., & Wijaya, A. S. (2020). Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review Paper. *IJCIT (Indonesian Journal on Computer and Information Technology)*, 5(1), 75–82. <https://doi.org/10.31294/ijcit.v5i1.7951>
- Sari, A. D. I., Pradana, G. S., Zunanda, M., Amalia, S., & Salsabilah, S. (2023). Implementasi Artificial Intelligence (AI) Melalui Media Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 5(2), 3244–3248. <https://journal.uinyahukimo.ac.id/index.php/jpdk/article/view/1247>
- Sondakh, J., Rembang, J. H. W., & Syahyuti. (2020). KARAKTERISTIK, POTENSI GENERASI MILENIAL DAN PERSPEKTIF PENGEMBANGAN PERTANIAN PRESISI DI INDONESIA. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), 155–166. <https://doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.155-166>
- Susanto, F. (2021). Implementasi Artificial Intelligence (AI) di Bidang Pendidikan. *JITS: Jurnal Inovasi Teknologi dan Sains*, 2(1), 35–40. <https://jurnal.unibba.ac.id/index.php/jits/article/view/522>
- Susilo, R. F. N., & Athallah, S. F. A. (2023). PENGGUNAAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) DALAM MEMBANGUN SISTEM PANGAN BERKELANJUTAN DI INDONESIA. *Jurnal IMAGINE*, 3(2), 104–112. <https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine>
- Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H., & Shah, M. (2020). Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. *Information Processing in Agriculture*, 7(3), 341–373. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2020.01.002>
- Tandyo, I. S., & Dianta, F. S. (2023). Implementasi Artificial Intelligence dalam Dunia Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 5(2), 3568–3573. <https://journal.uinyahukimo.ac.id/index.php/jpdk/article/view/1331>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M.

(2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

Zahara, S. L., Azkia, Z. U., & Chusni, M. M. (2023). Implementasi Teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam Bidang Pendidikan. *JPSP: Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan*, 3(1), 15–20. <https://e-journal.iain-palangkaraya.ac.id/index.php/mipa/>