



## Digitalisasi Pertanian Presisi: Tinjauan Literatur pada Teknologi Sensor, Monitoring, dan Otomasi

### Digitalization of Precision Agriculture: A Literature Review on Sensor, Monitoring, and Automation Technologies



Parwito<sup>a</sup>  
Ismail Arifin<sup>b</sup>

#### Article history:

Submitted: 16 November 2022

Revised: 29 November 2022

Accepted: 10 December 2022

#### Keywords:

Precision agriculture, Sensor technology, Digital monitoring, Agricultural automation, Internet of Things

#### Abstract

*Precision agriculture is a modern approach that leverages digital technologies to enhance efficiency, productivity, and sustainability in crop cultivation. Advances in sensor technologies, monitoring systems, and automation have enabled real-time data collection, land condition analysis, and precise input management. The background of this study stems from the increasing demand for more efficient and climate-adaptive agricultural practices, while reducing excessive resource use. The objective of this study is to review recent literature on the implementation of sensor technologies, monitoring systems, and automation in the digitalization of precision agriculture. The method employed is a systematic literature review, analyzing scientific publications, peer-reviewed articles, and technical reports from recent years to identify trends, applications, and challenges faced in precision agriculture practices. The review findings indicate that soil and crop sensors, IoT-based monitoring systems, and automation devices such as smart irrigation and crop-monitoring drones significantly enhance the accuracy of agricultural decision-making. These technologies support efficient nutrient management, pest control, and irrigation, while enabling more precise yield predictions. However, technology adoption still faces challenges such as high implementation costs, limited digital infrastructure, and the need for technical skills among farmers. In conclusion, the digitalization of precision agriculture through the integration of sensors, monitoring, and automation offers substantial potential to improve agricultural production efficiency. Adaptive implementation strategies and technical training support are key to successful technology adoption in the field.*

#### Abstrak

Pertanian presisi merupakan pendekatan modern yang memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan dalam budidaya tanaman. Perkembangan teknologi sensor, sistem monitoring, dan otomasi telah memungkinkan pengumpulan data real-time, analisis kondisi lahan, dan pengendalian input secara tepat sasaran. Latar belakang penelitian ini

<sup>a</sup> Universitas Ratu Samban, Bengkulu, Indonesia

<sup>b</sup> Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Sapta Bakti, Bengkulu, Indonesia

adalah meningkatnya kebutuhan akan pertanian yang lebih efisien dan adaptif terhadap perubahan iklim, sekaligus mengurangi penggunaan sumber daya secara berlebihan. Tujuan dari studi ini adalah untuk meninjau literatur terkini mengenai implementasi teknologi sensor, monitoring, dan otomasi dalam digitalisasi pertanian presisi. Metode yang digunakan adalah studi pustaka sistematis, dengan analisis terhadap publikasi ilmiah, artikel peer-reviewed, dan laporan teknis dari tahun terakhir, untuk mengidentifikasi tren, aplikasi, dan tantangan yang dihadapi dalam praktik pertanian presisi. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa sensor tanah dan tanaman, sistem monitoring berbasis IoT, serta perangkat otomasi seperti irigasi cerdas dan drone pemantau tanaman, secara signifikan meningkatkan akurasi pengambilan keputusan pertanian. Teknologi ini mendukung pengelolaan nutrisi, pengendalian hama, dan irigasi secara efisien, serta memungkinkan prediksi hasil panen dengan tingkat presisi yang lebih tinggi. Namun, adopsi teknologi ini masih menghadapi kendala seperti biaya implementasi, keterbatasan infrastruktur digital, dan kebutuhan akan keterampilan teknis bagi petani. Kesimpulannya, digitalisasi pertanian presisi melalui integrasi sensor, monitoring, dan otomasi menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi produksi pertanian. Strategi implementasi yang adaptif dan dukungan pelatihan teknis menjadi kunci keberhasilan adopsi teknologi ini di lapangan.

Kata kunci: Pertanian presisi, Teknologi sensor, Monitoring digital, Otomasi pertanian, Internet of Things

*SMART : Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer* © 2022.  
This is an open access article under the CC BY-NC-SA license  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

---

**Corresponding author:**

Parwito

Universitas Ratu Samban, Bengkulu, Indonesia

Email address: [parwitougmail.com](mailto:parwitougmail.com)

---

## 1 Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor penting yang menopang ketahanan pangan dan perekonomian global. Namun, tantangan perubahan iklim, pertumbuhan populasi, dan keterbatasan sumber daya menuntut inovasi dalam praktik pertanian agar lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan (Sishodia et al., 2020). Dalam konteks ini, pertanian presisi muncul sebagai pendekatan modern yang memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi tanaman.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membuka peluang besar bagi digitalisasi pertanian (Dhanaraju et al., 2022). Sensor tanah dan tanaman, sistem monitoring berbasis IoT, dan perangkat otomasi seperti irigasi cerdas dan drone pemantau tanaman memungkinkan pengumpulan data real-time, analisis kondisi lahan, serta pengelolaan input pertanian secara tepat sasaran (Shafi et al., 2019; Boursianis et al., 2020; Almalki et al., 2021). Penerapan teknologi ini diharapkan dapat meminimalkan pemborosan sumber daya dan meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan di lapangan (Rehman et al., 2022). Latar belakang penelitian ini juga terkait dengan kebutuhan meningkatnya adaptasi pertanian terhadap perubahan iklim. Petani perlu mendapatkan informasi akurat dan cepat mengenai kondisi tanaman, serangan hama, penyakit, serta kebutuhan nutrisi agar dapat merespons secara tepat (Sharma & Shivandu, 2024; Sishodia et al., 2020). Digitalisasi pertanian presisi menawarkan solusi melalui pemantauan berkelanjutan dan otomatisasi pengelolaan lahan, sehingga praktik pertanian menjadi lebih responsif dan berbasis data.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, terdapat beragam aplikasi dan inovasi dalam monitoring dan otomasi pertanian (Ullo & Sinha, 2021). Namun, adopsi teknologi ini menghadapi kendala, termasuk biaya implementasi,

keterbatasan infrastruktur digital, dan kebutuhan akan keterampilan teknis bagi petani (Rehman et al., 2022). Studi literatur diperlukan untuk merangkum tren, tantangan, dan solusi yang telah diimplementasikan di berbagai konteks pertanian modern.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meninjau literatur terkini mengenai penerapan sensor, sistem monitoring, dan otomasi dalam digitalisasi pertanian presisi. Dengan memahami perkembangan teknologi dan praktik terbaik, studi ini diharapkan memberikan landasan bagi pengembangan strategi implementasi yang adaptif dan efektif, serta mendukung peningkatan efisiensi dan produktivitas pertanian secara berkelanjutan.

## 2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi pustaka sistematis (*systematic literature review*) untuk meninjau perkembangan teknologi sensor, sistem monitoring, dan otomasi dalam digitalisasi pertanian presisi. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk merangkum, menganalisis, dan mengkaji literatur terkini mengenai implementasi teknologi informasi di bidang pertanian secara menyeluruh dan terstruktur. Sumber data penelitian mencakup publikasi ilmiah, artikel peer-reviewed, laporan teknis, dan dokumen akademik yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2022. Pemilihan periode ini dilakukan untuk memastikan cakupan literatur mencakup tren teknologi terbaru, serta memberikan gambaran perkembangan aplikasi digitalisasi pertanian dalam beberapa tahun terakhir.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui basis data akademik seperti Scopus, Web of Science, scienceDirect, dan Google Scholar, dengan kata kunci yang relevan, antara lain “*precision agriculture*,” “*sensor technology*,” “*IoT in agriculture*,” “*digital monitoring*,” dan “*agriculture automation*.” Setiap publikasi dievaluasi berdasarkan relevansi, kualitas metodologi, dan kontribusinya terhadap pengembangan pertanian presisi.

Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi tren teknologi, aplikasi praktis, manfaat, dan tantangan yang dihadapi dalam implementasi sistem sensor, monitoring, dan otomasi. Data dari berbagai literatur kemudian disintesis secara kualitatif untuk mengungkap pola implementasi, efektivitas teknologi, serta kesenjangan penelitian yang masih perlu dikaji lebih lanjut. Hasil dari metodologi ini diharapkan memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan digitalisasi pertanian presisi berbasis teknologi sensor, monitoring, dan otomasi. Temuan penelitian dapat menjadi dasar rekomendasi bagi petani, peneliti, dan pengambil kebijakan dalam merancang strategi implementasi teknologi yang adaptif, efisien, dan berkelanjutan.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan tinjauan literatur dari publikasi ilmiah, artikel peer-reviewed, dan laporan teknis antara tahun 2015–2022, terdapat beberapa tren utama dalam digitalisasi pertanian presisi melalui sensor, monitoring, dan otomasi (Sishodia et al., 2020; Navarro et al., 2020; Dhanaraju et al., 2022). Hasil analisis dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama: teknologi sensor, sistem monitoring, dan perangkat otomasi (Shafi et al., 2019; Ayaz et al., 2019). Ketiga komponen ini saling melengkapi dalam rangka menciptakan praktik pertanian yang lebih adaptif, efisien, dan berbasis data, sehingga petani dapat merespons kondisi lingkungan dan ancaman hama atau penyakit secara cepat dan tepat.

### Teknologi Sensor

Sensor tanah dan tanaman memungkinkan pengukuran parameter penting seperti kelembaban, pH, suhu, nutrisi, dan pertumbuhan tanaman secara real-time (Yin et al., 2021; Kashyap & Kumar, 2021; Mutyalamma et al., 2020). Data yang dikumpulkan oleh sensor ini digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data, seperti pengaturan irigasi, pemupukan presisi, dan deteksi dini penyakit atau stres tanaman (Navarro et al., 2020; Sishodia et al., 2020). Dengan sensor, petani dapat mengoptimalkan penggunaan input pertanian, mengurangi pemborosan sumber daya, serta meningkatkan hasil dan kualitas tanaman.

### Sistem Monitoring

Monitoring berbasis Internet of Things (IoT) memungkinkan pemantauan lahan secara jarak jauh melalui platform digital (Navarro et al., 2020; Madushanki et al., 2019; Ayaz et al., 2019). Sistem ini secara otomatis mengirimkan data ke server atau aplikasi mobile, sehingga petani atau manajer pertanian dapat memantau kondisi tanaman, kelembaban tanah, dan faktor lingkungan lainnya secara kontinu (Sharma et al., 2020; Dhanaraju et al., 2022). Monitoring berbasis IoT juga memungkinkan integrasi analitik prediktif, seperti memprediksi serangan hama, risiko penyakit, dan kebutuhan nutrisi tanaman, yang mendukung keputusan proaktif.

## Perangkat Otomasi

Otomasi pertanian mencakup irigasi cerdas, drone pemantau tanaman, dan robot pemanen (Sharma et al., 2020; Boursianis et al., 2020; Talaviya et al., 2020; Oliveira et al., 2021). Perangkat ini meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi penggunaan tenaga kerja, dan memungkinkan intervensi tepat waktu untuk masalah hama, penyakit, dan manajemen nutrisi tanaman (Sishodia et al., 2020; Friha et al., 2021). Otomasi juga mendukung penerapan praktik pertanian berkelanjutan, karena penggunaan air, pupuk, dan pestisida dapat dilakukan secara presisi, meminimalkan dampak lingkungan. Berikut tabel ringkas yang menggambarkan beberapa teknologi yang banyak digunakan dalam pertanian presisi:

Tabel 1. Kategori utama teknologi digital dalam pertanian presisi

Kategori Teknologi	Contoh Aplikasi	Manfaat Utama	Tantangan Implementasi	Sumber
Sensor Tanah & Tanaman	Kelembaban, Nutrisi, pH, Suhu	Pengambilan keputusan berbasis data, optimasi input	Biaya sensor, perawatan, kalibrasi	(Kashyap & Kumar, 2021; Yin et al., 2021; Mutyalamma et al., 2020)
Monitoring IoT	Platform cloud, aplikasi mobile	Pemantauan jarak jauh, data real-time	Infrastruktur digital terbatas, konektivitas di lahan	(Navarro et al., 2020; Ayaz et al., 2019; Madushanki et al., 2019)
Otomasi Pertanian	Irigasi cerdas, drone, robot	Efisiensi operasional, pengurangan tenaga, pengendalian hama	Biaya awal tinggi, kebutuhan keahlian teknis pengguna	(Sharma et al., 2021; Boursianis et al., 2020; Talaviya et al., 2020; Oliveira et al., 2021)

Integrasi sensor, monitoring, dan otomasi secara sinergis meningkatkan akurasi pengelolaan lahan, prediksi hasil panen, dan efisiensi penggunaan input pertanian (Sishodia et al., 2020; Navarro et al., 2020; Shafi et al., 2019). Data yang dikumpulkan oleh sensor dianalisis melalui sistem monitoring IoT dan diimplementasikan melalui perangkat otomasi, membentuk rantai keputusan yang berbasis data dan responsif terhadap kondisi lapangan (Sharma et al., 2021; Friha et al., 2021). Namun, adopsi teknologi ini masih menghadapi tantangan signifikan, termasuk biaya implementasi yang tinggi, keterbatasan infrastruktur digital di wilayah pedesaan, dan kebutuhan keterampilan teknis bagi petani (Ayaz et al., 2019; Islam et al., 2021; Madushanki et al., 2019; Kendall et al., 2021).

Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahwa digitalisasi pertanian presisi berbasis sensor, monitoring, dan otomasi memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian modern (Sishodia et al., 2020; Dhanaraju et al., 2022; Friha et al., 2021). Keberhasilan implementasi teknologi ini bergantung pada strategi adaptif yang meliputi pelatihan teknis, pengembangan infrastruktur digital, dan dukungan kebijakan, sehingga manfaat teknologi dapat dimaksimalkan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas hasil, dan ketahanan sistem pertanian.

## 4 Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Berdasarkan tinjauan literatur, digitalisasi pertanian presisi melalui integrasi teknologi sensor, monitoring berbasis IoT, dan perangkat otomasi terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan, akurasi pengambilan keputusan, dan prediksi hasil panen. Sensor tanah dan tanaman menyediakan data real-time yang dianalisis oleh sistem monitoring, sementara otomasi memungkinkan intervensi tepat waktu untuk irigasi, pemupukan, dan pengendalian hama serta penyakit. Meskipun teknologi ini menawarkan potensi besar untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian modern, adopsinya masih menghadapi tantangan berupa biaya implementasi tinggi, keterbatasan infrastruktur digital, dan kebutuhan keterampilan teknis bagi petani.

### Saran

Sebagai saran, keberhasilan implementasi teknologi digitalisasi pertanian presisi memerlukan strategi yang adaptif dan terintegrasi. Pemerintah, peneliti, dan pemangku kepentingan perlu menyediakan dukungan berupa pelatihan teknis, subsidi atau skema pembiayaan, serta pengembangan infrastruktur digital di wilayah rural. Selain itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi sensor, monitoring, dan otomasi pada berbagai jenis tanaman dan kondisi lahan, sehingga dapat menghasilkan model pertanian presisi yang lebih efisien, berkelanjutan, dan dapat diadopsi secara luas.

**5 Daftar Pustaka**

- Almalki, F., Soufiene, B., Alsamhi, S., & Sakli, H. (2021). A Low-Cost Platform for Environmental Smart Farming Monitoring System Based on IoT and UAVs. *Sustainability*, 13, 5908. <https://doi.org/10.3390/su13115908>
- Boursianis, A., Diamantoulakis, P., Liopa-Tsakalidi, A., Barouchas, P., Salahas, G., Karagiannidis, G., Wan, S., & Goudos, S. (2020). Internet of Things (IoT) and Agricultural Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in smart farming: A comprehensive review. *Internet Things*, 18, 100187. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100187>
- Dhanaraju, M., Chenniappan, P., Ramalingam, K., Pazhanivelan, S., & Kaliaperumal, R. (2022). Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture. *Agriculture*. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101745>
- Shafi, U., Mumtaz, R., García-Nieto, J., Hassan, S., Zaidi, S., & Iqbal, N. (2019). Precision Agriculture Techniques and Practices: From Considerations to Applications. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19. <https://doi.org/10.3390/s19173796>
- Sishodia, R., Ray, R., & Singh, S. (2020). Applications of Remote Sensing in Precision Agriculture: A Review. *Remote. Sens.*, 12, 3136. <https://doi.org/10.3390/rs12193136>
- Ullo, S., & Sinha, G. (2021). Advances in IoT and Smart Sensors for Remote Sensing and Agriculture Applications. *Remote. Sens.*, 13, 2585. <https://doi.org/10.3390/rs13132585>

