



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 18504-18509

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Peran *Smart Farming* di Indonesia

Putri Junita Wahyuti^{1*}, Taslim Sjah², Ketut Budastra³

^{1,2,3}Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Lahan Kering, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
putriyunitawahyuti@gmail.com

Abstrak

Smart farming merupakan inovasi pertanian modern yang mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), big data, sensor, dan sistem otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta keberlanjutan sistem pertanian. Penelitian ini bertujuan menganalisis peran *smart farming* dalam meningkatkan efisiensi budidaya pertanian di Indonesia serta mengidentifikasi faktor pendukung dan hambatan penerapannya. Metode penelitian menggunakan kajian pustaka (*library research*) melalui penelusuran sumber ilmiah nasional dan internasional yang dianalisis dengan pendekatan analisis isi (*content analysis*). Hasil kajian menunjukkan bahwa *smart farming* dapat diterapkan pada tahap penanaman, pemeliharaan, pemupukan, irigasi, pengendalian hama, dan pemanenan melalui pemantauan kondisi lahan secara *real time* dan pengambilan keputusan berbasis data. Penerapannya mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30%, mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida sebesar 25%, serta meningkatkan produktivitas hasil panen rata-rata 20–25%. Teknologi ini juga mendukung pengelolaan lahan kering dan *greenhouse*, memperkuat ketahanan pangan, meningkatkan literasi digital petani, serta mendorong pertanian berkelanjutan. Keberhasilan implementasi dipengaruhi oleh kesiapan teknologi, dukungan kebijakan, infrastruktur digital, pembiayaan, dan kapasitas sumber daya manusia. Hambatan utama meliputi keterbatasan modal, konektivitas yang belum merata, dan rendahnya literasi digital sebagian petani. Oleh karena itu, kolaborasi pemerintah, akademisi, sektor swasta, kelompok tani, dan koperasi diperlukan untuk memperluas penerapan *smart farming* secara inklusif, efisien, dan berkelanjutan di Indonesia.

Kata Kunci: *Smart Farming*, *Internet of Things* (IoT), Efisiensi Pertanian, Digitalisasi Pertanian, Keberlanjutan

1. Latar Belakang

Pembangunan sektor pertanian di Indonesia diarahkan untuk mewujudkan sistem pertanian yang berkelanjutan, efisien, dan berdaya saing tinggi. Sebagai negara agraris, sektor ini memegang peranan penting dalam menjaga ketahanan pangan, menyediakan lapangan kerja, serta menopang perekonomian nasional. Namun demikian, praktik pertanian konvensional yang masih dominan di berbagai daerah belum mampu sepenuhnya menjawab tantangan modern seperti keterbatasan lahan produktif, penurunan kualitas tanah, ketergantungan terhadap kondisi iklim, serta rendahnya efisiensi dan efektivitas penggunaan sumber daya. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2021), populasi dunia diproyeksikan mencapai 9,7 miliar jiwa pada tahun 2050, sehingga dibutuhkan peningkatan produksi pangan global sebesar 70% dibandingkan dengan tingkat saat ini. Kondisi ini menuntut adanya transformasi sistem pertanian di Indonesia agar lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan dan perkembangan teknologi. Produktivitas lahan pertanian di Indonesia cenderung stagnan, sementara kebutuhan pangan terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan urbanisasi. Peningkatan hasil produksi tidak dapat lagi hanya mengandalkan perluasan lahan, melainkan harus diupayakan melalui penerapan teknologi dan sistem manajemen pertanian yang efisien. Salah satu inovasi yang berkembang pesat untuk menjawab tantangan tersebut adalah *smart farming* atau pertanian cerdas berbasis teknologi digital.

Smart farming merupakan pendekatan modern yang mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi pada seluruh proses budidaya untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta keberlanjutan sistem pertanian (Nauli, 2022). *Smart farming* berperan penting dalam membantu petani mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, dan tenaga kerja melalui pemanfaatan *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI) dan *Big Data Analytics*. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi lahan, cuaca, dan pertumbuhan tanaman secara *real-time* sehingga proses pengambilan keputusan menjadi lebih cepat dan tepat. Menurut Sari et al. (2023), penerapan sistem *smart farming* berbasis sensor di Indonesia berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan input pertanian dan mempercepat proses budidaya dibandingkan metode konvensional. *Smart farming* memiliki peran strategis dalam meningkatkan produktivitas lahan sekaligus menekan biaya produksi melalui pengelolaan sumber daya yang presisi. Meskipun memberikan banyak manfaat, penerapan *smart*

farming di Indonesia masih menghadapi sejumlah kendala, di antaranya keterbatasan modal investasi, rendahnya literasi digital di kalangan petani, dan belum meratanya infrastruktur teknologi pertanian di wilayah pedesaan (Rahman et al., 2023). Solusi untuk tantangan tersebut perlu untuk kolaborasi antara pemerintah, akademisi dan sektor swasta guna mempercepat transformasi digital di bidang pertanian.

Fitriani & Yusuf (2024) menjelaskan bahwa peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan teknologi pertanian merupakan faktor penting dalam mendukung keberhasilan adopsi sistem pertanian cerdas di Indonesia. Peran *smart farming* di Indonesia tidak hanya berfokus pada modernisasi proses pertanian namun menjadi kunci dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas budidaya, memperkuat ketahanan pangan nasional dan mewujudkan pertanian yang berkelanjutan di era industri 4.0. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran *smart farming* dalam meningkatkan efisiensi budidaya pertanian di Indonesia serta mengidentifikasi berbagai faktor yang mendukung dan menghambat penerapannya. Melalui kajian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai bagaimana penerapan teknologi pertanian cerdas dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi penggunaan sumber daya, dan keberlanjutan sistem pertanian nasional. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan teknologi pertanian presisi di Indonesia serta menjadi acuan praktis bagi pemerintah, akademisi, dan pelaku agribisnis dalam merancang kebijakan dan strategi implementasi *smart farming* yang efisien, inklusif, dan berkelanjutan guna memperkuat ketahanan pangan dan daya saing sektor pertanian nasional.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian pustaka (*library research*), yaitu pengumpulan data sekunder melalui berbagai sumber ilmiah seperti buku, artikel jurnal nasional dan internasional, prosiding, tesis, disertasi, serta publikasi lembaga penelitian yang kredibel baik secara fisik dan *digital*. Prosedur kajian pustaka dilakukan secara sistematis melalui tahap identifikasi masalah, penelusuran literatur, seleksi sumber, ekstraksi informasi, dan analisis tematik untuk memperoleh dasar teoritis dan konseptual penelitian (Snyder 2019). Analisis data dilakukan menggunakan analisis isi (*content analysis*) untuk mengidentifikasi pola, kecenderungan, konsep, serta hubungan antar variabel dalam literatur. Pendekatan *content analysis* dipilih karena mampu memberikan pemahaman mendalam terhadap struktur pengetahuan dan perkembangan penelitian sebelumnya di bidang terkait (Chu & Ke 2015). Hasil dari proses analisis kemudian diinterpretasikan dan disajikan secara deskriptif untuk menggambarkan peran, manfaat, dan kendala penerapan *smart farming* dalam konteks pertanian Indonesia.

3. Hasil dan Diskusi

Landasan Konseptual dan Model *Smart Farming* untuk Optimalisasi *Smart farming* atau pertanian cerdas merupakan sebuah sistem pertanian yang didukung dengan teknologi guna untuk menunjang produktivitas hasil pertanian yang lebih maksimal. *Smart farming* juga merupakan sebuah sistem yang memiliki alur monitoring yang dapat dilakukan secara jarak jauh selama memiliki koneksi internet sampai pengendalian yang berjalan secara otomatis (Lestari, 2020). Secara umum, sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung dan membentuk ekosistem digital pertanian.

1. Perangkat Sensor dan Aktuator (*Perception Layer*): Sensor merupakan komponen dasar dalam *smart farming* yang berfungsi mengumpulkan data dari lingkungan pertanian seperti suhu, kelembapan tanah, intensitas cahaya, pH, dan kandungan nutrisi. Aktuator digunakan untuk mengontrol sistem otomatis seperti irigasi, ventilasi, atau penyemprotan pestisida. Kombinasi sensor dan aktuator memungkinkan sistem bekerja secara otonom berdasarkan kondisi aktual di lapangan.
2. Jaringan dan Infrastruktur Komunikasi (*Network Layer*): Data yang dikumpulkan oleh sensor dikirimkan melalui jaringan komunikasi seperti Wi-Fi, LoRa, ZigBee, atau 4G/5G untuk diproses lebih lanjut. Kualitas dan stabilitas jaringan menjadi faktor penting dalam keberhasilan sistem *smart farming*, terutama di daerah pedesaan yang memiliki keterbatasan konektivitas
3. Platform Data dan Cloud Computing (*Data Processing Layer*): Setelah data dikirimkan, sistem *cloud* atau *server* lokal digunakan untuk menyimpan dan menganalisis data. Melalui analisis *big data* dan kecerdasan buatan (AI), sistem dapat memberikan rekomendasi berbasis prediksi seperti kapan waktu terbaik untuk menyiram atau memupuk tanaman
4. Aplikasi Manajemen dan Dashboard (*Application Layer*): Informasi hasil analisis disajikan dalam bentuk aplikasi atau dashboard yang mudah dipahami oleh petani. Aplikasi ini menjadi antarmuka pengguna (*user interface*) yang membantu dalam pengambilan keputusan manajemen lahan, pengaturan irigasi, pemantauan pertumbuhan tanaman, dan logistik hasil panen.

5. Teknologi Pendukung: *IoT*, *AI*, dan *Big Data*: Ketiga teknologi ini menjadi tulang punggung *smart farming*. *IoT* (*Internet of Things*) menghubungkan berbagai perangkat lapangan, *AI* digunakan untuk mengenali pola dan memprediksi kondisi tanaman, sedangkan *big data* memungkinkan pengelolaan data dalam skala besar untuk optimasi pertanian.

Komponen-komponen *Smart Farming* tersebut saling terintegrasi dalam berbagai tahapan proses pertanian, mulai dari Penanaman (*Smart Planting*) *smart farming* memungkinkan proses budidaya dilakukan secara presisi menggunakan mesin tanam otomatis dan sensor tanah. Teknologi *Global Positioning System* (GPS) digunakan untuk menentukan pola tanam sesuai kontur lahan, kedalaman, dan jarak tanam yang optimal. Penelitian oleh Wulandari & Rifaldi (2021) menunjukkan bahwa sistem *Computer Numerical Control* (CNC) sebagai alat penyemaian otomatis untuk benih selada berhasil meningkatkan efisiensi proses hingga empat kali lebih cepat dibanding penanaman manual. Sistem ini dilengkapi konveyor dan sensor ultrasonik yang efektif mendeteksi posisi wadah semai, serta vacuum pump yang berfungsi menyedot benih sesuai algoritma penanaman. Temuan ini menunjukkan bahwa otomatisasi berbasis CNC berpotensi meningkatkan presisi dan efisiensi tahap penanaman di sektor hortikultura.

Pemeliharaan (*Smart Cultivation & Fertilization*) teknologi *IoT* dan sensor tanah digunakan untuk mengontrol kelembapan serta kebutuhan nutrisi tanaman secara *real time*. Sensor seperti *Soil Moisture Sensor* FC-28 dapat mengukur kadar air dengan mengirim arus listrik melalui tanah dan membaca nilai resistansi untuk menentukan kelembapan (Yahwe & Isnawaty, 2016). Sensor ini efektif membantu petani memantau kelembapan tanah, baik di lahan pertanian maupun taman kota, serta mencegah stres air pada tanaman akibat penyiraman yang tidak tepat. Integrasi sensor ini dengan sistem *IoT* memungkinkan pengairan otomatis berdasarkan data aktual, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air dan memperkuat prinsip pertanian presisi. Selain itu pengembangan saat Panen (*Smart Harvesting*) berbasis *smart farming* memanfaatkan sistem otomatisasi, sensor visual, dan robotika untuk mendeteksi tingkat kematangan buah atau hasil panen secara presisi.

Nugroho et al. (2022) menjelaskan bahwa sistem *image processing* berbasis kamera RGB dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kematangan tomat secara otomatis dengan akurasi di atas 90%. Penerapan teknologi ini mampu mengurangi kehilangan hasil panen dan meningkatkan efisiensi tenaga kerja.

Implementasi Smart Farming dalam Konteks Pertanian Indonesia

Penerapan sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* (*IoT*) di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan kemajuan signifikan, terutama dalam otomatisasi sistem irigasi dan pemantauan kondisi tanah. *IoT* merujuk pada jaringan perangkat fisik yang terhubung dan dapat saling berkomunikasi satu sama lain melalui *internet*.

Konteks pertanian, menjelaskan bahwa *IoT* dapat menghubungkan berbagai sensor dan perangkat yang dipasang di lahan pertanian untuk memantau faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan tanaman, seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan tingkat kelembapan tanah. Dengan adanya data yang terkumpul secara *real-time*, para petani dapat mengambil keputusan yang lebih tepat terkait penyiraman, pemberian pupuk, dan perlakuan lain terhadap tanaman mereka, yang pada gilirannya dapat meningkatkan hasil panen dan mengurangi penggunaan sumber daya secara berlebihan (Sharma & Shukla, 2021). Hasil penelitian Fadhillah Dirayati (2025) mengatakan dengan mengintegrasikan berbagai sensor seperti suhu, kelembapan tanah, dan intensitas cahaya, petani dapat memantau kondisi ladang dengan lebih efektif, mengurangi waktu respons hingga 40%. Penggunaan sistem *Smart Agriculture* berbasis *IoT* terbukti meningkatkan efisiensi operasional kebutuhan air irigasi dapat dikurangi hingga 30% dengan memanfaatkan sistem pemantauan kelembapan tanah yang otomatis. Hasil implementasi sistem ini menunjukkan peningkatan produktivitas tanaman hingga 20% dibandingkan dengan metode konvensional. Dengan pemanfaatan perangkat keras yang tersedia secara lokal, biaya implementasi berhasil ditekan hingga 30% dibandingkan solusi serupa di pasaran.

Penerapan *smart farming* dapat dilakukan secara luas pada berbagai sistem pertanian, mulai dari lingkungan terkontrol (*greenhouse*) dapat dilihat dari hasil penelitian Wahyudi et al., (2025) mengatakan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis *IoT* dengan ESP32 mampu mengoptimalkan penggunaan air dalam pertanian *greenhouse* hingga 30%, sekaligus meningkatkan produktivitas tanaman secara signifikan melalui penyiraman yang lebih terarah dan efisien. Sistem ini mencakup fitur penyiraman otomatis berdasarkan data kelembapan tanah, pemantauan kondisi lingkungan secara *real-time* (suhu udara, kelembapan udara, suhu tanah, dan kelembapan tanah), serta antarmuka digital yang mudah digunakan, sehingga mendukung keberlanjutan pertanian dengan pengelolaan sumber daya yang lebih hemat dan efektif. Selain di *greenhouse* penerapan teknologi *smart farming* menunjukkan potensi

signifikan untuk meningkatkan produktivitas di lahan kering, khususnya dalam manajemen defisit air, yang merupakan kendala utama budidaya pada ekosistem tersebut seperti pada hasil penelitian Nurhaliza (2025) mengenai sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang khusus untuk lahan pertanian kering menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengurangi penggunaan air hingga 28,6% per hari dibandingkan metode irigasi manual, sambil mempertahankan kelembapan tanah dalam rentang optimal (60–80%) dan meningkatkan produktivitas tanaman sebesar 12%. Secara fungsional, sistem menunjukkan kinerja yang andal dengan tingkat keberhasilan siklus penyiraman otomatis mencapai 95%.

Smart farming juga dapat mendeteksi dan mengendalikan hama secara *real-time*, yang membantu meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan pengelolaan lahan pertanian. Penelitian oleh Widanti et al. (2024) mengembangkan sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang digunakan untuk memantau tingkat serangan hama tikus pada lahan pertanian padi. Sistem ini memanfaatkan sensor dan jaringan nirkabel untuk mendeteksi aktivitas hama serta mengirimkan data ke petani secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mendeteksi keberadaan hama dengan akurasi tinggi dan membantu petani melakukan tindakan pencegahan lebih cepat, sehingga mengurangi kerusakan tanaman akibat serangan hama. Teknologi ini juga berpotensi menjadi solusi berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas lahan pertanian padi di Indonesia (Widanti et al., 2024).

Strategi Adopsi dan Model *Smart Farming* agar Efisien dan Efektif

Penerapan *smart farming* di Indonesia memerlukan strategi integratif yang tidak hanya menitikberatkan pada aspek teknologi, tetapi juga memperhatikan kesiapan sumber daya manusia, dukungan kelembagaan, serta kebijakan pemerintah. Menurut (Rachman et al., 2023), keberhasilan adopsi teknologi pertanian digital sangat bergantung pada tiga faktor utama: kemudahan penggunaan, dukungan kelembagaan, dan literasi digital petani. Peningkatan kapasitas digital melalui pelatihan dan pendampingan teknis dapat mempercepat pemahaman petani terhadap teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi mobile yang digunakan dalam sistem pertanian cerdas. Selain peningkatan kapasitas individu, model adopsi berbasis komunitas terbukti lebih efektif di Indonesia dibandingkan pendekatan individual. Studi oleh (Siregar et al., 2024) menjelaskan bahwa kelompok tani dan koperasi digital dapat menurunkan biaya investasi awal hingga 25% melalui skema pembiayaan kolektif. Pendekatan ini juga meningkatkan kepercayaan petani terhadap teknologi baru serta memperkuat jejaring pertanian berbasis data.

Dari perspektif kelembagaan, sinergi antara pemerintah, akademisi, dan sektor swasta menjadi kunci keberhasilan dalam memperluas ekosistem inovasi pertanian digital. Menurut (Ramdani & Prasetyo, 2023) menyatakan kemitraan publik-swasta (*Public Private Partnership/ PPP*) berperan penting dalam penyediaan infrastruktur digital, sensor cerdas, dan platform data pertanian nasional. Dukungan kebijakan fiskal seperti subsidi alat IoT, pengembangan jaringan internet pedesaan, serta integrasi *big data* pertanian juga diperlukan untuk menjamin pemerataan akses teknologi di berbagai wilayah. Strategi adopsi *smart farming* yang efektif di Indonesia harus menekankan pada pendekatan kolaboratif, pelatihan berkelanjutan, serta dukungan kebijakan yang inklusif, agar dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan pertanian berkelanjutan.

Dampak *Smart Farming* terhadap Tiga Pilar Pertanian Berkelanjutan

Smart farming memiliki peranan penting dalam mendukung tercapainya tiga pilar utama pertanian berkelanjutan, yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan. Dari sisi ekonomi, penerapan teknologi pertanian digital membantu meningkatkan efisiensi dan produktivitas melalui penggunaan sumber daya yang lebih optimal. Sistem berbasis *Internet of Things* (IoT), sensor, dan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/ AI*) memungkinkan petani mengambil keputusan berbasis data, sehingga mengurangi pemborosan input pertanian seperti air, pupuk, dan pestisida. Penggunaan teknologi AI dalam menganalisis data tanaman memungkinkan prediksi yang lebih tepat mengenai kebutuhan pupuk dan pemupukan yang dilakukan lebih efisien. Hasil panen yang diperoleh setelah penerapan teknologi ini juga mengalami peningkatan rata-rata sebesar 25%, yang menunjukkan bahwa teknologi ini berhasil meningkatkan produktivitas pertanian di Desa Watu. Hasil ini sesuai dengan tujuan awal program, yaitu untuk meningkatkan hasil pertanian dan mengurangi pemborosan sumber daya. Sebagai contoh, beberapa petani melaporkan penurunan kerugian akibat penggunaan teknologi yang membantu mereka dalam mendeteksi dan mengatasi potensi serangan hama atau penyakit pada tahap awal (Hidayat et al., 2025). Dari sisi ekonomi jangka panjang, *smart farming* menjadi investasi yang menguntungkan karena mampu meningkatkan produktivitas dan stabilitas hasil panen sekaligus mengurangi risiko gagal panen akibat perubahan iklim. Peningkatan produktivitas, efisiensi penggunaan sumber daya, dan pengurangan biaya operasional telah terbukti memberikan dampak positif terhadap pendapatan petani. Oleh karena itu, penting bagi pemerintah, lembaga swadaya masyarakat, dan pihak-pihak terkait lainnya untuk terus mendorong adopsi teknologi ini di daerah pedesaan.

Dari aspek sosial, implementasi *smart farming* turut juga menumbuhkan kolaborasi lintas sektor antara petani, perguruan tinggi, pemerintah daerah, dan pihak swasta. Keterlibatan banyak aktor ini menciptakan bentuk baru dari kelembagaan sosial di desa, di mana masyarakat tani tidak hanya menjadi penerima teknologi, tetapi juga pelaku aktif dalam inovasi pertanian. Hal ini berdampak pada munculnya pola kepemimpinan baru di komunitas tani, yakni petani yang melek teknologi menjadi contoh dan fasilitator bagi petani lain. Perubahan ini menggeser budaya kerja petani dari tenaga kerja fisik ke arah kerja berbasis pengetahuan (*knowledge-based farming*). Proses ini mendorong petani untuk mengembangkan keterampilan baru seperti membaca data, menginterpretasikan hasil sensor, dan menggunakan perangkat digital (Wolfert et al., 2017)

Dari sisi lingkungan, aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) kini menjadi salah satu inovasi utama dalam penerapan *smart farming* di Indonesia, karena kemampuannya dalam melakukan deteksi kebutuhan tanaman secara presisi. Menurut Fadhillah Dirayanti (2025), aplikasi berbasis IoT juga mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida hingga 25% melalui deteksi kebutuhan tanaman yang lebih akurat, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Aplikasi *smart farming* memanfaatkan sensor dan sistem monitoring otomatis mampu memberikan data *real-time* mengenai kondisi tanah, kelembapan, serta tingkat serangan hama, yang kemudian dijadikan dasar dalam menentukan dosis dan waktu pemberian pupuk maupun pestisida. Dengan demikian, penggunaan teknologi IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi input pertanian, tetapi juga berkontribusi terhadap praktik pertanian berkelanjutan dengan menekan pencemaran lingkungan akibat penggunaan bahan kimia berlebih.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan bahwa penerapan *smart farming* di Indonesia berperan penting dalam meningkatkan efisiensi budidaya pertanian melalui pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan big data yang mampu mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, serta tenaga kerja. Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem pertanian cerdas dapat meningkatkan produktivitas hasil panen rata-rata 20–25%, mengurangi penggunaan air hingga 30%, serta menekan pupuk dan pestisida hingga 25%. Penerapan *smart farming* juga memperkuat ketahanan pangan, meningkatkan literasi digital petani, dan mendorong pertanian berkelanjutan di era industri 4.0. Faktor pendukung utama keberhasilannya meliputi dukungan kebijakan pemerintah, kesiapan teknologi, dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia, namun memiliki hambatan berupa keterbatasan modal, infrastruktur digital yang belum merata, serta rendahnya literasi teknologi petani. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, akademisi, dan sektor swasta dalam penyediaan infrastruktur digital, pendanaan, dan pelatihan berkelanjutan agar penerapan *smart farming* dapat berjalan lebih efektif, merata, dan berkelanjutan demi memperkuat daya saing serta ketahanan sektor pertanian nasional.

Referensi

1. Chu, H., & Ke, Q. (2015). Research methods used in library and information science during 2001–2010: A content analysis. *Library & Information Science Research*, 37(1), 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.lisr.2014.09.003>
2. Dirayati, F. (2025). Aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam penerapan *smart farming* untuk efisiensi input pertanian dan keberlanjutan lingkungan di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Manajemen Agri*, 7(1), 56–64.
3. Fitriani, A., & Yusuf, M. (2024). Pelatihan teknologi pertanian dalam mendukung penerapan pertanian cerdas di Indonesia. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 5(1), 78–86. <https://doi.org/10.33394/jpu.v5i1.13067>
4. Food and Agriculture Organization. (2021). The future of food and agriculture – Trends and challenges. Rome: FAO.
5. Hidayat, R., Syahputra, D., dan Anwar, L. (2025). Penerapan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam sistem pertanian cerdas untuk peningkatan produktivitas dan efisiensi penggunaan sumber daya di Desa Watu. *Jurnal Teknologi Pertanian Terapan*, 15(2), 112–120.
6. Lestari, N. (2020). Penerapan sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk peningkatan produktivitas pertanian di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(3), 145–153.
7. Nauli, R. (2022). Penerapan *smart farming* dalam mewujudkan pertanian cerdas di era digital. *Jurnal Teknologi Pertanian dan Agribisnis*, 11(2), 112–120.
8. Nugroho, F., Utami, R., & Prasetya, T. (2022). Penerapan sistem image processing berbasis kamera RGB untuk identifikasi tingkat kematangan buah tomat pada proses panen otomatis. *Jurnal Teknologi Pertanian Indonesia*, 14(1), 51–59. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.agro.v14i1.26458>
9. Nurhaliza, D. (2025). Implementasi sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) pada lahan pertanian kering untuk efisiensi air dan peningkatan produktivitas. *Jurnal Rekayasa Pertanian Berkelanjutan*, 6(1), 25–33.
10. Rachman, F., Lestari, N., & Supriyadi, A. (2023). Determinants of digital agriculture adoption among Indonesian farmers: The roles of usability, institutional support, and digital literacy. *Jurnal Teknologi Pertanian Indonesia*, 14(1), 33–42. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.agro.v14i1.32157>
11. Rahman, F., Sutopo, B., & Nuraini, L. (2023). Analisis tantangan penerapan teknologi *smart farming* di wilayah pedesaan Indonesia. *Jurnal Agroteknologi Indonesia*, 12(1), 25–36.
12. Ramdani, M., & Prasetyo, T. (2023). Peran kemitraan publik-swasta (PPP) dalam penguatan ekosistem inovasi pertanian digital di Indonesia. *Jurnal Inovasi Teknologi Pertanian*, 16(3), 201–210. <https://doi.org/10.21082/jitp.v16n3.2023.201-210>
13. Sari, D. R., Yuliani, N., & Prasetyo, A. (2023). Penerapan sistem *smart farming* berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam meningkatkan efisiensi pertanian di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 4562–4571. <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i2.25875>

DOI: <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i2.4454>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

14. Sharma, A. S., & Shukla, S. N. (2021). *Internet of Things (IoT) based smart agriculture* for efficient farm management. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 10(6), 45–52. <https://doi.org/10.17577/IJERTV10IS060137>
15. Siregar, H., Pramono, D., & Kurniasih, L. (2024). Model adopsi pertanian digital berbasis komunitas: Analisis efisiensi biaya dan kepercayaan petani di Indonesia. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (SEPA)*, 20(2), 112–121. <https://doi.org/10.20961/sepa.v20i2.56387>
16. Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
17. Wahyudi, S., Firmansyah, A., & Lazuardi, M. (2025). Rancang bangun sistem irigasi otomatis berbasis IoT untuk optimalisasi penggunaan air pada greenhouse. *Jurnal Teknologi Pertanian dan Lingkungan*, 13(2), 88–97. <https://doi.org/10.33005/jtpli.v13i2.987>
18. Widanti, R., Pratama, B., & Kurniawan, T. (2024). Pengembangan sistem *smart farming* berbasis IoT untuk deteksi dan pengendalian hama tikus pada pertanian padi. *Jurnal Teknologi Informasi Pertanian*, 9(3), 115–123. <https://doi.org/10.30812/jtip.v9i3.4532>
19. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). *Big Data in Smart Farming – A review*. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.023>
20. Wulandari, D., & Rifaldi, M. (2021). Perancangan alat penyemaian otomatis berbasis Computer Numerical Control (CNC) untuk meningkatkan efisiensi budidaya hortikultura. *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam (Embedded Systems)*, 9(2), 88–97. <https://doi.org/10.21009/jtst.v9i2.25045>
21. Yahwe, R., & Isnawaty, A. (2016). Rancang bangun sensor kelembapan tanah berbasis IoT untuk pemantauan lahan pertanian. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro dan Komputer*, 1(2), 35–42. <https://doi.org/10.31227/osf.io/3v9aj>