
PENERAPAN TEKNOLOGI CERDAS DALAM PENGELOLAAN TANAMAN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI SUMBER DAYA DAN HASIL PERTANIAN

Yuli Ratna Nawangsari
Institut Teknologi dan Bisnis (ITB) Ruyadlul ‘Ulum, Indonesia
yulirata@itb-ru.ac.id

Keywords

Smart Technology, Modern Agriculture, Resource Efficiency

Abstract

Smart technology plays a very important role in modern crop management. This research aims to examine the application of smart technology in crop management to improve resource efficiency and agricultural yields. The method used is qualitative research by collecting information from various relevant literatures. With a focus on the use of sensors, artificial intelligence, data analytics, and automation systems, this research presents findings on how smart technology has been used in agriculture. The results show that smart technology has had a significant positive impact in improving the efficiency of using resources such as water and fertilizer, as well as increasing the productivity and quality of agricultural produce. The implications of these findings include the importance of continuing to develop and adopt smart technologies in agriculture to support global food security and sustainable development. By providing greater access to quality and sustainable food, smart technologies can play a key role in safeguarding the well-being of people and the environment in the future.

Kata Kunci

Teknologi Cerdas, Pertanian Modern, Efisiensi Sumber Daya

Abstrak

Teknologi pintar memainkan peran yang sangat penting dalam pengelolaan tanaman modern. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan teknologi pintar dalam pengelolaan tanaman untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan hasil pertanian. Metode yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan mengumpulkan informasi dari berbagai literatur yang relevan. Dengan fokus pada penggunaan sensor, kecerdasan buatan, analisis data, dan sistem otomasi, penelitian ini menyajikan temuan tentang bagaimana teknologi pintar telah digunakan di bidang pertanian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi pintar telah memberikan dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk, serta meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil pertanian. Implikasi dari temuan ini adalah pentingnya untuk terus mengembangkan dan mengadopsi teknologi pintar di bidang pertanian untuk mendukung ketahanan pangan global dan pembangunan berkelanjutan. Dengan menyediakan akses yang lebih besar terhadap pangan yang berkualitas dan berkelanjutan, teknologi pintar dapat memainkan peran penting dalam menjaga kesejahteraan manusia dan lingkungan di masa depan.

Corresponding Author: Yuli Ratna Nawangsari
yulirata@itb-ru.ac.id



PENDAHULUAN

Teknologi cerdas memainkan peran yang sangat penting dalam pengelolaan tanaman modern. Perkembangan populasi global yang terus meningkat, bertambahnya permintaan akan pangan, dan tekanan yang semakin besar terhadap sumber daya alam, teknologi cerdas menjadi kunci untuk meningkatkan produktivitas pertanian dengan tetap memperhatikan keberlanjutan lingkungan (Ir Hj Euis Dasipah & Nataliningsih, 2024). Melalui penggunaan sensor tanaman, analisis data terpadu, dan kecerdasan buatan, para petani dapat memantau kondisi tanaman secara real-time, mendeteksi penyakit

atau kekurangan nutrisi dengan cepat, serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air dan pestisida (Putri & Zainuddin, 2024).

Perkembangan populasi global yang pesat merupakan fenomena yang menjadi fokus perhatian dalam memenuhi kebutuhan pangan dan tekanan terhadap sumber daya alam. Pada tahun 2019, jumlah penduduk dunia mencapai 7,742 miliar jiwa dan mengalami peningkatan menjadi 7,952 miliar jiwa di tahun 2022 (Bank, 2024). Dengan populasi dunia yang terus bertambah, permintaan akan pangan pun meningkat secara signifikan. Proyeksi menunjukkan bahwa pada tahun-tahun mendatang, populasi akan terus tumbuh, meningkatkan tekanan terhadap produksi pangan yang memadai.

Organisasi pangan dunia menyebutkan bahwa ditemukan sekitar 258 juta individu dari 58 negara dan wilayah menghadapi risiko kelaparan akut pada tingkat krisis atau lebih buruk pada tahun 2022, meningkat dari jumlah sebesar 193 juta orang yang berasal dari 53 negara dan wilayah pada tahun 2021 (FAO, 2023). Di samping itu, pertumbuhan populasi juga berkontribusi pada urbanisasi yang cepat dan perubahan pola konsumsi yang memperumit tantangan dalam penyediaan pangan yang cukup dan berkualitas. Sementara itu, sumber daya alam seperti lahan pertanian, air, dan energi, semakin terbatas dan terpengaruh oleh perubahan iklim menghadirkan tantangan tersendiri dalam menjaga ketahanan pangan global (Nauroh & Faturrizky, 2022). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan solusi yang inovatif dan berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya alam dan produksi pangan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang terus berkembang dengan tetap memperhatikan keseimbangan ekologis dan kelestarian lingkungan.

Memenuhi kebutuhan pangan secara berkelanjutan dengan tetap mempertahankan keseimbangan ekologis adalah tantangan yang kompleks di era modern ini (Sarief et al., 2023). Adanya tekanan terhadap sumber daya alam yang semakin besar, seperti lahan pertanian yang terbatas dan air yang semakin langka mengharuskan penggunaan yang efisien dan berkelanjutan dari sumber daya tersebut. Perubahan iklim memberikan dampak yang signifikan terhadap produktivitas pertanian dan pola tanaman yang mempengaruhi ketersediaan dan distribusi pangan secara global. Perlu diperhatikan juga aspek kelestarian lingkungan, seperti pelestarian keanekaragaman hayati dan pengurangan polusi pertanian untuk memastikan bahwa produksi pangan tidak merusak ekosistem alami dan justru berkontribusi pada pemulihan lingkungan. Terakhir, perlu adanya pendekatan yang inklusif dan berkelanjutan yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk petani, pemerintah, ilmuwan, dan masyarakat sipil untuk menciptakan solusi yang terarah dalam memenuhi kebutuhan pangan dengan tetap menjaga kelestarian alam.

Beberapa penelitian mengenai penerapan teknologi cerdas yang pernah dilakukan sebelumnya, diantaranya oleh (Hasibuan, 2023) yang meneliti tentang penggunaan teknologi precision farming yang melibatkan penggunaan berbagai perangkat dan sistem sensor yang maju untuk mengumpulkan informasi tentang keadaan tanah secara langsung. Informasi ini kemudian dianalisis dan dimanfaatkan untuk memaksimalkan pemanfaatan sumber daya seperti air, pupuk, dan pestisida. Dengan memperhitungkan data dan analisis yang akurat, petani bisa mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian khusus dan menghindari penggunaan berlebihan yang tidak perlu. Penerapan teknologi pertanian presisi memberikan beberapa manfaat yang penting. Pertama, teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dengan mengurangi pemborosan dan penggunaan berlebihan. Sebagai contoh, petani dapat memberikan pupuk dengan tepat sesuai kebutuhan tanaman, sehingga mengurangi biaya dan dampak lingkungan yang tidak perlu. Kedua, teknologi ini dapat membantu dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman dengan mendeteksi infeksi pada tahap awal dan mengambil tindakan segera. Hal ini mengurangi kerugian hasil panen dan kebutuhan akan penggunaan pestisida berlebihan. Selain itu, teknologi pertanian presisi juga memungkinkan pemantauan dan pengelolaan yang lebih efektif terhadap kondisi tanaman. Dengan menggunakan sensor dan perangkat yang terhubung secara online, petani dapat memantau faktor-faktor penting seperti kelembaban tanah, suhu, dan tingkat nutrisi tanaman secara langsung. Hal ini memungkinkan untuk

mendeteksi masalah pertumbuhan tanaman secara dini dan mengambil langkah-langkah yang tepat untuk memperbaikinya.

Selain itu, penelitian oleh (Panjaitan, 2024) mengenai pemanfaatan teknologi nirkabel untuk memantau pertumbuhan tanaman dengan tepat dan efisien. Percobaan terhadap berbagai jenis sensor tanpa kabel yang digunakan untuk mengukur faktor-faktor penting seperti kelembaban tanah, suhu udara, intensitas cahaya, dan kandungan nutrisi tanaman. Selain itu, percobaan sistem pemantauan tanaman yang berbasis nirkabel yang menggabungkan sensor-sensor ini dengan jaringan komunikasi tanpa kabel, memungkinkan petani untuk memantau keadaan tanaman secara real-time dari jarak jauh. Keuntungan teknologi tanpa kabel dalam meningkatkan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk dengan lebih efisien, serta dalam mendeteksi dini kondisi stres tanaman atau serangan hama. Dengan memperhitungkan tantangan teknis dan keamanan data, terdapat potensi besar teknologi tanpa kabel dalam mendukung pertanian yang berkelanjutan dan mencapai hasil panen yang optimal di masa depan.

Tujuan dari artikel ilmiah ini adalah untuk menyelidiki dan menganalisis berbagai aplikasi teknologi cerdas dalam pengelolaan tanaman serta dampaknya terhadap efisiensi sumber daya dan hasil pertanian. Melalui eksplorasi mendalam terhadap penggunaan teknologi cerdas seperti sensor tanaman, pemetaan satelit, dan sistem pemantauan tanaman berbasis nirkabel, artikel ini bertujuan untuk memahami bagaimana inovasi teknologi ini dapat membantu petani meningkatkan produktivitas dan pertanian yang berkelanjutan. Analisis akan difokuskan pada bagaimana teknologi cerdas mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, dan pestisida, serta bagaimana hal ini mempengaruhi hasil panen secara keseluruhan. Dengan demikian, artikel ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang mendalam tentang peran teknologi cerdas dalam transformasi pertanian menuju praktik yang lebih efisien dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian kualitatif. Sedangkan, pengumpulan data memanfaatkan studi literatur dengan mencari informasi dari berbagai literatur seperti buku, artikel, dan dokumen yang relevan dengan topik yang dibahas. Dalam metode ini, peneliti akan menyelidiki berbagai teori, temuan penelitian, dan laporan terbaru yang terkait dengan penggunaan teknologi cerdas dalam pertanian. Data yang dikumpulkan dari studi literatur akan digunakan untuk mendukung argumen, mengeksplorasi tren, dan mengidentifikasi tantangan serta peluang dalam menerapkan teknologi cerdas dalam praktik pertanian. Analisis kualitatif akan memungkinkan peneliti untuk memahami kompleksitas implementasi teknologi cerdas, dampaknya terhadap efisiensi penggunaan sumber daya, dan peningkatan hasil pertanian secara holistik. Selain itu, penelitian kualitatif juga dapat mengungkapkan faktor-faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan yang memengaruhi adopsi teknologi cerdas oleh petani serta implikasinya dalam konteks keberlanjutan pertanian. Dengan demikian, metode penelitian kualitatif dengan pengumpulan data melalui studi literatur menjadi instrumen yang efektif untuk memperdalam pemahaman tentang penerapan teknologi cerdas dalam pengelolaan tanaman dan potensinya untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan hasil pertanian secara luas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi cerdas dalam pengelolaan tanaman mengacu pada penggunaan berbagai inovasi teknologi yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan berkelanjutan dalam pertanian (Sari, Munizu, Rusliyadi, Nuryanneti, & Judijanto, 2024). Konsep dasar di balik teknologi cerdas ini melibatkan penerapan berbagai alat dan sistem yang terhubung secara digital untuk memantau, menganalisis, dan mengoptimalkan berbagai aspek pertanian. Salah satu konsep utamanya adalah penggunaan sensor yang merupakan perangkat elektronik yang sensitif terhadap lingkungan dan mampu mengukur parameter seperti kelembaban tanah, suhu, dan kadar nutrisi tanaman secara real-time (Aswanda, 2023). Informasi yang diperoleh dari sensor ini kemudian dikirim ke sistem komputer untuk dianalisis menggunakan kecerdasan buatan dan teknik analitik data.

Kecerdasan buatan memungkinkan sistem untuk memproses dan memahami data yang kompleks, mengidentifikasi pola atau tren, dan memberikan rekomendasi atau tindakan yang tepat sesuai dengan situasi yang dihadapi. Sistem otomatisasi juga merupakan bagian penting dari konsep ini, di mana teknologi cerdas digunakan untuk mengontrol dan mengelola operasi pertanian secara otomatis seperti irigasi tanaman, aplikasi pupuk, atau pengendalian hama berdasarkan informasi yang diperoleh dari sensor dan analitika data (Swasono & Muthmainah, 2023). Secara keseluruhan, integrasi sensor, kecerdasan buatan, analitika data, dan sistem otomatisasi membentuk fondasi teknologi cerdas dalam pengelolaan tanaman yang bertujuan untuk meningkatkan produktivitas, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan memastikan pertanian yang berkelanjutan.

Pertanian modern menghadapi berbagai tantangan yang kompleks, termasuk perubahan iklim yang mempengaruhi pola cuaca, ketersediaan sumber daya terbatas seperti air dan lahan pertanian yang semakin berkurang, serta peningkatan permintaan pangan yang dipicu oleh pertumbuhan populasi global (Quaralia, 2022). Perubahan iklim menyebabkan kondisi cuaca yang tidak stabil, seperti kekeringan atau banjir yang dapat merusak tanaman dan mengganggu siklus pertanian. Ketersediaan sumber daya terbatas, terutama air dan lahan, menjadi semakin terbatas akibat urbanisasi dan degradasi lingkungan. Sementara itu, peningkatan permintaan pangan menyebabkan tekanan lebih lanjut pada produksi pertanian untuk memenuhi kebutuhan populasi yang terus bertambah.

Penerapan teknologi cerdas dapat membantu mengatasi tantangan-tantangan tersebut dengan berbagai cara. Melalui sistem pemantauan dan prediksi berbasis sensor, teknologi cerdas dapat memberikan informasi real-time tentang kondisi tanaman, tanah, dan cuaca, sehingga petani dapat mengambil tindakan preventif atau penyesuaian yang tepat dalam merespons perubahan iklim. Teknologi cerdas memungkinkan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk secara lebih efisien dengan memantau kebutuhan tanaman secara individual dan memberikan aplikasi yang tepat sesuai dengan kebutuhan spesifik. Selain itu, teknologi cerdas juga dapat meningkatkan produktivitas lahan dengan mengoptimalkan penggunaan lahan yang tersedia melalui pemetaan dan analisis data berbasis satelit (Rambe et al., 2024). Dengan demikian, penerapan teknologi cerdas dalam pertanian modern tidak hanya membantu mengatasi tantangan yang dihadapi, tetapi juga meningkatkan efisiensi produksi, memastikan keberlanjutan lingkungan, dan memenuhi permintaan pangan yang terus meningkat.

Penggunaan teknologi sensor telah menjadi bagian integral dari pengelolaan tanaman modern. Salah satu penggunaan utama teknologi sensor adalah dalam memantau kondisi tanah dan tanaman secara real-time. Sensor tanah digunakan untuk mengukur parameter seperti kelembaban tanah, kebutuhan nutrisi, dan kesehatan tanaman. Data yang dihasilkan oleh sensor-sensor ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang keadaan lingkungan tumbuh tanaman, yang memungkinkan petani untuk mengambil keputusan yang lebih tepat dan cepat dalam merawat tanaman (Erwin et al., 2023).

Data yang dihasilkan oleh sensor tanah dapat digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk. Misalnya, dengan memantau kelembaban tanah secara real-time, petani dapat mengetahui kapan tanah perlu disiram, sehingga mereka dapat mengatur irigasi secara lebih efisien dan menghindari pemborosan air. Selain itu, dengan memantau kebutuhan nutrisi tanaman, sensor tanah memungkinkan petani untuk memberikan pupuk secara presisi sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hal ini mengurangi risiko overdosis pupuk yang dapat merusak lingkungan dan juga memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhannya (Bafdal & Ardiansah, 2020).

Secara keseluruhan, penggunaan teknologi sensor dalam pengelolaan tanaman tidak hanya memberikan petani pemahaman yang lebih baik tentang kondisi tanah dan tanaman, tetapi juga memungkinkan mereka untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk. Dengan

demikian, teknologi sensor menjadi alat yang sangat berharga dalam mencapai pertanian yang lebih efisien, berkelanjutan, dan produktif.

Kecerdasan buatan (AI) memainkan peran yang signifikan dalam pertanian modern, terutama dalam pengambilan keputusan yang efektif dan tepat waktu (Soedarto & Ainiyah, 2022). Salah satu aplikasi utama AI adalah dalam pengembangan sistem prediksi untuk memperkirakan cuaca dan penyakit tanaman. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin dan analisis data yang canggih, sistem prediksi ini dapat memberikan perkiraan cuaca yang lebih akurat dan memperkirakan potensi penyebaran penyakit tanaman. Ini memungkinkan petani untuk mengambil tindakan preventif dengan lebih baik, seperti mempersiapkan sistem drainase atau mengaplikasikan pestisida secara tepat waktu.

Selain itu, kecerdasan buatan juga digunakan untuk memberikan rekomendasi kepada petani tentang waktu tanam, irigasi, dan perlakuan pestisida. Dengan memanfaatkan data historis, kondisi saat ini, dan faktor-faktor lingkungan lainnya, algoritma kecerdasan buatan dapat menghasilkan rekomendasi yang disesuaikan dengan kondisi lokal dan kebutuhan spesifik tanaman. Misalnya, sistem AI dapat merekomendasikan waktu optimal untuk menanam berdasarkan analisis pola cuaca dan data tanah atau memberikan saran tentang jumlah air yang dibutuhkan untuk irigasi berdasarkan prakiraan cuaca dan kelembaban tanah saat ini.

Secara keseluruhan, kecerdasan buatan membantu petani dalam membuat keputusan yang lebih baik dan efisien dengan menggabungkan analisis data yang mendalam, prediksi yang akurat, dan rekomendasi yang dipersonalisasi. Dengan memanfaatkan kecerdasan buatan, pertanian dapat menjadi lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan dan permintaan pasar, serta meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan usaha pertanian secara keseluruhan.

Analitika data merupakan alat yang kuat dalam pengelolaan pertanian modern karena memungkinkan petani untuk mengolah data yang diperoleh dari berbagai sumber termasuk sensor, pengamatan lapangan, dan data historis untuk memberikan wawasan yang lebih dalam tentang kondisi pertanian dan mengidentifikasi pola-pola yang berguna untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan hasil pertanian (Soedarto & Ainiyah, 2022).

Pertama, analitika data digunakan untuk mengintegrasikan dan menyatukan data yang diperoleh dari berbagai sumber menjadi satu dataset yang komprehensif. Hal ini termasuk data dari sensor tanah yang mengukur kelembaban, suhu, dan nutrisi tanaman, serta data dari pengamatan lapangan seperti pertumbuhan tanaman, perkiraan cuaca, dan faktor lingkungan lainnya.

Setelah data terkumpul, analitika data digunakan untuk menganalisis pola-pola dan tren yang tersimpan di dalamnya. Dengan menggunakan teknik seperti analisis statistik, machine learning, dan data mining, petani dapat mengidentifikasi korelasi antara berbagai variabel dan memahami bagaimana faktor-faktor tertentu mempengaruhi hasil pertanian.

Selanjutnya, hasil analisis data ini dapat digunakan untuk memberikan rekomendasi dan solusi yang tepat kepada petani untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan hasil pertanian. Misalnya, petani dapat menggunakan informasi tentang pola kelembaban tanah untuk mengatur irigasi secara lebih efisien atau memanfaatkan prediksi cuaca untuk mengambil keputusan tentang waktu tanam yang optimal.

Dengan demikian, penerapan analitika data dalam pertanian memungkinkan petani untuk membuat keputusan yang lebih tepat dan terinformasi berdasarkan bukti sehingga meningkatkan produktivitas, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mencapai hasil pertanian yang lebih baik secara keseluruhan.

Beberapa penelitian dan implementasi teknologi cerdas dalam sektor pertanian telah memberikan contoh nyata tentang bagaimana teknologi ini telah meningkatkan efisiensi sumber daya dan hasil pertanian. Salah satunya adalah penggunaan sistem irigasi pintar berbasis sensor. Penelitian (Rachmawati, 2020) telah menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan sensor tanah dan cuaca yang terhubung secara langsung ke sistem irigasi, petani dapat mengoptimalkan penggunaan air berdasarkan kebutuhan tanaman secara real-time. Ini tidak hanya mengurangi pemborosan air, tetapi juga meningkatkan hasil panen dengan memberikan air yang tepat pada waktu yang tepat.

Selanjutnya, (Siregar, 2023) menemukan bahwa teknologi pemetaan dan pemantauan lahan menggunakan citra satelit dan drone telah membantu petani dalam memantau kondisi tanaman secara luas dan dengan akurasi tinggi. Dengan menggunakan analisis citra satelit yang canggih, petani dapat mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian khusus seperti wilayah yang mengalami kekeringan atau serangan hama. Hal ini memungkinkan petani untuk mengambil tindakan preventif yang tepat secara efisien seperti penyiraman tambahan atau aplikasi pestisida yang terarah sehingga dapat meningkatkan hasil panen dan mengurangi kerugian.

Selain itu, penelitian (Sari et al., 2024) menemukan bahwa teknologi cerdas juga digunakan dalam manajemen inventaris dan pemeliharaan peralatan pertanian. Sistem otomatisasi dan pemantauan jarak jauh memungkinkan petani untuk melacak persediaan input pertanian seperti pupuk dan pestisida, serta mengawasi kinerja dan kondisi peralatan pertanian seperti traktor dan mesin tanam. Dengan memantau secara real-time, petani dapat mengoptimalkan penggunaan input dan merawat peralatan secara preventif, mengurangi pemborosan sumber daya dan meningkatkan produktivitas pertanian secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, studi kasus ini menunjukkan bahwa teknologi cerdas telah memberikan dampak positif dalam pengelolaan tanaman di berbagai bagian dunia, baik dari segi efisiensi penggunaan sumber daya maupun hasil pertanian yang ditingkatkan. Pengembangan terhadap inovasi teknologi ini dapat menjadikan hasil pertanian menjadi lebih produktif, efisien, dan berkelanjutan di masa depan.

Tantangan dan peluang di masa depan dalam penerapan teknologi cerdas dalam pertanian melibatkan berbagai aspek yang mempengaruhi adopsi dan efektivitas teknologi ini. Tantangan utama termasuk biaya tinggi yang terkait dengan investasi awal, terutama bagi petani dengan sumber daya terbatas serta kendala aksesibilitas terhadap infrastruktur teknologi di wilayah pedesaan atau negara berkembang. Selain itu, masalah privasi data juga menjadi perhatian dengan kebutuhan akan perlindungan data yang memadai dan kepatuhan terhadap regulasi privasi (Nainggolan et al., 2023).

Namun, di sisi lain, terdapat peluang besar untuk mengatasi tantangan ini. Pengembangan teknologi yang lebih murah dan mudah diakses dapat mengurangi hambatan biaya dan aksesibilitas memungkinkan lebih banyak petani untuk mengakses dan mengadopsi teknologi cerdas. Integrasi teknologi cerdas dengan praktik pertanian berkelanjutan juga merupakan peluang yang signifikan dengan potensi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak lingkungan negatif. Kolaborasi antara sektor publik, swasta, dan akademis juga dapat membuka peluang untuk pengembangan solusi teknologi cerdas yang lebih holistik dan terintegrasi serta memberikan dukungan dan pelatihan kepada petani dalam menerapkan teknologi ini. Dengan mengatasi tantangan dan memanfaatkan peluang ini, penggunaan teknologi cerdas dalam pertanian memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan pertanian di masa depan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, penerapan teknologi cerdas dalam pengelolaan tanaman yang mencakup penggunaan sensor, kecerdasan buatan, analitika data, dan sistem otomatisasi. Implementasi teknologi ini telah membawa dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi sumber daya dan hasil pertanian secara keseluruhan. Penggunaan sensor, misalnya, memungkinkan pemantauan yang lebih

akurat terhadap kondisi tanah dan tanaman, sementara kecerdasan buatan memberikan rekomendasi yang tepat waktu dan dipersonalisasi kepada petani untuk pengambilan keputusan yang lebih baik. Hasil analitika data membantu mengidentifikasi pola-pola yang dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan hasil pertanian.

Implikasi dari temuan ini diharapkan berkontribusi bagi pengelolaan tanaman, efisiensi sumber daya, dan hasil pertanian secara keseluruhan. Dengan terus mengembangkan dan mengadopsi teknologi cerdas dalam pertanian, kita dapat mendukung ketahanan pangan global dan pembangunan berkelanjutan. Teknologi cerdas memungkinkan petani untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi limbah sumber daya seperti air dan pupuk, serta mengurangi dampak lingkungan negatif. Dengan demikian, investasi dalam teknologi cerdas tidak hanya menguntungkan petani secara individual, tetapi juga membawa manfaat yang luas bagi masyarakat secara keseluruhan dengan memberikan akses yang lebih besar terhadap pangan yang berkualitas dan berkelanjutan. Oleh karena itu, terus mengembangkan dan mengadopsi teknologi cerdas dalam pertanian merupakan langkah penting dalam menjaga ketahanan pangan global dan mencapai pembangunan berkelanjutan di masa depan.

BIBLIOGRAFI

- Aswanda, Dicky. (2023). *Monitoring Nutrisi Dan Temperatur Suhu Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Iot Dengan Penyulungan Tenaga Surya*. Universitas Medan Area.
- Bafdal, Nurpilihan, & Ardiansah, Irfan. (2020). *Smart Farming Berbasis Internet Of Things dalam Greenhouse*. Unpad Press.
- Bank, World. (2024). Population.
- Erwin, Erwin, Datya, Aulia Iefan, Nurohim, Nurohim, Sepriano, Sepriano, Waryono, Waryono, Adhichandra, Iwan, Budihartono, Eko, & Purnawati, Ni Wayan. (2023). *Pengantar & Penerapan Internet Of Things: Konsep Dasar & Penerapan IoT di berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- FAO. (2023). Global Report on Food Crises: Number of people facing acute food insecurity rose to 258 million in 58 countries in 2022.
- Hasibuan, Muhammad Rasyid Redha. (2023). *PENERAPAN TEKNOLOGI PRECISION FARMING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI PERTANIAN*.
- Ir Hj Euis Dasipah, M. P., & Nataliningsih, Ir Hj. (2024). *Mengoptimalkan Hasil Pertanian: Teori Ekonomi dalam Produksi Pertanian*. MEGA PRESS NUSANTARA.
- Nainggolan, Hotnida, Nuraini, Rini, Sepriano, Sepriano, Aryasa, I. Wayan Tanjung, Meilin, Araz, Adhichandra, Iwan, Putri, Elisa, Andiyani, Ar, & Prayitno, Heri. (2023). *GREEN TECHNOLOGY INNOVATION: Transformasi Teknologi Ramah Lingkungan berbagai Sektor*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Nauroh, Izzwah, & Faturrizky, Izzul. (2022). Teknologi Industri Pertanian: Analisa Kualitatif Menghadapi Tantangan Global Menuju Pertanian Berkelanjutan di Indonesia. *Change Think Journal*, 1(03), 227–243.
- Panjaitan, Anton Nius P. (2024). *PENGGUNAAN TEKNOLOGI NIRKABEL DALAM MONITORING PERTUMBUHAN TANAMAN*.
- Putri, Revina Devitani, & Zainuddin, Irshan. (2024). PENGGUNAAN SMART FARMING DALAM INDUSTRI TERPADU KOMODITAS KAMBING DI KABUPATEN KARAWANG. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, 2(4), 392–403.
- Quaralia, Putri Saviera. (2022). Kerja sama regional dalam rantai pasokan pertanian untuk mencapai ketahanan pangan berkelanjutan: Studi kasus ASEAN. *Padjadjaran Journal of International Relations*, 4(1), 56–73.
- Rachmawati, Rika Reviza. (2020). Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), 137–154.
- Rambe, Aldy Safruddin, Tanjung, Dudut, Octiara, Essie, Ridho, Hatta, Yustina, Ida, Siregar, Mahmul, Lydia, Maya Silvi, Pasaribu, Nursahara, Zein, T. Thyrhaya, & Supriana, Tavi. (2024). *PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DIGITAL UNTUK BERBAGAI BIDANG KEHIDUPAN (DIGITAL TECHNOLOGY FOR HUMANITY)*.
- Sari, Fifi Permata, Munizu, Musran, Rusliyadi, Muhamad, Nuryanneti, Indra, & Judijanto, Loso.

- (2024). *Agribisnis: Strategi, Inovasi dan Keberlanjutan*. PT. Green Pustaka Indonesia.
- Sarie, Fatma, Untarti, Atiek, Amrullah, M. Nur Kamila, Syah, Robby Firman, Amruddin, M. Pd, Ir Wati Asriningsih Pranoto, M. T., Back, Siti Wish, Arini, Dewi Ulfah, MM, Psikolog, & Ir Kiki Kunthi Lestari, M. T. (2023). *MENGENAL EKOLOGI SOSIAL*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Siregar, Muhammad Arief Rahmadsah. (2023). *Peningkatan Produktivitas Tanaman Padi Melalui Penerapan Teknologi Pertanian Terkini*.
- Soedarto, Teguh, & Ainiyah, Rojaunnajah Kartika. (2022). *Teknologi Pertanian Menjadi Petani Inovatif 5.0: Transisi Menuju Pertanian Modern*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Swasono, Muh Aniar Hari, & Muthmainah, Hanifah Nurul. (2023). Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Optimalisasi Produksi Tanaman Pangan: Studi Bibliometrik Skala Nasional. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(08), 668–683.