

Pertanian Cerdas

Ahmad Kdafi¹, Zuhud Rozaki², Retno Wulandari³, Cantika Wira Amanah⁴

¹²³⁴Department of Agribusiness, Faculty Agriculture, Universitas

Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia, 55183

Email: ahmad.kadafi.fp23@mail.umy.ac.id¹, zaki@umy.ac.id²,

retno.wulandari@umy.ac.id³, asri.amalia.fp22@mail.umy.ac.id⁴

ABSTRAK

Pertanian presisi adalah pendekatan inovatif untuk pertanian yang memanfaatkan teknologi canggih untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan. Petani sekarang dapat mengelola lahan pertanian mereka dengan lebih akurat dan berdasarkan data berkat kemajuan teknologi seperti drone, satelit, kecerdasan buatan (AI), dan Internet of Things (IoT). Penggunaan sensor dan sistem pemantauan mengurangi pemborosan sumber daya dan meningkatkan hasil panen karena dapat mendeteksi kondisi tanaman, kelembaban tanah, dan prediksi cuaca secara dini. Selain itu, pertanian vertikal dan sistem irigasi pintar menawarkan solusi untuk masalah keterbatasan lahan dan tantangan perubahan iklim. Pertanian vertikal memungkinkan penggunaan sistem hidroponik dan aeroponik dalam ruang yang lebih kecil, dan sistem irigasi berbasis IoT secara otomatis mengoptimalkan penggunaan air. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga membantu keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang berlebihan. Pertanian presisi telah terbukti meningkatkan produksi dan mengurangi biaya operasional di beberapa negara maju seperti Jepang, Amerika Serikat, dan Belanda. Namun, adopsi teknologi ini di negara berkembang menghadapi tantangan seperti biaya investasi yang tinggi, infrastruktur digital yang terbatas, dan kurangnya pemahaman petani tentang teknologi canggih. Akibatnya, pelatihan, investasi dalam infrastruktur, dan kebijakan yang mendukung implementasi pertanian presisi secara luas memerlukan dukungan dari pemerintah, akademisi, dan sektor swasta. Pertanian presisi menjadi solusi strategis untuk mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan karena kebutuhan pangan di seluruh dunia meningkat. Pemanfaatan teknologi yang tepat dan kolaborasi multi-sektoral akan memastikan bahwa pertanian modern tidak hanya efisien dan produktif, tetapi juga ramah lingkungan dan adaptif terhadap tantangan masa depan.

Kata kunci: Sektor Pertanian, Teknologi modern, dan Pertanian Berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan makanan yang berkualitas tinggi dan berkelanjutan meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi di seluruh dunia. Tapi masalah utama dalam pertanian adalah ketergantungan pada metode pertanian konvensional, keterbatasan lahan, dan perubahan iklim. Akibat urbanisasi dan konversi lahan menjadi kawasan industri dan pemukiman, lahan pertanian telah berkurang dalam beberapa dekade terakhir. Hal ini meningkatkan tekanan pada pertanian untuk meningkatkan produksi untuk memenuhi permintaan pangan yang terus meningkat (Natasya, 2024). Selain masalah ketersediaan lahan, sektor pertanian juga menghadapi masalah perubahan iklim. Perubahan iklim memengaruhi cuaca, curah hujan, dan suhu, yang berakibat pada ketidakpastian hasil panen. Pola cuaca yang tidak menentu juga dapat menyebabkan kekeringan atau banjir, yang berdampak langsung pada produktivitas pertanian. Akibatnya, untuk mengatasi masalah ini dan memastikan keberlanjutan produksi pangan, diperlukan strategi yang lebih fleksibel dan berbasis teknologi. Pertanian presisi adalah solusi inovatif yang menggabungkan teknologi modern untuk

meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian. Petani dapat menggunakan sensor, drone, satelit, dan AI untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, dan pestisida. Petani dapat memantau kondisi tanaman secara real-time karena teknologi ini. Selain itu, petani dapat menggunakan teknologi ini untuk membuat prediksi cuaca yang lebih baik dan mendeteksi penyakit tanaman lebih awal. Adopsi teknologi dalam pertanian presisi membantu keberlanjutan lingkungan juga. Penggunaan sumber daya yang lebih efisien dapat mengurangi pencemaran air yang disebabkan oleh penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan. Teknologi irigasi pintar mengetahui kebutuhan tanaman berdasarkan kelembaban tanah dan kondisi cuaca, yang memungkinkan penggunaan air yang lebih hemat dan mengurangi limbah. Selain itu, karena pergeseran demografi ke sektor industri dan jasa, robot pertanian dan drone dapat mengurangi ketergantungan manusia (Rizal dkk., 2024).

Untuk mengatasi berbagai masalah pertanian, teknologi pertanian presisi sudah mulai diterapkan di banyak negara. Misalnya, petani di Amerika Serikat dan Jepang telah menggunakan robot pemanen yang dapat meningkatkan efisiensi produksi mereka. Pertanian vertikal telah berkembang pesat di Belanda untuk mengatasi keterbatasan lahan dan menghasilkan hasil panen yang lebih baik (Natalie & Halim, 2022). Teknologi ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil pertanian di seluruh dunia. Manfaat pertanian presisi telah dibuktikan, tetapi adopsinya masih menghadapi banyak hambatan, terutama di negara berkembang. Dengan dukungan yang tepat, pertanian presisi dapat menjadi solusi jangka panjang untuk masalah ketahanan pangan global. Hambatan utama untuk adopsi teknologi pertanian presisi termasuk biaya investasi yang tinggi, keterbatasan infrastruktur digital, dan kurangnya pelatihan petani (Saraan & Rambe, 2023). Oleh karena itu, untuk menjawab tantangan masa depan dalam ketahanan pangan global, sangat penting untuk melakukan penelitian dan penerapan pertanian yang tepat. Dengan menggunakan teknologi yang tepat, pertanian dapat menjadi lebih efisien, produktif, dan ramah lingkungan.

ISI

Dalam sektor pertanian saat ini, peningkatan produktivitas harus dikombinasikan dengan upaya pelestarian lingkungan, pertanian presisi adalah solusi untuk tantangan besar ini. Petani dapat mengelola lahan pertanian mereka dengan lebih baik dan efisien dengan bantuan teknologi modern. Petani dapat mengidentifikasi variabilitas tanah dan tanaman di setiap lokasi lahan dengan menggunakan sensor dan sistem pemantauan data. Mereka juga dapat menyesuaikan perawatan, seperti memberikan pupuk atau irigasi yang lebih tepat. Oleh karena itu, pertanian menjadi lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan, yang pada gilirannya dapat membantu ketahanan pangan (Hadid dkk., 2023).



Gambar 1. Perkembangan Terkini Dalam Penggunaan Drones di Pertanian (Pertanian Uma, 2023).

Perkembangan Terkini dalam Penggunaan Drones di Pertanian—Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi perkembangan besar dalam penggunaan dron di sektor pertanian, yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan sektor tersebut. Dalam artikel ini, kita akan membahas perkembangan terkini dalam penggunaan dron di pertanian.

Penggunaan dron memungkinkan pemantauan lahan pertanian yang lebih efektif dan akurat. Dron memiliki kamera yang dapat mengambil gambar udara resolusi tinggi. Ini memungkinkan petani melacak kondisi tanaman, penggunaan air, dan pertumbuhan secara real-time. Petani dapat mengidentifikasi area yang membutuhkan perhatian khusus, seperti tanaman yang stres atau terkena hama dan penyakit, dengan menganalisis gambar udara yang diambil oleh dron. Dengan informasi ini, petani dapat mengambil tindakan yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut, seperti memberikan pupuk tambahan atau perlindungan tanaman yang diperlukan. Hal ini dapat menghemat uang dan waktu yang diperlukan untuk memantau lahan secara manual (Tandyo & Dianta, 2023).

Penggunaan drone dan satelit dalam era pertanian cerdas telah mengubah cara petani mengawasi dan mengelola lahan mereka. Bahkan di lokasi yang terpencil atau sulit diakses, petani dapat melihat kondisi tanaman dengan drone, yang dilengkapi dengan kamera dan sensor yang dapat mengambil gambar dengan resolusi tinggi dari berbagai sudut. Namun, gambar satelit memberikan informasi lebih rinci tentang variabel lingkungan yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman, seperti kelembaban udara, suhu permukaan, dan perubahan musim. Dengan menggabungkan kedua teknologi ini, petani dapat membuat keputusan yang lebih tepat tentang irigasi, pemupukan, dan pengelolaan hama dan penyakit. Selain itu, penggunaan drone dan satelit dapat meningkatkan hasil panen dan menghemat waktu dan biaya operasional (Haerudin dkk., 2020).

Pertanian cerdas memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan. Robot yang dilengkapi dengan sensor dan AI dapat melakukan banyak hal yang biasanya dilakukan petani secara manual, seperti menyemai benih, mengairi tanaman, dan menyemprotkan pestisida atau pupuk. Bahkan dalam skala besar, otomatisasi memungkinkan pekerjaan ini dilakukan dengan lebih cepat, tepat, dan konsisten (Bulan Maharani & Komputer, 2022). Selain itu, robot dapat mengoperasikan perangkat canggih yang memantau

kesehatan tanaman secara real-time, mengidentifikasi gejala stres atau penyakit lebih awal, dan melakukan pencegahan dengan akurat. Oleh karena itu, penggunaan otomatisasi dan robotik dapat meningkatkan hasil pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, mengurangi pemborosan, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya (Nugraha dkk., 2022).

Tabel 1. 1Sejumlah Negara yang Sukses Terapkan Teknologi untuk Smart Farming(Suharno,2024)

Negara	Teknologi
China	smart farm dalam ruangan yang tidak memerlukan sinar matahari, pestisida, atau bahan kimia lainnya.
Amerika Serikat	robot, drone, sensor, sistem irigasi cerdas, dan big data.
Australia	robot dan drone.
Jepang	robotik dan otomatisasi.
Belanda	Internet of Things (IoT).

Teknologi GIS telah menjadi komponen penting dari pertanian cerdas, yang memungkinkan petani untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi lahan mereka. GIS membantu petani memetakan variasi dalam kondisi tanah, kelembaban, tingkat kesuburan, dan pola tumbuh tanaman di setiap bagian lahan dengan memanfaatkan data spasial yang diperoleh dari drone, satelit, dan sensor di lapangan. Ini memungkinkan pemetaan variabilitas dalam lahan pertanian, yang memudahkan petani untuk merencanakan tindakan yang lebih terarah, seperti memberikan air atau pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman masing-masing (Ujianti dkk., 2022). Pemetaan juga sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi ancaman potensial, seperti serangan hama atau penyakit, dan untuk mengantisipasi kerusakan akibat bencana alam. Oleh karena itu, penggunaan GIS dalam pertanian cerdas meningkatkan produktivitas, mengurangi pemborosan, dan mendukung produksi pangan yang lebih berkelanjutan yang lebih ramah lingkungan.

Teknologi pintar sangat penting untuk pengelolaan tanaman kontemporer, terutama dengan penggunaan kecerdasan buatan, yang memungkinkan sistem memproses dan memahami informasi yang kompleks. Teknologi dapat mengidentifikasi pola atau tren yang relevan dan

Israel	irigasi tetes, sensor tanah, dan sistem pengelolaan air yang canggih.
Singapura	teknologi pertanian vertikal yang sangat terotomatisasi dan terkendali secara digital.
Korea Selatan	IoT, drone, dan robotika.

Tabel berikut menunjukkan beberapa negara yang telah berhasil memanfaatkan teknologi modern dalam pertanian untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Kecerdasan buatan, robotika, analitik berbasis data, sistem irigasi otomatis, dan drone untuk memantau lahan adalah beberapa inovasi yang telah diadopsi oleh negara-negara ini. Dengan menggunakan teknologi ini dengan sukses, mereka dapat meningkatkan hasil pertanian sambil mengurangi dampak lingkungan(Lestari, 2020). Oleh karena itu, pengalaman negara-negara ini dapat berfungsi sebagai contoh bagi negara lain dalam menghadapi tantangan pertanian kontemporer.

memberikan solusi yang tepat untuk situasi yang dihadapi. Aplikasi teknologi pintar ini sangat membantu dalam mengatasi berbagai masalah pertanian. Teknologi pintar dapat membantu petani membuat pilihan yang lebih baik dan meningkatkan hasil pertanian mereka dengan menyediakan informasi cuaca, tanah, dan kondisi tanaman secara real-time melalui sistem pemantauan dan prediksi berbasis sensor (Yuli, 2024).

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penerapan teknologi canggih dalam pertanian adalah langkah strategis untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi pangan. Penggunaan teknologi seperti drone, satelit, robot, otomatisasi, dan teknologi berbasis GIS dan kecerdasan buatan memberikan peluang besar untuk meningkatkan produktivitas pertanian secara efisien dan ramah lingkungan(Pratiwi & Suwardji, 2023). Dengan teknologi ini, petani dapat mengoptimalkan sumber daya mereka, mengurangi pemborosan, dan menghasilkan produk yang lebih baik.

Pertanian cerdas juga dapat membantu mengatasi masalah global seperti perubahan iklim,

keterbatasan lahan, dan peningkatan kebutuhan pangan karena populasi yang meningkat. Teknologi modern dalam pertanian tidak hanya membuat pertanian lebih efektif dan efisien, tetapi juga membuat pertanian lebih berkelanjutan dalam jangka panjang (Nugraha Halawa, 2024). Oleh karena itu, kebijakan yang mendukung adopsi teknologi pertanian cerdas harus terus didorong agar pertanian di masa depan dapat menghasilkan kombinasi yang optimal dari kesejahteraan masyarakat dan kelestarian lingkungan (Misbahuddin dkk., 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Bulan Maharani, M., & Komputer, T. (2022). Pertanian Cerdas Internet of Things aktif ZigBee: Tinjauan Sistematis. *Jurnal Portal Data*, 2(4), 1–4.
- Hadid, A., Jumiati, S., Toknok, B., Dua, P., & Haeruddin, H. (2023). Adopsi dan Strategi Pengembangan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Pertanian Cerdas Iklim. *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 30(3), 275–286. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v30i3.1941>
- Haerudin, N., Wibowo, R. C., & Endaryanto, T. (2020). Pemetaan Pertanian Dengan Drone Di Pekon Dadapan Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus Lampung. *Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(November).
- Lestari, H. S. (2020). Pertanian Cerdas Sebagai Upaya Indonesia Mandiri Pangan. *AGRITA (AGri)*, 2(1), 55. <https://doi.org/10.35194/agri.v2i1.983>
- Misbahuddin, Sukartono, Aryana, I. G. P. M., Faturrahman, & Jafar, S. R. (2024). Menumbuhkan Kesadaran Petani : Promosi Cara Mengintegrasikan Pertanian Cerdas dalam Pertanian Konservasi. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(1), 179–185.
- Natalie, C., & Halim, M. (2022). Perancangan Pertanian Vertikal Yang Terintegrasi Untuk Mengatasi Masalah Pangan Masa Depan. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 4(1), 503. <https://doi.org/10.24912/stupa.v4i1.16854>
- Natasya, D. (2024). Penerapan Teknologi Pertanian Presisi dalam Meningkatkan Efisiensi Produksi. *Literacy Notes*, 2(1), 1–8.
- Nugraha, A. A., Panjaitan, S., Joachim, D., & Lubis, S. (2022). Modernisasi Pertanian Dengan Pengembangan Robot Tani Dalam Rangka Penyelesaian Otomatisasi Pada Industri Agriculture. *Seminar Nasional Universitas Turangga ke IV*, 617–625.
- Nugraha Halawa, D. (2024). Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 6(2), 502–512.
- Pratiwi, N., & Suwardji. (2023). Praktek Pertanian Cerdas Dengan Kearifan Lokal Berbasis Agroekologi Untuk Mengatasi Perubahan Iklim di Indonesia : Climate Chance. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 6(1), 398–403. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmipi/article/view/3722>
- Rizal, F. J., Rahman, M. A., Maulana, A. A., & Setiowati, Y. (2024). Implementasi Smart Farming Dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan. *In Seminar Nasional Agribisnis*, 1, No. 2, 120–126.
- Saraan, M. I. K., & Rambe, R. F. A. K. (2023). Kebijakan Pengembangan Inovasi Teknologi Pertanian Presisi di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Kajian Agraria dan Kedaulatan Pangan (JKAKP)*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.32734/jkakp.v2i1.13319>
- Tandyo, S., & Dianta, Y. M. (2023). Monitoring Sistem Pertanian Vertical Farming Menggunakan IoT. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.37715/juisi.v9i1.4314>
- Ujianti, R. M. D., Novita, M., & Muflihati, I. (2022). Pemetaan Dimensi Ketahanan Pangan berbasis Web GIS dan Metode TOPSIS. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer*, 21(3), 735–752. <https://doi.org/10.30812/matrik.v21i3.1730>
- Yuli, nawangsari ratna. (2024). Penerapan Teknologi Cerdas Dalam Pengolahan Tanaman Untuk Meningkatkan Efisiensi Sumber Daya Dan Hasil Pertanian. *Mora Zilliansyah Dongoran STIKes*, 1(2), 51–60.