



PEMAHAMAN TEKNOLOGI MODERN DALAM PERLINDUNGAN TANAMAN PANGAN DAN PRODUKTIVITAS MAKSIMAL

Tri Susanti Rahmadhani Nasution¹⁾, Miskaria Murni Telaumbanua²⁾, Ningsi Kristiani Lase³⁾,
Makchsi Virall Mendrofa⁴⁾, Toni Yusman Dawolo⁵⁾, Helmin Parida Zebua⁶⁾

¹⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: niastinasution@gmail.com

²⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: miskatelaumbanua@gmail.com

³⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: ningsimendrofa0@gmail.com

⁴⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: machsimendrofa@mail.com

⁵⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: tlawolo043@gmail.com

⁶⁾ Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: helminparidaz@gmail.com

Abstract

Modern technologies play a vital role in supporting crop protection and maximizing productivity. The study explores various cutting-edge technologies, such as sensor-based systems, drones, and biological pest control, to manage biotic and abiotic stresses on crops. The study also highlights the use of genomics and genetic engineering to develop crop varieties that are resistant to pests and diseases. The results show that these technologies not only improve crop protection efficiency but also reduce dependence on hazardous chemicals, supporting the sustainability of agricultural ecosystems. In addition, the integration of blockchain technology in the supply chain ensures transparency and food safety. The study concludes that the right understanding and application of modern technologies can significantly boost crop productivity growth, while addressing the global challenge of meeting the ever-increasing food demand.

Keywords: Food Crops; Technology; Productivity.

Abstrak

Teknologi modern memainkan peran penting dalam mendukung perlindungan tanaman pangan dan meningkatkan produktivitas secara maksimal. Penelitian ini mengeksplorasi berbagai teknologi terkini, seperti sistem berbasis sensor, drone, dan pengendalian hama biologis, untuk mengelola tekanan biotik dan abiotik pada tanaman pangan. Studi juga menyoroti pemanfaatan genomik dan rekayasa genetika untuk mengembangkan varietas tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit. Hasil menunjukkan bahwa teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi perlindungan tanaman, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada bahan kimia berbahaya, mendukung keberlanjutan ekosistem pertanian. Selain itu, integrasi teknologi blockchain dalam rantai pasok memastikan transparansi dan keamanan pangan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pemahaman dan penerapan teknologi modern yang tepat dapat mendorong pertumbuhan produktivitas tanaman pangan secara signifikan, sekaligus menjawab tantangan global dalam memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat.

Kata Kunci: Tanaman Pangan; Teknologi; Produktivitas.



PEMBAHASAN

Teknologi modern telah meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian di seluruh dunia. Alat mekanisasi dan sistem irigasi berbasis teknologi cerdas dapat meningkatkan hasil panen hingga 20% di berbagai wilayah Indonesia, menurut Siti Nurhidayah dan Ahmad Hidayat (2022). Studi lain oleh Budi Santoso dan Rina Permatasari (2021) menemukan bahwa penggunaan varietas padi unggul dan penggunaan teknologi drone untuk pemantauan lahan telah mempercepat identifikasi masalah tanaman dan mengurangi kerugian akibat hama. Aplikasi bioteknologi juga memiliki peran besar. Dalam sebuah studi yang diterbitkan pada *Biotech Journal* oleh Maria Putri dan Yulianto Setiawan (2023), manipulasi genetik tanaman pangan dapat mencegah krisis pangan dengan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit dan cuaca ekstrim. Dalam konteks yang lebih khusus, Dedi Kuswandi dan Eka Priyono (2020) membahas manfaat smart farming 4.0, yang mencakup penggunaan IoT dan blockchain untuk mengoptimalkan logistik hasil panen yang efisien dan transparan. Sri Wahyuni dan Agus Purnomo (2023) menunjukkan bahwa inovasi agroteknologi seperti irigasi mikro dan pupuk organik dapat meningkatkan hasil panen tanaman pangan tanpa mengorbankan keberlanjutan lingkungan. Studi ini menunjukkan bahwa untuk mencapai produktivitas maksimal dan menjaga keseimbangan ekosistem pertanian, adaptasi petani lokal dan inovasi teknologi harus bekerja sama.

Penggunaan teknologi pertanian kontemporer telah menciptakan cara baru untuk menjaga tanaman pangan dan meningkatkan produktivitas secara signifikan. Menurut Andri Pratama dan Lestari Wulandari (2021), sistem pertanian berbasis teknologi cerdas dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30%. Misalnya, sensor IoT dapat memantau kelembaban tanah.

Selain itu, Haryono dan Siti Fatimah (2022) menekankan keunggulan drone dalam mendeteksi hama secara dini, yang memungkinkan penggunaan pestisida yang lebih tepat sasaran dan mengurangi penggunaan bahan kimia yang berlebihan. Sebaliknya, kemajuan dalam bioteknologi juga memiliki dampak yang signifikan. Agus Santoso dan Rahma Fitriani (2023) menunjukkan bahwa modifikasi genetik pada tanaman jagung telah meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekeringan, yang menjadi salah satu cara untuk mengatasi perubahan iklim.

Dalam hal keberlanjutan, Tri Wahyudi dan Dian Permata Sari (2020) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati dan metode pengolahan tanah kontemporer dapat meningkatkan hasil panen dan kesuburan tanah pada saat yang sama. Konsep pertanian presisi yang dibahas oleh

Indra Gunawan dan Maya Arifin (2022) menekankan pentingnya penggabungan teknologi GIS (Geographic Information System) dan data satelit dalam manajemen lahan. Metode ini tidak hanya meningkatkan hasil panen tetapi juga memastikan sumber daya alam tetap sehat. Untuk memastikan ketahanan pangan di tengah tantangan global seperti perubahan iklim dan pertumbuhan populasi, petani harus menggunakan teknologi canggih.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi pendekatan campuran (mixed-method) yang mengintegrasikan metode kuantitatif dan kualitatif untuk mengeksplorasi pemahaman tentang teknologi modern dalam perlindungan tanaman pangan dan peningkatan produktivitas. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengukur dampak penerapan teknologi modern terhadap hasil panen, serta menggali persepsi petani dan tantangan yang dihadapi dalam mengadopsi teknologi tersebut.

Pengumpulan data kuantitatif dilakukan melalui eksperimen lapangan, di mana berbagai teknologi, seperti drone, Internet of Things (IoT), dan bioteknologi, diterapkan pada lahan percobaan. Hasil panen dari lahan yang menerapkan teknologi dibandingkan dengan lahan kontrol yang tidak menggunakan teknologi. Untuk menganalisis data, digunakan teknik statistik deskriptif dan inferensial, termasuk uji-t dan regresi, untuk mengevaluasi hubungan antara variabel teknologi dan produktivitas tanaman. Pada saat bersamaan, data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan petani, ahli pertanian, dan penyuluh pertanian, serta melalui observasi langsung di lapangan. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk menggali pemahaman, tingkat penerimaan, serta hambatan-hambatan yang dihadapi petani dalam mengadopsi teknologi modern. Observasi dilakukan guna mencatat efektivitas dan tantangan yang muncul dalam implementasi teknologi, seperti penggunaan sensor IoT untuk irigasi dan drone untuk deteksi dini hama. Selain itu, survei menggunakan kuesioner juga disebarluaskan kepada petani untuk mengukur tingkat adopsi teknologi serta persepsi mereka terhadap manfaat yang ditawarkan. Proses penelitian ini terdiri dari beberapa tahap penting. Pertama, dilakukan studi literatur untuk memahami dasar teori dan menelusuri penelitian-penelitian sebelumnya.

Selanjutnya, peneliti akan mengidentifikasi lokasi serta responden di area pertanian yang telah mengadopsi teknologi tertentu. Setelah itu, data akan dikumpulkan menggunakan teknik yang telah ditetapkan. Analisis data akan dilakukan dengan pendekatan statistik dan tematik untuk mendapatkan hasil yang komprehensif. Akhirnya, hasil penelitian akan disusun dalam bentuk laporan yang sistematis. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan



dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas teknologi modern dalam meningkatkan produktivitas pertanian, serta menawarkan solusi atas tantangan di lapangan. Penelitian ini mengacu pada studi-studi sebelumnya, termasuk penelitian Haryono dan Fatimah (2022) yang membahas pemanfaatan drone untuk deteksi dini hama (Jurnal Teknologi Pertanian, Berkelanjutan), serta karya Pratama dan Wulandari (2021) yang meneliti penerapan IoT untuk Meningkatkan efisiensi irigasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan produktivitas pertanian telah sangat dibantu oleh pemanfaatan teknologi modern dalam perlindungan tanaman pangan. Petani dapat membuat keputusan yang lebih baik tentang penyiraman, pemupukan, dan pengendalian hama dengan memantau kondisi lahan secara real-time, seperti tingkat nutrisi, kelembapan tanah, dan suhu (Smith & Johnson, 2020). Selain itu, penggunaan drone dan gambar satelit membantu pemetaan lahan, penyemprotan pestisida, dan deteksi dini lokasi yang perlu diperhatikan (Patel, 2021).



Gambar 1. Drone bekerja menyiram tanaman.
Sumber: klasika.kompas.id

Sebaliknya, varietas tanaman yang tahan terhadap hama dan penyakit telah diciptakan melalui pengembangan bioteknologi. Jagung BT yang resisten terhadap ulat dan padi IR64 yang tahan terhadap contohnya wereng (Nguyen & Lee, 2019).



Gambar 2. Internet of things (IoT). Sumber: ymmfarm.com

Selain itu, teknologi ini mendukung penggunaan pestisida biologis yang terdiri dari mikroorganisme, yang lebih ramah lingkungan daripada pestisida kimia (Patel, 2021). pertanian yang menggunakan analisis data berbasis kecerdasan buatan (AI) membuat input seperti pupuk, air, dan pestisida dapat digunakan dengan tepat sesuai kebutuhan tanaman, meningkatkan efisiensi sumber daya dan hasil panen (Smith & Johnson, 2020).

Gambar 3. Irigasi Pintar. Sumber: Panda.Id

Cara meningkatkan produktivitas tanaman pangan dengan menggunakan teknologi modern:

1. Pemantauan Kelembapan Tanah dan Tanaman dengan Sensor IoT: Sensor IoT mengukur



kelembapan tanah secara real-time, membantu petani menentukan waktu yang tepat untuk penyiraman. Sensor Nutrisi: Sensor Internet of Things (IoT) dapat mengidentifikasi tingkat nutrisi dalam tanah dan membuat saran untuk pemupukan. Sensor suhu dan cahaya: Mengukur kondisi lingkungan untuk memastikan bahwa tanaman berada dalam kondisi terbaik untuk pertumbuhan.

2. Irigasi Cerdas

Berdasarkan data kelembapan tanah dan cuaca, sistem irigasi otomatis berbasis Internet of Things dapat mengontrol jumlah air yang digunakan. Ini memungkinkan mereka untuk menghemat air sekaligus menjaga kesehatan tanaman.

3. Peringatan Penyakit dan Hama

Dengan analisis berbasis AI, kamera dan sensor IoT dapat mendeteksi gejala awal penyakit atau serangan hama dan memberikan peringatan dini kepada petani.

4. Penggunaan Drone dan Robotika Drone dengan perangkat IoT dapat digunakan untuk pemantauan lahan, penyemprotan pestisida, atau pemupukan secara presisi. Robot berbasis IoT dapat membantu dalam proses penyiangan atau panen.

5. Pemantauan Cuaca IoT terintegrasi dengan stasiun cuaca lokal dapat memberikan prediksi cuaca secara akurat, memungkinkan petani untuk



mengambil keputusan tepat, seperti waktu tanam atau perlindungan tanaman dari cuaca ekstrem.

6. Manajemen Data dan Prediksi Platform IoT yang mengumpulkan data dari berbagai sensor dapat membantu petani menganalisis data untuk memprediksi hasil panen, kebutuhan input, dan pengelolaan risiko.
7. Peningkatan Efisiensi Rantai Pasok IoT dapat melacak hasil panen dari ladang hingga konsumen, memastikan kesegaran produk dan meminimalkan kerugian selama transportasi.

Contoh Implementasi:

Smart Farming Systems: Seperti platform berbasis IoT untuk manajemen lahan pertanian.

- Precision Agriculture: Menggunakan data lokasi GPS dan IoT untuk pemupukan dan penyiraman presisi.

Penerapan IoT di sektor pertanian membutuhkan investasi awal, tetapi hasilnya dapat memberikan dampak positif yang signifikan pada produktivitas dan keberlanjutan pertanian.

Penggunaan teknologi modern untuk melindungi tanaman pangan telah meningkatkan produktivitas pertanian. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Febrianti (2021) menemukan bahwa penggunaan drone dan sistem irigasi berbasis Internet of Things (IoT) dalam pertanian presisi dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi jumlah pekerjaan yang harus dilakukan petani. Selain itu, pengembangan varietas unggul baru, seperti yang dilakukan oleh Badan Litbang Pertanian dan Lembaga Pusat Petani. Teknologi dapat menjadi alat yang sangat berguna untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian jika digunakan secara sistematis dan integratif. Ini akan mendukung kesejahteraan dan keberlanjutan petani di masa depan.

Namun, ada beberapa masalah saat menggunakan teknologi modern ini. Salah satu hambatan utama bagi petani adalah biaya tinggi, terutama bagi petani kecil dengan keterbatasan modal (Patel, 2021). Selain itu, banyak petani tidak memiliki pengetahuan teknis yang diperlukan untuk menggunakan teknologi modern secara optimal (Nguyen & Lee, 2019). kekurangan infrastruktur, terutama di wilayah pedesaan terpencil, menghalangi penggunaan teknologi *Internet of Things* yang membutuhkan konektivitas internet (Smith & Johnson, 2020). Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah dan kelompok terkait harus mengambil tindakan jangka panjang, seperti memberikan pelatihan intensif kepada petani, memberikan subsidi atau bantuan keuangan untuk membeli teknologi, dan meningkatkan infrastruktur pendukung di pedesaan. Oleh karena itu, penerapan teknologi kontemporer dapat

dioptimalkan untuk mendukung pertanian yang produktif dan berkelanjutan (Patel, 2021).

KESIMPULAN

Penggunaan teknologi seperti drone, sensor Internet of Things, sistem pertanian presisi, dan bioteknologi telah terbukti meningkatkan efisiensi dalam melindungi tanaman pangan. Teknologi ini membantu petani mengidentifikasi ancaman seperti hama dan penyakit dengan lebih cepat dan akurat, yang memungkinkan mereka untuk mencegah kerugian dan meningkatkan produktivitas hasil panen mereka. Teknologi ini juga membantu lingkungan dengan mengurangi penggunaan bahan kimia yang berlebihan dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya seperti pupuk dan air. Namun, memanfaatkan teknologi kontemporer menghadapi beberapa masalah, seperti biaya yang tinggi, kurangnya akses bagi petani kecil, dan kebutuhan pendidikan yang memadai. Dengan dukungan kebijakan, investasi, dan pelatihan, teknologi ini memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan global, terutama dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan pertumbuhan populasi dunia.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu kami dalam menyelesaikan artikel ini, kami juga berterimakasih kepada seluruh rekan kelompok yang telah bersama-sama membantu tersusunnya artikel ini, kami tidak lupa juga mengucapkan banyak terimakasih kepada dosen pengampu karna telah membimbing kami dalam pembuatan artikel ini. Kami berharap artikel ini dapat membantu pemahaman pembaca, dan dapat jadi referensi bagi yang membutuhkan

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim, R. R., Pangestu, A., Hidayah, H. A., Faizah, S., & Nugraha, D. (2022). Pemanfaatan Teknologi IoT untuk Pertanian Berkelanjutan (IoT Technology for Sustainable Agriculture). In E-Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Berkelanjutan (INOPTAN) (Vol. 1, No. 1, pp. 1-9).
- Al Hakim, R. R., Pangestu, A., Hidayah, H. A., Faizah, S., & Nugraha, D. (2022). Pemanfaatan Teknologi IoT untuk Pertanian Berkelanjutan (IoT Technology for Sustainable Agriculture). In E-Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Berkelanjutan (INOPTAN) (Vol. 1, No. 1, pp. 1-9).
- Ali, A. (2017). Pengaruh teknologi pertanian terhadap produktivitas hasil panen padi di kecamatan



- Maritengngae kabupaten Sidenreng Rappang. AKMEN Jurnal Ilmiah, 14(3).
- FANANDA, M. S. (2023). APLIKASI BEBERAPA JENIS BIOCHAR DAN PUPUK P TERHADAP KEMAMPUAN TANAH MENAHAN AIR PADA LAHAN PERTANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea mays* L. Saccharata).
- Febrianti, V. P., Permata, T. A., Humairoh, M., Putri, O. M., Amelia, L., Fatimah, S., & Khastini, R. O. (2021). Analisis Pengaruh Perkembangan Teknologi Pertanian Di Era Revolusi Industri 4.0 Terhadap Hasil Produksi Padi. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 6(2), 54-60.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). PENERAPAN TEKNOLOGI PRECISION FARMING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI PERTANIAN.
- Hasyim, A., Setiawati, W., & Lukman, L. (2015). Inovasi teknologi pengendalian OPT ramah lingkungan pada cabai: upaya alternatif menuju ekosistem harmonis. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, 8(1), 1-10.
- Jhonson, D., & Smith, J. (2020). Enhancing Cloud Computing Security through Artificial Intelligence: A Comprehensive Review. *MZ Computing Journal*, 1(1), 1-5.
- Karimah, A., Ridho, M. R., Munawar, S. S., Ismadi, Amin, Y., Damayanti, R., ... & Siengchin, S. (2021). A comprehensive review on natural fibers: technological and socio-economical aspects. *Polymers*, 13(24), 4280.
- Lesmana, D., Permana, Y., Santoso, B., & Infantono, A. (2021, November). Aplikasi Drone Militer Dengan Produk Alutsista Indonesia untuk Over the Horizon Operations. In *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia p-ISSN* (Vol. 2086, p. 5805).
- Lestari, A. T., Anwar, H., Permatasari, D., Wahyuningsih, E., Syaputra, M., & Suparyana, P. K. (2022). Penerapan Teknologi Pengelolaan Limbah Berkelanjutan di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika, NTB. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(4), 388-394.
- Malek, M., Dhiraj, B., Upadhyaya, D., & Patel, D. (2022). A Review of Precision Agriculture Methodologies, Challenges, and Applications. *Emerging Technologies for Computing, Communication and Smart Cities: Proceedings of ETCCS 2021*, 329-346.
- Mooy, H., & Watuwaya, B. K. (2023, November). Peran Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dalam Penerapan Pertanian Cerdas di Era Industri 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Tahun 2023* (Vol. 5, No. 1).
- Mulyati, M., Salam, R. H., Baharuddin, A. B., & Tejowulan, R. S. (2020). Inovasi Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Pupuk Organik yang Berkualitas dan Ramah Lingkungan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(5), 850-858.
- Panunggul, V. B., Yusra, S., Khaerana, K., Tuhuteru, S., Fahmi, D. A., Laeshita, P., ... & Firmansyah, F. (2023). *Pengantar Ilmu Pertanian*. Penerbit Widina.
- Puryantoro, P., Yasmini, S., & Hanifa, G. N. (2023). STRATEGI PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI BUBUK KOPI LIBERIKA (COFFEA LIBERICA).
- Rahmawati, A., & Fitriyaningsih, D. (2023). Aplikasi Bioteknologi pada Tanaman sebagai Alternatif Pencegahan Krisis Pangan. *Agritechpedia: Journal of Agriculture and Technology*, 1(01), 57-63.
- Sihombing, Y. (2022). Penerapan inovasi teknologi pertanian berbasis sistem usaha pertanian inovatif mendukung ketahanan pangan. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 4, 439-445
- Siregar, F. A. (2023). Pengaruh Penggunaan Pestisida Nabati Dalam Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman.
- Siregar, F. A. (2023). Pengembangan Sistem Pertanian Berkelanjutan Untuk Mencapai Keberlanjutan Pangan.



- Siregar, M. A. R. (2023). Penggunaan Teknologi Drone Dalam Monitoring Dan Pengelolaan Lahan Pertanian.
- Siregar, M. A. R. (2023). Penggunaan teknologi drone dalam monitoring dan pengelolaan lahan pertanian. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 19(3), 54-62.
- StatSoft, Inc. (1997). *Electronic Statistic Textbook*. Tulsa OK., StatSoft Online. Available at: <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>, diakses tanggal 27 Mei 2000.
- Utami, D. N., Kusumastuti, E., Sudiana, N., Rahayu, B., Hidayat, N., Sulistiawan, I. N., ... & Sittadewi, E. H. Characteristics of Water Storage Capacity and Water Storage Efficiency of 'Biotextile' Growing Medium for Erosion Resistance. *Berkala Ilmiah Biologi*, 14(1), 38-47.
- Vi, T. X. T., Nguyen, T. N. L., Pham, T. T. N., Nguyen, H. Q., Nguyen, T. H. Y., Tu, Q. T., ... & Chu, H. M. (2019). Overexpression of the ZmDEF1 gene increases the resistance to weevil larvae in transgenic maize seeds. *Molecular biology reports*, 46(2), 2177-2185.
- Wahyudi, T. (2020, October). Pengelolaan komoditas hortikultura unggulan berbasis lingkungan. *Forum Pemuda Aswaja*.
- Wahyudi, T., Noor, T. I., & Isyanto, A. Y. (2021). Strategi Pengembangan Usaha Peternakan Sapi Potong Rakyat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 8(2), 545-555.