

PERAN TEKNOLOGI PERTANIAN BERKELANJUTAN DALAM MENINGKATKAN KETAHANAN PANGAN GLOBAL

Linda Ardiya Waroka^{1*}, Azam Sukur Rahmatullah¹

¹ Doktor Psikologi Pendidikan Islam, Psikologi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

*lindawaroka90@gmail.com

ABSTRAK

Keamanan nutrisi adalah masalah penting dalam perkiraan populasi global 2050 sebesar 9,7 miliar. Sekitar 811 juta orang mengalami kelaparan dan 9,57 juta orang mengalami kekurangan gizi di Indonesia. Pendekatan inovatif dalam pertanian, termasuk teknologi pertanian berkelanjutan, penting untuk memastikan ketersediaan pangan yang cukup dan berkualitas tanpa merusak ekosistem, menawarkan solusi berkelanjutan bagi tantangan ini. Penelitian ini mengeksplorasi peran teknologi pertanian berkelanjutan dalam meningkatkan ketahanan pangan dengan melibatkan empat petani berpengalaman. Metode kualitatif dan Systematic Literature Review (SLR) digunakan. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan pertanyaan semi-terstruktur, mencakup latar belakang, teknologi, motivasi, tantangan, dan dampak. SLR mencari artikel relevan dari 2020–2025. Analisis tematik digunakan untuk menganalisis data dan memastikan validitas penelitian. Petani di Yogyakarta menerapkan berbagai teknik pertanian berkelanjutan, seperti pertanian organik dan teknologi presisi, untuk meningkatkan efisiensi dan hasil panen. Mereka memiliki motivasi untuk memenuhi permintaan pasar dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Meskipun menghadapi tantangan seperti kurangnya pengetahuan dan biaya awal tinggi, petani tetap berkomitmen pada praktik berkelanjutan, yang penting untuk ketahanan pangan global. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi pertanian berkelanjutan di Yogyakarta penting untuk meningkatkan ketahanan pangan, terutama menghadapi tantangan urbanisasi dan perubahan iklim. Petani menunjukkan komitmen terhadap praktik ramah lingkungan seperti pertanian organik dan teknologi presisi. Meskipun menghadapi tantangan seperti biaya tinggi dan kurangnya pengetahuan, dukungan dari pemerintah dan lembaga non-pemerintah sangat membantu dalam transisi ini.

Kata kunci: Inovasi Pertanian, Ketahanan Pangan, Teknologi Pertanian Berkelanjutan

ABSTRACT

With the global population projected to reach 9.7 billion by 2050, food security has become a critical issue. Around 811 million people experience hunger, and 9.57 million in Indonesia suffer from malnutrition. Innovative approaches in agriculture, including sustainable agricultural technology, are crucial to ensure the availability of sufficient and quality food without damaging the ecosystem, offering sustainable solutions to this challenge. This research explores the role of sustainable agricultural technology in enhancing food security by involving four experienced farmers. Qualitative methods and Systematic Literature Review (SLR) were used. Data were collected through in-depth interviews with semi-structured questions, covering background, technology, motivation, challenges, and impact. SLR seeks relevant articles from 2020–2025. Thematic analysis is used to analyze the data and ensure the validity of the research. Farmers in Yogyakarta apply various sustainable farming techniques, such as organic farming and precision technology, to improve efficiency and crop yields. They are motivated to meet market demand and contribute to environmental sustainability. Despite facing challenges such as a lack of knowledge and high initial costs, farmers remain committed to sustainable practices, which are crucial for global food security. Research results indicate that the implementation of sustainable agricultural technology in Yogyakarta is crucial for enhancing food security, especially in the face of urbanization and climate change challenges. Farmers demonstrate a commitment to environmentally friendly practices such as organic farming and precision technology. Although facing challenges such as high costs and lack of knowledge, support from the government and non-governmental organizations has been very helpful in this transition.

Key words: Agricultural Innovation, Food Security, Sustainable Agricultural Technology

PENDAHULUAN

Dengan populasi dunia yang meningkat yang diproyeksikan mencapai 9,7 miliar pada tahun 2050, ketahanan pangan adalah masalah penting yang dihadapi oleh masyarakat dunia saat ini (Ariani & Suryana, 1611). Menurut laporan FAO (Food and Agriculture Organization) tahun 2021, sekitar 811 juta orang di seluruh dunia masih menghadapi kelaparan, dan lebih dari 2 miliar orang mengalami kekurangan gizi. Dalam hal Indonesia, data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pada tahun 2022, sekitar 9,57 juta orang akan mengalami kekurangan gizi (Avrilya et al., 2025). Laporan ini menunjukkan bahwa pendekatan inovatif dalam pertanian sangat penting untuk memastikan ketersediaan pangan yang cukup dan berkualitas. Ketahanan pangan mencakup jumlah makanan yang dapat diakses oleh masyarakat dan tingkat nutrisi yang mereka peroleh. Dari Teknologi Pertanian Presisi hingga Penggunaan Bioteknologi, Teknologi Pertanian Berkelanjutan, termasuk berbagai inovasi, memberikan solusi untuk masalah ini tanpa mengorbankan ekosistem, untuk memaksimalkan panen dengan cara yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan, lingkungan (Sulandjari & Suparwata, 2023).

Menurut penelitian terbaru, ada bukti bahwa berbagai inovasi teknologi pertanian berkelanjutan dapat secara signifikan meningkatkan hasil pertanian (Saputri Mendrofa et al., 2024). Menurut penelitian (Laoli et al., 2025), penggunaan teknologi pertanian presisi dapat meningkatkan hasil panen hingga 30% jika dikombinasikan dengan pengelolaan input yang lebih efisien. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh (Kusmiadi, 2013) dalam Sistem Pertanian menemukan bahwa penerapan bioteknologi dalam pembuatan Varietas tanaman yang tahan terhadap penyakit dan hama hingga 40%. Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi berkelanjutan meningkatkan produktivitas dan juga mengurangi kerugian pascapanen yang sering terjadi di lapangan.

Meskipun ada banyak inovasi yang menjanjikan, penerapan teknologi pertanian berkelanjutan sering menghadapi banyak tantangan. Akses terhadap teknologi dan pengetahuan yang diperlukan untuk mengadopsi teknologi baru sering kali terbatas, terutama di wilayah pedesaan (Bahari et al., 2024). Banyak petani kecil tidak memiliki sumber daya atau pelatihan yang diperlukan untuk menerapkan teknologi ini. Sebuah penelitian oleh (Sari & Sari, 2025) menemukan bahwa salah satu hambatan utama dalam penerapan teknologi pertanian berkelanjutan adalah kurangnya akses petani terhadap pendidikan dan pelatihan.

Faktor sosial dan budaya juga penting untuk penerapan teknologi pertanian. Pendekatan yang sensitif dan inklusif diperlukan untuk mengubah pola pikir masyarakat yang terbiasa dengan cara tradisional, karena mereka sering kali skeptis terhadap pendekatan baru. (Technology et al., 2024) menemukan bahwa keterlibatan masyarakat dalam pelatihan dan proses pengambilan keputusan dapat meningkatkan penerimaan teknologi baru. Oleh karena itu, penting untuk membuat program yang tidak hanya fokus pada teknologi, tetapi juga untuk meningkatkan kapasitas masyarakat.

Di samping itu, perubahan iklim, yang memengaruhi pola cuaca dan ketersediaan sumber daya alam, merupakan tantangan lain dalam penerapan teknologi pertanian berkelanjutan (Hidayat, 2023). Perubahan iklim menimbulkan ketidakpastian dalam produksi pertanian, membuat petani harus segera beradaptasi. Petani dapat mengatasi masalah ini dengan teknologi seperti irigasi pintar dan varietas tanaman yang tahan terhadap cuaca ekstrim. Teknologi irigasi berbasis sensor dapat meningkatkan hasil panen dan menghemat air hingga 50%, menurut penelitian yang dilakukan oleh (Tropika et al., 2025).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan dan menganalisis bagaimana teknologi pertanian berkelanjutan membantu meningkatkan ketahanan pangan di seluruh dunia. Penelitian ini akan berkonsentrasi pada faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan teknologi ini di berbagai konteks sosial

dan ekonomi. Dengan memahami penyebab dan masalah yang dihadapi, diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi yang membantu pembuat kebijakan, petani, dan pemangku kepentingan lainnya dalam mengoptimalkan penggunaan teknologi pertanian.

Penelitian ini membuat pernyataan baru bahwa teknologi pertanian berkelanjutan memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan, tetapi keberhasilannya sangat bergantung pada komponen sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat. Penelitian ini akan mengidentifikasi dan menganalisis variabel seperti akses petani ke pendidikan dan pelatihan, ketersediaan infrastruktur yang memadai, dan dukungan kebijakan pemerintah. Diharapkan, dengan memberikan definisi yang lebih rinci tentang variabel-variabel ini, penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang bagaimana teknologi pertanian berkelanjutan dapat digunakan untuk meningkatkan ketahanan pangan di ting.

Melalui penelitian ini, kami berharap untuk menemukan solusi praktis untuk meningkatkan produktivitas pertanian sambil mempertimbangkan keberlanjutan dan kesejahteraan masyarakat. Penerapan teknologi pertanian berkelanjutan harus dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan lokal dan kondisi sosial ekonomi masyarakat setempat. Dengan cara ini, teknologi akan meningkatkan hasil pertanian dan meningkatkan kualitas hasil pertanian.

Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana teknologi pertanian berkelanjutan berkorelasi dengan ketahanan pangan, serta untuk menemukan cara-cara konkret yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan potensi teknologi untuk mendukung ketahanan pangan global. Karena itu, penelitian ini tidak hanya relevan bagi akademisi tetapi juga bagi praktisi dan pembuat kebijakan yang berkomitmen untuk menciptakan masa depan untuk ketahanan pangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini melihat peran teknologi pertanian berkelanjutan dalam meningkatkan ketahanan pangan dengan melibatkan empat informan yang aktif sebagai petani dengan pengalaman minimal tiga tahun di Yogyakarta penelitian ini dilakukan pada bulan April-mei 2025 dalam penerapan teknologi pertanian berkelanjutan. Pendekatan kualitatif dan Systematic Literature Review (SLR) digunakan dalam metodologi penelitian ini. Jenis teknologi yang digunakan, seperti pertanian organik dan pertanian presisi, menentukan informan. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam menggunakan pertanyaan semi-terstruktur. Pertanyaan ini mencakup latar belakang petani, teknologi yang digunakan, motivasi, tantangan, dan dampak terhadap produktivitas. Selain itu, SLR dilakukan dengan mencari artikel yang relevan di basis data akademik dari tahun 2020–2025. Artikel yang membahas teknologi pertanian berkelanjutan dan bagaimana hal itu berdampak pada ketahanan pangan harus termasuk dalam kriteria inklusi. Analisis tematik akan digunakan untuk menganalisis data wawancara, sedangkan data SLR akan disintesis untuk menemukan tema dan pola dalam literatur. Pendokumentasian proses penelitian, pengecekan anggota kelompok, dan triangulasi data memastikan bahwa penelitian itu valid. Temuan yang dilakukan oleh pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang luas tentang teknik pertanian berkelanjutan dan penerapan saran. Ini menguntungkan bagi para pemangku kepentingan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kami mewawancarai empat petani yang menerapkan teknologi pertanian berkelanjutan untuk mengumpulkan informasi untuk penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tantangan dan peluang yang rumit dalam penerapan teknologi pertanian berkelanjutan, serta efeknya terhadap praktik pertanian dan ketahanan pangan. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk memahami

pengalaman dan pendapat mereka tentang adopsi teknologi baru. Selama proses analisis, beberapa tema utama yang menggambarkan pengalaman, motivasi, dan tantangan yang dihadapi para petani muncul. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang masalah ini, kami mengajukan beberapa pertanyaan untuk bertanya kepada informan tentang penerapan teknologi, alasan mereka untuk menggunakan metode berkelanjutan, dan masalah yang mereka hadapi. Pertanyaan-pertanyaan berikut akan membantu informan mengungkapkan pendapat mereka tentang jenis teknologi yang mereka gunakan, alasan mereka untuk menggunakan teknologi tersebut, dan bagaimana penerapan teknologi tersebut berdampak pada petani.

Oleh karena itu, diharapkan bahwa temuan dan diskusi ini akan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang cara petani menggabungkan inovasi teknologi dan tradisi pertanian. Kami juga akan menampilkan pertanyaan wawancara yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan informasi yang lebih kontekstual.

Ketika tim peneliti menanyakan pandangan tentang apa jenis teknologi pertanian berkelanjutan yang bapak terapkan dan praktekan di pertanian. Para petani menjawab menjawab:

“Saya menerapkan metode pertanian organik, yang berarti saya tidak menggunakan pestisida kimia dan pupuk sintetis. Saya lebih memilih bahan alami untuk menjaga kesuburan tanah dan kesehatan tanaman, sehingga hasil produk yang saya jual lebih aman bagi konsumen dan ramah lingkungan”. (Wawancara RT, Petani kec Ngaglik, Yogyakarta”

“Dalam praktik saya, saya menggunakan teknologi pertanian presisi, yang mencakup penggunaan sensor dan perangkat lunak untuk memantau kondisi tanah dan persyaratan yang diperlukan untuk tanaman. Dengan cara ini, saya dapat lebih efisien mengatur input pertanian seperti air dan pupuk, yang pada gilirannya meningkatkan hasil panen”. (Wawancara TG, Petani Kec Cangkringan, Yogyakarta)

“Saya menggunakan sistem irigasi tetes, yang memungkinkan penghematan air yang signifikan, yang memberikan air langsung ke akar tanaman, mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi. Sistem ini sangat penting, terutama di daerah dengan sumber air yang terbatas”. (Wawancara PT, Gunungkidul, Yogyakarta”

“saya menggunakan pupuk hayati yang terbuat dari mikroorganisme dan bahan organik. Pupuk ini meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman secara alami, mengurangi ketergantungan saya pada pupuk kimia” (Wawancara ST, Kec Turi, Yogyakarta)

Menurut wawancara, para petani di Yogyakarta telah mengadopsi berbagai teknik pertanian berkelanjutan yang menekankan praktik ramah lingkungan dan peningkatan efisiensi.

Pertama, petani RT berkomitmen untuk menggunakan metode pertanian organik tanpa menggunakan bahan kimia berbahaya untuk menjaga kesehatan tanah dan tanaman. Ini menghasilkan produk yang lebih aman untuk konsumen dan mendukung keberlanjutan lingkungan.

Kedua, petani TG menggunakan teknologi pertanian presisi; mereka memantau kondisi tanah dengan perangkat lunak dan sensor. Dengan cara ini, mereka dapat mengatur input pertanian seperti air dan pupuk dengan lebih baik, yang menghasilkan hasil panen yang lebih baik.

Ketiga, petani PT menekankan bahwa sistem irigasi tetes yang mereka gunakan sangat penting. Sistem ini memungkinkan penghematan air yang besar dan penggunaan sumber daya yang lebih efisien, terutama di daerah yang memiliki keterbatasan air.

Terakhir, petani ST menggunakan pupuk hayati yang dibuat dari mikroorganisme dan bahan organik. Pupuk hayati meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, mendukung pertumbuhan tanaman secara lebih alami.

Secara keseluruhan, wawancara ini menunjukkan bahwa petani dapat meningkatkan produktivitas dengan menggunakan teknologi pertanian berkelanjutan yang membantu keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Dan pada pertanyaan ke dua tentang Apa motivasi utama Anda dalam mengadopsi teknologi pertanian berkelanjutan? Para petani menjawab:

“Salah satu motivasi utama saya adalah untuk meningkatkan hasil panen. Dengan menerapkan teknologi berkelanjutan, saya berharap dapat mencapai produktivitas yang lebih tinggi, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar dan meningkatkan pendapatan.” (Wawancara RT, Petani kec Ngaglik, Yogyakarta)

“Saya sangat ingin berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Saya berusaha mengurangi efek buruk dari metode pertanian konvensional, yang seringkali merusak ekosistem, dengan menggunakan metode yang ramah lingkungan”. (Wawancara TG, Petani Kec Cangkringan, Yogyakarta)

“Dengan memproduksi makanan yang lebih aman dan bergizi, saya percaya dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi kesehatan masyarakat. Saya percaya bahwa produk organik yang dibuat tanpa bahan kimia berbahaya lebih sehat bagi konsumen.” (Wawancara PT, Gunungkidul, Yogyakarta)

“Saya beruntung bahwa petani mendapatkan dukungan untuk praktik berkelanjutan dari pemerintah dan lembaga non-pemerintah. Program pelatihan dan subsidi membantu saya mengadopsi teknologi baru” (Wawancara ST, Kec Turi, Yogyakarta)

Hasil wawancara menunjukkan bahwa petani di Yogyakarta tertarik untuk menerapkan teknologi pertanian berkelanjutan. Pertama, petani RT berkonsentrasi pada meningkatkan hasil panen untuk memenuhi kebutuhan pasar dan meningkatkan pendapatan. Kedua, petani TG berkomitmen pada keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi efek buruk dari metode konvensional. Petani PT percaya bahwa konsumsi produk organik yang aman dan bergizi dapat menguntungkan kesehatan umum. Terakhir, petani ST menekankan bahwa dukungan dari pemerintah dan organisasi non-pemerintah sangat penting untuk membantu adopsi teknologi baru melalui program pelatihan dan subsidi. Secara keseluruhan, wawancara ini menunjukkan bahwa petani menunjukkan tanggung jawab sosial dan lingkungan dengan menggunakan teknologi berkelanjutan.

Dan pada pertanyaan ke tiga tentang Apa tantangan yang Anda hadapi saat menerapkan teknologi pertanian berkelanjutan? Para petani menjawab:

“Tidak adanya pengetahuan dan pelatihan tentang teknologi yang saya terapkan adalah salah satu tantangan terbesar yang saya hadapi. Meskipun saya tertarik untuk belajar, informasi yang tersedia kadang-kadang sulit diakses, dan pelatihan yang tepat tidak selalu tersedia” (Wawancara RT, Petani kec Ngaglik, Yogyakarta)

“Seringkali, biaya awal untuk teknologi berkelanjutan sangat besar. Meskipun saya menyadari bahwa beralih adalah penting, petani kecil seperti saya ragu untuk melakukannya karena biaya untuk membeli peralatan dan sistem baru” (Wawancara TG, Petani Kec Cangkringan, Yogyakarta)

“Akses terbatas ke infrastruktur dan sumber daya yang diperlukan untuk menerapkan teknologi tersebut juga merupakan masalah. Misalnya, infrastruktur irigasi yang baik sangat penting, tetapi seringkali tidak tersedia di daerah rural.” (Wawancara PT, Gunungkidul, Yogyakarta)

“Banyak petani di komunitas saya masih skeptis terhadap teknologi baru. Untuk mengubah cara mereka berpikir untuk menerima praktik pertanian berkelanjutan, diperlukan waktu dan tenaga, serta pendekatan yang melibatkan pembelajaran terbuka dan diskusi” (Wawancara ST, Kec Turi, Yogyakarta)

Hasil wawancara menunjukkan bahwa petani di Yogyakarta menghadapi sejumlah masalah saat menggunakan teknologi pertanian berkelanjutan. Petani RT pertama-tama menyatakan bahwa masalah

utama adalah kurangnya pengetahuan dan pelatihan. Petani TG mengatakan bahwa biaya awal yang tinggi membuat petani kecil ragu untuk beralih. Terakhir, petani PT menyatakan bahwa mereka tidak memiliki akses ke infrastruktur yang diperlukan, seperti sistem irigasi. Terakhir, petani ST mengatakan bahwa mereka perlu mengubah skeptisisme mereka terhadap teknologi baru dengan waktu dan usaha. Secara keseluruhan, masalah ini termasuk masalah pengetahuan, infrastruktur, biaya, dan cara berpikir masyarakat yang menghalangi penggunaan teknologi berkelanjutan.

Dari semua wawancara dapat di simpulkan bahwa hasil wawancara yang dilakukan dengan petani di Yogyakarta menunjukkan bahwa mereka telah menggunakan berbagai teknik pertanian berkelanjutan yang mendukung praktik yang ramah lingkungan dan efisiensi sumber daya. Petani TG menggunakan teknologi pertanian presisi untuk mengawasi kondisi tanah, yang meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk, sementara petani RT menekankan pentingnya metode pertanian organik yang bebas dari bahan kimia berbahaya. Petani PT menggunakan sistem irigasi tetes untuk menunjukkan komitmen mereka terhadap penghematan air, yang sangat penting di daerah dengan sumber daya air terbatas. Petani ST, di sisi lain, berkonsentrasi pada penggunaan pupuk hayati untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi ketergantungan mereka pada pupuk kimia

Petani memiliki berbagai alasan untuk menerapkan teknologi berkelanjutan, termasuk meningkatkan hasil panen untuk memenuhi permintaan pasar, meningkatkan pendapatan, dan berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Mereka percaya bahwa dengan membuat makanan yang lebih aman dan bergizi, mereka dapat memberikan manfaat kesehatan masyarakat yang lebih besar. Beralih ke praktik yang lebih berkelanjutan juga dianggap penting oleh lembaga pemerintah dan non-pemerintah melalui program pelatihan dan subsidi.

Tantangan yang dihadapi para petani, bagaimanapun, cukup signifikan. Beberapa petani mengatakan bahwa hambatan utama adalah kurangnya pengetahuan dan pelatihan. Selain itu, masalah lain adalah biaya awal yang tinggi untuk teknologi baru dan akses terbatas ke infrastruktur. Jika petani lain memiliki kekhawatiran terhadap teknologi baru, hal itu dapat menghalangi penerapan praktik pertanian berkelanjutan. Ini memerlukan pendekatan yang melibatkan diskusi dan pembelajaran terbuka.

Meskipun mereka menghadapi banyak tantangan, petani Yogyakarta menunjukkan komitmen yang kuat terhadap praktik pertanian berkelanjutan, menurut wawancara ini. Teknologi pertanian berkelanjutan meningkatkan produktivitas dan meningkatkan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, penting untuk membuat lingkungan yang mendukung adopsi teknologi baru, termasuk pelatihan yang memadai, akses ke infrastruktur yang diperlukan, dan program untuk mendukung transisi menuju praktik pertanian yang lebih berkelanjutan.

Adapun analisis 10 jurnal mengenai peran teknologi pertanian berkelanjutan dalam meningkatkan ketahanan pangan dengan pencarian kata kunci seperti "teknologi pertanian berkelanjutan," "ketahanan pangan," "praktik pertanian," dan "inovasi" didapatkan sebagai berikut:

Tabel 1. Jurnal Teknologi Pertanian Berkelanjutan

NO	Judul Artikel	Penulis	Tahun	Jurnal	Temuan
1	Teknologi pertanian masa depan dan peranannya dalam menunjang ketahanan pangan	Efendi, Rustam Sagita, Diang	2022	Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME)	<p>Penelitian ini membahas berbagai masalah yang dihadapi sektor pertanian di seluruh dunia sebagai akibat dari peningkatan populasi manusia dan perubahan iklim. Kontaminasi tanah, urbanisasi, dan penurunan jumlah petani adalah masalah utama. Untuk meningkatkan produksi pangan secara berkelanjutan, teknologi pertanian di masa depan harus berinovasi.</p> <p>Pertanian perkotaan, pertanian vertikal, dan penggunaan pabrik tanaman adalah beberapa solusi yang diantisipasi. Teknologi pertanian presisi, kecerdasan buatan, dan Internet of Things diharapkan dapat mengoptimalkan sumber daya, menurunkan kebutuhan tenaga kerja, dan meningkatkan hasil produksi.</p> <p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang peran dan penerapan teknologi pertanian di masa depan, terutama ketika menjaga keamanan nutrisi. Dengan memanfaatkan sumber daya secara efisien, teknologi ini diharapkan dapat membantu pekerjaan di bidang pertanian yang semakin kompleks dan membantu menjaga stabilitas ketahanan pangan di seluruh dunia (Efendi & Sagita, 2022).</p>
2	Kerjasama Regional Rantai Pasokan Pertanian untuk Mencapai Ketahanan Pangan	Quaralia, Saviera Putri	2022	Padjadjaran Journal International Relations	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Pandemi Covid-19 memiliki dampak besar pada industri pertanian dan makanan, terutama karena hubungannya dengan faktor-faktor ekonomi utama seperti perdagangan</p>

	<p>Berkelanjutan: Studi kasus ASEAN</p>	<p>global dan keamanan nutrisi. Studi ini membahas keberhasilan pemeliharaan rantai pasokan untuk rantai pasokan di wilayah ASEAN, kerja sama regional dalam rantai pasokan pertanian. Studi ini menjelaskan bagaimana kerja sama sektor pertanian dapat membantu negara-negara anggota ASEAN mencapai keamanan gizi berkelanjutan menggunakan teori rezim internasional. Metode yang digunakan untuk mendukung tujuan penelitian adalah kualitatif dan deskriptif. Temuan penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman tentang pentingnya kerja sama dalam menjaga stabilitas pasokan makanan jika terjadi masalah seperti pandemi (Quaralia, 2022).</p>
3	<p>Penerapan Inovasi Sihombing, 2022 Teknologi Yennita Pertanian Berbasis Sistem Usaha Pertanian Inovatif Mendukung Ketahanan Pangan</p>	<p>roceedings Series Physical & Formal Sciences Hasil penelitian menunjukkan onbahwa meningkatkan & produktivitas usaha tani merupakan faktor penting dalam meningkatkan kesejahteraan hidup petani dan ketahanan pangan, khususnya di tingkat rumah tangga. Pemetaan lahan, analisis usahatani, dan aplikasi agroteknologi adalah beberapa jenis teknologi yang diterapkan dalam penelitian ini. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi ini berkorelasi positif dengan status keamanan nutrisi. Petani yang menggunakan inovasi memiliki tingkat keamanan gizi yang lebih tinggi daripada petani yang tidak menerapkan inovasi. Metode yang digunakan termasuk analisis kuantitatif dan kualitatif data primer dan sekunder melalui Desk Research (Sihombing, 2022).</p>

4	Review: Potensi Pengembangan Pertanian Perkotaan oleh Lanjut Usia untuk Mendukung Ketahanan Pangan	2021	Jurnal Ilmiah Respati	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertanian perkotaan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan di kota dan pinggiran kota. Meskipun mampu menghasilkan 180 juta ton makanan per tahun—10 persen dari total produksi global—pasokan masih bergantung pada daerah perdesaan dan produk impor. Peningkatan populasi lansia di perkotaan, yang diprediksi mencapai 25 persen pada tahun 2050, dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan pertanian perkotaan, terutama dengan memberdayakan lansia melalui model vertikultur. Selain mendukung ketahanan pangan, pertanian perkotaan juga memberikan manfaat kesehatan, seperti mengurangi stres dan meningkatkan kesehatan jantung(Nurjasmi, 2021).
5	Potensi Paparan Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan	2022	Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian	Hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan gelombang elektromagnetik ELF (sangat rendah frekuensi) dapat meningkatkan ketahanan makanan. Gelombang-gelombang ini memiliki frekuensi antara 0 dan 300 Hz dan dapat mempengaruhi nilai pH makanan, yang berarti mereka dapat memperpanjang umur simpannya.

Studi review menunjukkan bahwa paparan gelombang ELF dapat menghentikan perkembangan bakteri yang menyebabkan kerusakan makanan yang cepat. Untuk mendapatkan hasil terbaik, intensitas dan lama paparan gelombang ELF harus diperhatikan. Medan magnet ELF

					juga dapat mempercepat pertumbuhan fisik tanaman tanpa merusak produk(Munawaroh, 2022).
6	Pembangunan Ekonomi Pertanian Digital Dalam Mendukung Ketahanan Pangan (Studi di Kabupaten Sleman: Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan, Daerah Istimewa Yogyakarta)	Wibowo, Eko	2024	Jurnal Ketahanan Nasional	Penelitian ini menemukan bahwa ekonomi pertanian digital yang dikembangkan oleh Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan Kabupaten Sleman menawarkan keuntungan dalam proses pertanian dan dapat mendukung ketahanan pangan Kabupaten Sleman dalam tiga hal: konsumsi, akses, dan ketersediaan. Artikel ini juga menjelaskan masalah, keuntungan, dan strategi untuk membangun ekonomi pertanian digital(Wibowo, 2020).
7	Model Dinamis Ketersediaan Lahan terhadap Peningkatan Produksi Pangan untuk Mendukung Ketahanan Pangan: Systematic Literature Review	Lolanda Annisa Wardati, Nanda Kurnia Handayani, Sharfina Febbi	2022	Journal of Agribusiness Science Rural Development	Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan ketersediaan pertanian di negara agraris untuk meningkatkan produksi dan membantu pemangku kepentingan dalam strategi berkelanjutan. Hasilnya menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk meningkatkan permintaan produksi pertanian, yang berdampak pada ketahanan pangan dan penggunaan lahan pertanian. Diharapkan bahwa pemodelan sistem dinamik dapat mempelajari bagaimana kesesuaian tanah tanaman mempengaruhi ketahanan pangan dari segi permintaan, kualitas, dan sifat tanah. Selain itu, model ini dapat belajar dari pola perubahan penggunaan lahan di masa depan untuk mendukung produktivitas pertanian yang optimal(Lolanda Hamim Annisa et al., 2022).

8	<p>Analisis Efektivitas Kebijakan Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan Terhadap Ketahanan Pangan di Daerah Kabupaten Pandeglang</p> <p>Octavianti, Yosi 2021 Eka Nurikah, Nurikah</p>	<p>Yustisia Tirtayasa: Jurnal Tugas Akhir</p>	<p>Penelitian menunjukkan bahwa Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) dibuat untuk mendukung ketahanan pangan dengan menjaga dan mengawasi alih fungsi lahan pertanian, terutama sawah melalui irigasi teknis. Namun, evaluasi menyeluruh diperlukan karena proses perencanaan dan penetapan menghadapi hambatan dalam pelaksanaan undang-undang ini.</p>
			<p>Metode yuridis empiris kualitatif digunakan, menggunakan data primer dari wawancara dan penelitian lapangan di Dinas Pertanian Kabupaten Pandeglang. Studi ini menemukan bahwa peraturan dan evaluasi LP2B daerah diperlukan untuk mengevaluasi seberapa efektif regulasi yang ada. Selain itu, inventarisasi data sangat penting untuk perencanaan dan penetapan pemerintah daerah yang lebih baik (Octavianti & Nurikah, 2021).</p>
9	<p>Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia</p> <p>Halawa, Destri 2024 Nugrahni</p>	<p>Jurnal Kridatama Sains Teknologi</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertanian pintar, juga dikenal sebagai pertanian digital, menggunakan Internet of Things (IoT) untuk menyediakan solusi pertanian. Untuk memahami manfaatnya, yang mencakup peningkatan produktivitas, pendapatan, dan kondisi sosial ekonomi di pedesaan, pertanian cerdas harus didefinisikan dan dievaluasi. Dengan memberikan data cuaca secara real-time, teknologi ini membantu petani membuat keputusan yang tepat. Agri drone untuk pengelolaan</p>

pupuk dan penyemprotan pestisida adalah beberapa teknologi yang meningkatkan produktivitas teknologi pertanian. Selain itu, Smart Farming memiliki potensi untuk mendorong kaum muda untuk menjadi bagian dari sektor pertanian dan menjadi pengusaha (Halawa, 2024).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi pertanian yang berkelanjutan sangat penting untuk meningkatkan keamanan nutrisi global, terutama di tengah tantangan sektor pertanian, dengan meningkatnya populasi dan perubahan iklim. Masalah utama yang perlu diatasi adalah polusi tanah, urbanisasi dan penurunan jumlah petani. Inovasi teknologi dapat diharapkan untuk meningkatkan produksi pangan secara berkelanjutan.

Studi ini menemukan beberapa solusi kreatif untuk meningkatkan produktivitas, termasuk pertanian perkotaan, pertanian vertikal, dan pabrik tanaman. Perbaiki teknologi pertanian, kecerdasan buatan dan Internet of Things (IoT), meningkatkan hasil produksi, mengurangi kebutuhan kerja, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

Industri pertanian dan pangan sangat dipengaruhi oleh Pandemi Covid 19, terutama yang berkaitan dengan perdagangan global dan kepastian gizi. Studi ini menyoroti pentingnya kerja sama regional di wilayah ASEAN untuk mempertahankan pengobatan dalam rantai pasokan pertanian. Kerjasama sektor pertanian diharapkan menggunakan teori rezim internasional untuk mencapai keamanan gizi berkelanjutan di negara-negara anggota ASEAN. Diyakini penting untuk meningkatkan mata pencaharian dan keselamatan gizi petani, terutama di tingkat rumah tangga, dengan meningkatkan produktivitas di perusahaan pertanian. Penelitian menunjukkan bahwa teknik pertanian, analisis pertanian, dan penggunaan alokasi lahan berkorelasi positif dengan status keamanan nutrisi. Keamanan pangan lebih tinggi untuk petani yang menggunakan teknologi baru. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk menganalisis kondisi ini secara menyeluruh.

Pertanian perkotaan juga memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan pangan di kota dan pinggiran kota. Meskipun pertanian perkotaan mampu memproduksi hingga 180 juta ton makanan setiap tahun, yang setara dengan 10 persen dari total produksi global, pasokan pangan masih sangat bergantung pada produk impor dan daerah perdesaan. Namun, dengan prediksi populasi orang tua di perkotaan akan meningkat sebesar 25 persen pada tahun 2050, ada potensi untuk memberdayakan orang tua melalui model seperti ini. Penelitian menunjukkan bahwa paparan gelombang elektromagnetik ELF (Extremely Low Frequency) dapat meningkatkan ketahanan pangan dengan memperpanjang umur simpan makanan. Untuk mendapatkan hasil terbaik, intensitas dan lama paparan harus diperhatikan. Gelombang ini dapat mempengaruhi nilai pH makanan dan mencegah pertumbuhan bakteri penyebab kerusakan.

Penelitian menunjukkan bahwa ekonomi pertanian digital yang dikembangkan oleh Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan Kabupaten Sleman menunjukkan keuntungan dalam meningkatkan akses, konsumsi, dan ketersediaan pangan. Selain itu, penelitian menemukan bahwa kesesuaian tanah dan dampaknya terhadap ketahanan pangan dapat dipelajari dengan menggunakan pemodelan sistem

dinamik. Ini terutama berlaku dalam konteks peningkatan populasi. Untuk mendukung ketahanan pangan, Undang-Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) dibuat untuk menjaga dan mengawasi alih fungsi lahan pertanian. Namun, penelitian ini menekankan bahwa evaluasi yang lebih menyeluruh dan perencanaan yang lebih baik diperlukan untuk pelaksanaan undang-undang tersebut. Salah satu faktor yang dianggap penting untuk meningkatkan efektivitas regulasi yang ada adalah inventarisasi data.

Akhirnya, penelitian ini menekankan bahwa teknologi informasi sangat penting untuk industri pertanian untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi. Diharapkan pertanian cerdas akan membantu kemandirian pangan di Indonesia dengan menggabungkan data budidaya, penanggulangan hama, pemilihan bibit, dan cuaca. Untuk meningkatkan ketahanan pangan, pemerintah harus meningkatkan produktivitas dan daya saing sektor pertanian melalui penggunaan teknologi, meskipun ada tantangan dari segi sumber daya manusia dan aspek sosial budaya. Secara keseluruhan, penelitian ini menekankan bahwa kolaborasi antar pemangku kepentingan dan inovasi teknologi adalah dua komponen penting dalam menjaga dan meningkatkan ketahanan pangan global di tengah tantangan yang semakin rumit.

KESIMPULAN

Hasil penelitian literatur dan wawancara dengan petani di Yogyakarta menunjukkan bahwa penerapan teknologi pertanian berkelanjutan sangat penting untuk meningkatkan ketahanan pangan. Ini terutama berlaku dalam menghadapi tantangan yang semakin kompleks seperti urbanisasi, perubahan iklim, dan peningkatan populasi. Petani yang diwawancarai menunjukkan komitmen yang kuat terhadap praktik pertanian yang ramah lingkungan, seperti penggunaan metode pertanian organik, teknologi presisi, sistem irigasi tetes, dan pupuk hayati. Praktik-praktik ini tidak hanya meningkatkan hasil panen, tetapi mereka juga memastikan bahwa produk yang dihasilkan lebih aman dan sehat bagi pengguna, dan mereka membantu mempertahankan keberlanjutan lingkungan.

Petani memiliki berbagai alasan untuk mengadopsi teknologi berkelanjutan. Beberapa petani mengatakan mereka ingin meningkatkan produktivitas mereka untuk memenuhi permintaan pasar dan meningkatkan pendapatan mereka. Di sisi lain, ada petani yang berkomitmen untuk menjaga lingkungan dengan berusaha mengurangi efek buruk dari metode pertanian konvensional yang seringkali merusak ekosistem. Mereka juga beralih ke praktik yang lebih berkelanjutan karena percaya bahwa produk organik yang dibuat lebih sehat bagi masyarakat. Pemerintah dan lembaga non-pemerintah, melalui program pelatihan dan subsidi, sangat membantu petani selama transisi.

Tetapi kita tidak boleh mengabaikan kesulitan yang dihadapi para petani. Beberapa di antaranya termasuk akses terbatas ke infrastruktur yang diperlukan, seperti sistem irigasi yang efektif, biaya tinggi untuk menerapkan teknologi baru, dan kurangnya pengetahuan dan pelatihan tentangnya. Selain itu, beberapa orang masih ragu dengan teknologi baru, yang dapat menghalangi adopsi metode pertanian berkelanjutan. Untuk mengatasi tantangan ini, semua pihak, termasuk pemerintah, lembaga pendidikan, dan komunitas lokal, harus bekerja sama untuk membuat lingkungan yang mendukung pembelajaran terbuka dan diskusi konstruktif.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa sektor pertanian dapat mencapai tingkat keberlanjutan yang lebih tinggi dan ketahanan pangan yang lebih kuat dengan inovasi teknologi yang tepat dan kolaborasi yang baik antara pemangku kepentingan. Terapkan teknologi pertanian berkelanjutan tidak hanya bergantung pada teknologi itu sendiri, tetapi juga pada dukungan yang diberikan kepada petani dalam bentuk pendidikan, pembangunan infrastruktur, dan kebijakan yang mendukung praktik pertanian yang ramah lingkungan. Di masa depan, sektor pertanian Indonesia dapat

sangat membantu mencapai ketahanan pangan yang berkelanjutan dengan mengatasi tantangan yang ada dan memanfaatkan peluang yang ada.

REFERENSI

- Ariani, M., & Suryana, A. (1611). Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12550, Indonesia 2 Pusat Riset Ekonomi Perilaku dan Sirkuler. *Badan Riset Dan Inovasi Nasional Jalan Gatot Subroto*, 21(1), 1–20. <http://dx.doi.org/10.21082/akp.v21n1.2023.1-20>
- Avriyala, N. A., Nafisah, H. I., Silalahi, D. K., Raharjo, J., & Hasudungan, J. (2025). *Sosialisasi Alat Ukur Berat Badan dan Tinggi Badan Digital Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Mendukung Program Pencegahan Stunting di Desa Sayati*. 4(2), 189–192.
- Bahari, D. I., Lubis, M. M., Apriyanti, E., & Affandi, M. R. (2024). *Analisis Pengaruh Pertanian Berkelanjutan terhadap Ketahanan Pangan di Daerah Perdesaan Analysis of the Impact of Sustainable Agriculture on Food Security in Rural Areas*. 8(2), 1231–1238. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i2.7073>
- Efendi, R., & Sagita, D. (2022). Teknologi pertanian masa depan dan peranannya dalam menunjang ketahanan pangan. *Sultra Journal of Mechanical Engineering (SJME)*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.54297/sjme.v1i1.297>
- Halawa, D. N. (2024). Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 6(02), 502–512. <https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1226>
- Hidayat, A. (2023). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pertanian Dan Strategi Adaptasi Yang Diterapkan Oleh Petani. *Universitas Medan Area*, 1–11.
- Kusmiadi, E. (2013). Pengantar Ilmu Pertanian. In *Pengantar Ilmu Pertanian* (Issue March). <http://repository.ut.ac.id/4425/1/LUHT4219-M1.pdf>
- Laoli, D. E., Sains, F., Teknologi, D., Nias, U., Pertanian, T., Pertanian, F. T., & Brawijaya, U. (2025). *PENGATURAN JARAK TANAM OPTIMAL UNTUK*. 02(April), 43–48.
- Lestari, H. S. (2020). Pertanian Cerdas Sebagai Upaya Indonesia Mandiri Pangan. *AGRITA (AGri)*, 2(1), 55. <https://doi.org/10.35194/agri.v2i1.983>
- Lolanda Hamim Annisa, Wardati, N. K., & Handayani, S. F. (2022). Model Sistem Dinamis Pengaruh Ketersediaan Lahan terhadap Peningkatan Produksi Pangan untuk Mendukung Ketahanan Pangan: a Systematic Literature Review. *Journal of Agribusiness Science and Rural Development*, 2(1), 29–36. <https://doi.org/10.32639/jasrd.v2i1.242>
- Munawaroh, W. (2022). Potensi Paparan Gelombang Elektromagnetik Extremely Low Frequency (ELF) Dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 17(2), 23. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v17i2.5096>
- Nurjasmi, R. (2021). Review: Potensi Pengembangan Pertanian Perkotaan oleh Lanjut Usia untuk Mendukung Ketahanan Pangan. *Jurnal Ilmiah Respati*, 12(1), 11–28. <https://doi.org/10.52643/jir.v12i1.1406>
- Octavianti, Y. E., & Nurikah, N. (2021). Analisis Efektivitas Kebijakan Perlindungan Lahan Pertanian

- Pangan Berkelanjutan Terhadap Ketahanan Pangan di Daerah Kabupaten Pandeglang. *Yustisia Tirtayasa: Jurnal Tugas Akhir*, 1(1), 69–83. <https://doi.org/10.51825/yta.v1i1.11343>
- Quaralia, P. S. (2022). Kerjasama Regional dalam Rantai Pasokan Pertanian untuk Mencapai Ketahanan Pangan Berkelanjutan: Studi kasus ASEAN. *Padjadjaran Journal of International Relations*, 4(1), 56. <https://doi.org/10.24198/padmir.v4i1.37614>
- Saputri Mendrofa, J., Zandrato, M. W., Halawa, N., Zalukhu, E. E., & Lase, N. K. (2024). Peran Teknologi dalam Meningkatkan Efisiensi Pertanian. 1(3), 01–12. <https://doi.org/10.62951/tumbuhan.v1i3.111> Available online at: <https://journal.asritani.or.id/index.php/Tumbuhan>
- Sari, Y. N., & Sari, M. (2025). Inovasi Teknologi IoT untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan IoT Technology Innovation to Support Sustainable Agriculture. 8(1), 271–284. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i1.6737>
- Sihombing, Y. (2022). Penerapan Inovasi Teknologi Pertanian Berbasis Sistem Usaha Pertanian Inovatif Mendukung Ketahanan Pangan. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 4, 461–467. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v4i.537>
- Sulandjari, K., & Suparwata, D. O. (2023). Inovasi Dalam Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Sukabumi: Dari Pertanian Vertikal hingga Bioinformatika Pertanian Mewujudkan Sumber Pangan yang Lebih Berkelanjutan. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(09), 780–789. <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i09.667>
- Technology, I., Model, A., Di, P., & Madrasah, L. (2024). PADA PENERIMAAN APLIKASI SISTEM MANAJEMEN 2000-an hampir tidak ada lembaga pendidikan yang tidak memanfaatkan media masa. 5(9), 1353–1369.
- Tropika, P. T., Agroteknologi, P., Sains, F., Universitas, T., & Coresponden, N. (2025). Inovasi Teknologi Pengelolaan Tanah dan Air untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Innovative Technologies for Soil and Water Management to Enhance Land Productivity Ayu Indah Purnama Mendrofa. 8(02), 1197–1210.
- Wibowo, E. T. (2020). Pembangunan Ekonomi Pertanian Digital Dalam Mendukung Ketahanan Pangan (Studi di Kabupaten Sleman: Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan, Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 26(2), 204. <https://doi.org/10.22146/jkn.57285>