

Integrasi Teknologi Pertanian dalam Peningkatan Produktivitas Pangan dan Implikasinya terhadap Kesehatan Masyarakat Indonesia: Sebuah Tinjauan Literatur

Iwan Patria¹, Melda Emily², Liza³

¹Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor, Badan Penyuluhan SDM Pertanian, Kementerian Pertanian, Bogor, Indonesia.

^{2,3}Melda Emily, Akademi Kebidanan Budi Mulia Jambi, Jl. Wali Songo RT. 21. Kelurahan Air Kenali, Kec. Telanaipura, Kota Jambi, Prov. Jambi, Indonesia.

Email: ¹iwpatria@gmail.com, ²meldaemilya.me88@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the role of agricultural technology in improving food crop productivity and its impact on national food security and public health in Indonesia. A literature review approach was employed by examining relevant national and international scientific publications related to agricultural mechanization, precision agriculture, superior crop varieties, and modern irrigation systems. The findings indicate that the application of agricultural technology significantly improves farming efficiency, reduces post-harvest losses, and increases both the quantity and quality of food crop production. Increased productivity plays an important role in strengthening national food security through enhanced food availability, stability, and accessibility. Moreover, improved access to sufficient and nutritious food contributes to better nutritional status and overall public health outcomes. Despite these positive impacts, the adoption of agricultural technology in Indonesia still encounters several challenges, including limited access for smallholder farmers, unequal regional implementation, inadequate human resource capacity, and insufficient policy and financial support. These constraints may hinder the optimal utilization of technology and limit its broader benefits for food security and public health. Therefore, integrated policies and strong cross-sector collaboration between agriculture, health, and development sectors are essential to ensure that increased food productivity effectively translates into improved community welfare and sustainable development.

Keywords: *Agricultural Technology, Food Crop Productivity, Food Security, Public Health.*

Abstrak

Peningkatan produktivitas tanaman pangan melalui penerapan teknologi pertanian menjadi salah satu strategi utama dalam memperkuat ketahanan pangan dan meningkatkan kesehatan masyarakat di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran teknologi pertanian dalam meningkatkan produktivitas, dampaknya terhadap ketahanan pangan, serta kontribusinya terhadap kesehatan masyarakat. Metode yang digunakan adalah *literature review* dengan menelaah penelitian nasional dan internasional terkait mekanisasi, pertanian presisi, varietas unggul, dan sistem irigasi modern. Hasil kajian menunjukkan bahwa teknologi pertanian mampu meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kehilangan hasil, serta meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Produktivitas pangan yang meningkat berkontribusi pada ketersediaan pangan bergizi dan akses yang lebih merata, sehingga mendukung perbaikan status gizi masyarakat. Meskipun demikian, terdapat sejumlah tantangan, seperti keterbatasan adopsi teknologi, kapasitas petani, dan akses pembiayaan. Oleh karena itu, integrasi kebijakan pertanian dan kesehatan diperlukan untuk memastikan peningkatan produktivitas dapat memberikan dampak optimal terhadap kesejahteraan masyarakat. Penelitian ini menegaskan bahwa adopsi teknologi pertanian yang berkelanjutan dan merata merupakan kunci penting dalam pembangunan sektor pangan dan kesehatan di Indonesia.

Kata Kunci: Kesehatan Masyarakat, Ketahanan Pangan, Produktivitas Pangan, Teknologi Pertanian.

1. PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan dasar yang sangat menentukan derajat kesehatan masyarakat. Ketersediaan pangan yang cukup, aman, dan bergizi tidak hanya bergantung pada aspek distribusi, tetapi juga pada peningkatan produktivitas sektor pertanian sebagai sumber utama bahan pangan. Di Indonesia, produktivitas tanaman pangan masih mengalami berbagai kendala, seperti perubahan iklim, degradasi lahan, serangan hama, serta keterbatasan teknologi dan kapasitas petani (Kementerian Pertanian, 2023). Kondisi ketidakstabilan sistem pangan dan keterbatasan akses terhadap pangan bergizi merupakan determinan utama terjadinya stunting, wasting, serta anemia, khususnya di negara berpendapatan menengah dan rendah. WHO menekankan bahwa gangguan ketersediaan pangan baik akibat faktor iklim, ekonomi, maupun sistem produksi secara langsung berdampak pada kualitas asupan gizi dan kesehatan ibu serta anak (WHO, 2025).

Perkembangan teknologi pertanian menjadi salah satu pendekatan strategis untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas tanaman pangan secara berkelanjutan. Teknologi seperti precision agriculture, mekanisasi modern, penggunaan varietas unggul, sensor lingkungan, sistem informasi geospasial, serta pemanfaatan kecerdasan buatan terbukti dapat meningkatkan hasil panen dan mengurangi risiko gagal panen (López-Quílez, 2025). Peningkatan produktivitas melalui inovasi ini berpotensi memperkuat ketahanan pangan nasional dan meningkatkan akses masyarakat terhadap pangan yang berkualitas dan bergizi (FAO, 2025).

Hubungan antara peningkatan produktivitas pangan dan kesehatan masyarakat menunjukkan bahwa pembangunan sektor pertanian memiliki implikasi luas terhadap status gizi dan kesejahteraan populasi. Masyarakat dengan akses lebih baik terhadap pangan sehat cenderung memiliki status kesehatan yang lebih baik, dengan prevalensi penyakit terkait kekurangan gizi ataupun konsumsi makanan tidak sehat yang lebih rendah (Lara-Arevalo *et al.*, 2025). Oleh karena itu, kajian literatur diperlukan untuk menganalisis secara menyeluruh bagaimana penerapan teknologi pertanian berkontribusi pada produktivitas tanaman pangan serta dampaknya terhadap ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat di Indonesia. Pemahaman yang komprehensif ini dapat menjadi dasar perumusan kebijakan lintas sektor untuk mewujudkan masyarakat yang sehat, produktif, dan berdaya pangan.

Produktivitas pangan Indonesia, terutama padi sebagai komoditas strategis nasional, masih menjadi tantangan dalam menjaga ketahanan pangan. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pada tahun 2024 luas panen padi nasional mencapai 10,05 juta hektare dan menghasilkan 53,14 juta ton gabah kering giling (GKG), namun produktivitas rata-rata nasional masih sekitar 5,2 ton per hectare (Badan Pusat Statistik, 2025). Studi lain mengestimasi *yield gap* padi di berbagai wilayah Indonesia dengan menggunakan data hasil percobaan di 23 provinsi dan menunjukkan bahwa selisih antara potensi hasil dan hasil rata-rata petani masih besar (mis. >50% di beberapa kondisi). Hal ini menunjukkan kebutuhan penerapan teknologi dan praktik budidaya yang lebih intensif untuk menutup *yield gap* dan meningkatkan produksi padi (Sulaeman *et al.*, 2024). Berdasarkan dataset “Produktivitas Tanaman Pangan Tahunan” yang diterbitkan BPS, terdapat variasi produktivitas antarprovinsi yang cukup signifikan, menunjukkan bahwa pemanfaatan sumber daya lahan dan input pertanian belum optimal (Badan Pusat Statistik, 2025). Kondisi ini memperlihatkan bahwa peningkatan efisiensi produksi dan optimalisasi input masih perlu ditingkatkan, sehingga mendorong pentingnya peningkatan produktivitas tanaman pangan melalui teknologi pertanian terhadap kesehatan masyarakat di Indonesia.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa teknologi pertanian berperan penting dalam meningkatkan produktivitas pangan dan efisiensi penggunaan sumber daya. Studi Saha, et al. (2025) menjelaskan bahwa *precision agriculture* mampu mengoptimalkan penggunaan input seperti pupuk, air, dan pestisida sehingga meningkatkan hasil panen secara signifikan (Saha *et al.*, 2025). Penelitian lain oleh Niluh Putu Sri Ratmini, et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan varietas unggul dan sistem irigasi cerdas dapat meningkatkan hasil padi hingga 15–25% di beberapa wilayah Indonesia (Putu *et al.*, 2024). Hasil-hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa inovasi teknologi dapat memberikan dampak positif terhadap produktivitas, namun tingkat adopsinya masih bervariasi di Indonesia.

Beberapa studi internasional menegaskan hubungan antara intervensi pertanian sensitif gizi dengan outcome nutrisi dan kesehatan. Seperti penelitian Margolies et al (2022) menyatakan bahwa intervensi pertanian sensitif gizi *secara signifikan* meningkatkan keragaman diet anak kecil, yang merupakan indikator konsumsi nutrisi yang lebih baik, walaupun efek langsung ke status antropometri masih kurang konsisten (Margolies *et al.*, 2022). Selain itu, literature global juga menunjukkan bahwa transformasi sistem pangan melalui kebijakan yang terintegrasi berdampak pada perbaikan nutrisi, ketahanan pangan, dan keberlanjutan lingkungan, yang merupakan fokus penting dalam kesehatan publik global (Burgaz *et al.*, 2023). Konsep integratif ini juga diperkuat oleh Fanzo et al (2021) dalam tinjauan mereka yang menegaskan bahwa food systems yang baik harus mempertimbangkan aspek produksi, diet, lingkungan, dan kesehatan secara simultan (Fanzo *et al.*, 2021).

Meskipun adopsi teknologi pertanian modern terbukti meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi pangan, literatur terkini menunjukkan adanya *research gap* yang signifikan terkait keterkaitan langsung antara peningkatan produktivitas tanaman pangan dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. Sebagian besar studi masih berfokus pada aspek teknis budidaya, efisiensi produksi, dan dampak ekonomi, sementara implikasinya terhadap ketahanan pangan, kualitas konsumsi, dan status gizi populasi belum banyak dikaji secara komprehensif dan terintegrasi dalam konteks kesehatan publik (Herforth & Ballard, 2021; Gillespie et al., 2023).

Berdasarkan celah penelitian tersebut, literature review ini bertujuan untuk menganalisis secara kritis peran penerapan teknologi pertanian dalam meningkatkan produktivitas tanaman pangan dan mengurangi kesenjangan hasil (*yield gap*), serta menelaah bagaimana peningkatan produktivitas tersebut berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat di Indonesia. Secara khusus, kajian ini bertujuan untuk mengintegrasikan bukti ilmiah dari perspektif pertanian dan kesehatan masyarakat guna memahami hubungan antara inovasi teknologi pertanian, peningkatan produksi pangan, akses terhadap pangan bergizi, dan implikasinya terhadap status kesehatan populasi. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan lintas sektor yang lebih terintegrasi dalam upaya meningkatkan ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat secara berkelanjutan.

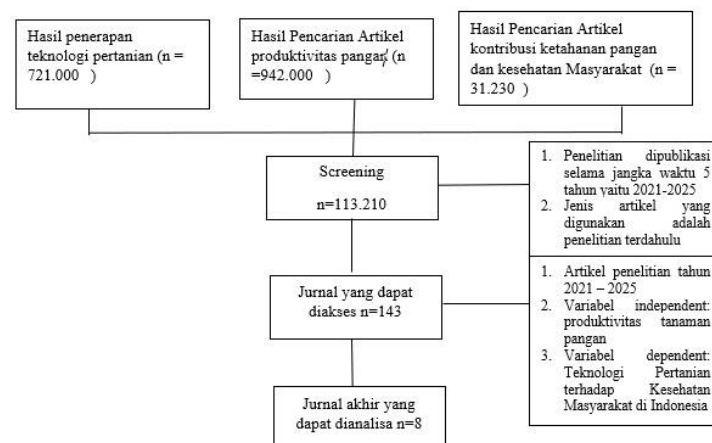
2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan studi kepustakaan literature review. Strategi dalam pencarian studi literatur menggunakan database online yaitu Google Scholar, Scopus, dan Web of Science dengan kata kunci terkait pemanfaatan teknologi digital, system informasi, penyuluh pertanian. Artikel yang digunakan adalah artikel yang ditulis dalam Bahasa Indonesia dan bahasa Inggris dan diterbitkan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Artikel tersebut tentunya tersedia dengan teks yang lengkap, dan mempunyai

nomor seri standar internasional (ISSN), serta relevan dengan topik pembahasan. Kriteria inklusi pada penelitian ini ialah artikel yang memuat bagaimana penerapan teknologi pertanian dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan serta bagaimana peningkatan tersebut berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat di Indonesia. Sedangkan kriteria eksklusi dari penelitian ini ialah : artikel diterbitkan dalam kurun waktu lebih dari 5 tahun dan tidak memiliki teks lengkap, artikel bersumber dari publikasi yang tidak jelas, dan hasil penelitian tidak berhubungan bagaimana penerapan teknologi pertanian dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan serta bagaimana peningkatan tersebut berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat di Indonesia. Penulis menggunakan metode kajian sistematik PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review) yang meliputi identifikasi, penyaringan, inklusi dan kelayakan berdasarkan temuan artikel yang kemudian dianalisis. Artikel yang sesuai kriteria akan dikaji untuk mendapatkan data terkait bagaimana penerapan teknologi pertanian dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan serta bagaimana peningkatan tersebut berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat di Indonesia. Seluruh temuan mengenai topic tersebut akan didata dan disajikan beserta penjelasan secara naratif. Kesimpulan akan dibuat setelah data mengenai topik tersebut didapatkan.

Table 1. kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Jangka Waktu	Waktu penerbitan jurnal maksimal 5 tahun Pada rentan waktu 2021-2025	Waktu terbit jurnal lebih dari 5 tahun Tahun 2021 kebawah
Bahasa	Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris	Bahasa yang susah dimengerti
Jenis jurnal	teks yang lengkap, dan mempunyai nomor seri standar internasional (ISSN), serta relevan dengan topik pembahasan	Tidak full teks, hanya abstrak saja
Sasaran	Artikel yang memuat penerapan teknologi pertanian dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan serta bagaimana peningkatan tersebut berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat di Indonesia	Bukan berfokus pada artikel penerapan teknologi pertanian dapat meningkatkan produktivitas tanaman pangan serta bagaimana peningkatan tersebut berkontribusi terhadap ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat di Indonesia
Kata Kunci	Penerapan teknologi pertanian, produktivitas pangan, kontribusi ketahanan pangan dan Kesehatan Masyarakat	Tidak memuat kata kunci Penerapan teknologi pertanian, produktivitas pangan, kontribusi ketahanan pangan dan Kesehatan Masyarakat
Metodologi	Studi dengan metode kualitatif, kuantitatif atau mixed-method	Artikel tanpa metodologi yang jelas atau tidak relevan dengan tema penelitian



Gambar 1. Diagram Pencarian Literature review

Proses pencarian literatur dilakukan secara bertahap sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Pencarian awal menggunakan kata kunci terkait teknologi pertanian, produktivitas pangan, ketahanan pangan, dan kesehatan masyarakat menghasilkan sejumlah besar artikel, yang kemudian disaring berdasarkan judul dan abstrak untuk menghilangkan duplikasi serta artikel yang tidak relevan, sehingga tersisa 113.210 artikel. Penyaringan lanjutan dilakukan berdasarkan ketersediaan teks lengkap, jenis publikasi berupa artikel penelitian (original research), serta tahun publikasi 2021–2025, yang menghasilkan 143 artikel. Selanjutnya, artikel dievaluasi secara mendalam berdasarkan kesesuaian variabel penelitian, yaitu keterkaitan penerapan teknologi pertanian dengan peningkatan produktivitas tanaman pangan serta implikasinya terhadap ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat di Indonesia, hingga diperoleh 8 artikel yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dianalisis lebih lanjut. Pengelolaan referensi dilakukan menggunakan perangkat lunak Mendeley dengan gaya sitasi APA, sementara analisis tematik terhadap artikel terpilih dilakukan secara manual melalui proses pengkodean dan pengelompokan temuan utama berdasarkan tema teknologi pertanian, produktivitas pangan, ketahanan pangan, dan kesehatan masyarakat untuk memastikan interpretasi yang kontekstual dan mendalam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelusuran melalui Google Scholar dan Science didapatkan ratusan ribu artikel bahkan jutaan. Pemilihan jurnal dilakukan dengan menggunakan beberapa kriteria tertentu yakni, jurnal yang dianalisis berbahasa Indonesia dan Bahasa Inggris tahun terbit 2021-2025, teks yang lengkap, dan mempunyai nomor seri standar internasional (ISSN), serta relevan dengan topik pembahasan. Jurnal pada pengambilan data memakai data primer dilanjutkan dengan analisa terhadap jurnal artikel sebesar 8 (delapan) dan jurnal berupa ulasan, rangkuman, pandangan dan pemikiran yang diringkas menurut beberapa sumber pustaka dibahas dengan mencari kesamaan topik yang ditentukan Penulis melakukan penyaringan dari artikel yang diperoleh, sehingga terdapat 8 artikel yang dapat dilakukan review akhir. Delapan artikel tersebut memenuhi kriteria inklusi dapat diidentifikasi dan disajikan dalam Tabel 2.

Table 2. hasil Identifikasi Jurnal

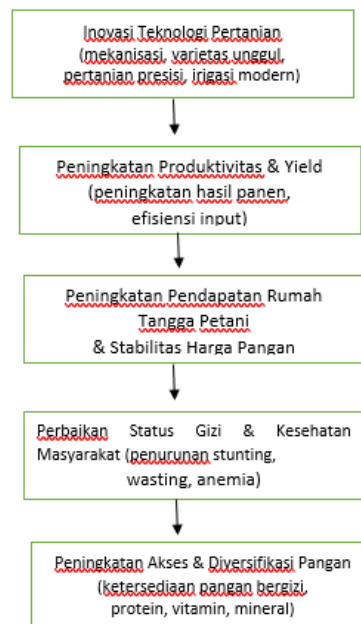
N o	Penulis & Tahun	Judul	Metode	Jumlah Sampel	Variabel	Hasil Utama	Keterbatasan
1	Herdiansyah et al., 2023(Herdiansyah <i>et al.</i> , 2023)	Evaluation of Conventional and Mechanization Methods towards Precision Agriculture in Indonesia	Studi evaluatif, analisis komparatif	Tidak disebutkan	Teknologi mekanisasi, efisiensi budidaya	Mekanisasi meningkatkan efisiensi waktu tanam & panen, serta mendorong pertanian presisi	Tidak membahas dampak jangka panjang & aspek sosial-ekonomi mendalam
2	Yuan et al., 2022 (Yuan, 2022)	Sustainable intensification for a larger global rice bowl	Kajian literatur global	Tidak ada sampel (review)	Intensifikasi berkelanjutan, yield gap, produksi pangan	Intensifikasi berkelanjutan dapat menutup yield gap dan meningkatkan ketersediaan pangan	Fokus global, tidak spesifik pada Indonesia

3	Yiel, 2024	Yield gap variation in rice cultivation in Indonesia	Analisis data sekunder (GYGA)	Tidak disebutkan	Produksi padi, potensi hasil, yield gap	Perbedaan yield gap antar-provinsi signifikan; potensi hasil belum optimal	Bergantung pada data GYGA, tidak mencakup faktor social
4	Kumar et al., 2022	Impact of farm mechanization on productivity and cost efficiency in rice farming	Studi kuantitatif menggunakan analisis ekonomi produksi dan efisiensi biaya (production function & cost analysis)	Rumah tangga petani padi (farm household survey) dengan variasi tingkat adopsi mekanisasi pertanian.	1. Tingkat mekanisasi pertanian (penggunaan traktor, rice transplanter, combine harvester) 2. Produktivitas padi (hasil per hektar) 3. Biaya produksi 4. Efisiensi usaha tani	Adopsi mekanisasi pertanian, khususnya penggunaan mesin tanam dan mesin panen (combine harvester), berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas padi dan efisiensi biaya produksi, serta mengurangi kehilangan hasil panen dan kebutuhan tenaga kerja manual	Tidak mencakup dampak lingkungan & kesehatan
5	Sinuraya, 2024	Technical efficiency of rice productivity in Indonesia	Analisis efisiensi (Stochastic Frontier Analysis)	Data nasional (jumlah tidak disebutkan)	Subsidi input, mesin, efisiensi teknis	Efisiensi dipengaruhi ketersediaan alat mesin pertanian & input produksi	Tidak menilai faktor non-teknis (perilaku petani)
6	FAO, 2021	Sustainable Intensification of Rice Production	Laporan teknis (review)	Tidak ada sampel	Teknologi budidaya padi, produktivitas, keberlanjutan	Teknologi modern meningkatkan produktivitas sambil menjaga keberlanjutan	Fokus global, bukan konteks Indonesia
7	Alta, 2023 (Alta and Fauzi, 2023)	Policy Barriers to a Healthier Diet: Trade & Agriculture	Policy analysis	Tidak ada sampel	Kebijakan pangan, akses makanan sehat	Kebijakan pertanian berdampak pada akses pangan sehat & status gizi	Tidak membahas produktivitas langsung
8	Yusun et al., 2024 (Yusun, Fariadi and Andriani, 2024)	Komparasi Biaya Panen Padi Tradisional vs Mekanisasi	Studi perbandingan biaya	Tidak disebutkan	Mekanisasi, biaya panen, efisiensi	Mekanisasi menurunkan biaya panen secara signifikan	Hanya membahas aspek ekonomi, tidak kesehatan



Gambar 2. Peta Konsep Pengaruh Peningkatan Produktivitas Tanaman Pangan meelalui Teknologi Pertanian terhadap Kesehatan Masyarakat di Indonesia

Untuk memperjelas hubungan kausal antara inovasi teknologi pertanian dan peningkatan kesehatan masyarakat, Gambar 3 menyajikan diagram alur mekanistik yang menggambarkan jalur transformasi dari peningkatan produktivitas menuju perbaikan status gizi. Inovasi teknologi pertanian, seperti mekanisasi, varietas unggul, pertanian presisi, dan sistem irigasi modern, berkontribusi terhadap peningkatan hasil panen dan efisiensi penggunaan input.



Gambar 3. Diagram Alur Mekanistik Pengaruh Inovasi Teknologi Pertanian terhadap Perbaikan Gizi Masyarakat

Peningkatan produktivitas pertanian meningkatkan pendapatan petani dan menstabilkan harga pangan, sehingga memperluas akses terhadap pangan bergizi dan mendorong diversifikasi konsumsi. Dampak ini berkontribusi pada perbaikan status gizi dan kesehatan masyarakat, yang tercermin dari penurunan stunting, wasting, dan anemia. Diagram alur menunjukkan bahwa pengaruh teknologi pertanian terhadap kesehatan masyarakat berlangsung melalui tahapan perantara, sehingga memerlukan integrasi antara sektor pertanian, ekonomi rumah tangga, dan sistem pangan.

3.1 Peran Teknologi Pertanian dalam Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan

Penerapan teknologi pertanian terbukti memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas tanaman pangan di Indonesia. Penggunaan mekanisasi modern seperti traktor dan combine harvester mampu meningkatkan efisiensi waktu tanam dan panen serta mengurangi kehilangan hasil, sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian Herdiansyah et al. (2023). Selain itu, precision agriculture yang memanfaatkan sensor, data geospasial, dan kecerdasan buatan dapat mengoptimalkan penggunaan input seperti pupuk dan pestisida, sehingga hasil panen meningkat tanpa meningkatkan biaya produksi (López-Quílez, 2025). Penggunaan varietas unggul dan sistem irigasi cerdas juga berperan besar dalam peningkatan produktivitas, dengan peningkatan hasil padi mencapai 15–25% pada beberapa wilayah di Indonesia (Putu et al., 2024). Dengan demikian, teknologi pertanian menjadi pendorong utama peningkatan produksi pangan berbasis inovasi dan efisiensi.

Penelitian terdahulu juga mendukung peran signifikan teknologi pertanian dalam peningkatan produktivitas. Ulasan literatur terkini menunjukkan bahwa integrasi teknologi seperti machine learning dan sensor data dari UAV/satelit mampu mengoptimalkan praktik budidaya serta peningkatan efisiensi input dan produktivitas pertanian secara signifikan (Benos et al., 2021). Selain itu, review bibliometrik terbaru memperlihatkan bagaimana *precision agriculture* dan teknologi sensor-IoT memfasilitasi pengelolaan variabilitas lahan dan penggunaan input yang efisien, yang berkontribusi pada keberlanjutan produksi tanaman pangan modern (Rejeb et al., 2024). Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian di Indonesia yang menunjukkan bahwa adopsi mekanisasi dan teknologi berbasis data memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan produktivitas lahan pertanian.

Teknologi dalam bentuk varietas unggul dan irigasi cerdas juga terbukti meningkatkan hasil pertanian di berbagai daerah. Putu et al. (2024) melaporkan bahwa varietas unggul yang tahan hama dan memiliki potensi hasil tinggi mampu meningkatkan produktivitas padi hingga 15–25% pada lahan pasang surut di Sumatera Selatan. Kombinasi varietas unggul dengan sistem irigasi modern dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap perubahan iklim serta mengurangi risiko gagal panen. Dengan demikian, teknologi pertanian dalam berbagai bentuknya memiliki peran strategis dalam meningkatkan produktivitas tanaman pangan secara berkelanjutan.

3.2 Dampak Peningkatan Produktivitas terhadap Ketahanan Pangan Nasional

Peningkatan produktivitas pangan melalui teknologi pertanian memiliki implikasi langsung terhadap penguatan ketahanan pangan nasional. Ketahanan pangan tidak hanya ditentukan oleh kuantitas pangan yang dihasilkan, tetapi juga oleh stabilitas produksi dan distribusi. Yuan et al. (2021) menemukan bahwa intensifikasi berkelanjutan melalui teknologi dapat menutup kesenjangan hasil (yield gap) yang masih besar di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Studi terbaru menunjukkan adanya *yield gap* padi yang substansial di Indonesia, dengan variasi antar wilayah yang signifikan dan menunjukkan bahwa hasil aktual petani masih jauh di bawah potensi hasil optimal yang bisa dicapai melalui adopsi teknologi pertanian yang lebih baik (Sulaeman et al., 2024). Dengan meningkatnya produktivitas melalui mekanisasi dan teknologi modern, ketersediaan pangan menjadi lebih stabil dan terjamin sepanjang tahun. Hal ini diperkuat oleh laporan BPS (2025) yang menjelaskan bahwa produktivitas padi Indonesia masih perlu ditingkatkan untuk mendukung ketersediaan pangan nasional yang berkelanjutan.

Studi Sulaiman et al. (2024) terbaru mengenai *yield gap* padi di Indonesia menunjukkan variasi hasil yang cukup besar antar provinsi, termasuk perbedaan jelas antara wilayah Jawa dan luar Jawa. Berdasarkan 295 uji coba dari 23 provinsi dalam

periode 2012–2022, nilai *yield gap* padi di Indonesia berkisar secara substansial antar wilayah dan jenis lahan, dengan beberapa daerah memiliki potensi hasil yang jauh di bawah potensi optimalnya. Hasil ini menandakan bahwa masih terdapat ruang besar untuk meningkatkan produktivitas padi nasional melalui adopsi teknologi budidaya dan praktik agronomi yang lebih merata di seluruh wilayah.

Selain data *yield gap*, bukti ilmiah terbaru menunjukkan bahwa teknologi pertanian modern seperti *precision agriculture* yang mengintegrasikan sensor tanah, sistem informasi geospasial, serta alat otomatis mampu meningkatkan produktivitas padi melalui pengelolaan input yang lebih efisien dan pengambilan keputusan berbasis data. Studi atas 521 petani padi di lima provinsi Indonesia menunjukkan bahwa adopsi teknologi presisi dipengaruhi oleh kesiapan manajemen, kapabilitas, dan kesempatan petani, namun potensinya jelas untuk meningkatkan hasil panen dan efisiensi produksi (Santoso *et al.*, 2024). Selain itu, ulasan literatur global memperlihatkan bahwa integrasi teknologi seperti pemantauan jarak jauh, *machine learning*, dan sensor lingkungan dapat meningkatkan prediksi hasil panen serta mengoptimalkan penggunaan input produksi demi produktivitas yang lebih tinggi (Brin and Somantri, 2023). Studi-studi ini mendukung temuan nasional bahwa peningkatan produktivitas merupakan langkah esensial untuk memastikan ketersediaan pangan yang stabil dan terjangkau bagi seluruh lapisan masyarakat Indonesia.

Pada konteks nasional, peningkatan produktivitas tanaman pangan menjadi semakin penting mengingat kebutuhan pangan Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. BPS (2025) melaporkan bahwa meskipun produksi nasional mencapai 53,14 juta ton GKG pada tahun 2024, produktivitas rata-rata nasional masih relatif rendah yaitu sekitar 5,2 ton per hektare. Angka ini menunjukkan bahwa produktivitas masih dapat dikanalisasi melalui pemanfaatan teknologi pertanian modern. Dengan meningkatnya produktivitas secara merata di seluruh daerah, ketahanan pangan nasional dapat diperkuat melalui ketersediaan pangan yang stabil, terjangkau, dan berkualitas.

3.3 Kontribusi Produktivitas Pangan terhadap Peningkatan Kesehatan Masyarakat

Peningkatan produktivitas tanaman pangan berkontribusi terhadap kesehatan masyarakat melalui mekanisme yang kompleks dan tidak bersifat linier. Secara umum, peningkatan produksi pangan berpotensi meningkatkan ketersediaan dan keterjangkauan pangan bergizi, yang selanjutnya dapat menurunkan risiko malnutrisi seperti stunting, wasting, dan anemia. Namun, dampak kesehatan tersebut sangat dipengaruhi oleh konteks sosial, ekonomi, dan kelembagaan di masing-masing wilayah.

Laporan *The State of Food Security and Nutrition in the World* (2024) yang disusun oleh FAO, WHO, UNICEF, IFAD, dan WFP menegaskan bahwa keterbatasan ketersediaan dan akses terhadap *healthy diets* masih menjadi tantangan global yang berdampak pada tingginya prevalensi stunting, wasting, dan bentuk malnutrisi lainnya di negara berkembang, sehingga kualitas konsumsi pangan termasuk kecukupan mikronutrien dan keragaman diet menjadi faktor kunci dalam perbaikan status gizi dan kesehatan Masyarakat (FAO, 2024; Hussain *et al.*, 2025). Studi global mutakhir juga menunjukkan bahwa dampak kesehatan dari peningkatan produktivitas pertanian lebih signifikan di wilayah dengan akses pasar yang baik, diversifikasi produksi, dan sistem distribusi pangan yang kuat, sebagaimana ditunjukkan oleh temuan di Bangladesh dan Uganda yang mengonfirmasi peran penting diversifikasi pertanian, keterlibatan pasar, dan faktor sosio-ekonomi dalam meningkatkan keragaman diet dan ketahanan pangan (Morrissey *et al.*, 2024; Ali and Murshed-e-Jahan, 2025).

Perbedaan dampak ini menunjukkan bahwa keberhasilan teknologi pertanian dalam menurunkan malnutrisi tidak hanya ditentukan oleh peningkatan hasil panen, tetapi juga oleh integrasi lintas sektor antara pertanian, kesehatan, dan perlindungan sosial. Wilayah

yang menggabungkan peningkatan produktivitas dengan intervensi pendukung seperti edukasi gizi, program perlindungan pangan, dan penguatan sistem distribusi cenderung menunjukkan penurunan malnutrisi yang lebih konsisten.

Dengan demikian, peningkatan produktivitas pangan merupakan prasyarat penting bagi perbaikan kesehatan masyarakat, tetapi tidak bersifat cukup (*not sufficient condition*). Tanpa dukungan kebijakan kesehatan dan gizi yang terintegrasi, peningkatan produktivitas berisiko hanya memperbaiki indikator produksi tanpa menghasilkan dampak kesehatan yang signifikan. Hal ini menegaskan pentingnya pendekatan lintas sektoral dalam memaksimalkan kontribusi teknologi pertanian terhadap peningkatan kesehatan masyarakat.

3.4 Tantangan dan Hambatan dalam Implementasi Teknologi Pertanian

Meskipun memiliki manfaat besar, penerapan teknologi pertanian di Indonesia masih menghadapi tantangan berupa ketimpangan adopsi antarprovinsi akibat perbedaan akses terhadap alsintan, subsidi input, dan teknologi modern, terutama karena keterbatasan biaya. Studi menunjukkan bahwa mekanisasi seperti *combine harvester* mampu meningkatkan efisiensi dan menurunkan biaya produksi, namun petani kecil masih terkendala faktor finansial, akses kredit, daya beli, serta struktur sosioekonomi (Mohammed *et al.*, 2023). Selain itu, ulasan literatur mengidentifikasi keterbatasan pelatihan, kapasitas sumber daya manusia, fragmentasi lahan, dan lemahnya dukungan kelembagaan sebagai hambatan utama penyebaran mekanisasi pertanian di Indonesia, sehingga tanpa pendidikan, pelatihan operasional, dan dukungan pembiayaan yang memadai, adopsi teknologi modern sulit menjangkau mayoritas petani pedesaan (Winarno *et al.*, 2025).

Penelitian mutakhir mengidentifikasi hambatan struktural dalam penerapan teknologi pertanian, terutama rendahnya literasi teknologi dan keterbatasan kapasitas sumber daya manusia yang menghambat adopsi mekanisasi dan inovasi digital di negara berkembang ketika layanan penyuluhan dan pelatihan tidak optimal (Pereira and Marques, 2022). Selain itu, keterbatasan akses pembiayaan, tingginya risiko ekonomi yang dirasakan petani, serta lemahnya dukungan kelembagaan turut menghambat adopsi teknologi oleh petani kecil (Raghunathan, Headey and Herforth, 2021), kondisi yang juga relevan dengan tantangan penerapan teknologi pertanian di Indonesia.

Selain hambatan teknis dan finansial, implementasi teknologi pertanian juga menghadapi tantangan sosio-kultural, khususnya resistensi petani terhadap inovasi yang berakar pada nilai tradisional, pengalaman empiris, serta praktik budidaya turun-temurun yang selama ini terbukti menopang kehidupan mereka. Teknologi baru kerap dipersepsikan sebagai sumber risiko tambahan, terutama ketika manfaat jangka panjang belum dirasakan secara langsung dan pengalaman masa lalu terhadap program modernisasi yang tidak berkelanjutan menurunkan tingkat kepercayaan petani, sehingga mempertahankan praktik tradisional dapat dipahami sebagai bentuk rasionalitas sosial dalam menghadapi ketidakpastian produksi dan pasar. Selain itu, faktor sosial seperti pengaruh tokoh lokal, jejaring sosial petani, serta relasi kepercayaan terhadap penyuluh dan institusi pemerintah turut menentukan tingkat adopsi teknologi, yang cenderung lebih tinggi ketika inovasi diperkenalkan melalui aktor berlegitimasi di tingkat komunitas; oleh karena itu, peningkatan produktivitas berbasis teknologi perlu mengintegrasikan pendekatan teknis dengan strategi penyuluhan partisipatif, pendampingan berkelanjutan, dan penguatan kapasitas petani yang sensitif terhadap konteks sosial budaya lokal.

Dengan demikian, keberhasilan implementasi teknologi pertanian tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi itu sendiri, tetapi juga oleh kemampuannya untuk selaras dengan nilai, pengalaman, dan struktur sosial petani, khususnya petani kecil di wilayah pedesaan Indonesia.

3.5 Pentingnya Integrasi Kebijakan Pertanian dan Kesehatan dalam Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat

Integrasi kebijakan lintas sektor antara pertanian dan kesehatan menjadi kunci agar peningkatan produktivitas pangan berdampak nyata pada kesejahteraan masyarakat. Kebijakan pertanian berpengaruh langsung terhadap akses pangan sehat dan pola konsumsi, sehingga peningkatan produktivitas perlu disertai kebijakan distribusi yang adil, stabilisasi harga, diversifikasi pangan, dan edukasi gizi (Alta & Fauzi, 2023). FAO (2025) menegaskan bahwa ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat hanya dapat dicapai melalui kebijakan pembangunan pertanian yang berkelanjutan dan terintegrasi dengan kebijakan kesehatan dan perdagangan, guna memastikan akses pangan sehat yang merata.

Penelitian mutakhir menunjukkan bahwa integrasi kebijakan pangan dan kesehatan merupakan prasyarat penting untuk meningkatkan kualitas konsumsi dan menurunkan beban penyakit terkait gizi. Negara yang berhasil menyelaraskan kebijakan pertanian, sistem pangan, dan kesehatan masyarakat menunjukkan perbaikan kualitas diet dan penurunan malnutrisi yang lebih konsiste (Global Nutrition Report, 2021). Sebaliknya, sistem pangan yang tidak terintegrasi sering gagal mengonversi peningkatan produktivitas menjadi konsumsi sehat, sehingga pendekatan multisektor yang kuat diperlukan agar transformasi sistem pangan berdampak nyata pada kesehatan masyarakat, termasuk di Indonesia (FAO, 2024).

Integrasi kebijakan juga diperlukan dalam penyediaan edukasi gizi dan penyuluhan pangan. Meskipun produktivitas pangan meningkat, tanpa pemahaman yang baik mengenai konsumsi bergizi, masyarakat tetap berisiko mengalami malnutrisi. Oleh karena itu, dibutuhkan kerjasama antara Kementerian Pertanian, Kementerian Kesehatan, dan lembaga lainnya untuk memberikan edukasi holistik mengenai pola makan sehat, keamanan pangan, dan pemanfaatan pangan lokal. Dengan demikian, peningkatan produktivitas pangan dapat berkontribusi secara optimal terhadap peningkatan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

3.6 Keterbatasan Penelitian dan Peluang Penelitian Selanjutnya

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain terbatasnya jumlah artikel yang dianalisis (delapan artikel utama) sehingga temuan belum sepenuhnya merepresentasikan spektrum penelitian teknologi pertanian, produktivitas pangan, dan kesehatan masyarakat serta berpotensi membatasi generalisasi hasil. Selain itu, penggunaan pendekatan *narrative literature review* belum memungkinkan analisis kuantitatif yang lebih mendalam, seperti *meta-analysis*, sementara sebagian besar studi yang dikaji masih berfokus pada produktivitas dan efisiensi pertanian dengan bukti empiris langsung terhadap outcome kesehatan masyarakat yang relatif terbatas. Penelitian ini juga belum membedakan variasi konteks lokal di Indonesia, seperti perbedaan sosial-ekonomi, budaya, sistem pasar, dan kapasitas kelembagaan, yang dapat memengaruhi keberhasilan adopsi teknologi dan dampaknya terhadap kesehatan. Keterbatasan tersebut membuka peluang bagi penelitian selanjutnya untuk memperluas cakupan dan jenis literatur, menggunakan pendekatan *systematic review* dan *meta-analysis*, serta mengintegrasikan data lintas sektor guna mengkaji secara empiris jalur mekanistik antara peningkatan produktivitas pangan, pendapatan rumah tangga, diversifikasi konsumsi, dan perbaikan status gizi masyarakat secara lebih komprehensif dan kontekstual.

4. KESIMPULAN

Penerapan teknologi pertanian terbukti berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas tanaman pangan di Indonesia melalui mekanisasi, pertanian presisi, varietas unggul, dan inovasi irigasi modern yang meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kehilangan hasil, serta memperbaiki kualitas panen. Peningkatan produktivitas ini berperan penting dalam memperkuat ketahanan pangan nasional melalui stabilitas suplai, optimalisasi lahan, dan penurunan risiko gagal panen, sekaligus berdampak positif terhadap kesehatan masyarakat melalui peningkatan ketersediaan dan keterjangkauan pangan bergizi. Namun, manfaat teknologi pertanian belum terdistribusi secara merata akibat keterbatasan akses alsintan, kapasitas sumber daya manusia, pembiayaan, serta ketimpangan adopsi teknologi antarwilayah, sehingga peningkatan produktivitas pangan perlu diiringi kebijakan lintas sektor yang terintegrasi antara pertanian dan kesehatan agar benar-benar berkontribusi pada perbaikan gizi dan kesehatan masyarakat.

Secara praktis, penguatan adopsi teknologi perlu dilakukan melalui subsidi alsintan yang tepat sasaran, penyuluhan digital dan partisipatif, serta pengembangan pertanian presisi berbasis kondisi lokal, disertai integrasi data produksi pangan dan status gizi sebagai dasar intervensi gizi. Pembentukan forum data dan kebijakan lintas kementerian juga direkomendasikan untuk mendukung kebijakan berbasis bukti, sehingga pemanfaatan teknologi pertanian dapat memberikan dampak optimal bagi ketahanan pangan dan kesehatan masyarakat Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H. and Murshed-e-Jahan, K. (2025) "The role of farm production diversity in enhancing dietary diversity and food security in Southern Bangladesh," *Food Security* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12571-025-01620-x>.
- Alta, et al and Fauzi, A.N. (2023) "Policy Barriers to a Healthier Diet The Case of Trade and Agriculture," (54).
- Badan Pusat Statistik (2025) "Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2024 (Angka Tetap)," 2024(15).
- Benos, L. *et al.* (2021) "Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review," *Sensors*, p. 3758. Available at: <https://doi.org/10.3390/s21113758>.
- Brin, S. and Somantri, R. (2023) "Learning from global research to analyze contributing factors in rice yield gap: Bibliometric approach towards Indonesia's self-sufficiency AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES," *Agriculture and Natural Resources*, 057, pp. 479–490. Available at: <https://doi.org/10.34044/j.anres.2023.57.3.12>.
- Burgaz, C. *et al.* (2023) "The effectiveness of food system policies to improve nutrition, nutrition-related inequalities and environmental sustainability: a scoping review," *Food Security*, 15(5), pp. 1313–1344. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12571-023-01385-1>.
- Fanzo, J. *et al.* (2021) "The importance of food systems and the environment for nutrition," *The American Journal of Clinical Nutrition*, 113(1), pp. 7–16. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa313>.
- FAO, at al (2025) *FOOD SECURITY AND NUTRITION IN THE WORLD*.
- FAO, et al (2024) *FOOD SECURITY AND NUTRITION IN THE WORLD FINANCING TO END HUNGER , IN ALL ITS FORMS*.
- Global Nutrition Report (2021) *Global Nutrition Report: Transforming food systems for nutrition*.

- Herdiansyah, H. *et al.* (2023) “Evaluation of Conventional and Mechanization Methods towards Precision Agriculture in Indonesia.”
- Hussain, M.A. *et al.* (2025) “Sustainable Food Security and Nutritional Challenges,” *Sustainability*, p. 874. Available at: <https://doi.org/10.3390/su17030874>.
- Kementerian Pertanian (2023) *Statistik Pertanian 2023*.
- Lara-Arevalo, J. *et al.* (2025) “Healthy Food Voucher Programs: Global Evidence on Structure, Implementation, and Nutrition-Related Outcomes,” *Advances in Nutrition*, 16(11), p. 100530. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.advnut.2025.100530>.
- López-Quílez, A. (2025) “AI, IoT and Remote Sensing in Precision Agriculture,” *Applied Sciences*, p. 2890. Available at: <https://doi.org/10.3390/app15062890>.
- Margolies, A. *et al.* (2022) “Nutrition-sensitive agriculture programs increase dietary diversity in children under 5 years: A review and meta-analysis,” *Journal of global health*, 12, p. 8001. Available at: <https://doi.org/10.7189/jogh.12.08001>.
- Mohammed, K. *et al.* (2023) “Determinants of mechanized technology adoption in smallholder agriculture: Implications for agricultural policy,” *Land Use Policy*, 129, p. 106666. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106666>.
- Morrissey, K. *et al.* (2024) “Market engagement, crop diversity, dietary diversity, and food security: evidence from small-scale agricultural households in Uganda,” *Food Security*, 16(1), pp. 133–147. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12571-023-01411-2>.
- Pereira, M.A. and Marques, R.C. (2022) “The ‘Sustainable Public Health Index’: What if public health and sustainable development are compatible?,” *World Development*, 149, p. 105708. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105708>.
- Putu, N. *et al.* (2024) “The role of superior varieties in increasing rice productivity on tidal lands in South Sumatra,” 13(2), pp. 130–137. Available at: <https://doi.org/10.36706/JLSO.13.2.2024.702>.
- Raghunathan, K., Headey, D. and Herforth, A. (2021) “Affordability of nutritious diets in rural India,” *Food Policy*, 99, p. 101982. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101982>.
- Rejeb, A. *et al.* (2024) “Precision agriculture: A bibliometric analysis and research agenda,” *Smart Agricultural Technology*, 9, p. 100684. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100684>.
- Saha, S. *et al.* (2025) “Precision agriculture for improving crop yield predictions : a literature review,” (July), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1566201>.
- Santoso, A. *et al.* (2024) “Are Indonesian rice farmers ready to adopt precision agricultural technologies?,” *Precision Agriculture*, 25, pp. 1–27. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11119-024-10156-7>.
- Sulaeman, Y. *et al.* (2024) “Yield gap variation in rice cultivation in Indonesia,” 9(1). Available at: <https://doi.org/doi:10.1515/opag-2022-0241>.
- WHO (2025) “Global Nutrition Targets 2025,” pp. 1–2.
- Winarno, K. *et al.* (2025) “Unlocking agricultural mechanisation potential in Indonesia: Barriers, drivers, and pathways for sustainable agri-food systems,” *Agricultural Systems*, 226, p. 104305. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agry.2025.104305>.
- Yuan, et al (2022) “Sustainable Intensification of a Rice – Maize System through.”
- Yusun, M., Fariadi, H. and Andriani, E. (2024) “Komparasi Biaya Panen Padi Sawah Antara Petani Mengadopsi dan Tidak Mengadopsi Teknologi Harvester Combine Machine di Desa Padang Siring Kecamatan Seginim Kabupaten Bengkulu Selatan panen tetapi juga pada struktur biaya panen . Biaya seperti bahan bakar ,” 1.