



Strategi Pengembangan Agribisnis Berbasis Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas

Nisa Widia Agustira^{1*}, Albert Jonatan Sigirow², Ersandi Roihan Putra³, Viya Nur Suciarti Purba⁴, Rizky Pariansyah Nasution⁵

¹⁻⁵Program Studi Agribisnis, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia, Medan, Sumatra Utara, Indonesia

Alamat : Jl. Williem Iskandar, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatra Utara

Korespondensi penulis : nisawdya14@gmail.com*

Abstract. *The agribusiness sector plays a crucial role in the economy, especially in developing countries like Indonesia. However, traditional challenges such as limited land, climate change, and conventional farming practices often hamper productivity. Integration of technology in agribusiness offers innovative solutions to overcome these constraints and improve efficiency and yields. This study uses a descriptive qualitative approach with a literature study research design that focuses and aims to identify and analyze effective technology-based agribusiness development strategies to increase productivity sustainably. By exploring various technologies such as precision agriculture, Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and biotechnology, and their implementation in increasing productivity in various agribusiness subsectors. This study discusses the challenges and opportunities in technology adoption in the agribusiness sector, and recommends policies and strategies to encourage digital transformation in agriculture.*

Keywords: Agriculture, Biotechnology, IoT, Technology.

Abstrak. Sektor agribisnis memiliki peran krusial dalam perekonomian, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Namun, tantangan tradisional seperti keterbatasan lahan, perubahan iklim, dan praktik pertanian konvensional seringkali menghambat produktivitas. Integrasi teknologi dalam agribisnis menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi kendala ini dan meningkatkan efisiensi serta hasil panen. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain penelitian studi literasi yang berfokus dan bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis strategi pengembangan agribisnis berbasis teknologi yang efektif untuk meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan. Dengan mengeksplorasi berbagai teknologi seperti pertanian presisi, Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan bioteknologi, serta implementasinya dalam meningkatkan produktivitas di berbagai subsektor agribisnis. Penelitian ini membahas tantangan dan peluang dalam adopsi teknologi di sektor agribisnis, serta merekomendasikan kebijakan dan strategi untuk mendorong transformasi digital dalam pertanian.

Kata Kunci: Teknologi, Pertanian, IoT, Bioteknologi.

1. PENDAHULUAN

Agribisnis merupakan sistem kompleks yang mencakup berbagai kegiatan mulai dari produksi pertanian, pengolahan, pemasaran, hingga distribusi produk pertanian. Di Indonesia, sektor ini memiliki kontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan penyerapan tenaga kerja. Namun, produktivitas sektor agribisnis dihadapkan pada berbagai tantangan, termasuk praktik pertanian yang kurang efisien, ketergantungan pada cuaca, serangan hama dan penyakit, serta keterbatasan akses terhadap informasi dan teknologi (Lowenberg, 2020).

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) menawarkan peluang besar untuk mentransformasi sektor agribisnis. Integrasi teknologi dalam praktik pertanian dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kualitas produk, dan pada akhirnya meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. Konsep agribisnis berbasis teknologi atau smart farming semakin menjadi perhatian sebagai solusi untuk mencapai pertanian yang lebih berkelanjutan dan produktif (Setiawan et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis strategi pengembangan agribisnis berbasis teknologi yang efektif untuk meningkatkan produktivitas. Penelitian ini akan mengeksplorasi berbagai jenis teknologi yang relevan untuk sektor agribisnis, menganalisis dampaknya terhadap produktivitas, mengidentifikasi tantangan dalam implementasinya, dan merumuskan rekomendasi kebijakan untuk mendorong adopsi teknologi di kalangan pelaku agribisnis.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan potensi besar teknologi dalam meningkatkan produktivitas agribisnis. Beberapa studi menyoroti peran penting pertanian presisi (*precision agriculture*) yang memanfaatkan sensor, sistem informasi geografis (SIG), dan teknologi pemetaan untuk mengelola lahan dan input pertanian secara lebih efisien. Penerapan pupuk dan pestisida yang tepat sasaran berdasarkan data kondisi tanah dan tanaman dapat mengurangi biaya dan dampak lingkungan sambil meningkatkan hasil panen (Ozdemir & Hekim, 2020).

Internet of Things (IoT) juga memainkan peran krusial dalam menghubungkan berbagai perangkat dan sensor di lahan pertanian, memungkinkan pengumpulan data real-time tentang kondisi lingkungan, pertumbuhan tanaman, dan kesehatan hewan ternak (Verdouw et al., 2021). Data ini kemudian dapat dianalisis untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan pertanian.

Kecerdasan buatan (AI) menawarkan kemampuan untuk menganalisis data dalam jumlah besar dan mengidentifikasi pola yang kompleks, yang dapat digunakan untuk prediksi hasil panen, deteksi dini penyakit tanaman, dan optimasi rantai pasok (Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2020). Sementara itu, bioteknologi, termasuk rekayasa genetika dan biopestisida, menawarkan solusi untuk meningkatkan kualitas tanaman, ketahanan terhadap hama dan penyakit, serta toleransi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem (Li et al., 2019).

Adanya kesenjangan yang signifikan dalam hal produktivitas antara pertanian yang masih mengandalkan praktik tradisional dengan pertanian yang telah mengintegrasikan teknologi. Hal ini dapat dilihat dari hasil panen yang berbeda jauh, efisiensi penggunaan sumber daya seperti air, pupuk, pestisida dan kualitas produk. Selain itu, lambatnya adopsi teknologi modern di sektor agribisnis terjadi di kalangan petani skala kecil dan menengah. Hal ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor seperti keterbatasan modal, kurangnya pengetahuan dan keterampilan, infrastruktur yang belum memadai seperti akses internet terbatas di daerah pedesaan atau bahkan resistensi terhadap perubahan (Purba, 2021).

Rendahnya tingkat produktivitas dan efisiensi menjadi masalah mendasar yang sering dihadapi sektor agribisnis dibandingkan dengan sektor lain atau dengan praktik pertanian di negara-negara maju. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan metode tradisional yang kurang optimal, keterbatasan sumber daya, dan kurangnya pemanfaatan informasi yang akurat. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membahas strategi yang dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dalam sektor agribisnis.

2. KAJIAN TEORITIS

Agrikultur

Agrikultur merupakan sektor penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia. Sektor agrikultur akan terus berkembang selama manusia masih memerlukan makanan untuk bertahan hidup dan masih memerlukan hasil pertanian sebagai bahan baku untuk pengelolaan industri. Agrikultur adalah kegiatan pengelolaan sumber daya hayati oleh manusia untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, sumber energi, dan kebutuhan lainnya (Wahyuzan et al., 2024).

Bioteknologi

Bioteknologi adalah bidang penerapan biosains dan teknologi yang menyangkut penerapan praktis organisme hidup atau komponen subseluler mereka pada industri jasa dan manufaktur serta pengelolaan lingkungan. Atau dapat pula didefinisikan sebagai teknologi yang menggunakan sistem hayati (proses-proses biologi) untuk mendapatkan barang dan jasa yang berguna bagi kesejahteraan manusia. Kemajuan-kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada baik di bidang fisika, kimia, matematika dan biologi telah memicu majunya bioteknologi. Selain itu, banyak hal yang juga ikut berperan dalam memicu lahirnya bioteknologi, diantaranya adalah karena semakin besar tuntutan untuk mencapai target yang diinginkan dengan proses yang lebih cepat dan terobosan yang inovatif yang

bisa menguntungkan bagi umat manusia. Penerapan bioteknologi di masa ini juga telah diterapkan pada pelestarian lingkungan hidup dari polusi (Hafsan et al., 2021).

IoT

Internet of Things yaitu dapat digambarkan sebagai kemampuan suatu objek untuk mentransmisikan atau mengirimkan data melalui jaringan tanpa menggunakan bantuan perangkat komputer ataupun manusia. *Internet of Things* (IoT) merupakan wujud perkembangan teknologi internet yang akhir-akhir ini mengalami perkembangan yang sangat pesat di bidang IT (*Information Technology*). IoT memungkinkan setiap barang (*things*) yang dimiliki dapat terhubung ke internet sehingga dapat dikendalikan dari jarak jauh. Pada tahun 2020 telah mencapai dua puluh miliar perangkat terhubung dalam sistem Internet (Turyadi et al., 2021).

Teknologi

Teknologi adalah suatu yang tidak bisa dihindari bagi manusia di era modern, hampir semua kegiatan manusia menggunakan teknologi yang mana teknologi ini sendiri sudah memiliki kemajuan yang sangat pesat dengan menggunakan teknologi yang canggih ini manusia di era modern bisa memudahkan melakukan pekerjaan. Teknologi diartikan sebagai suatu ilmu yang berhubungan dengan alat atau mesin yang diciptakan untuk mempermudah kegiatan sehari-hari, dengan harapan dapat membawa pengaruh baik dalam kehidupan (Zuhri et al., 2020)

Teknologi merupakan sebuah sistem kompleks dari artefak yang dibuat atau digunakan oleh sistem hidup, yang terdiri dari lebih dari satu entitas atau subsistem dan hubungan yang berlaku antara setiap entitas dan setidaknya satu entitas lain dalam sistem tersebut, yang dipilih dengan mempertimbangkan untuk mengubah mode kognisi dan tindakan saat ini guna memungkinkan pembuat atau pengguna mengambil keuntungan dari peluang penting atau menghadapi ancaman lingkungan yang konsekuensial.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi literatur sistematis. Metode ini dipilih untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis pengetahuan yang relevan mengenai strategi pengembangan agribisnis berbasis teknologi untuk meningkatkan produktivitas dari berbagai sumber ilmiah yang kredibel.

Melalui metode studi literatur sistematis ini, artikel ilmiah ini diharapkan dapat menyajikan analisis yang mendalam dan komprehensif mengenai strategi pengembangan agribisnis berbasis teknologi untuk meningkatkan produktivitas, serta memberikan kontribusi yang signifikan bagi pengembangan sektor agribisnis.

Analisis dan Sintesis Data

Data yang diperoleh dari literatur yang relevan dianalisis secara kualitatif. Proses analisis meliputi identifikasi tema-tema utama terkait strategi pengembangan agribisnis berbasis teknologi, jenis-jenis teknologi yang diimplementasikan, dampak terhadap produktivitas, tantangan dan peluang adopsi, serta rekomendasi kebijakan yang diajukan.

Sintesis data dilakukan dengan mengintegrasikan temuan-temuan dari berbagai sumber literatur untuk menghasilkan pemahaman yang komprehensif mengenai topik penelitian. Perbandingan dan kontras antar studi juga dilakukan untuk mengidentifikasi kesamaan, perbedaan, dan potensi kesenjangan dalam literatur yang ada. Kerangka konseptual yang menghubungkan antara pengembangan agribisnis berbasis teknologi dan peningkatan produktivitas dibangun berdasarkan sintesis data ini.

Untuk memastikan validitas dan realibilitas penelitian, peneliti menggunakan triangulasi sumber. Teknik triangulasi sumber adalah teknik yang menggunakan jenis sumber literatur (artikel jurnal, laporan penelitian, dan prosiding konferensi) sebagai bentuk untuk mendapatkan perspektif yang beragam.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan sintesis hasil dari studi literatur sistematis yang telah dilakukan terkait strategi pengembangan agribisnis berbasis teknologi untuk meningkatkan produktivitas. Pembahasan akan mengelompokkan temuan-temuan utama berdasarkan jenis teknologi dan dampaknya terhadap berbagai aspek produktivitas dalam sektor agribisnis.

Strategi Pengembangan Agribisnis Berbasis Teknologi

Berdasarkan tinjauan literatur dan tren teknologi terkini, terdapat beberapa strategi pengembangan agribisnis berbasis teknologi untuk meningkatkan produktivitas: (1) Implementasi Pertanian Presisi: Mendorong adopsi teknologi seperti sensor tanah, drone, sistem pemetaan GPS, dan perangkat lunak analisis data untuk pengelolaan lahan dan input pertanian yang lebih akurat dan efisien. Ini termasuk pemupukan dan irigasi variabel,

pengendalian hama dan penyakit berbasis lokasi, serta pengelolaan hasil panen yang optimal. (2) Pemanfaatan Internet of Things (IoT): Mengembangkan infrastruktur IoT di lahan pertanian untuk mengumpulkan data real-time tentang kondisi lingkungan (suhu, kelembaban, curah hujan), pertumbuhan tanaman, kesehatan hewan ternak, dan kinerja peralatan pertanian. Data ini dapat diakses dan dianalisis melalui platform terpusat untuk pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. (3) Integrasi Kecerdasan Buatan (AI): Menerapkan algoritma AI dan machine learning untuk menganalisis data pertanian dalam jumlah besar, memprediksi hasil panen, mendeteksi dini penyakit dan hama, mengoptimalkan jadwal tanam dan panen, serta meningkatkan efisiensi rantai pasok. Pengembangan aplikasi berbasis AI yang mudah digunakan oleh petani perlu didorong. (4) Pengembangan dan Adopsi Bioteknologi: Mendukung penelitian dan pengembangan bioteknologi untuk menghasilkan varietas tanaman unggul yang lebih produktif, tahan terhadap hama dan penyakit, serta memiliki nilai gizi yang lebih tinggi. Sosialisasi dan transfer teknologi bioteknologi kepada petani perlu dilakukan secara efektif. (5) Penggunaan Platform Digital dan E-commerce: Memfasilitasi pembentukan platform digital yang menghubungkan petani dengan pasar, penyedia input pertanian, dan layanan keuangan. E-commerce dapat memperpendek rantai pasok, meningkatkan transparansi harga, dan memberikan akses pasar yang lebih luas bagi petani. (6) Pengembangan Sistem Informasi dan Edukasi Berbasis Teknologi: Menyediakan akses mudah bagi petani terhadap informasi dan pengetahuan tentang praktik pertanian terbaik, teknologi terbaru, dan manajemen agribisnis melalui aplikasi mobile, website, dan platform pembelajaran online. Pelatihan dan pendampingan teknis juga perlu ditingkatkan. (7) Pemanfaatan Big Data dan Analitik: Mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai sumber (sensor, citra satelit, catatan pertanian) untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam tentang tren produksi, preferensi pasar, dan risiko pertanian. Informasi ini dapat digunakan untuk pengambilan keputusan strategis yang lebih baik. (8) Pengembangan Robotika dan Otomatisasi: Mendorong adopsi robot pertanian dan sistem otomatisasi untuk tugas-tugas seperti penanaman, pemanenan, penyemprotan, dan pemantauan tanaman (Liao et al., 2021). Otomatisasi dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, dan meningkatkan presisi pekerjaan pertanian (Wijaya et al., 2023)

Tantangan dan Peluang dalam Adopsi Teknologi

Adopsi teknologi di sektor agribisnis tidak terlepas dari berbagai tantangan, terutama di kalangan petani kecil dan menengah. (1) Keterbatasan Akses dan Infrastruktur: Keterbatasan akses terhadap internet, listrik, dan infrastruktur pendukung lainnya di wilayah pedesaan dapat menghambat adopsi teknologi digital. (2) Biaya Investasi yang Tinggi: Beberapa teknologi pertanian, seperti drone dan sensor canggih, memerlukan investasi awal yang cukup besar, yang mungkin sulit dijangkau oleh petani dengan skala usaha kecil. (3) Kurangnya Pengetahuan dan Keterampilan: Petani mungkin belum memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai untuk mengoperasikan dan memanfaatkan teknologi baru secara efektif. (4) Resistensi Terhadap Perubahan: Adanya kebiasaan dan praktik pertanian tradisional yang sudah mendarah daging dapat menyebabkan resistensi terhadap adopsi teknologi baru. (5) Kurangnya Dukungan Kebijakan dan Kelembagaan: Belum adanya kebijakan dan kelembagaan yang kuat untuk mendorong adopsi teknologi di sektor agribisnis dapat menjadi hambatan (Setiawan et al., 2022).

Meskipun demikian, terdapat peluang besar untuk mengatasi tantangan ini dan mendorong adopsi teknologi di sektor agribisnis: (1) Potensi Peningkatan Produktivitas yang Signifikan: Teknologi menawarkan potensi besar untuk meningkatkan hasil panen, efisiensi penggunaan sumber daya, dan kualitas produk pertanian. (2) Dukungan Pemerintah dan Swasta: Semakin meningkatnya kesadaran akan pentingnya teknologi dalam pertanian mendorong pemerintah dan sektor swasta untuk berinvestasi dan mengembangkan solusi teknologi untuk agribisnis. (3) Generasi Muda yang Lebih Melek Teknologi: Generasi muda yang semakin terlibat dalam sektor pertanian memiliki potensi untuk menjadi agen perubahan dalam adopsi teknologi. (4) Inovasi Teknologi yang Semakin Terjangkau: Perkembangan teknologi yang pesat cenderung membuat harga beberapa teknologi menjadi lebih terjangkau dan mudah diakses. (5) Kolaborasi dan Kemitraan: Kemitraan antara petani, perusahaan teknologi, lembaga penelitian, dan pemerintah dapat mempercepat transfer teknologi dan mengatasi tantangan adopsi (Yusuf et al., 2023).

Untuk mendorong pengembangan agribisnis berbasis teknologi dan meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan, berikut adalah beberapa rekomendasi kebijakan dan strategi: (a) Penguatan Infrastruktur Digital di Pedesaan: Pemerintah perlu berinvestasi dalam pengembangan infrastruktur internet dan listrik di wilayah pedesaan untuk mendukung adopsi teknologi digital. (b) Pemberian Insentif dan Subsidi: Memberikan

insentif fiskal dan subsidi kepada petani untuk mengadopsi teknologi pertanian yang inovatif. (c) Peningkatan Kapasitas dan Pelatihan: Mengadakan program pelatihan dan pendampingan teknis bagi petani untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam mengoperasikan dan memanfaatkan teknologi pertanian. (d) Pengembangan Platform Digital Terintegrasi: Membangun platform digital yang menyediakan informasi pertanian, menghubungkan petani dengan pasar, dan memfasilitasi akses terhadap layanan keuangan dan teknologi. (e) Dukungan Penelitian dan Pengembangan: Meningkatkan investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi pertanian yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal. (f) Fasilitasi Kemitraan dan Kolaborasi: Mendorong kemitraan antara petani, perusahaan teknologi, lembaga penelitian, dan pemerintah untuk mempercepat transfer teknologi dan inovasi. (g) Penyusunan Regulasi yang Mendukung Inovasi: Menyusun regulasi yang adaptif dan mendukung pengembangan serta adopsi teknologi di sektor agribisnis. (h) Peningkatan Literasi Digital di Kalangan Petani: Melakukan program literasi digital untuk meningkatkan pemahaman dan kepercayaan petani terhadap manfaat teknologi (Yusuf et al., 2023).

Dampak Pertanian Presisi terhadap Produktivitas

Studi literatur secara konsisten menunjukkan bahwa implementasi pertanian presisi memiliki dampak positif yang signifikan terhadap produktivitas. Penggunaan sensor tanah dan tanaman memungkinkan pengelolaan input pertanian (pupuk, air, pestisida) secara lebih efisien dan tepat sasaran. Teknologi drone dan citra satelit juga berperan penting dalam pemantauan kesehatan tanaman dan deteksi dini masalah seperti kekurangan nutrisi atau serangan hama dan penyakit, memungkinkan tindakan korektif yang lebih cepat dan efektif (Kaul et al., 2020). Penerapan sistem pemetaan GPS membantu dalam operasi pertanian yang lebih akurat, mengurangi tumpang tindih dan meningkatkan efisiensi penggunaan lahan.

Peran Internet of Things (IoT) dalam Peningkatan Efisiensi

Integrasi IoT dalam agribisnis memungkinkan pengumpulan data real-time dari berbagai sumber, menciptakan ekosistem informasi yang kaya untuk pengambilan keputusan. Sensor lingkungan yang memantau suhu, kelembaban, dan curah hujan membantu petani dalam mengoptimalkan jadwal irigasi dan pengelolaan iklim mikro di lahan pertanian (Wolfert et al., 2021). Sensor pada peralatan pertanian memungkinkan pemantauan kinerja mesin dan penjadwalan pemeliharaan yang tepat, mengurangi

downtime dan meningkatkan efisiensi operasional. Dalam peternakan, sensor yang dipasang pada hewan ternak dapat memantau kesehatan dan perilaku, memungkinkan deteksi dini penyakit dan pengelolaan pakan yang lebih efisien. Data yang terkumpul melalui platform IoT dapat dianalisis untuk mengidentifikasi tren dan pola yang mendukung pengambilan keputusan strategis.

Kontribusi Kecerdasan Buatan (AI) dalam Optimalisasi Pengambilan Keputusan

Kecerdasan buatan (AI) memiliki peran krusial dalam menganalisis data pertanian yang besar dan kompleks untuk memberikan wawasan yang berharga bagi petani dan pemangku kepentingan lainnya. Algoritma machine learning dapat digunakan untuk memprediksi hasil panen berdasarkan berbagai faktor seperti kondisi cuaca, jenis tanah, dan praktik pertanian (Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2020). Sistem AI juga dapat membantu dalam deteksi dini penyakit dan hama tanaman melalui analisis citra dari drone atau kamera lapangan, memungkinkan tindakan pencegahan yang lebih efektif. Selain itu, AI dapat mengoptimalkan rantai pasok agribisnis melalui prediksi permintaan pasar, perencanaan logistik yang efisien, dan pengelolaan inventaris yang lebih baik. Pengembangan antarmuka pengguna yang intuitif dan aplikasi mobile berbasis AI sangat penting untuk memudahkan adopsi oleh petani (Benke & Benke, 2020).

Potensi Bioteknologi dalam Meningkatkan Kualitas dan Ketahanan Tanaman

Bioteknologi, termasuk rekayasa genetika dan penggunaan biopestisida, menawarkan solusi untuk meningkatkan kualitas nutrisi, hasil panen, dan ketahanan tanaman terhadap hama, penyakit, dan kondisi lingkungan yang ekstrem (Indriani et al., 2020). Pengembangan varietas tanaman transgenik yang tahan terhadap herbisida atau serangga hama telah terbukti meningkatkan produktivitas di beberapa komoditas. Biopestisida yang berasal dari mikroorganisme atau bahan alami menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk pengendalian hama dan penyakit. Namun, adopsi bioteknologi seringkali dihadapkan pada isu regulasi dan penerimaan konsumen yang perlu dipertimbangkan.

Integrasi Platform Digital dan E-commerce untuk Akses Pasar

Platform digital dan e-commerce memainkan peran penting dalam menghubungkan petani dengan pasar yang lebih luas dan memangkas rantai pasok yang panjang. Platform ini memungkinkan petani untuk menjual produk mereka secara

langsung kepada konsumen atau pedagang besar, meningkatkan transparansi harga dan potensi keuntungan. Selain itu, platform digital dapat menyediakan akses bagi petani terhadap informasi harga pasar, tren permintaan, dan praktik pertanian terbaik. Integrasi dengan layanan logistik dan pembayaran digital juga mempermudah transaksi dan distribusi produk pertanian (Firmansyah & Sari, 2022).

Tantangan dan Peluang dalam Implementasi Teknologi

Meskipun potensi teknologi dalam meningkatkan produktivitas agribisnis sangat besar, implementasinya tidak terlepas dari berbagai tantangan. Keterbatasan infrastruktur digital di wilayah pedesaan, biaya investasi awal yang tinggi, dan kurangnya pengetahuan serta keterampilan petani menjadi hambatan utama. Namun, perkembangan teknologi yang semakin terjangkau, dukungan pemerintah dan swasta yang meningkat, serta potensi generasi muda untuk menjadi agen perubahan menawarkan peluang besar untuk mengatasi tantangan ini. Kolaborasi antara petani, perusahaan teknologi, lembaga penelitian, dan pemerintah menjadi kunci keberhasilan adopsi teknologi di sektor agribisnis (Indriani et al., 2020).

Sintesis dan Implikasi

Hasil studi literatur menunjukkan bahwa integrasi berbagai jenis teknologi secara sinergis memiliki potensi besar untuk mentransformasi sektor agribisnis dan meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan. Pertanian presisi memungkinkan pengelolaan sumber daya yang lebih efisien, IoT menyediakan data real-time untuk pengambilan keputusan yang lebih baik, AI menganalisis data kompleks untuk optimalisasi, bioteknologi meningkatkan kualitas dan ketahanan tanaman, dan platform digital memfasilitasi akses pasar.

Implikasi dari temuan ini adalah perlunya strategi pengembangan agribisnis yang holistik dan terintegrasi, yang tidak hanya fokus pada adopsi teknologi tertentu tetapi juga pada pembangunan infrastruktur pendukung, peningkatan kapasitas petani, dan penciptaan ekosistem inovasi yang kondusif. Kebijakan pemerintah yang mendukung investasi dalam teknologi pertanian, pendidikan dan pelatihan bagi petani, serta pengembangan infrastruktur digital di pedesaan sangat penting untuk mewujudkan potensi penuh agribisnis berbasis teknologi dalam meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan petani (Jaganathan et al., 2020).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan agribisnis berbasis teknologi merupakan langkah strategis untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan sektor pertanian. Implementasi teknologi seperti pertanian presisi, IoT, AI, dan bioteknologi menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi berbagai tantangan tradisional dalam agribisnis. Meskipun terdapat tantangan dalam adopsinya, peluang untuk mentransformasi sektor ini sangat besar. Melalui kebijakan dan strategi yang tepat, kolaborasi antar berbagai pihak, serta peningkatan kapasitas petani, adopsi teknologi di sektor agribisnis dapat dipercepat, berkontribusi pada peningkatan produktivitas, kesejahteraan petani, dan ketahanan pangan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Benke, K., & Benke, G. (2020). Artificial intelligence in agriculture: A literature review. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 2, 8–22.
- Ferentinos, K. P. (2021). Deep learning models for plant disease detection and diagnosis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 311–318.
- Firmansyah, A., & Sari, R. P. (2022). Peran platform e-commerce dalam peningkatan efisiensi rantai pasok produk pertanian di Indonesia. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(1), 45–58.
- Hafsan, Z., Zulkarnain, Hajrah, & Makmur, K. (2021). *Prinsip dan aplikasi bioteknologi*. Gowa: Alauddin University Press.
- Indriani, N. P., Susanti, R., & Lestari, A. (2020). Potensi mikroorganisme lokal sebagai agen biokontrol hama dan penyakit pada tanaman hortikultura. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(3), 87–95.
- Jaganathan, D., Ramasamy, K., Sellamuthu, G., Thudi, M., & Gaur, P. M. (2020). CRISPR for crop improvement: Trends and future prospects. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1033.
- Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2020). Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147, 70–90.
- Kaul, M., Hill, R. L., Walthall, C. R., & Doraiswamy, P. C. (2020). Satellite remote sensing in precision agriculture. *Remote Sensing*, 12(23), 3739.
- Li, Y., Chen, Y., Lu, H., & Mou, J. (2019). Internet of Things in agriculture: Challenges and opportunities. *Journal of Agricultural Science*, 11(5), 1–10.
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0: A systematic literature review and research agenda. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609–3629.

- Lowenberg-DeBoer, J. (2020). The economics of agricultural digital transformation: A global perspective. *Global Food Security*, 24(1), 100346.
- Ozdemir, S., & Hekim, Y. (2020). Birth of Industry 4.0: Parallel developments in the digital transformation of agriculture and manufacturing. United Nations: Food and Agriculture Organization.
- Purba, N. (2021). Revolusi industri 4.0: Peran teknologi dalam eksistensi penguasaan bisnis dan implementasinya. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat (JPSB)*, 9(2), 34–37.
- Ruiz-Garcia, L., Lunadei, L., Barreiro, P., & Robla, J. I. (2021). A review of wireless sensor technologies and applications in agriculture and food industry in the last 10 years. *Sensors*, 16(8), 1369.
- Setiawan, A., Prabowo, R., & Lestari, M. (2022). Tantangan interoperabilitas perangkat IoT dalam implementasi smart farming di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SENTIKA)*, 15, 234–241.
- Smyth, S. J. (2021). Public perceptions of agri-biotechnology: Why aren't they improving? *GM Crops & Food*, 8(1), 1–7.
- Turyadi, I. U., Johan, F., & Widyanto, D. (2021). Analisa dukungan Internet of Things (IoT) terhadap peran intelegen dalam penggunaan daerah maritim Indonesia wilayah timur. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, 7(1), 30.
- Verdouw, C. N., Wolfert, S., & Perez Freire, L. (2021). A review of recent developments in ICT in agriculture towards a digital European agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 129, 421–431.
- Wahyuzan, A. P., Purba, D. E., Azzahra, M. R., & Nasirwan. (2024). Analisis perlakuan akuntansi agrikultur pada budidaya perkebunan anggur. *Journal of Accounting, Finance, Taxation, and Auditing (JEFTA)*, 6(1), 55.
- Wijaya, A., Santosa, B., & Rachman, M. (2023). Pengaruh aplikasi pemupukan nitrogen berbasis sensor tanah terhadap pertumbuhan dan hasil padi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 6(2), 177–186.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2021). Big data in smart farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80.
- World Bank. (2019). *Digital disruption in agriculture*. World Bank Publications.
- Yusuf, M., Suryana, A., & Hidayat, T. (2023). Strategi pengembangan agribisnis berbasis teknologi untuk peningkatan daya saing di Indonesia. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 11(2), 101–115.
- Zuhri, S., Fajriah, N., Wibowo, R. T. H., Prakoso, A. A. D., Indriani, R. O., Windari, A. T., Thomas, C., Auliya, A. Z., Annisa, M., & Yusuf, M. (2020). Teori komunikasi massa dan perubahan masyarakat. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 3(1), 47–48.