

Pemanfaatan AI untuk Prediksi Tren Permintaan Produk Pertanian: Analisis Literatur Kualitatif

Nina Cahyati, Siti Dea Nurhalijah, Arin Romadhona, Mutiara Sri Rahayu, Nurapni Maulani,
Yeni Budiawati

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email :ninacahyati02@gmail.com

Abstrak: Pertanian menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim, fluktuasi pasar, dan keterbatasan sumber daya. Untuk mengatasi hal tersebut, pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (AI) menjadi solusi potensial dalam memprediksi tren permintaan produk pertanian. Penelitian ini menggunakan pendekatan meta-sintesis dengan metode agregasi untuk merangkum 14 studi ilmiah relevan yang membahas penggunaan AI dalam sektor pertanian, khususnya pada aspek demand forecasting dan market intelligence. Hasil studi menunjukkan bahwa AI dapat meningkatkan akurasi prediksi permintaan melalui algoritma seperti Prophet, regresi linear, SVM, hingga LSTM. Adopsi AI di sektor ini masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan data, infrastruktur digital, dan literasi teknologi petani. Oleh karena itu, strategi peningkatan adopsi meliputi pelatihan petani, pengembangan aplikasi mobile berbasis lokal, transparansi model AI, serta dukungan kebijakan dan finansial. Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan AI yang adaptif, inklusif, dan berkelanjutan sangat penting untuk mewujudkan sistem pertanian yang tangguh di masa depan.

Kata Kunci : kecerdasan buatan, prediksi permintaan, pertanian digital, market intelligence, smart farming

Abstract: Agriculture faces global challenges such as climate change, market fluctuations, and resource constraints. To overcome this, the use of artificial intelligence (AI) technology is a potential solution in predicting demand trends for agricultural products. This study uses a meta-synthesis approach with an aggregation method to summarize 14 relevant scientific studies that discuss the use of AI in the agricultural sector, especially in the aspects of demand forecasting and market intelligence. The results of the study show that AI can improve the accuracy of demand predictions through algorithms such as Prophet, linear regression, SVM, and LSTM. The adoption of AI in this sector still faces challenges such as limited data, digital infrastructure, and farmer technology literacy. Therefore, strategies to increase adoption include farmer training, development of locally-based mobile applications, transparency of AI models, and policy and financial support. This study emphasizes that the application of adaptive, inclusive, and sustainable AI is essential to realizing a resilient agricultural system in the future.

Keywords: artificial intelligence, demand prediction, digital agriculture, market intelligence, smart farming

Latar Belakang

Pertanian adalah salah satu industri tertua dan terpenting di dunia. Populasi dunia tumbuh dengan cepat, meningkatkan permintaan akan makanan dan pekerjaan. Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang dapat membantu pembangunan ekonomi suatu negara. Karna peran sektor pertanian terhadap perekonomian negara sangatlah besar, hal ini dikarenakan sektor perekonomian menjadi salah satu pendukung penting pembangunan perekonomian di negara berkembang (Hidayah & Susanti, 2022). Sektor yang mampu bertahan dalam menghadapi berbagai jenis guncangan ekonomi adalah sektor pertanian (Dumasari, 2020).

Namun tidak bisa dipungkiri bahwa sektor pertanian juga seringkali menghadapi berbagai tantangan, termasuk perubahan iklim, kelangkaan air, degradasi lingkungan, dan ketergantungan pada sumber energi konvensional. Produksi pangan global sensitif terhadap kondisi cuaca, ketegangan geopolitik, dan kebijakan, yang dapat mengganggu keseimbangan antara penawaran dan permintaan serta berdampak pada ketahanan pangan global (FAO, 2024). Contohnya gandum, FAO mengungkapkan bahwa pemanfaatan gandum global diantisipasi akan melebihi produksi, stok global diperkirakan akan sedikit menurun, meskipun tetap di atas rata-rata. Artinya konsumsi global (utilization) gandum diperkirakan akan melebihi produksinya, yang berarti permintaan terhadap gandum secara umum tetap tinggi. Kondisi ini menyebabkan stok global sedikit menurun, meskipun masih berada di atas rata-rata. Penurunan

stok ini menunjukkan bahwa pasar sedang menyerap cadangan yang ada untuk memenuhi kebutuhan.

Berdasarkan perkiraan saat ini untuk produksi sereal global pada tahun 2024 dan pemanfaatan pada tahun 2024/25, stok sereal global dapat naik 0,6 persen di atas tingkat pembukaannya menjadi 889 juta ton. Persediaan beras global diperkirakan akan meningkat paling banyak, diikuti oleh stok biji-bijian kasar, sementara stok gandum diperkirakan akan turun di bawah tingkat pembukaannya. Akibatnya, rasio stok terhadap penggunaan sereal dunia kemungkinan akan sedikit menurun, dari 30,9 persen pada 2023/24 menjadi 30,6 persen pada 2024/25, tetapi mendekati tingkat rata-rata lima dan sepuluh tahun. Perdagangan sereal dunia pada 2024/25 diprediksi akan berkontraksi sebesar 3,9 persen dari 2023/24, turun menjadi 485 juta ton. Penurunan berasal dari kontraksi yang diantisipasi dalam perdagangan gandum dan biji-bijian kasar, sementara, sebaliknya, perdagangan beras global diperkirakan akan meningkat (FAO, 2024).

Banyak petani dan pemangku kepentingan di bidang pertanian kesulitan untuk memprediksi kebutuhan pasar dan memprediksi kapan terjadi risiko kelebihan atau kekurangan pasokan yang sangat tinggi. Untuk itu diperlukan metode perkiraan yang akurat yang dapat beradaptasi dengan perubahan pola permintaan. Dengan pengembangan teknologi digital dan banyaknya data pasar, cuaca dan perilaku konsumen, pendekatan berbasis AI menggambarkan potensi besar menangani tantangan ini. Contoh penerapannya adalah sistem yang dikembangkan oleh perusahaan seperti John Deere, yang menggunakan AI untuk membantu petani membuat keputusan yang lebih baik mengenai waktu tanam dan panen (John Deere, 2023). Contoh lainnya yaitu penggunaan machine learning untuk memprediksi jumlah penjualan, stok dan jumlah tanam hasil pertanian hidroponik yang dilakukan oleh “Hidroponik Tilung Farm” (Sesilia et al., 2024).

Untuk itu penelitian ini secara khusus mengkaji dengan rinci bagaimana teknologi kecerdasan buatan (“*artificial intelligence*” atau AI) dapat dimanfaatkan dalam memprediksi tren permintaan produk pertanian, dan untuk membantu sistem pertanian yang mudah beradaptasi, efektif, dan berkelanjutan, penelitian ini juga berupaya mengidentifikasi peluang, tantangan, dan praktik terbaik dalam penggunaan AI.

LANDASAN TEORI

Pertanian Digital Dan Smart Farming

Smart Farming, yang juga dikenal sebagai pertanian digital, adalah solusi inovatif di bidang pertanian yang menggunakan jaringan berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan dan pengelolaan zona pertanian secara otomatis (Arta, 2023). Pertanian presisi dan pertanian 4.0 mencakup berbagai aspek pertanian digital, seperti pemantauan, kontrol, prediksi, dan logistik. Digitalisasi pertanian dianggap sebagai revolusi pertanian keempat, yang dimanifestasikan melalui berbagai teknologi digital dan aplikasi data. Para ahli dan pembuat kebijakan percaya bahwa teknologi pertanian cerdas dapat secara signifikan meningkatkan kinerja ekonomi pertanian dan berkontribusi terhadap keberlanjutan dengan meningkatkan ketepatan input sumber daya sesuai dengan kebutuhan spesifik lokasi dan mengintegrasikan faktor-faktor ini dengan sistem manajemen. Smart farming berpotensi besar untuk meningkatkan pendapatan para petani dan berkontribusi terhadap keberlanjutan pertanian. *Smart farming* dapat meningkatkan ketepatan dalam pemberian input tanaman dan lahan pertanian (Knierim et al. 2019). Di tengah arus informasi dan teknologi (seperti penggunaan ponsel dan internet), beberapa negara berkembang telah mengadopsi metode pertanian cerdas, yang mengindikasikan bahwa teknologi ini tidak hanya berkembang di negara maju (Rachmawati, 2021). Contohnya adalah negara Kenya. Kenya telah menerapkan teknologi smart farming berbasis Artificial Intelligence (AI) dan big data untuk monitoring dan rekomendasi pengendalian hama dan penyakit pada tanaman. Dengan meluncurkan aplikasi

Plant Village Nuru Dapat membantu meningkatkan produktivitas pertanian, selain itu terdapat aplikasi AgriLife membantu meningkatkan akses ke informasi pasar dengan melibatkan petani, pemasok, pembeli, dan lembaga keuangan (Protopop and Shanoyan 2016).

Pertanian cerdas menghadirkan pilihan yang menarik bagi para petani di sektor pertanian, memberikan banyak keuntungan termasuk peningkatan produktivitas pertanian dan efisiensi yang lebih besar dalam biaya operasional. Zhang et al (2019) mencatat bahwa teknologi pertanian cerdas seperti sensor tanah dan sistem irigasi otomatis dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan energi, yang sangat penting untuk pertanian berkelanjutan. Menurut Sarker dkk (2019), adopsi teknologi digital di bidang pertanian meningkatkan produktivitas dengan mengoptimalkan pengelolaan sumber daya dan menurunkan biaya operasional, yang semuanya dimungkinkan melalui pengambilan keputusan berbasis data yang lebih terinformasi dan efektif. Elemen penting dari pertanian cerdas adalah *Internet of Things* (IoT), yang melibatkan penyebaran sensor di lapangan untuk mengumpulkan data tentang tanah, cuaca, dan kondisi tanaman. Menerapkan sistem cerdas berbasis AI di bidang pertanian akan menghasilkan inovasi digital yang signifikan dan menawarkan banyak manfaat, termasuk peningkatan efisiensi, meminimalkan dampak lingkungan, dan mengurangi cedera akibat kerja. Sistem cerdas di bidang pertanian digunakan di berbagai aspek, termasuk pembibitan dan penanaman, panen dan pascapanen, penyemprotan, dan manajemen ternak (Colantoni et al., 2018).

Machine learning dapat berperan dalam mengungkap wawasan dan membuat keputusan. Di saat yang sama, penggunaan sensor IoT di lahan pertanian akan memfasilitasi upaya pengumpulan data dan meningkatkan ketepatan data. Jenis prakiraan ini akan memberitahu petani tentang tanaman yang optimal untuk ditanam dan lokasi serta waktu yang ideal untuk memaksimalkan hasil panen (Budiharto W, 2019). Teknologi *Smart Farming* siap untuk mengubah pertanian kontemporer. Penggabungan teknologi mutakhir dapat meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan pertanian (Asnamawati, 2020).

Peramalan Permintaan Produk Pertanian

Peramalan adalah seni dan ilmu memprediksi apa yang akan terjadi di masa depan. Menurut Heizer dan Render (2009), peramalan adalah bagian penting dari setiap bisnis dan proses pengambilan keputusan manajemen, dan merupakan dasar untuk perencanaan jangka panjang perusahaan. Peramalan dilakukan dengan melihat data masa lalu dan memperkirakan nilai sebuah variabel atau kumpulan variabel di masa depan. Peramalan adalah proses untuk memperkirakan kebutuhan masa depan untuk barang dan jasa, termasuk kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang diperlukan untuk memenuhi permintaan (Nasution dan Prasetyawan, 2008:29). Yudaruddin (2019:13-14), tujuan dari peramalan adalah untuk memberikan informasi kepada para pengambil keputusan.

Metode peramalan pertanian harus dapat menangkap pola musiman dan trend jangka panjang karena produk pertanian memiliki karakteristik yang unik, seperti kemampuan mereka untuk rusak dengan cepat dan kebutuhan mereka terhadap musim. Menurut Herjanto (2008:78), peramalan dapat dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan jangka waktunya. Peramalan jangka pendek berlangsung kurang dari tiga bulan dan biasanya digunakan untuk hal-hal seperti membeli bahan baku, menjadwalkan pekerjaan, dan merekrut karyawan. Peramalan jangka menengah berlangsung tiga hingga delapan belas bulan dan biasanya digunakan untuk perencanaan penjualan, produksi, dan kebutuhan tenaga kerja sementara. Peramalan jangka panjang berlangsung lebih dari delapan belas bulan dan digunakan dalam proses pengambilan keputusan strategis seperti investasi, pembangunan infrastruktur, dan kegiatan penelitian dan pengembangan.

Menurut perspektif ekonomi, permintaan dapat digambarkan dalam dua cara berbeda, yang pertama adalah keinginan untuk mendapatkan barang atau jasa yang diinginkan masyarakat, yang kedua adalah upaya untuk memenuhi keinginan tersebut, yang diikuti dengan

daya beli. Secara keseluruhan, permintaan adalah keinginan yang disertai dengan kesediaan dan kemampuan untuk membeli barang atau jasa tersebut (Rosyidi, 2012:291). Permintaan konsumen terhadap barang dan jasa didasarkan pada kebutuhannya. Permintaan adalah sejumlah kualitas barang dan jasa yang dibutuhkan oleh konsumen bersama dengan kesediaan dan kemampuan mereka untuk membeli barang dan jasa tersebut pada tingkat harga, waktu, dan lokasi tertentu (Yustika, 2023).

Menurut beberapa definisi di atas, peramalan permintaan bertujuan untuk memprediksi permintaan pelanggan terhadap barang yang diproduksi oleh perusahaan. Peramalan permintaan adalah prediksi tingkat permintaan untuk satu atau lebih produk dalam beberapa waktu mendatang (Kusuma, 1999). Dalam sistem agribisnis, peramalan permintaan adalah proses penting, terutama dalam menentukan jumlah produksi dan distribusi produk pertanian yang efektif. Peramalan permintaan digunakan dalam pertanian untuk mengantisipasi perubahan pasar yang disebabkan oleh musim, iklim, dan tren konsumsi masyarakat.

Intelijen Pasar Pertanian

Intelijen pasar di bidang pertanian merupakan proses yang penuh perhatian dan tekad dalam mengambil data pertanian, mengekstraksi wawasan, dan memberikannya kepada petani, departemen pertanian, dan fungsionaris pasar untuk pengambilan keputusan (Mukherjee & Modak, 2024). Sistem ini berfungsi sebagai prediksi informasi berharga sebagai tanggapan terhadap skenario pasar dan memainkan peran utama dalam semua aspek untuk mempertahankan usaha yang sehat dan berkelanjutan.

Shinde (2018) mengidentifikasi beberapa tujuan utama intelijen pasar pertanian, yaitu: memberikan perkiraan harga sebelum tanam dan selama panen berbagai tanaman, menyediakan informasi intelijen komoditas untuk semua pemangku kepentingan, memberikan informasi tentang pasar dengan harga tinggi kepada produsen, meningkatkan penyebaran informasi pemasaran, meningkatkan kapasitas penyerapan dan penggunaan intelijen pasar oleh semua pemangku kepentingan, pengembangan prospek pasar komoditas untuk komoditas pertanian, dan menyediakan laporan riset pasar komoditas.

Dengan transformasi pertanian dari sistem produksi subsisten ke sistem produksi komersial, petani membutuhkan lebih banyak orientasi pasar untuk berhasil dalam bisnis karena produksi komersial pada dasarnya berorientasi pada pasar (Shinde, 2018). Intelijen pasar membantu petani untuk mengambil keputusan kritis seperti apa yang harus ditanam, kapan harus panen, dimana memasarkan hasil panen, dan apakah akan menyimpannya atau tidak. Anggrasari et al. (2021) Berpendapat bahwa intelijen pasar sangat penting untuk keunggulan bersaing, survive dan mempertahankan daya saing diantara pesaing lama maupun pesaing baru dalam segmen pasar yang sama serta dapat memberikan kebutuhan informasi pengembangan komoditas.

Yadav dan Meena (2020) mengidentifikasi empat komponen utama intelijen pasar pertanian: harga sebagai informasi volatilitas harga dan penawaran, produk yang memberikan informasi standar dan kualitas, tempat sebagai lokasi pertukaran dan transaksi, serta periode yang berkaitan dengan waktu yang tepat untuk menjual. Tantangan utama implementasi intelijen pasar pertanian menurut Shinde (2018) meliputi penyebaran informasi yang sangat besar, kesenjangan komunikasi antara peneliti dan petani, serta karakteristik barang pertanian yang mudah rusak dengan pasokan tidak teratur. Tantangan lainnya adalah produksi yang tersebar dari petani berlahan kecil dan adanya pasar-pasar besar yang tidak terorganisir.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu penelitian kualitatif yang menggunakan metode meta sintesis. Secara definisi, meta-sintesis adalah teknik melakukan integrasi data untuk mendapatkan teori maupun konsep baru atau tingkatan pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh (Pens

& Hammond, 2002). Dalam melakukan meta-sintesis terdapat 2 pendekatan, yakni meta-agregasi (meta-aggregation) dan meta-etnografi (meta-ethnography) (Lewin, 2008). Pada meta-agregasi, sintesis bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian (*review question*) dengan cara merangkum berbagai hasil penelitian (*summarizing*). Sementara, meta-etnografi, sintesis bertujuan untuk mengembangkan teori baru (*new theory*) dalam rangka melengkapi teori yang sudah ada.

Untuk pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan meta agregasi yang bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian dengan cara merangkum berbagai hasil penelitian. Sintesis agregat memungkinkan kompilasi atau integrasi data asli dari berbagai studi, tanpa harus melakukan penafsiran ulang terhadap hasil yang telah diinterpretasikan oleh peneliti sebelumnya (Drisko, 2020).

Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini yaitu hasil-hasil penelitian kualitatif maupun kuantitatif yang masih relevan mengenai penelitian “Pemanfaatan AI untuk Prediksi Tren Permintaan Produk Pertanian”. Jurnal yang relevan tersebut dapat diakses melalui Google scholar, Repository Universitas contohnya seperti *Universitas AKPRIND Yogyakarta*, *Universitas Palangkaraya*, *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*. dan jurnal online seperti “*Jurnal Konstelasi*, *Journal of Agriculture and Food Research*” yang bersifat *open source* dengan menggunakan kata kunci : “*Market Intelligence*”, “*Demand Forecasting*”, “*Pemanfaatan AI*”, “dan “*Internet Of Things*”.

Teknik Pengambilan Data

Teknik Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui studi dokumentasi, yaitu dengan menelaah data sekunder dari berbagai literatur ilmiah yang relevan. Peneliti mengumpulkan data dari artikel jurnal, prosiding, dan dokumen ilmiah terpercaya yang membahas pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) untuk memprediksi tren permintaan produk pertanian, terutama dalam konteks market intelligence dan demand forecasting.

Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis menggunakan kombinasi kata kunci seperti “*Pemanfaatan AI*”, “*Demand Forecasting*”, “*Internet of Things*”, dan “*Market Intelligence*”. Sumber pencarian meliputi berbagai database akademik seperti Google Scholar, Sinta, ResearchGate, serta repository universitas seperti milik Universitas AKPRIND Yogyakarta, Universitas Palangkaraya, dan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Selain itu, jurnal open source seperti Jurnal Konstelasi dan Journal of Agriculture and Food Research juga digunakan sebagai sumber data.

Dari hasil penelusuran awal, ditemukan sebanyak 30 artikel ilmiah yang berkaitan dengan topik penelitian. Selanjutnya, dilakukan seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Setelah proses penyaringan, hanya 14 artikel yang dinyatakan memenuhi syarat dan digunakan sebagai bahan analisis utama dalam penelitian ini.

Peneliti menetapkan kriteria inklusi sebagai berikut:

1. Artikel membahas secara langsung tentang pemanfaatan AI dalam sektor pertanian, khususnya dalam aspek prediksi permintaan (demand forecasting) dan kecerdasan pasar (market intelligence).
2. Artikel ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris.
3. Artikel dipublikasikan dalam rentang waktu 2019 hingga 2025.
4. Artikel tersedia dalam bentuk full-text.
5. Artikel berasal dari jurnal ilmiah yang telah melalui proses peer-review atau prosiding ilmiah yang kredibel.

Adapun kriteria eksklusi yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Artikel yang tidak secara eksplisit membahas topik peramalan permintaan atau market intelligence di bidang pertanian.
2. Artikel yang hanya tersedia dalam bentuk abstrak tanpa akses ke teks lengkap.
3. Artikel non-ilmiah seperti opini, editorial, atau artikel populer.
4. Artikel yang tidak memiliki kejelasan dalam metodologi atau tidak sesuai dengan fokus penelitian ini.

Setelah proses seleksi, artikel yang terpilih dievaluasi berdasarkan kualitas metodologinya serta kontribusinya terhadap topik yang diteliti. Data dari setiap artikel kemudian diklasifikasikan berdasarkan tema utama, seperti pendekatan teknologi yang digunakan, hasil prediksi permintaan, serta dampaknya terhadap proses pengambilan keputusan di sektor pertanian.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam studi meta-sintesis ini dimulai dengan penentuan fokus utama, yaitu menganalisis bagaimana kecerdasan buatan dimanfaatkan dalam memprediksi tren permintaan produk pertanian melalui pendekatan literatur kualitatif. Setelah tujuan dan pertanyaan penelitian ditetapkan, penelusuran literatur dilakukan secara sistematis dengan menggunakan kata kunci dan filter yang relevan.

Selanjutnya, penelitian yang ditemukan dipilih berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan hubungannya dengan intelijen pasar dan peramalan permintaan bidang sektor pertanian. Kualitas artikel yang dipilih kemudian dievaluasi, dan data dari setiap studi diambil. Selanjutnya, proses sintesis tematik dilakukan untuk menemukan pola, perbedaan, dan kontribusi utama dari masing-masing studi. Hasil akhir dari penelitian adalah menyusun laporan yang menggabungkan hasil, melakukan analisis kritis, dan menyarankan penelitian dan pengembangan tambahan tentang bagaimana menggunakan AI dalam bidang pertanian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan AI dalam Prediksi Permintaan Pertanian

Penerapan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam sektor pertanian Indonesia menunjukkan potensi yang sangat signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi. Berdasarkan hasil artikel yang dianalisis, dapat disimpulkan bahwa AI memiliki peran utama dalam memprediksi tren permintaan produk pertanian, yang menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan produksi, distribusi, dan manajemen inventori. Studi oleh Basuki Heri Winarno et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan model Prophet, salah satu algoritma *machine learning* berbasis *time series*, mampu memberikan prediksi permintaan dengan tingkat akurasi yang tinggi, yaitu nilai MAPE (ukuran keakuratan prediksi suatu metode peramalan dalam statistik) sebesar 3,21%. Model ini tidak hanya menangkap pola musiman dan trend jangka panjang, tetapi juga sensitif terhadap peristiwa khusus seperti hari libur keagamaan yang berdampak terhadap permintaan produk.

Hal senada juga ditemukan pada penelitian Frira Sesilia et al. (2024), yang memanfaatkan algoritma regresi linear dan *Support Vector Machine* (SVM) untuk memprediksi stok dan jumlah tanam pada sistem pertanian hidroponik. Hasil penelitian tersebut mengonfirmasi bahwa regresi linear lebih unggul dalam memprediksi dengan nilai MSE dan MAE yang lebih rendah dibanding SVM. Prediksi berbasis AI ini tidak hanya membantu petani menentukan jumlah tanam optimal, tetapi juga mendukung stabilitas pasokan dan pengelolaan keuangan usaha. Sementara itu, pada sektor perkebunan kelapa sawit, teknologi neural network diterapkan untuk mengembangkan sistem pertanian presisi generasi baru yang mampu melakukan klasifikasi, estimasi, dan prediksi berbasis big data secara otomatis, mendukung efisiensi penggunaan lahan, pupuk, dan air (Syarovy et al., 2023). Selain itu, studi lain oleh Elufioye et al. (2024) juga menyoroti penggunaan berbagai pendekatan prediktif berbasis AI

dalam rantai pasok pertanian. Berbagai metode seperti Long Short-Term Memory (LSTM), Random Forest, hingga time-series regression digunakan untuk memprediksi fluktuasi permintaan produk berdasarkan data pasar, musim, hingga perilaku konsumen.

Strategi untuk Meningkatkan Adopsi AI di Sektor Pertanian Khususnya dalam Memprediksi Tren Permintaan Produk Pertanian

Proses adopsi suatu teknologi membutuhkan komunikasi personal antar-individu serta komunikasi dalam kelompok kecil (kelompok tani) pada kegiatan penyuluhan pertanian. Strategi khusus yang dapat dilakukan untuk meningkatkan adopsi ai di sektor pertanian yaitu strategi dengan membentuk pola pikir petani tentang pentingnya penggunaan kecerdasan buatan (AI) dan digitalisasi teknologi (Rachmawati, 2021).

Menurut Mark Ryan et al. (2023) menekankan bahwa adopsi AI yang sukses membutuhkan kerja sama antara teknolog, petani, pembuat kebijakan, dan ilmuwan sosial. Pendekatan lintas disiplin ini memungkinkan pengembangan sistem AI yang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga etis, dapat diterima secara sosial, dan relevan secara ekonomi. Interaksi ini juga memperkuat kepercayaan petani terhadap teknologi baru, terutama dalam penggunaannya untuk prediksi pasar dan permintaan produk. Menurut Ahmad et al. (2024), kesenjangan digital di negara berkembang menjadi penghambat utama adopsi AI. Salah satu strategi efektif adalah mengembangkan aplikasi prediktif berbasis mobile yang ringan, mudah digunakan, dan berbahasa lokal. Ini memungkinkan petani mengakses sistem prediksi permintaan pasar berbasis AI meskipun dengan keterbatasan infrastruktur dan literasi digital. Studi oleh Georgopoulos et al. (2023) menunjukkan bahwa tingkat literasi teknologi merupakan salah satu faktor penentu adopsi AI. Oleh karena itu, strategi yang penting adalah memberikan pelatihan terstruktur kepada petani tentang cara menggunakan sistem prediksi permintaan berbasis AI. Pelatihan ini sebaiknya dilakukan melalui lembaga pertanian lokal, koperasi, atau penyuluh digital di lapangan.

Georgopoulos et al. (2023) juga mengidentifikasi biaya awal yang tinggi sebagai penghalang utama bagi petani kecil untuk mengadopsi teknologi AI. Oleh karena itu, strategi lainnya adalah menyediakan dukungan finansial, seperti subsidi, kredit mikro, atau model pembiayaan berbasis hasil, untuk mengurangi risiko dan beban biaya implementasi teknologi AI di pertanian. Elufioye et al. (2024) menyoroti bahwa akurasi prediksi permintaan sangat bergantung pada ketersediaan dan kualitas data. Maka, strategi yang direkomendasikan adalah:

1. Membangun infrastruktur sistem informasi pertanian nasional,
2. Mendorong integrasi data pasar, iklim, dan penjualan ke dalam sistem prediktif berbasis AI,
3. Menyediakan platform data terbuka (open-data) bagi pengembang dan pengguna sistem AI.

Gardezi et al. (2023) juga menyoroti bahwa rendahnya kepercayaan petani terhadap AI disebabkan oleh sifat “black box” dari sebagian besar model. Oleh karena itu, strategi penting lainnya adalah mengembangkan dan menerapkan model AI yang transparan, dapat dijelaskan, dan dapat dipahami oleh pengguna akhir. Hal ini akan meningkatkan adopsi karena petani bisa melihat bagaimana prediksi dihasilkan dan mengapa keputusan tertentu direkomendasikan oleh sistem.

Tantangan dan Keterbatasan serta Solusi dalam Implementasi AI di Bidang Pertanian khususnya dalam memprediksi tren permintaan produk pertanian

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam sektor pertanian, khususnya dalam konteks prediksi permintaan produk, menghadapi sejumlah tantangan yang signifikan. Salah satu hambatan utama adalah ketersediaan dan kualitas data yang rendah, terutama di daerah pertanian skala kecil di negara berkembang. Tanpa data yang konsisten dan berkualitas tinggi, efektivitas model prediksi menjadi sangat terbatas (Dhal & Kar, 2024). Selain itu, model-model prediksi berbasis AI seringkali bersifat lokal atau spesifik wilayah, sehingga tidak dapat dengan

mudah digeneralisasi ke wilayah lain yang memiliki kondisi lingkungan dan sosial ekonomi yang berbeda.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Gikunda, 2024), diidentifikasi bahwa tantangan utama penerapan AI dalam sektor pertanian Afrika, yang juga relevan dengan kondisi negara berkembang lainnya, mencakup kesenjangan infrastruktur, keterbatasan data, dan rendahnya literasi teknologi di tingkat petani. Keterbatasan akses terhadap teknologi canggih dan infrastruktur digital di daerah pedesaan memperparah kesenjangan digital yang sudah ada. Selain itu, kelangkaan data yang andal dan berkualitas tinggi, serta isu privasi dan keamanan data, menjadi hambatan besar bagi performa model AI. Kondisi ini semakin diperumit oleh dominasi petani kecil yang umumnya tidak memiliki sumber daya maupun keahlian teknis yang memadai. Untuk mengatasi hambatan tersebut, diperlukan strategi pengembangan kapasitas dan pendidikan yang kontekstual agar pemanfaatan teknologi AI dapat berjalan efektif, inklusif, dan berkelanjutan di sektor pertanian.

Hasil penelitian oleh (Chen et al., 2023) yang mengidentifikasi lima tantangan utama dalam penerapan AI pada sistem agrifood. Pertama, karakteristik pertanian yang dipengaruhi oleh faktor geografis dan musiman menimbulkan kesulitan dalam standarisasi dan adaptasi model AI. Kedua, faktor eksternal seperti iklim, tanah, dan infrastruktur yang terbatas turut mempersulit pengembangan model yang stabil dan akurat. Ketiga, akuisisi dan pengolahan data menghadapi kendala karena data pertanian bersifat heterogen, kurangnya data beranotasi berkualitas, dan format yang tidak seragam. Keempat, perancangan dan pemeliharaan model AI cenderung kompleks dan tidak selalu ramah bagi pengguna awam seperti petani. Kelima, risiko etika terkait privasi data dan dampak sosial seperti potensi pengangguran juga menjadi hambatan dalam adopsi teknologi ini secara luas.

Sementara itu, di tingkat lokal, penelitian oleh (Iawan et al., 2024) mengenai implementasi teknologi di Kabupaten Sikka mengungkapkan bahwa keterbatasan infrastruktur merupakan hambatan terbesar. Meskipun pemerintah telah memulai pembangunan infrastruktur digital, penyebarannya belum merata. Hal ini diperburuk oleh rendahnya tingkat literasi teknologi di kalangan petani, yang memerlukan pelatihan khusus untuk memanfaatkan teknologi secara optimal. Sebagai tambahan, mayoritas petani di Kabupaten Sikka merupakan petani kecil dengan pendapatan terbatas, sehingga sulit bagi mereka untuk mengakses teknologi yang memerlukan investasi awal yang besar.

Selain tantangan yang dialami negara berkembang, negara maju juga menghadapi tantangan kompleks. Hasil Kajian yang dipublikasikan oleh (Chaterji et al., 2020) menunjukkan bahwa tantangan penerapan big data di sektor pertanian lebih menekankan pada aspek ekonomi, kebijakan, dan pengambilan keputusan. Isu kebijakan yang paling krusial adalah mengenai nilai dan status hukum data pertanian serta data bisnis terkait. Meskipun data pertanian mendapat perlindungan sebagai rahasia dagang, struktur kepemilikan hukumnya masih belum jelas. Kekhawatiran petani terhadap potensi penyalahgunaan informasi pribadi (PII) turut mempengaruhi keputusan mereka dalam berlangganan layanan data. Namun, pengumpulan data secara masif memberikan eksternalitas jaringan positif, dan model bisnis seperti *Farmers Business Network, Inc* (FBN) telah membuktikan manfaat berbagi data tersebut.

Tantangan lain yang mencolok adalah kompleksitas dan kurangnya transparansi dari model-model pembelajaran mesin lanjutan, seperti deep learning, yang menyebabkan petani kesulitan memahami dan mempercayai hasil prediksi. Di samping itu, keterbatasan infrastruktur teknologi, termasuk kurangnya akses terhadap layanan komputasi awan dan alat pengumpulan data real-time, menjadi penghambat besar terutama di kalangan petani kecil. Tidak hanya itu, adaptasi model AI terhadap sistem pertanian berskala kecil juga menjadi isu penting, karena sering kali model dirancang untuk konteks pertanian modern berskala besar, bukan untuk petani dengan sumber daya terbatas.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, Dhal dan Kar (2024) mengusulkan sejumlah solusi teknis dan strategis. Salah satu pendekatan adalah penggunaan teknik imputasi data seperti K-Nearest Neighbors (KNN) untuk mengisi nilai-nilai yang hilang dalam dataset pertanian. Selain itu, mereka menyarankan penerapan teknik augmentasi data, yang bermanfaat terutama di lingkungan dengan pengumpulan data yang tidak konsisten atau mahal. Di wilayah dengan keterbatasan data, transfer learning juga dianggap menjanjikan karena memungkinkan model yang telah dilatih di satu domain digunakan di domain lain yang memiliki keterbatasan data.

Dalam konteks pertanian skala kecil, solusi yang lebih praktis seperti penggunaan model yang lebih sederhana seperti regresi linear atau pohon keputusan dianggap lebih layak dibandingkan model kompleks seperti LSTM (*Long Short-Term Memory*). Untuk meningkatkan pemahaman pengguna terhadap hasil prediksi, penulis juga merekomendasikan penggunaan *Explainable AI* (XAI) agar model menjadi lebih transparan dan dapat dijelaskan. Terakhir, mereka menekankan pentingnya adaptasi terhadap sistem offline dan integrasi pengetahuan lokal, yaitu dengan memungkinkan penyimpanan data lokal serta memasukkan keahlian petani lokal ke dalam model prediktif untuk meningkatkan relevansi dan akurasi hasil (Dhal & Kar, 2024).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan (AI) memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi prediksi tren permintaan produk pertanian. AI mampu membantu petani dan pelaku agribisnis dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait produksi, distribusi, dan manajemen stok. Berbagai algoritma seperti Prophet, regresi linear, SVM, hingga neural network telah terbukti efektif dalam memproses data pasar, cuaca, dan perilaku konsumen.

Namun demikian, implementasi AI di sektor pertanian, khususnya di negara berkembang, masih menghadapi berbagai tantangan seperti keterbatasan infrastruktur digital, kualitas data yang rendah, serta rendahnya literasi teknologi di kalangan petani. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan strategi komprehensif berupa edukasi, pelatihan, dukungan finansial, pengembangan sistem prediktif yang mudah diakses dan dipahami, serta kolaborasi lintas sektor antara petani, pemerintah, dan pengembang teknologi.

Dengan pendekatan yang tepat, AI dapat menjadi alat transformasi penting dalam menciptakan sistem pertanian yang lebih adaptif, berkelanjutan, dan berdaya saing tinggi di era digital.

REFERENSI

- Ahmad, A., Liew, A. X. W., Venturini, F., Kalogeras, A., Candiani, A., Di Benedetto, G., Ajibola, S., Cartujo, P., Romero, P., Lykoudi, A., De Grandis, M. M., Xouris, C., Lo Bianco, R., Doddy, I., Elegbede, I., D'Urso Labate, G. F., García del Moral, L. F., & Martos, V. (2024). AI can empower agriculture for global food security: challenges and prospects in developing nations. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7(April), 1–18. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1328530>
- Anggrasari, H., Perdana, P., & Mulyo, J. H. (2021). Keunggulan komparatif dan kompetitif rempah-rempah Indonesia di pasar internasional. *Jurnal agrica*, 14(1), 9-19.
- Arta, M. P. (2023). Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu serta Kelembaban Proses Pengeringan Buah Vanili Menggunakan Kodular Berbasis IoT. 7(3), 25526–25535. <https://repository.pnb.ac.id/9964>
- Asnamawati, L., Rasoki, T., & Herawati, I. E. (2020, December). Perilaku petani dalam pengelolaan usaha tani dengan penerapan teknologi smart farming 4.0. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (No. 1, pp. 634-643).

- Budiharto, W. (2019, November). Inovasi digital di industri smart farming: konsep dan implementasi. In Seminar Nasional Lahan Suboptimal (No. 1, pp. 31-37).
- Chaterji, S., DeLay, N., Evans, J., Mosier, N., Engel, B., Buckmaster, D., & Chandra, R. (2020). *Artificial Intelligence for Digital Agriculture at Scale: Techniques, Policies, and Challenges*. 1–15. <http://arxiv.org/abs/2001.09786>
- Chen, T., Lv, L., Wang, D., Zhang, J., Yang, Y., Zhao, Z., Wang, C., Guo, X., Chen, H., Wang, Q., Xu, Y., Zhang, Q., Du, B., Zhang, L., & Tao, D. (2023). *Revolutionizing Agrifood Systems with Artificial Intelligence: A Survey*. 1–40. <http://arxiv.org/abs/2305.01899>
- Colantoni A, Monarca D, Laurendi V, Villarini M, Gambella F, Cecchini M. 2018. Smart Machines, Remote Sensing, Precision Farming, Processes, Mechatronic, Materials and Policies for Safety and Health Aspects. *Agriculture*. 8(47): 1-14.
- Dhal, S. B., & Kar, D. (2024). Transforming Agricultural Productivity with AI-Driven Forecasting: Innovations in Food Security and Supply Chain Optimization. *Forecasting*, 6(4), 925–951. <https://doi.org/10.3390/forecast6040046>
- Gardezi, M., Joshi, B., Rizzo, D. M., Ryan, M., Prutzer, E., Brugler, S., & Dadkhah, A. (2024). Artificial intelligence in farming: Challenges and opportunities for building trust. *Agronomy Journal*, 116(3), 1217–1228. <https://doi.org/10.1002/agj2.21353>
- Georgopoulos, V. P., Gkikas, D. C., & Theodorou, J. A. (2023). Factors Influencing the Adoption of Artificial Intelligence Technologies in Agriculture, Livestock Farming and Aquaculture: A Systematic Literature Review Using PRISMA 2020. *Sustainability (Switzerland)*, 15(23). <https://doi.org/10.3390/su152316385>
- Gikunda, K. (2024). *Harnessing Artificial Intelligence for Sustainable Agricultural Development in Africa: Opportunities, Challenges, and Impact*. <http://arxiv.org/abs/2401.06171>
- Halawa, D. N. (2024). Peran teknologi pertanian cerdas (smart farming) untuk generasi pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 6(02), 502-512.
- Herjanto, Eddy. 2008. *Manajemen Operasi Edisi Ketiga*. Jakarta: Grasindo.
- Iawan, T., Wanda, S., Mado, T. W., Mado, Y. J., Agribisnis, P. S., Nipa, U. N., Studi, P., Informatika, T., Nipa, U. N., Manajemen, P. S., & Nipa, U. N. (2024). DOI : <https://doi.org/10.52972/hoaq.vol15no2.p146-150> TRANSFORMASI AGRIBISNIS MELALUI TEKNOLOGI : PELUANG DAN TANTANGAN. 15, 146–150.
- Kusuma, Hendra. 1999. *Manajemen Produksi perencanaan dan pengendalian Produksi*. Andi : Yogyakarta
- Mukherjee, S., & Modak, S. (2024). *Agricultural Market Intelligence System in Support of Supply Chain Management in India: A Vivid Review*. *BioThink*, 1(2), 48–60.
- Nasution, AH., dan Prasetyawan, Y. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Nurdayati, N., Sudarmanto, B., Mubarakah, W. W., Purwono, E., & Makmun, L. (2024). Model Pendampingan Generasi Millennial Sektor Pertanian Berkelanjutan melalui Optimalisasi Pemberdayaan Asset Social Movement menghadapi Era Pertanian Cerdas Digital 4.0 (Digital Smart Farming 4.0). *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 21(1), 42-59.
- Oluwafunmi Adijat Elufioye, Chinedu Ugochukwu Ike, Olubusola Odeyemi, Favour Oluwadamilare Usman, & Noluthando Zamanjomane Mhlango. (2024). Ai-Driven Predictive Analytics in Agricultural Supply Chains: a Review: Assessing the Benefits and Challenges of Ai in Forecasting Demand and Optimizing Supply in Agriculture. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(2), 473–497. <https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i2.817>

- Protopop, I., & Shanoyan, A. (2016). Big data and smallholder farmers: big data applications in the agri-food supply chain in developing countries. *International Food and Agribusiness Management Review*, 19, 173-190.
- Purwanto, E., Rahmah, A., Rohmatunisa, R. N., Farisal, U., & Oktarina, S. (2025). Komunikasi Digital dalam Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani (KWT) melalui Teknologi Smart Farming. *CONVERSE Journal Communication Science*, 1(4), 14-14.
- Rachmawati, R. R. (2021). Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern (Smart Farming 4 . 0 to Build Advanced , Independent , and Modern Indonesian Agriculture). 38(2), 137–154.
- Render, B dan Haizer, j. 2009. Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi Edisi 9 Bahasa Indonesia. Terjemahan Ir.Kresnohadi Ariyoto, MBA.Jakarta : Salemba Empat
- Rizal, F. J., Rahman, M. A., Maulana, A. A., & Setiowati, Y. (2024, July). Implementasi Smart Farming Dalam Mendukung Pertanian Berkelanjutan. In *Seminar Nasional Agribisnis* (Vol. 1, No. 2, pp. 120-126).
- Rosyidi, Suherman. 2012. Pengantar Teori Ekonomi Pendekatan kepada Teori Ekonomi Mikro dan Makro. Jakarta: raja Grafindo Persada.
- Ryan, M., Isakhanyan, G., & Tekinerdogan, B. (2023). An interdisciplinary approach to artificial intelligence in agriculture. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 95(1). <https://doi.org/10.1080/27685241.2023.2168568>
- Sarker, T., et al. (2019). "Smart farming technologies for sustainable agriculture." *Journal of Agricultural Engineering*, 56(2), 78-89.
- Shinde, R. B. (2018). Market intelligence in agriculture and allied business. *Gujarat Journal of Extension Education*, 29(1), 132-135.
- Syarovy, M., Nugroho, A. P., & Sutiarto, L. (2023). Pemanfaatan Model Neural Network Dalam Generasi Baru Pertanian Presisi Di Perkebunan Kelapa Sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 28(1), 39-54.
- Yadav, A., & Meena, S. (2020). Role of market intelligence in agricultural marketing. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(6S), 131-134.
- Yudaruddin, Rizky. 2019. Forecasting: Untuk Kegiatan Ekonomi dan Bisnis. Samarinda: RV Pustaka Horizon.
- Yustika, C. (2023). *Analisis faktor-faktor dan peramalan permintaan kedelai di Indonesia* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Zhang, X., et al. (2019). "Smart farming technologies and their applications in agriculture." *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 200-213.