

Transformasi Manufaktur Industri Agro melalui Artificial Intelligence: Tinjauan Otomasi, Big Data, dan Pemeliharaan Prediktif

Enni Sulfiana¹, Dwi Setyorini^{2,*}, Achmad Qodim Syafaatullah³, Anggi Yuktii Kulla⁴

¹Teknik Manufaktur Industri Agro, Politeknik ATI Makassar, Jl Sunu no.22o, Suangga,Tallo, Kota Makassar, 90211

^{2,3,4}Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar, Jl Sunu no.22o, Suangga,Tallo, Kota Makassar, 90211

*dwi@atim.ac.id

Diterima: 23 01 2026

Direvisi: 27 01 2026

Disetujui: 30 01 2026

ABSTRAK

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence / AI*) telah mendorong terjadinya transformasi signifikan dalam manufaktur industri agro, khususnya dalam peningkatan efisiensi operasional dan keberlanjutan sistem produksi. Penerapan AI memungkinkan integrasi otomasi proses, pemanfaatan big data, serta penerapan pemeliharaan prediktif yang mampu mengurangi ketergantungan pada proses manual dan meningkatkan ketepatan pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran dan kontribusi AI dalam transformasi manufaktur industri agro melalui pendekatan otomasi, analisis big data, dan pemeliharaan prediktif. Metode yang digunakan adalah *literature review* dengan menelaah artikel ilmiah nasional dan internasional yang relevan, khususnya publikasi lima tahun terakhir, guna mengidentifikasi tren, aplikasi, serta tantangan penerapan AI di sektor agroindustri. Hasil kajian menunjukkan bahwa AI berperan penting dalam meningkatkan efisiensi produksi, optimalisasi penggunaan sumber daya, penguatan sistem rantai pasok, serta pengurangan downtime melalui pemeliharaan prediktif berbasis data. Selain itu, penerapan AI berpotensi mendukung keberlanjutan industri agro melalui pengurangan pemborosan dan dampak lingkungan. Temuan ini menegaskan bahwa AI merupakan teknologi strategis dalam pengembangan manufaktur industri agro yang adaptif dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Artificial Intelligence*, Manufaktur Agroindustri, Otomasi, Big Data, Pemeliharaan Prediktif

ABSTRACT

The development of artificial intelligence (AI) technology has driven significant transformations in agro-industrial manufacturing, particularly in improving operational efficiency and the sustainability of production systems. The application of AI enables the integration of process automation, the utilization of big data, and the implementation of predictive maintenance, which can reduce reliance on manual processes and improve decision-making accuracy. This study aims to examine the role and contribution of AI in the transformation of agro-industrial manufacturing through automation, big data analysis, and predictive maintenance approaches. The method used is a literature review by examining relevant national and international scientific articles, particularly publications from the last five years, to identify trends, applications, and challenges of AI implementation in the agro-industrial sector. The results of the study indicate that AI plays a significant role in increasing production efficiency, optimizing resource use, strengthening supply chain systems, and reducing downtime through data-driven predictive maintenance. In addition, the application of AI has the potential to support the sustainability of the agro-industrial industry by reducing waste and environmental impacts. These findings confirm that AI is a strategic technology in the development of adaptive and sustainable agro-industrial manufacturing.

Keywords: *Artificial Intelligence, Agroindustry Manufacturing, Automation, Big Data Analytics, Predictive Maintenance.*

PENDAHULUAN

Industri agro memegang peran strategis dalam pemenuhan kebutuhan pangan dan penguatan ekonomi, terutama melalui aktivitas manufaktur yang mengolah bahan baku pertanian menjadi produk bernilai tambah. Namun, sistem manufaktur industri agro masih menghadapi berbagai tantangan, seperti variabilitas kualitas bahan baku, inefisiensi proses produksi, pemborosan energi dan bahan, serta kehilangan hasil selama pengolahan dan penyimpanan. Kompleksitas proses manufaktur tersebut menuntut pendekatan pengelolaan yang lebih presisi, adaptif, dan berbasis data agar kinerja operasional dan keberlanjutan dapat ditingkatkan[1]. Dalam konteks ini, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence / AI*) dipandang sebagai pengungkit transformasi manufaktur karena kemampuannya dalam memantau proses secara *real-time*, menganalisis data produksi, dan mendukung pengambilan keputusan operasional yang lebih akurat[2], [3].

Perkembangan Industri 4.0 mempercepat integrasi AI dengan otomasi dan sistem manufaktur cerdas, termasuk pada lini produksi dan pengolahan agroindustri. Otomasi berbasis AI memungkinkan pengendalian proses manufaktur secara lebih konsisten, mulai dari penanganan bahan baku, proses konversi, hingga pengendalian mutu produk akhir[4][5]. Selain itu, pemanfaatan big data dalam lingkungan manufaktur agro memungkinkan analisis data berskala besar yang berasal dari sensor proses, mesin produksi, dan sistem informasi pabrik [6]. Analitik berbasis AI membantu mengidentifikasi pola kinerja mesin, mengoptimalkan parameter proses, serta meningkatkan efisiensi rantai pasok internal pabrik, sehingga manufaktur agro dapat beroperasi secara lebih efisien dan *responsive* [7], [8], [9].

Selain otomasi dan big data, pemeliharaan prediktif berbasis AI menjadi komponen penting dalam meningkatkan keandalan dan kontinuitas operasi manufaktur industri agro[10], [11]. Dengan menganalisis data sensor peralatan, histori operasi, dan kondisi proses, AI mampu memprediksi potensi kegagalan mesin sebelum terjadi gangguan produksi [12]. Pendekatan ini memungkinkan perawatan dilakukan secara proaktif, sehingga downtime tidak terencana dapat diminimalkan dan efisiensi penggunaan aset produksi meningkat. Dalam konteks manufaktur agro yang sangat bergantung pada stabilitas proses dan waktu operasi, pemeliharaan prediktif berperan penting dalam menjaga produktivitas, kualitas produk, dan keberlanjutan operasional pabrik [13], [14].

Meskipun berbagai penelitian telah membahas penerapan AI dalam otomasi, big data, dan pemeliharaan prediktif, sebagian besar kajian masih menyoroti aspek pertanian atau manufaktur umum secara terpisah. Kajian yang secara khusus mengintegrasikan ketiga pilar tersebut dalam kerangka transformasi manufaktur industri agro masih relatif terbatas [15]. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengkaji peran dan dampak AI dalam meningkatkan efisiensi serta keberlanjutan manufaktur industri agro, sekaligus mengidentifikasi potensi aplikasi AI di masa depan yang dapat diadopsi untuk mengoptimalkan operasional manufaktur. Kebaruan penelitian ini terletak pada penyusunan *literature review* yang holistik dan berorientasi manufaktur, dengan menempatkan otomasi, big data, dan pemeliharaan prediktif sebagai pilar utama transformasi sistem manufaktur industri agro.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan pendekatan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) secara naratif untuk memastikan proses penelusuran dan seleksi literatur dilakukan secara sistematis dan transparan. Tahap identifikasi dilakukan dengan menelusuri artikel ilmiah dari basis data nasional dan internasional, termasuk jurnal terindeks SINTA dan Scopus, menggunakan kata kunci *artificial intelligence, agro-industry manufacturing, automation, big data, dan predictive maintenance*. Literatur yang diperoleh selanjutnya melalui tahap penyaringan (*screening*) dengan menghapus duplikasi dan menyeleksi artikel berdasarkan judul serta abstrak. Pada tahap kelayakan (*eligibility*), artikel dievaluasi secara penuh berdasarkan kriteria inklusi, yaitu relevansi dengan konteks manufaktur industri agro, fokus pada penerapan AI, serta ketersediaan teks lengkap. Artikel yang memenuhi kriteria kemudian dianalisis pada tahap inklusi (*included*) melalui pendekatan deskriptif-kualitatif dengan mengelompokkan temuan ke dalam tema otomasi, big data, dan pemeliharaan prediktif. Sintesis hasil dilakukan untuk mengidentifikasi pola, tren, serta kesenjangan penelitian, sehingga diperoleh gambaran komprehensif mengenai peran AI dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan manufaktur industri agro serta potensi aplikasinya di masa depan.

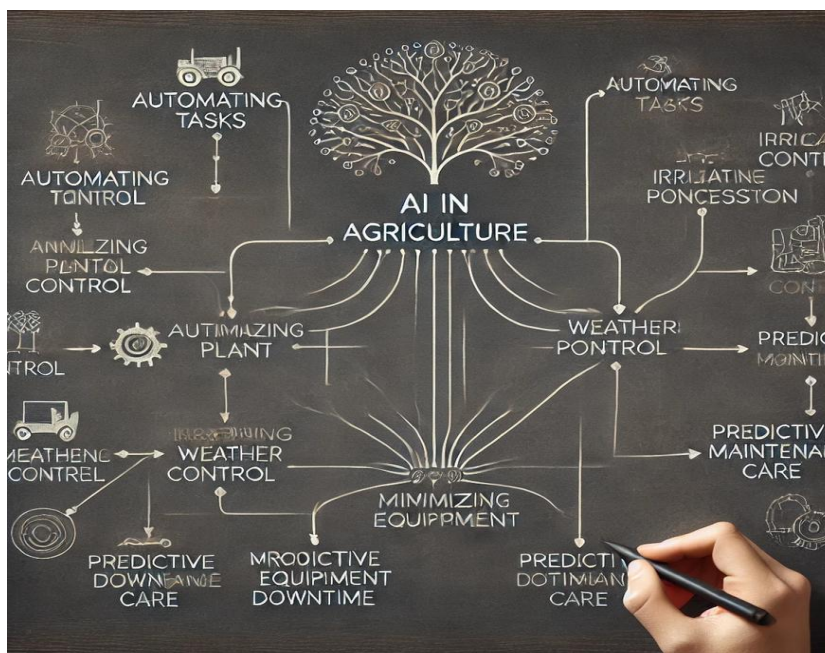


Gambar 1. Diagram alir metode PRISMA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Transformasi manufaktur industri agro menjadi isu strategis seiring meningkatnya tuntutan efisiensi produksi, keberlanjutan sumber daya, dan ketahanan sistem pangan. Karakteristik industri agro yang bergantung pada bahan baku alami, kondisi lingkungan, serta proses produksi yang kompleks menuntut pendekatan manufaktur

yang lebih adaptif dan berbasis data. Dalam konteks ini, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence / AI*) muncul sebagai teknologi kunci yang mampu mendorong perubahan paradigma manufaktur agro melalui otomasi proses, pemanfaatan big data, dan penguatan sistem pemeliharaan prediktif. Integrasi AI dalam sistem manufaktur tidak hanya berperan dalam meningkatkan efisiensi operasional dan konsistensi kualitas produk, tetapi juga mendukung keberlanjutan melalui optimalisasi penggunaan sumber daya dan pengurangan pemborosan.



Gambar 2. Mind map peran dan efisiensi kecerdasan buatan dalam manufaktur industri agro, dengan fokus pada tiga area utama: otomasi tugas, big data, dan pemeliharaan prediktif.

Gambar 2 merepresentasikan kerangka konseptual penerapan kecerdasan buatan dalam manufaktur industri agro, dengan AI sebagai pusat integrasi berbagai fungsi operasional utama. Visualisasi tersebut menunjukkan bagaimana AI menghubungkan otomasi tugas produksi, pengendalian berbasis data lingkungan, serta pemeliharaan prediktif peralatan dalam satu sistem yang saling terintegrasi [16]. Pada aspek otomasi, AI berperan dalam mengendalikan proses manufaktur secara otomatis dan presisi, sehingga mengurangi ketergantungan pada intervensi manual [17]. Pemanfaatan data cuaca dan kondisi operasional yang dianalisis secara real-time memungkinkan pengambilan keputusan produksi yang lebih responsif dan efisien [18]. Selain itu, sistem pemeliharaan prediktif yang ditampilkan pada gambar menegaskan peran AI dalam memantau kondisi peralatan dan meminimalkan downtime melalui perawatan proaktif. Secara keseluruhan, gambar ini menggambarkan bagaimana integrasi AI, *big data*, dan pemeliharaan prediktif menjadi fondasi penting dalam membangun sistem manufaktur industri agro yang efisien, andal, dan berkelanjutan.

Pada perspektif otomasi tugas, kecerdasan buatan berperan sebagai pengendali utama dalam sistem manufaktur industri agro yang menuntut tingkat presisi, konsistensi, dan kecepatan operasi yang tinggi. Peran tersebut semakin nyata ketika AI diintegrasikan dengan sistem sensor, aktuator, dan perangkat kendali, sehingga memungkinkan otomatisasi menyeluruh pada tahapan penanganan bahan baku, proses pengolahan, hingga pengemasan produk agro [19]. Berdasarkan hasil *literature review*, integrasi ini terbukti mampu mengurangi ketergantungan pada intervensi manual serta menekan variabilitas proses yang umumnya disebabkan oleh heterogenitas kualitas bahan baku alami [5], [7], [20]. Lebih lanjut, sejumlah studi melaporkan bahwa penerapan otomasi berbasis AI tidak hanya meningkatkan efisiensi lini produksi, tetapi juga berkontribusi signifikan dalam menurunkan kesalahan operasional dan memperkuat sistem pengendalian mutu secara real-time [21], [22]. Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa otomasi berbasis AI menjadi elemen kunci dalam membangun sistem manufaktur agro yang lebih adaptif dan andal, khususnya dalam menghadapi dinamika proses produksi dan tuntutan kualitas yang semakin kompleks [7], [23], [24].

Pada perspektif big data, kecerdasan buatan berperan sebagai enabler utama dalam mengolah dan mengekstraksi informasi bernilai dari data manufaktur industri agro yang bersifat besar, heterogen, dan berkelanjutan[25]. Integrasi AI dengan data yang bersumber dari sensor proses, sistem pemantauan kualitas, data cuaca, serta catatan historis produksi memungkinkan analisis pola operasional dan optimasi parameter proses secara lebih akurat. Hasil *literature review* menunjukkan bahwa pemanfaatan big data berbasis AI berkontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi energi, stabilitas kualitas produk, serta ketepatan perencanaan produksi pada lingkungan manufaktur agro yang dinamis[26] [27] Lebih lanjut, AI juga berperan dalam meningkatkan visibilitas rantai pasok internal dan eksternal melalui analisis prediktif terhadap permintaan pasar dan distribusi produk, sehingga potensi pemborosan dapat ditekan[28], [29] [30]. Namun demikian, sejumlah studi menyoroti keterbatasan penerapan big data berbasis AI, terutama terkait kualitas dan interoperabilitas data, kebutuhan infrastruktur komputasi yang tinggi, serta risiko bias algoritma apabila data pelatihan tidak representative. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AI dalam pengelolaan big data manufaktur agro tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga pada kesiapan sistem data dan tata kelola informasi yang memadai [31]. Selain optimalisasi proses internal pabrik, big data berbasis AI juga memainkan peran strategis dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan rantai pasok manufaktur industri agro [32], [33]. Dengan menganalisis data permintaan pasar, logistik, dan distribusi secara terintegrasi, AI memungkinkan perencanaan produksi yang lebih adaptif serta pengurangan pemborosan akibat overproduction atau keterlambatan distribusi[34]. Pendekatan ini memperkuat ketertelusuran produk dan menjaga kualitas selama proses penyimpanan dan pengiriman. Studi mutakhir menunjukkan bahwa integrasi big data dan AI pada rantai pasok agroindustri mampu menurunkan biaya logistik, meningkatkan responsivitas pasar, dan mendukung praktik manufaktur berkelanjutan [1], [35], [36].

Pada perspektif pemeliharaan prediktif, kecerdasan buatan berperan penting dalam menjaga keandalan dan kontinuitas operasi peralatan manufaktur industri agro [37], [38]. Dengan memanfaatkan algoritma *machine learning* untuk menganalisis data sensor getaran, suhu, dan performa mesin, AI mampu memprediksi potensi kegagalan sebelum terjadi gangguan produksi [39], [40]. Pendekatan ini memungkinkan perawatan dilakukan secara proaktif dan terencana, sehingga downtime tidak terduga dapat diminimalkan dan biaya perawatan dapat ditekan [23]. Literatur lima tahun terakhir menunjukkan bahwa pemeliharaan prediktif berbasis AI tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memperpanjang umur aset dan mendukung keberlanjutan sistem manufaktur agro [41], [42], [43].

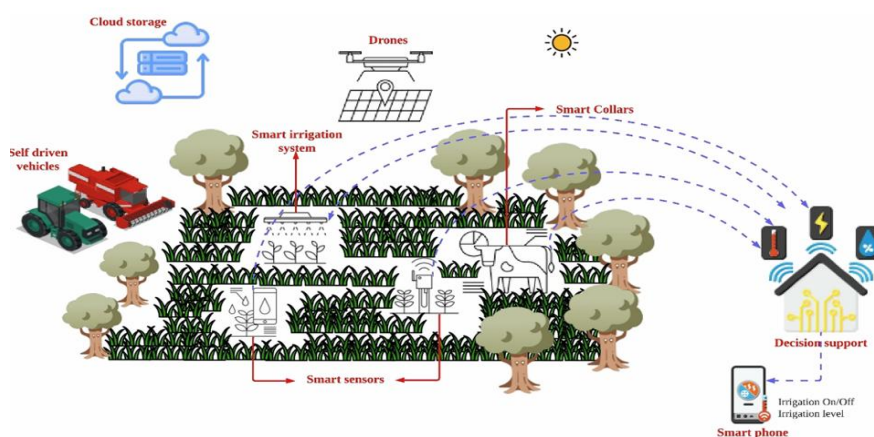
Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pemeliharaan prediktif menunjukkan bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai alat pendukung keandalan peralatan, tetapi juga sebagai fondasi pengembangan sistem manufaktur agro yang lebih terintegrasi. Integrasi data operasional, kondisi lingkungan, dan performa peralatan membuka peluang penerapan AI yang lebih luas pada tahapan produksi lainnya[44], [45]. Dalam konteks ini, pengembangan sistem berbasis robot dan pendekatan pertanian presisi menjadi bagian dari perluasan fungsi AI yang tidak lagi terbatas pada pengendalian dan pemeliharaan, tetapi juga mencakup pengelolaan aliran bahan baku, konsistensi kualitas input produksi, dan sinkronisasi proses manufaktur agro secara menyeluruh [46], [47].



Gambar 3. Pengembangan robot Pemetik Strawberry[48]

Dalam perspektif manufaktur industri agro, *smart farming* berbasis robot diposisikan sebagai subsistem hulu yang berperan langsung terhadap stabilitas dan kualitas bahan baku yang masuk ke lini produksi [49], [50]. Robot pertanian yang dilengkapi kecerdasan buatan mampu melakukan aktivitas seperti pemanenan, sortasi awal, dan penanganan bahan baku secara presisi dan berulang, sehingga mengurangi variasi kualitas input yang sering menjadi sumber inefisiensi pada proses manufaktur [51], [52]. Integrasi sistem robotik dengan platform manufaktur memungkinkan data hasil panen, tingkat kematangan, dan karakteristik bahan baku dikirim secara *real-time* ke sistem produksi, sehingga parameter proses dapat disesuaikan secara otomatis dan berbasis data [28], [53], [54]. Pendekatan ini memperkuat keterkaitan antara proses produksi di lapangan dan pengolahan di pabrik, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional dan konsistensi mutu produk akhir dalam sistem manufaktur industri agro yang terintegrasi [55].

Selain optimalisasi proses internal manufaktur, pemanfaatan kecerdasan buatan juga mulai diperluas pada tahap hulu sistem produksi agro, khususnya dalam pengelolaan dan penanganan bahan baku sebelum memasuki lini pengolahan [56], [57]. Pendekatan ini menempatkan teknologi AI tidak hanya sebagai pengendali proses di dalam pabrik, tetapi juga sebagai penghubung antara aktivitas produksi di lapangan dan sistem manufaktur yang terintegrasi.



Gambar 4. Pertanian presisi di masa depan[58]

Pertanian presisi berbasis kecerdasan buatan berperan penting dalam menyediakan data input yang terukur dan dapat diprediksi bagi sistem manufaktur industri agro [16], [59]. Melalui analisis data yang bersumber dari sensor tanah, citra satelit, dan informasi cuaca, AI mampu menghasilkan estimasi kuantitas dan kualitas bahan baku secara lebih akurat sebelum memasuki tahap pengolahan di tingkat pabrik [17], [30], [60]. Informasi berbasis data tersebut memungkinkan perencanaan kapasitas produksi, pengaturan jadwal operasi, serta pengendalian mutu dilakukan secara lebih efisien dan adaptif terhadap variasi kondisi bahan baku [52], [61]. Dalam jangka panjang, integrasi pertanian presisi dengan sistem manufaktur berbasis AI mendukung pengurangan pemborosan bahan baku, peningkatan efisiensi energi, serta keberlanjutan proses produksi, karena keputusan manufaktur didasarkan pada kondisi aktual dan proyeksi yang bersifat *data-driven* [28], [62].

KESIMPULAN

(Kecerdasan buatan berperan penting dalam meningkatkan kinerja manufaktur industri agro melalui penguatan otomasi proses, pemanfaatan big data, dan penerapan pemeliharaan prediktif. Kajian literatur menunjukkan bahwa AI mampu meningkatkan konsistensi proses produksi, mengoptimalkan pengambilan keputusan berbasis data, serta meningkatkan keandalan peralatan manufaktur dengan menekan downtime dan memperpanjang umur aset. Integrasi aplikasi AI pada tahap hulu melalui *smart farming* berbasis robot dan pertanian presisi juga memperkuat keterhubungan antara pasokan bahan baku dan proses pengolahan di pabrik, sehingga mendukung

efisiensi operasional dan konsistensi mutu produk. Secara keseluruhan, transformasi manufaktur industri agro berbasis AI bergantung pada kemampuan integrasi sistem dan kualitas data, sehingga penerapannya perlu diposisikan sebagai bagian dari strategi rekayasa manufaktur yang terencana dan berkelanjutan..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Fadiji, T. Bokaba, O. A. Fawole, and H. Twinomurinzi, "Artificial intelligence in postharvest agriculture: mapping a research agenda," *Front. Sustain. Food Syst.*, vol. 7, Sep. 2023, doi: 10.3389/fsufs.2023.1226583.
- [2] A. Rosadi and M. S. Hadi, "Exploring the Integration of Artificial Intelligence and IoT in Smart Farming: A Systematic Review," *JOINCS (Journal of Informatics, Network, and Computer Science)*, vol. 8, no. 1, pp. 70–86, Apr. 2025, doi: 10.21070/joincs.v8i1.1668.
- [3] N. Bafdal, I. Ardiansah, and S. Asmara, "Application of Internet of Things (IoT) on Microclimate Monitoring System in The ALG Unpad Greenhouse Based on Raspberry Pi," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, vol. 11, no. 3, p. 518, Sep. 2022, doi: 10.23960/jtep-l.v11i3.518-530.
- [4] D. Nugrahni Halawa, "Peran Teknologi Pertanian Cerdas (Smart Farming) untuk Generasi Pertanian Indonesia," *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 502–512, Aug. 2024.
- [5] E. N. Fawwaz *et al.*, "Review on Impact of Artificial Intelligent on Efficiency and Productivity in Industrial Automation," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 24, no. 1, pp. 95–102, Jun. 2025, doi: 10.24843/MITE.205.v24i01.P09.
- [6] H. Ding *et al.*, "The Application of Artificial Intelligence and Big Data in the Food Industry," *Foods*, vol. 12, no. 24, p. 4511, Dec. 2023, doi: 10.3390/foods12244511.
- [7] K. Shehzad, A. Munir, and U. Ali, "Modern Trends in Food Production: The Role of AI in Smart Food Factories," *Global Journal of Emerging AI and Computing*, vol. 1, no. 2, pp. 1–30, Feb. 2025, doi: 10.70445/gjeac.1.2.2025.1-30.
- [8] M. R. D. Maharani, H. Hifziah, Y. N. Muflikh, Suprehatin, and I. K. P. S. Rahadiarta, "Pemanfaatan Artificial Intelligence Dalam Manajemen Rantai Pasok Produk Pertanian Tinjauan Literatur Sistematis," *Forum Agribisnis*, vol. 15, no. 2, pp. 227–242, Sep. 2025, doi: 10.29244/fagb.15.2.227-242.
- [9] I. Margaritis, M. Madas, and M. Vlachopoulou, "Big Data Applications in Food Supply Chain Management: A Conceptual Framework," *Sustainability*, vol. 14, no. 7, p. 4035, Mar. 2022, doi: 10.3390/su14074035.
- [10] H. Taoufyq, K. El Guemmat, K. Mansouri, and F. Akef, "Predictive Maintenance Approaches: A Systematic Literature Review," *Journal of Industrial Engineering and Management* 18, vol. 18, no. 3, pp. 427–458, Aug. 2025.
- [11] Z. Kang, C. Catal, and B. Tekinerdogan, "Remaining Useful Life (RUL) Prediction of Equipment in Production Lines Using Artificial Neural Networks," *Sensors*, vol. 21, no. 3, p. 932, Jan. 2021, doi: 10.3390/s21030932.
- [12] C. Tsallis, P. Papageorgas, D. Piromalis, and R. A. Munteanu, "Application-Wise Review of Machine Learning-Based Predictive Maintenance: Trends, Challenges, and Future Directions," *Applied Sciences*, vol. 15, no. 9, p. 4898, Apr. 2025, doi: 10.3390/app15094898.
- [13] A. Aminzadeh *et al.*, "A Machine Learning Implementation to Predictive Maintenance and Monitoring of Industrial Compressors," *Sensors*, vol. 25, no. 4, p. 1006, Feb. 2025, doi: 10.3390/s25041006.
- [14] T. Bitam, A. Yahiaoui, D. E. Boubiche, R. Martínez-Peláez, H. Toral-Cruz, and P. Velarde-Alvarado, "Artificial Intelligence of Things for Next-Generation Predictive Maintenance," *Sensors*, vol. 25, no. 24, p. 7636, Dec. 2025, doi: 10.3390/s25247636.
- [15] S. Purnama and W. Sejati, "internet of things big data and artificial intelligence in the good and agricultural sector," *International Transactions on Artificial Intelligence (ITALIC)*, vol. 1, no. 2, pp. 156–1174, May 2023.
- [16] R. X. Gao, J. Krüger, M. Merklein, H.-C. Möhring, and J. Váncza, "Artificial Intelligence in manufacturing: State of the art, perspectives, and future directions," *CIRP Annals*, vol. 73, no. 2, pp. 723–749, 2024, doi: 10.1016/j.cirp.2024.04.101.
- [17] S. Lad, "AI-Driven Automation in Custom Manufacturing: Enhancing Precision and Efficiency in Automotive

- Components Production,” *Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS) ISSN:3006-4023*, vol. 5, no. 1, pp. 372–380, Aug. 2024, doi: 10.60087/jaigs.v5i1.206.
- [18] D. D. Kho, S. Lee, and R. Y. Zhong, “Big Data Analytics for Processing Time Analysis in an IoT-enabled manufacturing Shop Floor,” *Procedia Manuf.*, vol. 26, pp. 1411–1420, 2018, doi: 10.1016/j.promfg.2018.07.107.
- [19] R. A. S. Lubis, A. J. Lubis, and I. Lubis, “SISTEM IRIGASI OTOMATIS DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN TEKNOLOGI IOT (INTERNET OF THINGS),” *Syntax : Journal of Software Engineering, Computer Science and Information Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 172–180, Jan. 2022, doi: 10.46576/syntax.v2i2.1684.
- [20] M. Vahdanjoo, C. G. Sørensen, and M. Nørremark, “Digital transformation of the agri-food system,” *Curr. Opin. Food Sci.*, vol. 63, p. 101287, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.cofs.2025.101287.
- [21] S. Zhou, Y. Li, F. Zhang, L. Chen, and X. Bu, “Automatic Regularization of TomoSAR Point Clouds for Buildings Using Neural Networks,” *Sensors*, vol. 19, no. 17, p. 3748, Aug. 2019, doi: 10.3390/s19173748.
- [22] X. Song *et al.*, “AI in food industry automation: applications and challenges,” *Front. Sustain. Food Syst.*, vol. 9, Apr. 2025, doi: 10.3389/fsufs.2025.1575430.
- [23] K. Liakos, P. Busato, D. Moshou, S. Pearson, and D. Bochtis, “Machine Learning in Agriculture: A Review,” *Sensors*, vol. 18, no. 8, p. 2674, Aug. 2018, doi: 10.3390/s18082674.
- [24] Novianti Indah Putri, Iswanto, Dandun Widhiantoro, Zen Munawar, and R. Komalasari, “Otomatisasi Pertanian Dengan Smart Gardening System Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Sensor Kelembaban,” *Darma Abdi Karya*, vol. 1, no. 1, pp. 13–24, Dec. 2022, doi: 10.38204/darmaabdikarya.v1i1.1050.
- [25] A. Belhadi, K. Zkik, A. Cherrafi, S. M. Yusof, and S. El fezazi, “Understanding Big Data Analytics for Manufacturing Processes: Insights from Literature Review and Multiple Case Studies,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 137, p. 106099, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.cie.2019.106099.
- [26] J. B. Hussein, T. S. Workneh, A. Kassim, K. Ntsowe, S. F. Melesse, and H. S. El-Mesery, “A review on the impact of big data analytics in transforming agricultural practices, food processing, and preservation strategies,” *Applied Food Research*, vol. 5, no. 2, p. 101234, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.afres.2025.101234.
- [27] N. Shawki and M. Schnyder, “Coalition Dynamics in Transnational Social Movements: Analyzing the EU Food Policy Coalition,” *Global Society*, vol. 37, no. 1, pp. 134–156, Jan. 2023, doi: 10.1080/13600826.2021.2013782.
- [28] A. Rejeb, J. G. Keogh, and K. Rejeb, “Big data in the food supply chain: a literature review,” *Journal of Data, Information and Management*, vol. 4, no. 1, pp. 33–47, Mar. 2022, doi: 10.1007/s42488-021-00064-0.
- [29] J. Ofulue and M. Benyoucef, “Data monetization: insights from a technology-enabled literature review and research agenda,” *Management Review Quarterly*, vol. 74, no. 2, pp. 521–565, Jun. 2024, doi: 10.1007/s11301-022-00309-1.
- [30] A. Belhadi, S. S. Kamble, K. Zkik, A. Cherrafi, and F. E. Touriki, “The integrated effect of Big Data Analytics, Lean Six Sigma and Green Manufacturing on the environmental performance of manufacturing companies: The case of North Africa,” *J. Clean. Prod.*, vol. 252, p. 119903, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119903.
- [31] A. I. Sourav and A. W. R. Emanuel, “Recent Trends of Big Data in Precision Agriculture: a Review,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1096, no. 1, p. 012081, Mar. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1096/1/012081.
- [32] A. K. Jain *et al.*, “Artificial intelligence in agronomy: A new era of crop management,” *International Journal of Research in Agronomy*, vol. 8, no. 7S, pp. 75–78, Jul. 2025, doi: 10.33545/2618060X.2025.v8.i7Sb.3252.
- [33] Y. Emanuel, “Strategic implementation of AI IoT and Big Data technology in improving upstream to downstream agricultural efficiency,” *Digital Theory, Culture & Society*, vol. 3, no. 2, pp. 86–94, Dec. 2025, doi: 10.61126/dtcs.v3i2.118.
- [34] N. A. Razak, N. Aini, and S. A. Jamal, “The Impact of Big Data Analytics on Production Optimization and Decision-Making in Industry,” *Engineering and Technology International Journal*, vol. 7, no. 02, pp. 2714–755, Jul. 2025, doi: 10.556442.
- [35] N. N. Misra, Y. Dixit, A. Al-Mallahi, M. S. Bhullar, R. Upadhyay, and A. Martynenko, “IoT, Big Data, and Artificial Intelligence in Agriculture and Food Industry,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 9, no. 9, pp. 6305–6324, May 2022, doi: 10.1109/JIOT.2020.2998584.
- [36] Adebunmi Okechukwu Adewusi, Onyeka Franca Asuzu, Temidayo Olorunsogo, Temidayo Olorunsogo, Ejuma Adaga, and Donald Obinna Daraojimba, “AI in precision agriculture: A review of technologies for sustainable farming practices,” *World Journal of Advanced Research and Reviews*, no. 1, pp. 2276–2285, Jan. 2024, doi:

10.30574/wjarr.2024.21.1.0314.

- [37] M. Alam, R. Islam, and S. K. Shil, "AI-Based Predictive Maintenance for U.S. Manufacturing: Reducing Downtime and Increasing Productivity," 2023.
- [38] I. Hector and R. Panjanathan, "Predictive maintenance in Industry 4.0: a survey of planning models and machine learning techniques," *PeerJ Comput. Sci.*, vol. 10, p. e2016, May 2024, doi: 10.7717/peerj-cs.2016.
- [39] P. Mallioris, E. Aivazidou, and D. Bechtsis, "Predictive maintenance in Industry 4.0: A systematic multi-sector mapping," *CIRP J. Manuf. Sci. Technol.*, vol. 50, pp. 80–103, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.cirpj.2024.02.003.
- [40] M. Romanssini, P. C. C. de Aguirre, L. Compassi-Severo, and A. G. Girardi, "A Review on Vibration Monitoring Techniques for Predictive Maintenance of Rotating Machinery," *Eng*, vol. 4, no. 3, pp. 1797–1817, Jun. 2023, doi: 10.3390/eng4030102.
- [41] T. Zonta, C. A. da Costa, R. da Rosa Righi, M. J. de Lima, E. S. da Trindade, and G. P. Li, "Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 150, p. 106889, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.cie.2020.106889.
- [42] S. Prabu, R. Senthilraja, A. M. Ali, S. Jayapoorani, and M. Arun, "AI-Driven Predictive Maintenance for Smart Manufacturing Systems Using Digital Twin Technology," *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 1350–1355, 2025, doi: 10.22399/ijcesen.1099.
- [43] F. Ramzan and D. Reforgiato Recupero, "A Literature Review on Enhancing Predictive Maintenance in Smart Manufacturing Industries: Fostering Human-Technology Collaboration and Overcoming Data Scarcity Limitations with Advanced AI Models," Dec. 01, 2025, *Springer International Publishing*. doi: 10.1007/s43069-025-00584-0.
- [44] M. N. Ahangar, Z. A. Farhat, and A. Sivanathan, "AI Trustworthiness in Manufacturing: Challenges, Toolkits, and the Path to Industry 5.0," *Sensors*, vol. 25, no. 14, p. 4357, Jul. 2025, doi: 10.3390/s25144357.
- [45] L. M. Yahya, S. Suharni, D. Hidayat, and A. Y. Vandika, "Application of Artificial Intelligence to Improve Production Process Efficiency in Manufacturing Industry," *West Science Information System and Technology*, vol. 2, no. 02, pp. 223–232, Aug. 2024, doi: 10.58812/wsist.v2i02.1221.
- [46] A. Hamrani, A. Allouhi, F. Z. Bouarab, and K. Jayachandran, "AI and Robotics in Agriculture: A Systematic and Quantitative Review of Research Trends (2015–2025)," Oct. 01, 2025, *Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)*. doi: 10.3390/crops5050075.
- [47] N. Aijaz, H. Lan, T. Raza, M. Yaqub, R. Iqbal, and M. S. Pathan, "Artificial intelligence in agriculture: Advancing crop productivity and sustainability," *J. Agric. Food Res.*, vol. 20, p. 101762, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.jafr.2025.101762.
- [48] S. Hayashi *et al.*, "Evaluation of a strawberry-harvesting robot in a field test," *Biosyst. Eng.*, vol. 105, no. 2, pp. 160–171, Feb. 2010, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2009.09.011.
- [49] L. M. Yahya, S. Suharni, D. Hidayat, and A. Y. Vandika, "Application of Artificial Intelligence to Improve Production Process Efficiency in Manufacturing Industry," *West Science Information System and Technology*, vol. 2, no. 02, pp. 223–232, Aug. 2024, doi: 10.58812/wsist.v2i02.1221.
- [50] M. H. Widiyanto and B. Juarto, "Smart Farming Using Robots in IoT to Increase Agriculture Yields: A Systematic Literature Review," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 4, no. 3, pp. 330–341, May 2023, doi: 10.18196/jrc.v4i3.18368.
- [51] X. Song *et al.*, "AI in food industry automation: applications and challenges," *Front. Sustain. Food Syst.*, vol. 9, Apr. 2025, doi: 10.3389/fsufs.2025.1575430.
- [52] S. Shahriar, M. G. Corradini, S. Sharif, M. Moussa, and R. Dara, "The role of generative artificial intelligence in digital agri-food," *J. Agric. Food Res.*, vol. 20, p. 101787, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.jafr.2025.101787.
- [53] K. Wu *et al.*, "A Comprehensive Review of AI Methods in Agri-Food Engineering: Applications, Challenges, and Future Directions," *Electronics (Basel)*, vol. 14, no. 20, p. 3994, Oct. 2025, doi: 10.3390/electronics14203994.
- [54] F. Abdoune, O. Cardin, M. Nouri, and P. Castagna, "Real-time field synchronization mechanism for Digital Twin manufacturing systems," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 56, no. 2, pp. 5649–5654, 2023, doi: 10.1016/j.ifacol.2023.10.487.
- [55] D. F. Yépez-Ponce, J. V. Salcedo, P. D. Rosero-Montalvo, and J. Sanchis, "Mobile robotics in smart farming: current trends and applications," *Front. Artif. Intell.*, vol. 6, Aug. 2023, doi: 10.3389/frai.2023.1213330.
- [56] A. Maghfuri and P. Setiabudi, "Pemanfaatan Artificial Intellegent (AI) dalam Mewujudkan Visi Jangka Panjang Daerah sebagai Pendukung Pangan Tahun 2025-2045," *Journal of Innovation and Research in Agriculture*, vol. 4, no. 1, pp. 39–45, 2024, [Online]. Available: <https://winco.cilacapkab.go.id>
- [57] M. Gunawan, I. Marina, and M. Agribisnis, "THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN OPTIMIZING AGRICULTURAL PRODUCTS IN THE DIGITAL ERA 1*)," 2025.
- [58] A. Sharma *et al.*, "Artificial intelligence and internet of things oriented sustainable precision farming: Towards modern agriculture," *Open Life Sci.*, vol. 18, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.1515/biol-2022-0713.
- [59] E. Dini, P. Ricard, and S. Roux, "Ai-Driven Predictive Maintenance For Industrial Machinery In Indonesian

- Manufacturing Sectors,” 2024. [Online]. Available: <https://prosiding.aritekin.or.id/index.php/ICONFES>
- [60] A. Kamilaris and F. X. Prenafeta-Boldú, “Deep learning in agriculture: A survey,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 147, pp. 70–90, Apr. 2018, doi: 10.1016/j.compag.2018.02.016.
- [61] A. S. E. Putra, C. U. Hanif, and Moch. A. M. R, “Penerapan Artificial Intelligence Untuk Meningkatkan Produktivitas dan Keberlanjutan Pertanian di Indonesia,” *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 407–413, Feb. 2025.
- [62] N. P. Rai, “Agri-India TODAY BIG DATA ANALYTICS: A WAY FORWARD IN TRANSFORMING AGRICULTURE,” *Agri-India Today*, vol. 4, no. 11, pp. 90–94, Nov. 2024, [Online]. Available: www.agriindiatoday.in