



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

## Integrasi Blockchain dan Artificial Intelligence dalam Peningkatan Transparansi dan Efisiensi Rantai Pasok Pangan

### *Integration of Blockchain and Artificial Intelligence to Improve Transparency and Efficiency in the Food Supply Chain*

Shendy Amelya Mattalitti<sup>1\*</sup>, I Gusti Ayu Ivana<sup>2</sup>, Mirna A. Tolla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Widya Nusantara, shendyamelyamattalitti@gmail.com

<sup>2</sup>Universitas Widya Nusantara, igustiayuivana@gmail.com

<sup>3</sup>Universitas Widya Nusantara, mirna.atolla@gmail.com

\*Email Corresponding: shendyamelyamattalitti@gmail.com

#### Artikel Penelitian

##### Article History:

Received: 05 Sep, 2025

Revised: 14 Oct, 2025

Accepted: 27 Nov, 2025

##### Kata Kunci:

Blockchain; Artificial Intelligence; Transparansi; Efisiensi; Rantai Pasok Pangan; Keamanan Pangan; Digitalisasi.

##### Keywords:

Blockchain; Artificial Intelligence; Transparency; Efficiency; Food Supply Chain; Food Safety; Digitalization.

#### ABSTRAK

Integrasi teknologi Blockchain dan Artificial Intelligence (AI) menawarkan peluang strategis dalam meningkatkan transparansi, efisiensi, dan keandalan pada rantai pasok pangan. Blockchain menyediakan mekanisme pencatatan data yang terdesentralisasi, aman, dan tidak dapat diubah, sehingga seluruh aktor dalam rantai pasok dapat memverifikasi asal-usul, kualitas, serta perjalanan produk pangan secara real-time. Di sisi lain, AI memberikan kemampuan analitik yang kuat dalam memprediksi permintaan pasar, mengoptimalkan distribusi, mengurangi risiko pemborosan, serta mendeteksi anomali yang berpotensi menimbulkan kecurangan atau kontaminasi pangan. Kolaborasi kedua teknologi ini menghasilkan sistem rantai pasok yang lebih responsif, berkelanjutan, dan terpercaya. Artikel ini membahas mekanisme integrasi blockchain dan AI, potensi manfaatnya bagi sektor pangan, serta tantangan implementasi yang perlu dipertimbangkan untuk mencapai transformasi digital rantai pasok pangan yang efektif.

#### ABSTRACT

The integration of Blockchain and Artificial Intelligence (AI) technologies offers strategic opportunities to enhance transparency, efficiency, and reliability in the food supply chain. Blockchain provides a decentralized, secure, and immutable data-recording mechanism that enables all actors in the supply chain to verify the origin, quality, and movement of food products in real time. Meanwhile, AI delivers powerful analytical capabilities to predict market demand, optimize distribution, reduce waste risks, and detect anomalies that may indicate fraud or food contamination. The collaboration of these two technologies creates a more responsive, sustainable, and trustworthy supply chain system. This article discusses the mechanisms of blockchain-AI integration, its potential benefits for the food sector, and the implementation challenges that must be considered to achieve effective digital transformation in food supply chain management.

DOI: 10.56338/jks.v8i11.9396

#### PENDAHULUAN

Rantai pasok pangan merupakan salah satu sektor strategis yang menentukan stabilitas ekonomi dan ketahanan pangan suatu negara. Kompleksitas proses produksi, pengolahan, distribusi, hingga konsumsi menuntut adanya sistem manajemen yang transparan, efisien, dan akuntabel. Namun, banyak

negara masih menghadapi permasalahan seperti ketidakpastian data, kontaminasi produk, praktik kecurangan, dan kurangnya koordinasi antar pelaku rantai pasok. Permasalahan ini berdampak langsung pada kualitas pangan, kepercayaan konsumen, serta efektivitas distribusi produk.

Transparansi telah menjadi tuntutan utama dalam pengelolaan rantai pasok pangan global. Konsumen kini menuntut informasi yang lebih jelas mengenai asal-usul produk, proses produksi, dan standar keamanan yang diterapkan. Sayangnya, sistem pencatatan yang bersifat manual dan terpusat seringkali rentan terhadap manipulasi, kehilangan data, serta keterlambatan informasi. Ketidakmampuan untuk melacak produk secara end-to-end membuka peluang bagi kecurangan dan menurunkan akurasi pengawasan.

Blockchain muncul sebagai teknologi baru yang menawarkan solusi terhadap berbagai persoalan tersebut. Dengan sifatnya yang terdesentralisasi, transparan, dan sulit diubah, blockchain memungkinkan pencatatan setiap transaksi dan perpindahan barang secara aman. Dalam konteks pangan, blockchain memfasilitasi pelacakan asal-usul (traceability) produk mulai dari petani hingga konsumen, sehingga mencegah pemalsuan, memastikan keaslian produk, dan meningkatkan akuntabilitas.

Meskipun blockchain mampu menjamin integritas data, teknologi ini tidak dirancang untuk melakukan analisis prediktif atau mengambil keputusan secara otomatis. Di sinilah peran Artificial Intelligence (AI) menjadi sangat penting. AI memberikan kemampuan untuk mengolah data dalam jumlah besar, melakukan prediksi permintaan, mengoptimalkan distribusi, hingga mendeteksi anomali dalam data rantai pasok secara cepat dan akurat.

Integrasi blockchain dan AI menciptakan sinergi yang kuat dalam pengelolaan rantai pasok pangan. Blockchain memastikan data yang masuk tidak dapat dimanipulasi, sedangkan AI memanfaatkan data tersebut untuk menghasilkan wawasan strategis yang membantu pengambilan keputusan. Dengan kombinasi ini, pelaku industri dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan, dan mempercepat respons terhadap risiko keamanan pangan.

Keamanan pangan merupakan isu kritis yang dapat berdampak besar terhadap kesehatan masyarakat. Kasus kontaminasi, penyakit akibat pangan, atau produk kadaluwarsa yang lolos ke pasar dapat menyebabkan kerugian ekonomi dan menurunkan kepercayaan publik. Teknologi AI memungkinkan deteksi dini terhadap risiko tersebut melalui analisis pola data, sementara blockchain memastikan seluruh proses pelacakan dapat diverifikasi secara transparan.

Selain itu, permintaan konsumen terhadap produk pangan yang berkelanjutan dan etis semakin meningkat. Konsumen ingin mengetahui apakah produk dibudidayakan dengan praktik ramah lingkungan, bebas bahan berbahaya, atau diproduksi secara adil. Melalui blockchain, informasi tersebut dapat disimpan dan divalidasi, sedangkan AI dapat menilai dampak lingkungan dan efisiensi proses produksi berdasarkan data historis.

Adanya integrasi kedua teknologi ini juga membuka peluang besar bagi optimalisasi logistik. AI dapat memprediksi pola permintaan dan mengurangi pemborosan, sementara blockchain bisa mempercepat proses verifikasi dokumen logistik, memperpendek waktu tunggu, dan menekan biaya operasional. Sistem yang lebih responsif membantu perusahaan memenuhi permintaan pasar lebih cepat dan tepat.

Namun, implementasi integrasi blockchain dan AI dalam rantai pasok pangan tidak lepas dari berbagai tantangan. Infrastruktur digital yang belum merata, biaya penerapan yang relatif tinggi, kurangnya literasi teknologi, dan resistensi dari pelaku industri merupakan beberapa hambatan yang harus diatasi. Selain itu, isu privasi data juga harus diperhatikan agar penerapan teknologi tidak menimbulkan masalah baru.

Meski demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa adopsi blockchain dan AI dalam rantai pasok pangan berpotensi besar meningkatkan efisiensi sistem, memperkuat kepercayaan konsumen, dan mendukung keberlanjutan industri pangan. Oleh karena itu, penelitian mengenai integrasi kedua

teknologi ini menjadi sangat relevan dalam mendukung transformasi digital sektor pangan menuju sistem yang lebih stabil, aman, dan terpercaya.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan tujuan memberikan pemahaman mendalam mengenai integrasi teknologi Blockchain dan Artificial Intelligence (AI) dalam meningkatkan transparansi dan efisiensi rantai pasok pangan. Pendekatan ini dipilih karena mampu menjelaskan fenomena secara komprehensif berdasarkan data, konsep, serta hasil penelitian terdahulu. Data dikumpulkan melalui studi literatur dari jurnal ilmiah, laporan organisasi internasional, buku akademik, dan publikasi terkait teknologi blockchain, AI, serta manajemen rantai pasok pangan.

Proses analisis dilakukan menggunakan teknik analisis isi (content analysis) dengan menelaah berbagai sumber informasi untuk mengidentifikasi pola, konsep utama, manfaat, dan tantangan dalam penerapan blockchain dan AI. Setiap literatur dikategorikan berdasarkan fokus kajian seperti keamanan pangan, efisiensi logistik, transparansi, dan keberlanjutan rantai pasok. Hasil kategorisasi ini kemudian dianalisis untuk melihat hubungan antar konsep, potensi integrasi kedua teknologi, serta implikasinya terhadap peningkatan kinerja rantai pasok pangan.

Untuk meningkatkan validitas penelitian, dilakukan teknik triangulasi sumber dengan membandingkan temuan dari berbagai penelitian yang relevan. Literatur yang digunakan dipilih berdasarkan kriteria kredibilitas, relevansi, dan kemutakhiran, terutama publikasi lima hingga sepuluh tahun terakhir. Hasil akhir dari proses analisis disajikan secara sistematis untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai bagaimana integrasi blockchain dan AI dapat diimplementasikan dalam rantai pasok pangan serta potensi dampak strategisnya bagi industri pangan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis literatur menunjukkan bahwa blockchain telah terbukti meningkatkan transparansi rantai pasok pangan melalui pencatatan data yang bersifat permanen dan tidak dapat dimanipulasi. Teknologi ini memungkinkan setiap aktor dalam rantai pasok untuk mengakses riwayat perjalanan produk secara real-time, sehingga mengurangi potensi kecurangan serta meningkatkan kepercayaan antarpelaku usaha.

Penerapan blockchain juga memberikan dampak signifikan terhadap kemampuan pelacakan (traceability). Setiap tahap produksi hingga distribusi tercatat dalam blok data yang terhubung satu sama lain. Dengan demikian, ketika terjadi kasus kontaminasi atau produk cacat, pelaku industri dapat dengan cepat menelusuri sumber permasalahan dan melakukan tindakan korektif secara efisien.

AI memberikan kontribusi strategis melalui kemampuan prediksi dan analisis data berskala besar. Dalam konteks rantai pasok pangan, AI mampu menganalisis pola permintaan, musim panen, kondisi lingkungan, hingga tren konsumsi, sehingga membantu pelaku industri dalam mengambil keputusan logistik dan produksi secara lebih akurat.

Integrasi blockchain dan AI menghasilkan sinergi yang kuat. Blockchain menjamin keandalan data yang masuk, sedangkan AI memberikan kecerdasan untuk mengolah data tersebut menjadi informasi yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Kombinasi ini memberikan landasan sistem rantai pasok pangan yang lebih presisi, akuntabel, dan otomatis.

Hasil studi juga menunjukkan bahwa implementasi blockchain dan AI mampu mengurangi risiko pemborosan pangan (food waste). Dengan prediksi permintaan yang lebih akurat, pelaku industri dapat menyesuaikan jumlah produksi dan distribusi. Blockchain kemudian memastikan setiap pergerakan produk tercatat dengan baik sehingga meminimalkan kehilangan bahan pangan selama proses distribusi.

Dari sisi efisiensi operasional, AI mampu mengoptimalkan rute pengiriman dan jadwal distribusi melalui algoritma machine learning. Sementara itu, blockchain mempercepat proses verifikasi dokumen, pembayaran, dan sertifikasi, sehingga rantai pasok dapat berjalan lebih cepat dengan biaya administrasi yang lebih rendah.

Dalam aspek keamanan pangan, AI memiliki kemampuan untuk mendeteksi anomali berdasarkan pola data historis. Misalnya, perubahan suhu penyimpanan atau kelembapan selama transportasi dapat dipantau secara otomatis. Blockchain kemudian mencatat seluruh informasi tersebut sehingga memungkinkan pelacakan kondisi produk sepanjang perjalanan.

Beberapa negara dan perusahaan besar telah menerapkan integrasi blockchain dan AI dalam rantai pasok pangan. Studi literatur menunjukkan keberhasilan implementasi sistem ini pada produk susu, daging, buah-buahan, dan sayuran. Hasil penerapan tersebut menunjukkan peningkatan kecepatan pelacakan, pengurangan biaya operasional, serta peningkatan kepercayaan konsumen terhadap merek.

Selain efisiensi, integrasi teknologi ini berpotensi memperkuat aspek keberlanjutan pangan. Blockchain memungkinkan verifikasi praktik produksi yang ramah lingkungan, sementara AI dapat menghitung tingkat efisiensi energi, penggunaan air, dan emisi karbon. Informasi ini sangat penting untuk memastikan praktik pertanian berkelanjutan.

Analisis juga menunjukkan bahwa transparansi berbasis blockchain dapat meningkatkan nilai tambah produk. Konsumen cenderung memilih produk yang memiliki informasi asal-usul lengkap, seperti lokasi produksi, metode panen, sertifikasi keamanan, serta jalur distribusi. Hal ini mendorong produsen untuk lebih meningkatkan standardisasi mutu.

Namun, terdapat tantangan teknis yang perlu diperhatikan. Beberapa penelitian mencatat bahwa blockchain membutuhkan kapasitas penyimpanan dan komputasi yang besar, sementara implementasi AI memerlukan infrastruktur data yang matang. Kondisi ini menjadi hambatan terutama bagi usaha kecil dan negara berkembang.

Selain itu, integrasi blockchain dan AI memerlukan kerja sama yang kuat di antara seluruh aktor rantai pasok. Tanpa komitmen untuk berbagi data secara terbuka dan konsisten, sistem tidak dapat berjalan secara optimal. Kurangnya digitalisasi di tingkat petani kecil juga menjadi kendala yang sering ditemukan.

Tantangan lainnya adalah privasi dan keamanan data. Meskipun blockchain aman, data yang dimasukkan tetap bergantung pada keakuratan input dari pengguna. Jika data awal salah atau sengaja dimanipulasi sebelum masuk ke rantai blok, AI akan mengolah data yang tidak valid dan menghasilkan prediksi yang keliru.

Dalam konteks kebijakan publik, beberapa studi menekankan perlunya regulasi yang jelas terkait penggunaan teknologi blockchain dan AI dalam industri pangan. Pemerintah perlu menetapkan standar keamanan data, interoperabilitas sistem, serta pedoman terkait transparansi informasi agar implementasi teknologi ini tidak menimbulkan masalah hukum.

Hasil penelitian juga mengindikasikan bahwa pelatihan sumber daya manusia menjadi aspek yang sangat penting. Pelaku industri membutuhkan pengetahuan teknis untuk mengoperasikan sistem berbasis blockchain dan AI, termasuk pemahaman tentang pengelolaan data, keamanan siber, dan manajemen risiko.

Dari perspektif ekonomi, integrasi blockchain dan AI dapat memberikan dampak positif bagi daya saing perusahaan. Dengan sistem yang lebih efisien, perusahaan dapat menekan biaya operasional dan meningkatkan kualitas layanan. Hal ini dapat memperkuat posisi pasar dan meningkatkan profitabilitas jangka panjang.

Kehadiran teknologi ini juga membuka peluang inovasi baru di sektor pangan, seperti otomatisasi pemantauan kualitas produk, penggunaan sensor IoT, dan pengembangan platform digital untuk sertifikasi pangan. Penerapan ini semakin memperkuat ekosistem digital rantai pasok.

Hasil kajian menunjukkan bahwa konsumen memberikan respon positif terhadap teknologi yang meningkatkan transparansi. Produk yang dilengkapi dengan QR code berbasis blockchain mendapatkan tingkat kepercayaan lebih tinggi, dan AI membantu menganalisis preferensi konsumen untuk meningkatkan kualitas layanan.

Integrasi blockchain dan AI juga berpotensi mempercepat tanggap darurat pangan. Ketika terdeteksi adanya kontaminasi atau potensi wabah penyakit, AI dapat mengidentifikasi pola penyebaran dan blockchain memastikan proses pelacakan dilakukan secara cepat dan akurat, sehingga mempersempit area penarikan produk.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi blockchain dan AI mampu memberikan transformasi besar terhadap rantai pasok pangan. Meski terdapat tantangan teknis, regulasi, dan kesiapan sumber daya manusia, manfaat yang dihasilkan jauh lebih besar, terutama dalam meningkatkan efisiensi, keamanan, transparansi, dan keberlanjutan industri pangan. Karena itu, adopsi kedua teknologi ini menjadi langkah strategis yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan rantai pasok pangan modern.

## **KESIMPULAN**

Integrasi teknologi Blockchain dan Artificial Intelligence (AI) dalam rantai pasok pangan memberikan peluang strategis untuk meningkatkan transparansi, efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan sistem pangan modern. Blockchain menyediakan mekanisme pencatatan data yang aman, terdesentralisasi, dan tidak dapat dimanipulasi, sementara AI mampu melakukan analisis prediktif dan optimasi proses secara lebih cerdas. Hasil kajian menunjukkan bahwa kombinasi kedua teknologi ini dapat mempercepat proses pelacakan, mengurangi pemborosan, meningkatkan kepercayaan konsumen, serta memperkuat daya saing industri pangan. Meskipun demikian, tantangan terkait infrastruktur digital, literasi teknologi, privasi data, dan kesiapan regulasi masih menjadi kendala yang perlu ditangani secara serius.

Untuk memaksimalkan manfaat integrasi blockchain dan AI, diperlukan dukungan kebijakan yang kuat dari pemerintah dalam bentuk regulasi yang jelas, insentif adopsi teknologi, serta penguatan standar keamanan data. Pelaku industri disarankan untuk meningkatkan investasi pada infrastruktur digital, termasuk penggunaan sensor IoT, pelatihan sumber daya manusia, dan pengembangan platform berbagi data yang aman. Selain itu, kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, lembaga pendidikan, dan petani kecil sangat penting untuk memastikan adopsi teknologi secara merata dan berkelanjutan. Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk mengkaji model implementasi yang paling efektif dan sesuai dengan konteks lokal sehingga transformasi digital rantai pasok pangan dapat tercapai secara optimal.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain. *Journal of Food Control*.
- Banerjee, S. (2020). Applications of blockchain technology in food supply chains. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Behnke, K., & Janssen, M. (2020). Blockchain and supply chain innovation. *International Journal of Information Management*.
- Bumblauskas, D., Jing, Z., & Mann, A. (2020). AI and blockchain integration for supply chain transparency. *Procedia Manufacturing*.
- Casino, F., Dasaklis, T., & Patsakis, C. (2019). Blockchain in agriculture and food supply chain. *Sustainability*.
- Chen, J., Zhang, Y., & Wang, Y. (2021). AI for demand forecasting in food logistics. *Computers & Industrial Engineering*.
- Galvez, J. F., Mejuto, J. C., & Simal-Gandara, J. (2018). Food traceability using blockchain. *Trends in Food Science & Technology*.

- 
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). Blockchain in agriculture: A review. *Biosystems Engineering*.
- Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and sustainable supply chains. *International Journal of Production Research*.
- Li, Z., et al. (2020). Traceability systems for food using blockchain. *Food Quality and Safety*.
- Lin, Y., Zhou, L., & Xu, X. (2021). AI-enabled food safety monitoring. *Journal of Food Engineering*.
- PwC. (2020). Blockchain in agri-food supply chains: Opportunities and challenges.
- Rejeb, A., Rejeb, K., & Keogh, J. G. (2022). The role of AI in modern supply chains. *Supply Chain Management Review*.
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2019). Blockchain technology and supply chain sustainability. *Journal of Cleaner Production*.
- Salah, K., Rehman, M., & Al-Fuqaha, A. (2020). Blockchain for logistics. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*.
- Schmidt, C., & Wagner, S. (2019). Blockchain and logistics performance. *Journal of Business Logistics*.
- Sharma, S., et al. (2021). AI-based optimization in food logistics. *Applied Artificial Intelligence*.
- Tian, F. (2017). A supply chain traceability system using RFID and blockchain. *International Journal of Supply Chain Management*.
- Verhoef, P. C., et al. (2021). Digital transformation and AI adoption in supply chains. *Journal of Business Research*.
- World Economic Forum. (2020). Building transparent supply chains with blockchain.