



Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp>
 Volume 7 Nomor 4, 2024
 P-2655-710X e-ISSN 2655-6022

Submitted : 29/11/2024
 Reviewed : 04/12/2024
 Accepted : 11/12/2024
 Published : 28/12/2024

Hilma Farhani¹
 Muhammad Arya
 Dirgantara²
 Intan Puspita Rini³
 Wiwin⁴

PERAN TEKNOLOGI BLOCKCHAIN DALAM MENINGKATKAN TRANSPARANSI SERTIFIKASI HALAL DI INDUSTRI MAKANAN DAN MINUMAN

Abstrak

Perkembangan industri halal global yang pesat menuntut adanya sistem yang transparan dan akuntabel dalam memastikan kehalalan produk, khususnya pada rantai pasok pangan halal. Salah satu tantangan utama dalam rantai pasok halal adalah memastikan integritas dan keaslian informasi halal dari hulu ke hilir. Teknologi blockchain hadir sebagai solusi inovatif yang menawarkan kemampuan pencatatan data secara permanen, terdesentralisasi, dan tidak dapat diubah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam pemanfaatan teknologi blockchain dalam mendukung sistem rantai pasok halal, khususnya dalam aspek verifikasi, transparansi, dan ketertelusuran produk halal. Melalui studi literatur dari berbagai sumber ilmiah, penelitian ini menemukan bahwa penerapan blockchain mampu memperkuat kepercayaan konsumen dengan menyediakan informasi yang real-time dan dapat diakses oleh semua pihak yang terlibat dalam rantai pasok. Selain itu, integrasi blockchain dengan teknologi lain seperti Internet of Things (IoT) dan Artificial Intelligence (AI) semakin memperkuat sistem ketertelusuran halal secara digital. Namun demikian, tantangan seperti kesiapan infrastruktur, regulasi, dan tingkat literasi teknologi masih menjadi kendala dalam implementasi blockchain di industri halal. Oleh karena itu, diperlukan kolaborasi antara pemerintah, pelaku industri, dan lembaga sertifikasi halal untuk mewujudkan ekosistem rantai pasok halal yang lebih transparan dan berkelanjutan berbasis teknologi blockchain. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan sistem rantai pasok halal yang lebih modern dan terpercaya di masa depan.

Kata Kunci: Blockchain, Rantai Pasok Halal, Ketertelusuran

Abstract

The rapid growth of the global halal industry demands a transparent and accountable system to ensure the halal integrity of products, particularly within the halal food supply chain. One of the main challenges in the halal supply chain is maintaining the integrity and authenticity of halal information from upstream to downstream. Blockchain technology emerges as an innovative solution offering permanent, decentralized, and immutable data recording capabilities. This study aims to explore the utilization of blockchain technology in supporting the halal supply chain system, particularly in aspects of verification, transparency, and product traceability. Through a comprehensive literature review from various scientific sources, this research finds that blockchain implementation can enhance consumer trust by providing real-time information accessible to all stakeholders in the supply chain. Furthermore, the integration of blockchain with other technologies such as the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) further strengthens the digital halal traceability system. Nevertheless, challenges such as infrastructure readiness, regulatory frameworks, and technological literacy remain obstacles in implementing blockchain within the halal industry. Therefore, collaboration between governments, industry players, and halal certification bodies is essential to realize a more transparent and sustainable halal supply chain ecosystem based on blockchain technology. This research is expected to serve as a reference for the development of a more modern and reliable halal supply chain system in the future.

Keywords: Blockchain, Halal Supply Chain, Traceability

^{1,2,3,4} Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Jakarta
 e-mail: hilma@uid.ac.id

PENDAHULUAN

Industri makanan dan minuman merupakan salah satu sektor vital dalam perekonomian global yang mengalami pertumbuhan pesat seiring meningkatnya permintaan konsumen. Bagi negara dengan mayoritas penduduk Muslim seperti Indonesia, jaminan kehalalan produk menjadi aspek fundamental yang harus diperhatikan oleh pelaku industri (Widiarta et al., 2024). Sertifikasi halal tidak hanya berfungsi sebagai standar kualitas dan keamanan pangan, tetapi juga sebagai bentuk perlindungan konsumen Muslim dalam mengonsumsi produk yang sesuai dengan syariat Islam (Febrian, 2024). Namun, proses sertifikasi halal yang ada saat ini masih menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait dengan transparansi, integritas data, serta potensi terjadinya kecurangan dalam rantai pasok (Fahlevi & Al Manan, 2023).

Ketergantungan terhadap sistem manual dan dokumentasi konvensional dalam proses sertifikasi halal kerap menimbulkan permasalahan, seperti ketidakterlacakan asal-usul bahan baku, keterbatasan informasi yang dapat diakses oleh konsumen, hingga terjadinya manipulasi data. Situasi ini diperburuk oleh kompleksitas rantai pasok makanan dan minuman modern yang melibatkan banyak pihak di berbagai negara. Oleh karena itu, kepercayaan konsumen terhadap label halal sebuah produk kian dipertanyakan, sehingga dibutuhkan sebuah sistem yang mampu menjamin transparansi dan akuntabilitas secara menyeluruh dalam proses sertifikasi halal (Kurniawan, Suparno, & Vanany, 2025).

Blockchain sebagai teknologi yang mampu merekam setiap transaksi dalam bentuk digital, terdesentralisasi, dan tidak dapat diubah, menawarkan solusi inovatif dalam menjawab permasalahan transparansi dan kepercayaan pada proses sertifikasi halal. Dengan mengintegrasikan blockchain, setiap tahapan dalam rantai pasok halal dapat dicatat secara real-time dan permanen, sehingga seluruh pihak yang terlibat, mulai dari produsen, lembaga sertifikasi, hingga konsumen, dapat mengakses informasi yang valid dan terpercaya. Zain dan Janom (2024) menegaskan bahwa penerapan blockchain dalam sertifikasi halal mampu menciptakan sistem yang lebih transparan dan efisien, sekaligus meminimalisasi risiko kecurangan.

Lebih jauh, pengembangan sistem berbasis blockchain yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan (AI) dinilai mampu memperkuat ketelusuran produk halal secara end-to-end. Khan dan Alourani (2024) menunjukkan bahwa kombinasi teknologi ini memungkinkan monitoring otomatis terhadap setiap proses produksi dan distribusi, sehingga ketertelusuran halal dapat terjamin secara lebih akurat dan real-time. Selain itu, dalam konteks keberlanjutan, Hassan dan Ali (2022) menilai bahwa teknologi blockchain berpotensi besar dalam mendukung keberlanjutan industri makanan dan minuman halal melalui efisiensi proses dan pengurangan risiko penipuan sertifikasi (Qamara & Widiarta, 2025).

Pemanfaatan blockchain dalam sertifikasi halal juga semakin relevan pasca pandemi COVID-19, di mana kebutuhan akan sistem sertifikasi yang lebih tangguh dan adaptif meningkat tajam. Sulaiman dan Rahman (2023) menekankan bahwa blockchain mampu memperkuat ketahanan sistem sertifikasi halal di tengah disrupsi global dengan menyediakan mekanisme verifikasi yang andal dan terdesentralisasi. Hal ini penting untuk menjamin kepercayaan konsumen dan menjaga stabilitas industri halal di era digital dan pasca pandemi.

Namun demikian, meskipun potensi teknologi blockchain dalam mendukung transparansi dan akuntabilitas sertifikasi halal telah banyak dikaji, terdapat kesenjangan penelitian (research gap) terkait fokus implementasi spesifik di sektor industri makanan dan minuman, khususnya dalam konteks keunikan ekosistem halal di Indonesia. Sebagian besar studi masih bersifat konseptual dan eksploratif, serta belum menelaah secara komprehensif bagaimana blockchain dapat diimplementasikan secara praktis dan efektif dalam proses sertifikasi halal di industri makanan dan minuman yang sangat dinamis dan kompleks (Widiarta et al., 2021). Selain itu, kajian empiris mengenai integrasi blockchain dengan sistem sertifikasi halal yang sudah ada masih sangat terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memiliki *novelty* dalam menggali secara mendalam peran teknologi blockchain dalam meningkatkan transparansi sertifikasi halal di industri makanan dan minuman, dengan menekankan pada potensi penerapannya di Indonesia sebagai negara dengan populasi Muslim terbesar di dunia. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi teoretis dan praktis dengan menawarkan perspektif baru dalam pengembangan sistem sertifikasi halal berbasis blockchain yang lebih transparan, akuntabel, dan adaptif terhadap tantangan industri makanan dan minuman halal di era digital.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur atau literature review sebagai pendekatan utama. Studi literatur dilakukan untuk mengkaji dan menganalisis berbagai sumber referensi yang relevan terkait peran teknologi blockchain dalam meningkatkan transparansi sertifikasi halal di industri makanan dan minuman. Adapun tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Topik dan Rumusan Masalah
Peneliti menentukan fokus penelitian pada isu transparansi sertifikasi halal di industri makanan dan minuman serta potensi pemanfaatan teknologi blockchain dalam proses tersebut.
2. Pengumpulan Literatur
Peneliti mengumpulkan berbagai literatur yang relevan berupa jurnal ilmiah, prosiding konferensi, artikel penelitian, dan sumber terpercaya lainnya.
3. Evaluasi dan Seleksi Literatur
Literatur yang terkumpul dievaluasi untuk memastikan relevansi, kredibilitas, dan kemutakhiran. Hanya sumber yang sesuai dengan topik penelitian yang dianalisis lebih lanjut.
4. Analisis dan Sintesis Informasi
Peneliti menganalisis isi setiap literatur yang terpilih, mengelompokkan informasi berdasarkan tema seperti konsep blockchain, tantangan sertifikasi halal, dan integrasi teknologi. Selanjutnya, dilakukan sintesis untuk menemukan hubungan antar literatur dan membangun kerangka pemikiran penelitian.
5. Penulisan Hasil dan Penyusunan Kesimpulan
Hasil analisis literatur disusun secara sistematis dalam bentuk narasi, membahas potensi dan peran blockchain dalam meningkatkan transparansi sertifikasi halal di industri makanan dan minuman. Pada tahap ini juga dirumuskan kesimpulan dan rekomendasi berdasarkan temuan studi literatur.

Metode ini diharapkan mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan penelitian sebelumnya serta menawarkan sudut pandang baru dalam konteks penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil studi literatur ini menunjukkan bahwa teknologi blockchain memiliki potensi besar dalam meningkatkan transparansi dan kepercayaan dalam proses sertifikasi halal di industri makanan dan minuman. Salah satu keunggulan utama blockchain terletak pada kemampuannya mencatat setiap transaksi secara permanen, terdesentralisasi, dan tidak dapat diubah. Hal ini sangat penting dalam sistem rantai pasok halal yang kompleks, di mana setiap tahapan produksi hingga distribusi harus terjaga kehalalannya secara ketat (Feng et al., 2020).

Feng et al. (2020) menegaskan bahwa penerapan blockchain dalam industri agrifood mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi proses pelacakan produk dari hulu ke hilir. Manfaat yang sama juga dapat diterapkan pada industri halal, di mana kejelasan asal-usul bahan baku, proses produksi, hingga distribusi sangat krusial dalam menjamin kehalalan suatu produk. Hal ini diperkuat oleh Abidin dan Perdana (2020) yang mengusulkan kerangka konseptual penerapan blockchain dalam verifikasi produk halal untuk meningkatkan kecepatan dan keakuratan proses sertifikasi.

Tieman dan Darun (2017) menyoroti tantangan utama dalam rantai pasok halal adalah banyaknya titik kritis (critical points) yang sulit diawasi secara manual. Dengan teknologi blockchain, setiap titik kritis tersebut dapat tercatat secara real-time dan transparan, sehingga mampu meminimalisir risiko manipulasi data atau kecurangan dalam proses sertifikasi halal.

Sementara itu, Abdullah dan Osman (2021) menyatakan bahwa meskipun manfaat blockchain sudah banyak dibuktikan, tantangan utama penerapannya adalah terkait integrasi sistem antar lembaga, biaya implementasi, serta regulasi yang masih terbatas. Mereka juga menekankan perlunya penelitian lanjutan untuk mengembangkan model blockchain yang sesuai dengan kebutuhan sertifikasi halal, khususnya di negara-negara mayoritas Muslim seperti Indonesia.

Integrasi blockchain dengan teknologi Artificial Intelligence (AI) juga mulai dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pelacakan halal. Alourani dan Khan (2024) mengusulkan sistem berbasis blockchain dan AI yang mampu memberikan pelacakan halal secara otomatis dan real-time, sehingga memperkuat integritas sistem sertifikasi halal di masa depan.

Lebih lanjut, Hassan dan Ali (2022) menekankan bahwa keberlanjutan industri halal sangat bergantung pada kepercayaan konsumen. Blockchain dinilai mampu memperkuat kepercayaan tersebut dengan menyediakan sistem audit yang transparan dan dapat diakses oleh semua pihak yang berkepentingan. Dengan demikian, blockchain tidak hanya mendukung proses sertifikasi halal, tetapi juga menjaga keberlanjutan industri halal secara keseluruhan.

Di konteks Indonesia, Kurniawan, Suparno, dan Vanany (2025) mengembangkan kerangka konseptual dan holistik untuk penerapan blockchain dalam rantai pasok halal dan keamanan pangan. Mereka menekankan pentingnya kolaborasi antara blockchain dan Internet of Things (IoT) untuk memastikan data yang masuk ke dalam sistem benar-benar valid dan terverifikasi. Dengan framework ini, proses sertifikasi halal di Indonesia diharapkan menjadi lebih transparan, efisien, dan mampu mendukung pembangunan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, hasil studi literatur ini menunjukkan bahwa teknologi blockchain mampu menjadi solusi inovatif dalam menjawab berbagai tantangan sertifikasi halal, terutama dalam hal transparansi, akurasi data, dan kepercayaan konsumen. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut dan pengembangan sistem yang terintegrasi serta regulasi yang mendukung untuk memastikan implementasi blockchain dalam sertifikasi halal dapat berjalan efektif di industri makanan dan minuman.

Pembahasan

Penerapan teknologi blockchain dalam sistem rantai pasok halal menjadi solusi inovatif untuk menjawab tantangan kompleks dalam menjaga keaslian, ketelusuran, dan kepastian status halal produk makanan. Permintaan global terhadap produk halal yang terus meningkat menuntut adanya sistem yang mampu menjamin kepercayaan konsumen, terutama dalam proses verifikasi yang transparan dan dapat diandalkan. Blockchain menawarkan karakteristik unik seperti desentralisasi, transparansi, dan imutabilitas data yang sejalan dengan prinsip dasar halal dalam Islam, yaitu kejelasan dan kejujuran dalam setiap tahapan produksi dan distribusi (Abdullah & Osman, 2021).

Dalam konteks halal food supply chain, teknologi blockchain memberikan kemampuan untuk mencatat setiap transaksi dan proses produksi secara real-time dan tidak dapat diubah, mulai dari bahan baku hingga produk akhir yang dikonsumsi. Hal ini menciptakan sistem verifikasi halal yang lebih efektif dibandingkan metode konvensional yang masih rentan terhadap kecurangan dan manipulasi data. Menurut Abidin dan Perdana (2020), blockchain berpotensi menjadi pilar utama dalam sistem verifikasi produk halal, terutama karena dapat merekam data secara permanen dan dapat diakses oleh seluruh pemangku kepentingan dalam rantai pasok.

Lebih jauh lagi, integrasi antara blockchain dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam sistem ketelusuran halal semakin memperkuat validitas dan efisiensi verifikasi halal. Alourani dan Khan (2024) mengembangkan model yang menggabungkan blockchain dengan AI untuk memastikan ketertelusuran (traceability) produk halal secara otomatis dan cerdas. Dengan sistem ini, data yang tersimpan dalam blockchain dianalisis secara real-time oleh AI untuk mendeteksi potensi pelanggaran standar halal, sehingga dapat dilakukan intervensi dini sebelum produk sampai ke tangan konsumen.

Konsep ini juga relevan dengan temuan Feng et al. (2020), yang menegaskan bahwa penerapan blockchain dalam industri agri-food mampu meningkatkan ketelusuran dan kepercayaan publik terhadap kualitas dan keamanan produk makanan. Penerapan blockchain dalam industri pangan halal tidak hanya memperkuat jaminan kehalalan, tetapi juga meningkatkan daya saing industri halal secara global, khususnya dalam menghadapi tantangan era digital dan globalisasi pasar.

Di sisi lain, keberlanjutan sistem pangan halal juga menjadi perhatian penting dalam penerapan blockchain. Hassan dan Ali (2022) menekankan bahwa blockchain dapat menjadi solusi untuk menjaga keberlanjutan industri halal dengan memperkuat sistem sertifikasi halal yang selama ini menghadapi berbagai tantangan, mulai dari proses yang panjang hingga risiko

pemalsuan sertifikat. Dengan blockchain, proses sertifikasi menjadi lebih efisien, transparan, dan mudah diverifikasi oleh semua pihak terkait, termasuk otoritas keagamaan dan konsumen.

Dalam konteks Indonesia, sebagai negara dengan populasi Muslim terbesar di dunia, pemanfaatan blockchain dalam sistem rantai pasok halal sangat potensial untuk dikembangkan. Kurniawan et al. (2025) mengusulkan kerangka kerja konseptual yang mengintegrasikan blockchain dan Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan ketelusuran dan keamanan pangan halal di Indonesia. Melalui framework ini, setiap aktivitas dalam rantai pasok dapat terpantau secara digital dan real-time, mulai dari peternakan, pengolahan, distribusi, hingga ke meja konsumen. Hal ini tidak hanya menjamin aspek halal tetapi juga keamanan pangan (food safety), yang sangat penting dalam menjaga kesehatan masyarakat.

Lebih lanjut, Kurniawan et al. (2025) juga mengembangkan framework holistik untuk menjamin kepatuhan halal dalam rantai pasok berbasis blockchain. Framework ini dirancang untuk mengatasi berbagai tantangan seperti kurangnya transparansi, ketidakteraturan dalam dokumentasi halal, dan kelemahan dalam proses audit. Dengan pendekatan holistik, blockchain diharapkan mampu menghadirkan sistem yang terintegrasi dan berkelanjutan dalam pengelolaan rantai pasok halal.

Namun demikian, adopsi blockchain dalam industri halal juga menghadapi berbagai tantangan yang harus diantisipasi. Sulaiman dan Rahman (2023) mengungkapkan bahwa meskipun blockchain menawarkan banyak keunggulan, masih ada kendala dalam hal kesiapan infrastruktur, keterbatasan literasi digital pelaku industri, serta regulasi yang belum sepenuhnya mendukung implementasi teknologi ini. Oleh karena itu, kolaborasi antara pemerintah, lembaga sertifikasi halal, akademisi, dan pelaku industri menjadi kunci utama dalam mendorong adopsi teknologi blockchain secara luas dan efektif.

Selain itu, Tieman dan Darun (2017) menyoroti bahwa blockchain juga dapat memberikan keunggulan kompetitif bagi industri halal dengan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk yang dikonsumsi. Kepercayaan ini menjadi sangat penting dalam konteks pasar global, terutama di negara-negara non-Muslim yang mulai melirik pasar produk halal sebagai peluang bisnis yang besar.

Zain dan Janom (2024) menambahkan bahwa dalam pengembangan teknologi blockchain untuk sertifikasi halal, penting untuk memperhatikan isu-isu seperti standar sertifikasi, interoperabilitas antar platform, serta perlindungan data pribadi. Tanpa adanya regulasi yang jelas dan terintegrasi, dikhawatirkan blockchain justru akan menambah kompleksitas sistem sertifikasi halal yang sudah ada.

Dengan demikian, penerapan teknologi blockchain dalam sistem rantai pasok halal membawa peluang besar dalam meningkatkan transparansi, ketelusuran, dan kepercayaan konsumen. Namun, keberhasilan implementasinya sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur, regulasi yang mendukung, serta kolaborasi lintas sektor untuk menciptakan ekosistem halal yang tangguh dan berkelanjutan. Di era digital ini, blockchain berpotensi menjadi game changer dalam industri halal global, sekaligus menjawab tantangan akan pentingnya jaminan kehalalan produk secara utuh dari hulu hingga hilir.

SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan teknologi blockchain dalam sistem rantai pasok halal memiliki potensi besar untuk meningkatkan transparansi, akurasi, dan kepercayaan konsumen terhadap kehalalan produk. Dengan kemampuan blockchain dalam mencatat setiap proses secara permanen dan tidak dapat diubah, tantangan verifikasi halal dapat diminimalisir sehingga integritas produk halal tetap terjaga dari hulu hingga hilir.

SARAN

Penelitian ini menyarankan agar para pelaku industri halal, lembaga sertifikasi, dan pemerintah mulai mempertimbangkan integrasi teknologi blockchain dalam sistem rantai pasok halal. Selain itu, perlu dilakukan sosialisasi dan peningkatan literasi digital kepada seluruh pihak terkait agar implementasi teknologi ini dapat berjalan optimal dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Febrian, W. D. (2024). Strategi Green Human Resource Management dalam Meningkatkan Employer Branding di Era Keberlanjutan. *Jurnal Limit Multidisiplin*, 1(3), 93–99.
- Qamara, C., & Widiarta, I. P. G. D. (2025). Analisis Potensi dan Strategi Pengembangan Bisnis Peternakan Babi di Wilayah Kota Samarinda. *Habitat: Jurnal Ilmiah Ilmu Hewani Dan Peternakan*, 3(1), 1–17.
- Widiarta, I. P. G. D., Anindyasari, D., & Wahyuningtyas, A. N. (2024). The Role of Social Media Marketing and Electronic Word of Mouth on the Purchase Intention of Frozen Meat Products. *Agriwar Journal*, 4(2), 25–34.
- Widiarta, I. P. G. D., Suarna, I. W., & Suryani, N. N. (2021). Development strategy of Bali cattle business towards sustainable rural economy. *International Journal of Life Sciences*, 5(2), 36–47.
- Abdullah, A., & Osman, M. (2021). *Blockchain technology in halal supply chain management: A comprehensive review of the status quo, challenges and future research directions*. *Journal of Islamic Marketing*, 12(9), 1700-1717. <https://doi.org/10.1108/JIMA-03-2020-0071>
- Abidin, N. Z., & Perdana, F. F. P. (2020). A proposed conceptual framework for blockchain technology in halal food product verification. *Journal of Halal Industry and Services*, 3(Special Issue), a0000079. <https://doi.org/10.3687/jhis.a0000079>
- Alourani, A., & Khan, S. (2024). A blockchain and artificial intelligence based system for halal food traceability. *arXiv preprint arXiv:2410.07305*. <https://arxiv.org/abs/2410.07305>
- Fahlevi, H., & Al Manan, A. (2023). *Pemanfaatan blockchain dalam konsep sistem rantai pasok pangan halal: Studi eksplorasi*. Diakses dari https://www.researchgate.net/publication/372868774_Pemanfaatan_Blockchain_dalam_Konsep_Sistem_Rantai_Pasok_Pangan_Halal_Studi_Eksplorasi/fulltext/64cb9f3ad394182ab3a106c9/Pemanfaatan-Blockchain-dalam-Konsep-Sistem-Rantai-Pasok-Pangan-Halal-Studi-Eksplorasi.pdf
- Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. (2020). Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121031. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121031>
- Feng, H., Wang, X., Duan, Y., Zhang, J., & Zhang, X. (2020). Applying blockchain technology to improve agri-food traceability: A review of development methods, benefits and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121031. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121031>
- Hassan, S. H., & Ali, N. M. (2022). Halal food sustainability between certification and blockchain technology: A review. *Sustainability*, 14(4), 2152. <https://doi.org/10.3390/su14042152>
- Hassan, S. H., & Ali, N. M. (2022). Halal food sustainability between certification and blockchain technology: A review. *Sustainability*, 14(4), 2152. <https://doi.org/10.3390/su14042152>
- Khan, S., & Alourani, A. (2024). A blockchain and artificial intelligence based system for halal food traceability. Diakses dari <https://arxiv.org/abs/2410.07305>
- Kurniawan, M., Suparno, S., & Vanany, I. (2025). Conceptual framework for halal supply chain traceability and food safety in Indonesia based on blockchain technology and Internet of Things to support sustainable development. *Engineering Proceedings*, 84(1), 27. <https://doi.org/10.3390/engproc2025084027>
- Kurniawan, M., Suparno, S., & Vanany, I. (2025). Conceptual framework for halal supply chain traceability and food safety in Indonesia based on blockchain technology and Internet of Things to support sustainable development. *Engineering Proceedings*, 84(1), 27. <https://doi.org/10.3390/engproc2025084027>

- Kurniawan, M., Suparno, S., & Vanany, I. (2025). *Holistic framework for blockchain-based halal compliance in supply chains*. *Systems*, 13(1), 21. <https://doi.org/10.3390/systems13010021>
- Kurniawan, M., Suparno, S., & Vanany, I. (2025). *Holistic framework for blockchain-based halal compliance in supply chains*. *Systems*, 13(1), 21. <https://doi.org/10.3390/systems13010021>
- Sulaiman, E., & Rahman, A. (2023). *Blockchain for resilient halal food certification during post-COVID era*. Diakses dari https://www.researchgate.net/publication/377365858_Blockchain_for_Resilient_Halal_Food_Certification_during_Post-COVID_Era/fulltext/65a27d32bc30165e6e376dc7/Blockchain-for-Resilient-Halal-Food-Certification-during-Post-COVID-Era.pdf
- Tieman, M., & Darun, M. R. (2017). *Leveraging blockchain technology for halal supply chains*. *Islamic Business and Finance Review*, 6(1), 1-12. Diakses dari <https://journals.iium.edu.my/ibfr/index.php/ibfr/article/view/385>
- Zain, M., & Janom, N. (2024). *Blockchain technology and halal certification: Issues and development*. Dalam *Proceedings of the International Conference on Information Technology and Business (ICITB)*. Diakses dari https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-97-1375-2_1