

Inovasi Teknologi dalam Industri Halal Dalam Meningkatkan Keamanan Rantai Pasok Industri Halal Internasional

Dewi Purwati^{1,*}, Susi Melinasari², Keris Kartono³

¹ Institut Agama Islam Sahid Bogor, Indonesia

² Institut Agama Islam Sahid Bogor, Indonesia

³ Institut Agama Islam Sahid Bogor, Indonesia

*Alamat email koresponden: dewi.purwati@inais.ac.id

Doi: <https://doi.org/10.56406/jkim.v14i01.1000>

ABSTRACT

The international halal industry continues to grow rapidly, driven by the increasing global demand for halal products that comply with sharia principles. In facing the challenges of supply chain security and transparency, technological innovations such as Blockchain, Internet of Things (IoT), and Artificial Intelligence (AI) play an important role in strengthening the integrity of halal products. This study aims to identify the role of technological innovation in improving the security of the halal supply chain and develop strategies for implementing these technologies on an international scale. The results show that Blockchain enables decentralized and immutable data recording, thereby facilitating the traceability of halal products from upstream to downstream. IoT supports real-time monitoring of product conditions through sensors that monitor temperature, humidity, and potential contamination during storage and transportation. Meanwhile, AI is used to automatically analyze data, detect non-halal ingredients, and accelerate the halal certification process with high accuracy. These technologies not only improve operational efficiency but also strengthen consumer confidence in halal products. However, the implementation of these technologies faces challenges such as limited digital infrastructure, high costs for adoption by MSMEs, and the need for regulatory harmonization between countries. Therefore, a collaborative strategy involving the government, halal certification bodies, industry players, and consumers is needed. Education on the benefits of technology must be improved, while financial support and the development of technology-based global standards need to be prioritized. With the implementation of the right strategy, technological innovation can be a major catalyst in building a modern, trusted, and sustainable international halal industry ecosystem.

Keywords: Halal Industry, Blockchain, Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Halal Supply Chain Security.

ABSTRAK

Industri halal internasional terus berkembang pesat, didorong oleh meningkatnya permintaan global terhadap produk halal yang sesuai dengan prinsip syariah. Dalam menghadapi tantangan keamanan dan transparansi rantai pasok, inovasi teknologi seperti Blockchain, Internet of Things (IoT), dan Artificial Intelligence (AI) memainkan peran penting dalam memperkuat integritas produk halal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi peran inovasi teknologi dalam meningkatkan keamanan rantai pasok halal serta menyusun strategi implementasi teknologi tersebut dalam skala internasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Blockchain memungkinkan pencatatan data yang terdesentralisasi dan tidak dapat diubah, sehingga memfasilitasi ketelusuran produk halal dari hulu ke hilir. IoT mendukung pemantauan kondisi produk secara real-time melalui sensor yang memantau suhu, kelembapan, dan potensi kontaminasi selama penyimpanan dan transportasi. Sementara itu, AI digunakan untuk menganalisis data secara otomatis, mendeteksi bahan non-halal, serta mempercepat proses sertifikasi halal dengan akurasi tinggi. Teknologi-teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memperkuat kepercayaan konsumen terhadap produk halal. Namun, implementasi teknologi ini menghadapi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur digital, biaya tinggi untuk adopsi oleh UMKM, serta kebutuhan harmonisasi regulasi antarnegara. Oleh karena itu,

diperlukan strategi kolaboratif yang melibatkan pemerintah, lembaga sertifikasi halal, pelaku industri, dan konsumen. Edukasi tentang manfaat teknologi harus ditingkatkan, sementara dukungan finansial dan pengembangan standar global berbasis teknologi perlu diprioritaskan. Dengan penerapan strategi yang tepat, inovasi teknologi dapat menjadi katalis utama dalam membangun ekosistem industri halal internasional yang modern, terpercaya, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Industri Halal, Blockchain, Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Keamanan Rantai Pasok Halal.

PENDAHULUAN

Industri halal telah menjadi salah satu sektor yang paling berkembang dalam perekonomian global, dengan proyeksi nilai pasar mencapai USD 3,3 triliun pada tahun 2023 (Fauziah et al., 2017). Pertumbuhan ini didorong oleh meningkatnya kesadaran konsumen Muslim dan permintaan global terhadap produk yang sesuai dengan prinsip syariah. Dalam konteks ini, Indonesia sebagai negara dengan populasi Muslim terbesar di dunia memiliki potensi besar untuk menjadi pusat industri halal global (Safira et al., 2019). Namun, untuk mencapai posisi tersebut, penting bagi Indonesia untuk mengembangkan ekosistem industri halal yang kuat dan inovatif. Industri halal tidak hanya terbatas pada makanan dan minuman, tetapi juga mencakup sektor kosmetik, farmasi, dan pariwisata. Dengan pertumbuhan populasi Muslim yang terus meningkat, permintaan akan produk halal semakin tinggi, menjadikannya sebagai komponen penting dalam ekonomi global. Selain itu, sertifikasi halal menjadi kunci untuk memasuki pasar internasional, memungkinkan perusahaan untuk memenuhi harapan konsumen di berbagai negara, termasuk negara-negara non-Muslim. Hal ini menunjukkan bahwa industri halal bukan hanya relevan bagi konsumen Muslim tetapi juga berpotensi menarik perhatian konsumen non-Muslim yang mengutamakan produk berkualitas dan etis (Samsul et al., 2022). Dalam era globalisasi, keamanan rantai pasok menjadi isu yang sangat penting. Konsumen semakin memperhatikan asal-usul produk dan proses produksinya, termasuk kepatuhan terhadap standar halal. Oleh karena itu, inovasi teknologi dalam industri halal sangat diperlukan untuk memastikan integritas produk dari sumber hingga konsumen. Halal food supply chain (HFSC) adalah pendekatan yang mengelola pengadaan, pergerakan, penyimpanan, dan penanganan produk makanan sesuai dengan prinsip syariah. Dengan menerapkan teknologi baru dalam HFSC, industri dapat meningkatkan efisiensi dan transparansi, serta mengurangi risiko pencemaran atau ketidakpatuhan terhadap standar halal (Arrosikh & Auwalin, 2019).

Inovasi teknologi dapat mencakup penggunaan sistem pelacakan berbasis blockchain untuk memastikan keaslian produk halal sepanjang rantai pasok. Teknologi ini memungkinkan setiap tahap produk. Dengan demikian, inovasi teknologi memainkan peran yang sangat penting dalam mengatasi tantangan-tantangan ini. Teknologi seperti blockchain, IoT, dan Kecerdasan buatan (AI) dapat digunakan untuk meningkatkan transparansi, traceability, dan keamanan dalam rantai pasok industri halal internasional. Penerapan teknologi ini tidak hanya dapat membantu mengurangi risiko-risiko yang ada, tetapi juga dapat mempercepat proses sertifikasi, memastikan kualitas produk, dan meningkatkan efisiensi operasional (Kamilaris, Fonts, and Prenafeta-Boldu:2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana inovasi teknologi dapat diterapkan untuk memperkuat keamanan rantai pasok dalam industri halal internasional, dengan mempertimbangkan regulasi global yang ada dan kebutuhan pasar yang terus berkembang. Aksi dan distribusi dapat dipantau secara real-time, memberikan jaminan kepada konsumen bahwa produk yang mereka beli benar-benar memenuhi standar

halal. Selain itu, adopsi teknologi informasi dalam manajemen rantai pasok dapat meningkatkan komunikasi antara produsen dan distributor, sehingga mempercepat respon terhadap masalah yang mungkin timbul. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran inovasi teknologi dalam meningkatkan keamanan rantai pasok.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi pustaka dan analisis dokumen. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk memahami fenomena inovasi teknologi dalam industri halal secara mendalam melalui kajian terhadap literatur, laporan industri, serta studi kasus yang relevan. Sumber data penelitian ini menggunakan data sekunder, yang diperoleh dari berbagai sumber terpercaya dengan menggunakan Literatur ilmiah seperti Jurnal akademik, buku, dan artikel penelitian yang membahas inovasi teknologi dalam industri halal, Laporan industri seperti Dokumen resmi dari organisasi atau lembaga yang berfokus pada industri halal, seperti laporan dari Halal Development Corporation (HDC), Global Islamic Economy Report, dan lembaga sertifikasi halal internasional dan Studi kasus seperti Analisis terhadap penerapan teknologi dalam industri halal di beberapa negara, seperti penggunaan blockchain, IoT, AI, dan teknologi lainnya untuk meningkatkan transparansi dan keamanan rantai pasok halal. Metode pengumpulan data Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dari Studi Pustaka seperti Mengkaji berbagai literatur akademik yang relevan dengan tema penelitian, menelaah konsep-konsep utama terkait inovasi teknologi dan keamanan rantai pasok dalam industri halal. dan mengidentifikasi teori dan model konseptual yang mendukung analisis dalam penelitian ini. Dan juga menggunakan Analisis dokumen seperti Menganalisis laporan industri halal dari organisasi global dan nasional terkait perkembangan inovasi teknologi dalam rantai pasok halal. Validitas dan kredibilitas data menggunakan Triangulasi Sumber: Membandingkan dan mengonfirmasi informasi dari berbagai sumber (literatur, laporan industri, dan studi kasus).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis dalam implementasi inovasi teknologi dalam industri halal serta dampaknya terhadap keamanan rantai pasok halal global. Fokus utama dalam pembahasan ini adalah bagaimana teknologi seperti blockchain, Internet of Things (IoT), dan kecerdasan buatan (AI) dapat meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keandalan dalam proses sertifikasi, distribusi, serta pengawasan produk halal. Selain itu, juga mengeksplorasi strategi implementasi teknologi dalam industri halal internasional guna memastikan keberlanjutan dan kepatuhan terhadap standar halal yang berlaku di berbagai negara.

a. Identifikasi Inovasi Teknologi dalam Industri Halal

Inovasi teknologi memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keamanan industri halal global. Berbagai studi kasus dan laporan industri menunjukkan bahwa implementasi teknologi seperti blockchain, Internet of Things (IoT), dan kecerdasan buatan (AI) telah membantu memastikan kehalalan produk dari hulu hingga hilir rantai pasok. Sumber-sumber seperti laporan dari Global Islamic Economy Report tahun 2023. Beberapa contoh implementasi inovasi teknologi dalam industri halal global meliputi:

1) Blockchain dalam Sertifikasi Halal

Blockchain dalam sertifikasi halal adalah teknologi terdesentralisasi yang memungkinkan pencatatan transaksi secara transparan, aman, dan tidak dapat diubah, yang digunakan untuk memastikan keabsahan status halal suatu produk dari hulu ke hilir rantai pasok. Teknologi ini memungkinkan semua pemangku kepentingan, termasuk produsen, distributor, otoritas sertifikasi halal, dan konsumen, untuk mengakses informasi yang akurat dan real-time mengenai proses sertifikasi, produksi, serta distribusi produk halal (Alourani, A., & Khan, S. : 2025). Dengan menerapkan smart contracts, proses sertifikasi halal dapat diotomatisasi, sehingga mengurangi risiko pemalsuan dokumen atau manipulasi data. Blockchain juga membantu dalam meningkatkan traceability, di mana setiap tahapan dalam rantai pasok dapat diverifikasi kehalalannya melalui sistem yang terintegrasi. Beberapa negara seperti Uni Emirat Arab dan Malaysia telah mulai mengadopsi teknologi ini dalam sistem sertifikasi halal mereka untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi. Contoh implementasi di Uni Emirat Arab dan Malaysia menunjukkan bahwa blockchain dapat digunakan untuk mencatat dan memverifikasi status halal suatu produk secara real-time, mengurangi risiko pemalsuan sertifikasi. Smart contracts pada blockchain memungkinkan otomatisasi audit halal dengan lebih transparan dan cepat (Global Islamic Economy Report : 2023).

2). IoT untuk Monitoring dan Pelacakan Produk Halal

Manajemen kualitas Internet of Things Beberapa penelitian tentang QM IoT dalam rantai pasokan pangan telah dilakukan dalam literatur terkini. Penulis menggambarkan penerapan dan manfaatnya dalam lima area utama, termasuk sumber, pembuatan, pengiriman, pengembalian, dan perencanaan. Untuk sumber, sensor optik noninvasif dapat digunakan untuk penentuan fenotipe dan deteksi penyakit tanaman (Wahabzada et al., 2016). Hal ini juga dapat meningkatkan upaya pencarian informasi autentikasi bahan-bahan Halal (Ahmad Tarmizi et al., 2020). RFID dan sensor IoT digunakan dalam logistik produk halal untuk memantau kondisi penyimpanan dan pengangkutan guna memastikan tidak terjadi kontaminasi silang dengan bahan non-halal. Penerapan IoT pada sistem distribusi di Indonesia membantu dalam pelacakan asal-usul daging halal dari rumah pemotongan hingga ke pasar.

3). Kecerdasan Buatan (AI) untuk Analisis Data Halal

Kecerdasan buatan dalam industri halal memiliki peran dan prospek yang sangat penting. Sistem kecerdasan buatan dapat memverifikasi bahan dan produk secara otomatis, sehingga proses sertifikasi dapat berjalan lebih efisien. Kecerdasan buatan dapat digunakan untuk mengidentifikasi bahan haram dalam produk. Kecerdasan buatan (AI) dapat digunakan untuk memantau rantai pasokan produk halal, memastikan keaslian dan keberlanjutan produk sepanjang perjalanan dari produsen hingga konsumen. AI dapat membantu produsen mengembangkan produk baru yang memenuhi standar halal dengan lebih cepat dan efisien, dengan analisis data konsumen dan tren pasar (Fitriani Tobing dkk :2024). jadi AI digunakan untuk mendeteksi kemungkinan adanya kandungan non-halal dalam produk melalui analisis data komposisi bahan baku. AI juga diterapkan dalam chatbot dan aplikasi

seluler yang memungkinkan konsumen memverifikasi status halal produk sebelum membeli.

b. Dampak Teknologi terhadap Keamanan Rantai Pasok Halal

Keamanan dalam rantai pasok halal sangat penting untuk memastikan bahwa produk yang sampai ke konsumen benar-benar memenuhi standar halal yang telah ditetapkan. Teknologi memiliki peran yang sangat besar dalam memastikan bahwa setiap tahapan dalam rantai pasok dapat dipantau dan diverifikasi, mengurangi risiko kontaminasi silang atau penipuan dalam sertifikasi halal (Harsanto, B., Farras, J. I., Firmansyah, E. A., Pradana, M., & Apriliadi, A. : 2024). Berikut adalah dampak teknologi terhadap keamanan rantai pasok halal secara rinci :

1) Penggunaan Blockchain untuk Transparansi dan Keamanan Data

Ada dampak Blockchain adalah teknologi yang memungkinkan pencatatan transaksi secara terdesentralisasi, yang tidak dapat diubah atau dipalsukan. Dalam konteks rantai pasok halal, teknologi ini dapat diterapkan untuk mencatat semua pergerakan produk, mulai dari pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk akhir ke konsumen (Norhasimah, W., Rosli, W., Sikin, A., & Ramli, M. H. 2024). Sehingga Keamanan Data Setiap transaksi atau langkah dalam rantai pasok yang melibatkan produk halal akan dicatat dalam buku besar yang terdistribusi, yang dapat diakses oleh semua pihak terkait (produsen, distributor, lembaga sertifikasi halal, dan konsumen). Dengan demikian, blockchain memastikan bahwa data tentang status halal suatu produk adalah transparan dan tidak bisa diubah tanpa persetujuan. Mengurangi Risiko Pemalsuan Dengan menggunakan blockchain, setiap produk dapat dilacak kembali ke sumbernya, memberikan jaminan bahwa produk yang diterima konsumen adalah benar-benar halal dan bebas dari bahan yang dilarang. Ini akan sangat mengurangi potensi pemalsuan sertifikat halal atau campur tangan yang tidak sah dalam produk. Dalam Implementasi Produsen dapat bekerja sama dengan lembaga sertifikasi untuk membangun sistem berbasis blockchain, dimana setiap tahap dalam rantai pasok (seperti pengecekan bahan baku, proses produksi, dan pengiriman) tercatat dengan jelas dan dapat diaudit oleh pihak ketiga yang independen (Norhasimah, W., Rosli, W., Sikin, A., & Ramli, M. H. 2024).

2) Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan Kondisi Rantai Pasok

Ada dampak Teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan pengumpulan data secara real-time melalui perangkat yang terhubung dengan sensor di berbagai titik dalam rantai pasok. Di industri halal, IoT digunakan untuk memastikan bahwa kondisi penyimpanan dan transportasi produk selalu memenuhi standar yang diperlukan untuk menjaga kehalalan produk (Sallam, K., Mohamed, M., & Wagdy Mohamed, A. : 2023). sehingga pemantauan Lingkungan IoT dapat mengawasi faktor-faktor seperti suhu, kelembapan, dan cahaya selama pengiriman atau penyimpanan bahan baku dan produk jadi. Misalnya, untuk produk makanan halal, suhu dan kelembapan yang tidak sesuai dapat menyebabkan kontaminasi silang antara bahan halal dan non-halal. Dengan menggunakan IoT, sistem akan memberikan peringatan dini jika terjadi perubahan yang tidak diinginkan. dalam keamanan Produk Dengan menggunakan sensor IoT, produsen dapat memonitor apakah produk halal terpapar bahan atau kondisi yang dapat merusak status halalnya, seperti pencemaran dengan bahan non-halal. Penggunaan IoT juga memungkinkan pengawasan 24/7 terhadap produk, memastikan bahwa produk selalu berada dalam kondisi yang diinginkan untuk mempertahankan status halalnya. Jadi Implementasi Produsen dapat mengintegrasikan teknologi IoT dalam

fasilitas penyimpanan dan distribusi mereka, seperti gudang dan kendaraan pengiriman, untuk melacak dan memantau kondisi produk selama transportasi, serta menghindari potensi pencemaran silang selama proses pengangkutan (Sallam, K., Mohamed, M., & Wagdy Mohamed, A. : 2023).

3) Kecerdasan Buatan (AI) untuk Pengawasan dan Pengolahan Data Halal

Ada Dampak Kecerdasan Buatan (AI) dapat membantu dalam pengawasan dan pengolahan data halal secara otomatis dan lebih efisien. AI digunakan untuk menganalisis komposisi bahan, mendeteksi kontaminasi, dan membantu dalam sertifikasi halal dengan kecepatan dan akurasi yang lebih tinggi (Tobing, F., Fauzan, H., Simatupang, K., & Aulia, R. : 2024). sehingga Deteksi Kontaminasi AI dapat dilatih untuk mendeteksi keberadaan bahan non-halal dalam produk melalui analisis komposisi bahan baku, bahkan bahan yang tidak terdeteksi oleh metode konvensional. Misalnya, AI dapat membantu mendeteksi jejak alkohol dalam produk yang seharusnya bebas alkohol. Dengan demikian, AI berfungsi sebagai alat untuk memastikan bahwa hanya bahan yang sah yang digunakan dalam produksi barang halal. Analisis Data Halal AI juga digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan dari rantai pasok(halalcs.org). Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin, AI dapat memprediksi potensi risiko dalam rantai pasok dan mengidentifikasi titik rawan yang dapat menyebabkan kebocoran atau ketidakpatuhan terhadap standar halal. AI juga dapat memberikan rekomendasi untuk perbaikan dalam prosedur rantai pasok berdasarkan analisis data historis. Jadi Implementasi AI dapat digunakan oleh lembaga sertifikasi untuk mempercepat proses audit dan verifikasi status halal produk. Teknologi ini juga dapat digunakan oleh produsen untuk melakukan pemantauan otomatis terhadap bahan baku dan produk akhir, serta memberi laporan terkait kecocokan bahan dengan standar halal (Tobing, F., Fauzan, H., Simatupang, K., & Aulia, R. : 2024).

c. **Strategi Implementasi Teknologi dalam Industri Halal Internasional**

Industri halal global telah menunjukkan pertumbuhan yang signifikan, dengan nilai pasar yang diperkirakan mencapai triliunan dolar AS. Pertumbuhan ini didorong oleh meningkatnya kesadaran konsumen terhadap produk halal, serta kebutuhan untuk memastikan kepatuhan terhadap standar halal yang ketat. Dalam konteks ini, teknologi seperti Blockchain, Internet of Things (IoT), dan Artificial Intelligence (AI) berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan transparansi. Berikut adalah penjelasan lebih mendalam tentang penerapan teknologi ini dalam industri halal.

1. Blockchain dalam Ketelurusan dan Transparansi adalah Blockchain memungkinkan pencatatan transaksi yang tidak dapat diubah dan terdistribusi di seluruh jaringan, sehingga memfasilitasi ketelurusan produk halal dari hulu ke hilir. Informasi mengenai sertifikasi halal, metode pemrosesan, dan status kepatuhan dapat diakses oleh semua pihak yang berkepentingan, meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk halal. Sertifikasi Halal yang Efisien adalah Penerapan blockchain dalam sertifikasi halal dapat mempercepat proses sertifikasi dengan mengotomasi verifikasi dan validasi data. contohnya Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH) di Indonesia sedang mengeksplorasi penggunaan blockchain untuk mendukung program sertifikasi massal. Dengan sistem ini, informasi tentang status halal setiap produk dapat diverifikasi secara langsung oleh konsumen tanpa bergantung pada pihak ketiga. Inovasi dalam Rantai Pasok yaitu Perusahaan seperti PT. Sierad Produce telah mulai menggunakan blockchain untuk menciptakan transparansi dalam

rantai pasok mereka, memungkinkan pelanggan untuk melacak setiap tahap dari proses produksi hingga distribusi¹. Ini tidak hanya meningkatkan kepercayaan tetapi juga memberikan peluang bagi Indonesia untuk menjadi pusat industri halal global (Irfan Bahar Nurdin dan Komarudin : 2024). Jadi blockchain juga memberikan peluang besar bagi pelaku usaha kecil dan menengah (UMKM) untuk meningkatkan daya saing mereka di pasar global. UMKM sering kali menghadapi kendala dalam memenuhi persyaratan sertifikasi halal karena prosesnya yang rumit dan mahal. Dengan adanya sistem berbasis blockchain, UMKM dapat lebih mudah mengakses informasi terkait standar halal dan menyederhanakan proses pengajuan sertifikasi. Hal ini memungkinkan UMKM untuk memperluas jangkauan pasar mereka ke tingkat internasional dengan menawarkan produk yang telah diverifikasi kehalalannya secara global. Sebagai contoh implementasi nyata, beberapa perusahaan besar di Indonesia seperti PT Sreeya Sewu Indonesia Tbk dan Sierad Produce telah mulai menggunakan teknologi blockchain untuk memastikan transparansi dalam proses rantai pasok produk mereka (Sreeyasewu & SWA Media Inc). Konsumen dapat memverifikasi informasi tentang asal-usul bahan baku hingga distribusi akhir melalui sistem berbasis blockchain yang mereka gunakan. Ini menunjukkan bahwa teknologi ini tidak hanya relevan tetapi juga sangat efektif dalam menciptakan ekosistem industri halal yang lebih terpercaya. Sehingga Untuk mewujudkan potensi penuh dari blockchain dalam industri halal internasional, diperlukan strategi yang komprehensif. Kolaborasi antara pemerintah, lembaga sertifikasi halal, pelaku usaha, dan konsumen sangat penting untuk membangun ekosistem yang terintegrasi. Edukasi tentang manfaat blockchain harus ditingkatkan agar pelaku industri memahami nilai tambah yang ditawarkan oleh teknologi ini. Selain itu, pengembangan standar global berbasis blockchain perlu diprioritaskan untuk mempermudah integrasi antar negara. Dengan langkah-langkah strategis ini, blockchain dapat menjadi fondasi utama bagi transformasi industri halal internasional menuju era digital yang lebih transparan dan efisien.

2. Internet of Things (IoT) dalam Pemantauan Real-Time adalah IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi produk sepanjang rantai pasok. Sensor yang terhubung ke jaringan blockchain dapat memberikan data real-time mengenai suhu, kelembapan, dan kondisi lainnya yang penting untuk menjaga kehalalan produk. Ini membantu dalam mendeteksi potensi kontaminasi atau masalah kualitas sebelum produk mencapai konsumen (Karim, F., Gosal, R., Zahra, F., Hadi, S., & Fatahillah, R. :2022) . sehingga Integrasi Data Dengan mengintegrasikan IoT dengan blockchain, data dari berbagai sumber dapat dikumpulkan dan dianalisis untuk membuat keputusan yang lebih baik mengenai manajemen rantai pasok. Ini memungkinkan perusahaan untuk lebih responsif terhadap masalah yang muncul dan mengoptimalkan proses produksi. Jadi Implementasi Internet of Things (IoT) dalam industri halal internasional menawarkan berbagai peluang untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kepercayaan konsumen terhadap produk halal. IoT memungkinkan pemantauan dan pengelolaan rantai pasok secara real-time, yang sangat penting dalam memastikan kehalalan produk dari bahan baku hingga distribusi akhir. Melalui sensor IoT, kondisi penyimpanan dan transportasi produk dapat dipantau untuk memastikan kesesuaiannya dengan standar halal, terutama untuk produk makanan yang mudah rusak. Selain itu, IoT juga dapat digunakan untuk

manajemen inventori, pengiriman produk, dan layanan purna jual yang lebih efisien. Namun, implementasi IoT dalam industri halal internasional juga menghadapi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur digital di beberapa wilayah, khususnya daerah terpencil. Selain itu, tingkat literasi teknologi yang rendah di kalangan pelaku usaha kecil dan menengah (UMKM) menjadi hambatan lain yang perlu diatasi melalui edukasi dan pelatihan. Pemerintah dan lembaga terkait perlu memberikan dukungan berupa pembangunan infrastruktur digital serta subsidi atau insentif untuk mendorong adopsi teknologi ini oleh UMKM. Dengan strategi yang tepat, seperti kolaborasi antarnegara untuk harmonisasi standar halal global dan peningkatan literasi digital di kalangan pelaku usaha, IoT dapat menjadi kunci utama dalam membangun ekosistem industri halal internasional yang lebih efisien dan terpercaya. Hal ini tidak hanya akan memperkuat daya saing produk halal di pasar global tetapi juga memenuhi kebutuhan konsumen Muslim yang semakin meningkat terhadap produk berkualitas tinggi dan terjamin kehalalannya

3. Artificial Intelligence (AI) dalam Analisis Data dan Deteksi Kontaminasi adalah AI dapat digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan dari blockchain dan IoT untuk mendeteksi pola atau anomali yang mungkin menunjukkan masalah dalam proses produksi. Misalnya, AI dapat membantu dalam mendeteksi kandungan zat berbahaya dalam produk tanpa merusak sampel tersebut (Alourani, A., & Khan, S. :2024). sehingga dapat Pengambilan Keputusan Berbasis Data Dengan memanfaatkan AI, perusahaan dapat membuat keputusan strategis berdasarkan analisis data besar yang dihasilkan dari sistem blockchain dan IoT. Ini termasuk pengelolaan inventaris yang lebih baik, prediksi permintaan pasar, dan optimisasi rantai pasok (Tobing, F., Fauzan, H., Simatupang, K., & Aulia, R. :2024) . jadi Penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam industri halal internasional dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan daya saing produk halal di pasar global. Teknologi AI mampu mengotomatisasi proses sertifikasi halal, sehingga mempercepat verifikasi dan memastikan kepatuhan terhadap standar halal secara real-time. Dalam proses produksi, AI dapat digunakan untuk mendeteksi potensi kontaminasi bahan non-halal, memantau lini produksi, dan memberikan peringatan dini jika terjadi pelanggaran. Selain itu, AI juga berperan penting dalam mengoptimalkan rantai pasok halal dengan melacak produk dari hulu ke hilir, memastikan bahwa seluruh proses distribusi sesuai dengan prinsip kehalalan. Di sisi pemasaran, AI dapat membantu pelaku usaha memahami preferensi konsumen melalui analisis data besar dan personalisasi layanan, seperti chatbot yang memberikan informasi tentang bahan produk atau rekomendasi produk halal yang relevan. Namun, implementasi AI juga menghadapi tantangan seperti biaya tinggi, keterbatasan infrastruktur teknologi, dan kebutuhan akan harmonisasi regulasi antarnegara. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan strategi kolaboratif yang melibatkan pemerintah, lembaga sertifikasi halal, dan pelaku industri melalui edukasi, subsidi teknologi bagi UMKM, serta pengembangan standar halal global berbasis AI. Dengan langkah-langkah ini, AI dapat menjadi katalis utama dalam membangun ekosistem industri halal internasional yang lebih modern, terpercaya, dan berdaya saing tinggi.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi seperti Blockchain, Internet of Things (IoT), dan Artificial Intelligence (AI) memiliki peran penting dalam

mendukung perkembangan industri halal internasional. Teknologi-teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keamanan rantai pasok halal global, sekaligus memastikan kepatuhan terhadap standar halal yang berlaku. Blockchain memungkinkan pencatatan transaksi secara terdesentralisasi dan tidak dapat diubah, sehingga memfasilitasi ketelusuran produk halal dari hulu ke hilir. Teknologi ini juga mendukung otomatisasi proses sertifikasi melalui smart contracts, yang mengurangi risiko pemalsuan dokumen dan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk halal. Adapun IoT memberikan kontribusi signifikan dalam pemantauan real-time kondisi produk sepanjang rantai pasok. Dengan sensor IoT, faktor-faktor seperti suhu, kelembapan, dan potensi kontaminasi dapat dipantau untuk menjaga kualitas produk halal selama penyimpanan dan transportasi. Sementara itu, AI digunakan untuk menganalisis data secara otomatis, mendeteksi potensi kontaminasi bahan non-halal, serta mempercepat proses sertifikasi halal dengan akurasi yang lebih tinggi. AI juga membantu produsen dalam pengambilan keputusan berbasis data besar untuk mengoptimalkan rantai pasok dan memahami preferensi konsumen.

Namun, implementasi teknologi ini menghadapi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur digital di beberapa wilayah, biaya tinggi untuk adopsi teknologi oleh UMKM, serta kebutuhan harmonisasi regulasi antarnegara. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan strategi kolaboratif yang melibatkan pemerintah, lembaga sertifikasi halal, pelaku industri, dan konsumen. Edukasi tentang manfaat teknologi harus ditingkatkan, sementara dukungan finansial dan pengembangan standar global berbasis teknologi perlu diprioritaskan. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan teknologi Blockchain, IoT, dan AI tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memperkuat daya saing produk halal di pasar internasional. Dengan strategi implementasi yang tepat, teknologi ini dapat menjadi katalis utama dalam membangun ekosistem industri halal yang lebih modern, terpercaya, dan berkelanjutan.

REFERENSI

- Ab Talib, M. S., & Zulfakar, M. H. (2023). Sustainable halal food supply chain management in a small rentier halal market. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 42(3), 449–463. <https://doi.org/10.1108/AGJSR-11-2022-0251>
- Afifah, A. N., A. M. A. F., Sasmita, R. F. P., & Sudjanta, R. D. (2024). KECERDASAN BUATAN DAN ISLAM ANCAMAN DAN LANGKAH PREVENTIFNYA. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu*, 8(12), 243–246.
- Ahianindiasdri, A., & Bergmans, S. B. (2021). Blockchain Technology As a Solution of Integration Issue in Halal Food Supply Chain. *Diponegoro Journal of Accounting*, 10, 1–15. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/accounting>
- Ahmad, A. M., Sipra, H. M., Tanveer, N., Aslam, N., Hassan, A., & Hassan, S. A. (2025). Ensuring halal food integrity: An overview of modern molecular and technological solutions. *Food Biomacromolecules*, 12(22), 1–18. <https://doi.org/10.1002/fob2.12022>
- Ahmad, N., & Shariff, S. M. (2016). Supply Chain Management: Sertu Cleansing for Halal Logistics Integrity. *Procedia Economics and Finance*, 37(16), 418–425. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)30146-0](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)30146-0)
- Al-Kwafi, O. S., Abu Farha, A., & Ahmed, Z. U. (2019). Dynamics of Muslim consumers' behavior toward Halal products: Exploration study using fMRI technology. *International Journal of Emerging Markets*, 14(4), 689–708. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-11-2017-0486>
- Alourani, A., & Khan, S. (2024). A Blockchain and Artificial Intelligence based System for Halal Food Traceability. <https://doi.org/doi.org/10.48550/arXiv.2410.07305>

- Fadhlan, A., Noor, M., Zein, M., Mujiono, S., Dhiya, M., Wulandari, C., Islam, U., Imam, N., Padang, B., Gadang, B., Tangah, K., City, P., Islam, U., Imam, N., Padang, B., Syariah, P. K., Islam, F. P., Islam, U., Imam, N., ... Padang, B. (2025). NAVIGATING HALAL CERTIFICATION STANDARDS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FOOD INDUSTRY IN INDONESIA AND MALAYSIA. *Journal of Fatwa Management and Research*, 30(1), 1–22. <https://doi.org/https://doi.org.10.33102/jfatwa.vol.30no1.619>
- Handayani, D. I., Masudin, I., Susanty, A., & Anna, I. D. (2023). Modeling of halal supplier flexibility criteria in the food supply chain using hybrid ISM-MICMAC: A dynamic perspective. *Cogent Engineering*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2219106>
- HalalCS, January 11, 2024, <https://www.halales.org/es/blogs/revolutionizing-halal-businesses-the-impact-of-ai-transformation>
- Harsanto, B., Farras, J. I., Firmansyah, E. A., Pradana, M., & Apriliadi, A. (2024). Digital Technology 4.0 on Halal Supply Chain: A Systematic Review. *Logistics*, 8(1), 0–39. <https://doi.org/10.3390/logistics8010021>
- Herning Banirestu, SWA Media Inc.15 September 2020, 12:25 WIB <https://swa.co.id/read/273785/sierad-produce-implementasi-halal-blockchain-pertama-di-industri-poultry>
- Ines, S., & Grinat, M. (2024). A Statistical Analysis of Islamic Finance and Global Islamic Fintech : Reality and Challenges in 2023-2024. *Remittances Review* October, 9(4), 2011–2031. <https://doi.org/https://doi.org/10.33282/rr.vx9i2.110>
- Julian, F. A., & Ameliana, E. (2024). Barriers to Blockchain Technology Adoption in the Halal Supply Chain: Insights from Manufacturers and Regulatory Authorities Fajar. *Journal of Social Humanities Studies*, 1(2), 83–97.
- Karyani, E., Geraldina, I., Haque, M. G., & Zahir, A. (2024). Intention to adopt a blockchain-based halal certification: Indonesia consumers and regulatory perspective. *Journal of Islamic Marketing*, 15(7), 1766–1782. <https://doi.org/10.1108/JIMA-03-2023-0069>
- Khan, M. I., Haleem, A., & Khan, S. (2018). Defining Halal Supply Chain Management. *Supply Chain Forum*, 19(2), 122–131. <https://doi.org/10.1080/16258312.2018.1476776>
- Kua, J. M., Azizi, M. M. F., Abdul Talib, M. A., & Lau, H. Y. (2022). Adoption of analytical technologies for verification of authenticity of halal foods—a review. *Food Additives and Contaminants - Part A*, 39(12), 1906–1932. <https://doi.org/10.1080/19440049.2022.2134591>
- Kurniawan, M., Suparno, S., & Vanany, I. (2023). Implementation blockchain technology and the internet of things in halal supply chain traceability and food safety: A systematic literature review. *Proceeding International Conference of Technology on Community and Environmental Development*, 1(2), 588–599. <https://doi.org/10.18196/ictcd.v1i2.75>
- Nazier, D. M., Akbar, R., Prabowo, E., Artikel, I., & Artikel, H. (2024). Scientometric Analysis of Big Data Analytic and Halal Supply Chain Management. *Islamic Economic, Accounting, and Management Journal*, 06(1), 25–42. <https://ojs.stiesa.ac.id/index.php/tsarwatica>
- Norhasimah, W., Rosli, W., Sikin, A., & Ramli, M. H. (2024). Blockchain Challenges in Halal Food Industry Using Technology-Organization-Environment (TOE) And FMEA Framework. *International Journal of Business and Technology Management*, March. <https://doi.org/10.55057/ijbttm.2024.6.1.30>
- Opasvitayarux, P., Setamanit, S. O., Assarut, N., & Visamitanan, K. (2022). Antecedents of IoT adoption in food supply chain quality management: an integrative model. *Journal*

- of International Logistics and Trade, 20(3), 135–170. <https://doi.org/10.1108/JILT-05-2022-0002>
- Putra, A. B., Wulandari, W. R., Nur, M., & Khasan, K. (2023). International Dynamics of Halal Industry Development : A Literature Review. *Review of Islamic Economics and Finance*, 6(1), 75–90. <https://doi.org/10.17509/rief.v6i1.57906>
- Rejeb, A., Rejeb, K., Zailani, S., Treiblmaier, H., & Hand, K. J. (2021). Integrating the Internet of Things in the halal food supply chain: A systematic literature review and research agenda. *Internet of Things (Netherlands)*, 13(2021), 100361. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100361>
- Rezvani, M., Davari, A., & Parvaneh, N. (2017). Identifying and Prioritizing the Contributory Factors to the Early Internationalization of International New Ventures in Halal Food Industry. *International Business Research*, 10(6), 189. <https://doi.org/10.5539/ibr.v10n6p189>
- Riani, R., Ikhwan, I., & Rusydiana, A. S. (2025). Integrating technological innovation in the halal industry: An analysis using PRISMA. *Jurnal Ekonomi & Keuangan Islam*, 11(1), 61–79. <https://doi.org/10.20885/JEKI.vol11.iss1.art5>
- Sallam, K., Mohamed, M., & Wagdy Mohamed, A. (2023). Internet of Things (IoT) in Supply Chain Management: Challenges, Opportunities, and Best Practices. *Sustainable Machine Intelligence Journal*, 2, 1–32. <https://doi.org/10.61185/smij.2023.22103>
- Sri Vigna Hema, V., & Manickavasagan, A. (2024). Blockchain implementation for food safety in supply chain: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(5), 1–29. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70002>
- Sreeyasewu, 2024, <https://sreeyasewu.com/id/technology.halal-blockchain>
- Tobing, F., Fauzan, H., Simatupang, K., & Aulia, R. (2024). The Role of Artificial Intelligence in the Halal Industry. *Information Management and Business*, 15(1), 37–48.
- Vu, N., Ghadge, A., & Bourlakis, M. (2023). Blockchain adoption in food supply chains: a review and implementation framework. *Production Planning and Control*, 34(6), 506–523. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1939902>
- Vu, N., Ghadge, A., & Bourlakis, M. (2023). Blockchain adoption in food supply chains: a review and implementation framework. *Production Planning and Control*, 34(6), 506–523. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1939902>
- Weller, F. (2024). Blockchain Technology for Secure and Transparent Supply Chain Management. *International Journal of Computing and Engineering*, 6(3), 15–28. <https://doi.org/10.47941/ijce.2138>