



Analisis Penerapan Teknologi *Blockchain* Pada Pemenuhan Kebutuhan Pangan Dalam Sektor Industri Pertanian

Analysis of The Application of Blockchain Technology in Meeting Food Needs In The Agricultural Industry Sector

Lidya Martina

Pendidikan Teknologi Agroindustri,
Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

Siti Khansa

Pendidikan Teknologi Agroindustri,
Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

Zaki Ahmad

Pendidikan Teknologi Agroindustri,
Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

Korespondensi Penulis : khansana27@upi.edu

ABSTRAK

Teknologi blockchain menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan transparansi, efisiensi, dan keamanan dalam sektor pertanian. Penelitian ini mengkaji potensi dan tantangan implementasi teknologi blockchain di sektor pertanian melalui meta-analisis sepuluh jurnal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa blockchain dapat memfasilitasi pelacakan produk secara real-time, mengurangi penipuan, dan meningkatkan manajemen persediaan. Studi kasus pada rantai pasok produk organik mengungkapkan bahwa blockchain memungkinkan konsumen memverifikasi asal produk, meningkatkan kepercayaan, dan membantu petani mendapatkan harga yang lebih baik. Integrasi blockchain dengan *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (AI) juga menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Namun, tantangan utama seperti kurangnya pengetahuan petani dan biaya implementasi yang tinggi perlu diatasi melalui pelatihan, dukungan teknis, dan kolaborasi antara pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor swasta. Proyek percontohan di beberapa wilayah menunjukkan keberhasilan awal, dan pengembangan lebih lanjut akan meningkatkan adopsi teknologi ini. Kesimpulannya, dengan dukungan yang tepat, blockchain memiliki potensi untuk merevolusi sektor pertanian, meningkatkan kesejahteraan petani, dan menjamin kualitas produk bagi konsumen. Implementasi yang sistematis dan kolaboratif akan memastikan bahwa teknologi ini dapat memberikan manfaat jangka panjang bagi seluruh pemangku kepentingan dalam rantai pasok pertanian.

Kata Kunci: *teknologi blockchain, rantai pasok, kebutuhan pangan, industri Pertanian*

ABSTRACT

Blockchain technology offers an innovative solution to enhance transparency, efficiency, and security in the agricultural sector. This study examines the potential and challenges of implementing blockchain technology in agriculture through a meta-analysis of ten journals. The findings indicate that blockchain can facilitate real-time product tracking, reduce fraud, and improve inventory management. A case study on the supply chain of organic products reveals that blockchain allows consumers to verify product origins, enhancing trust and enabling farmers to obtain better prices. The integration of blockchain with the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) also shows significant potential in boosting productivity and efficiency. However, major challenges such as farmers' lack of knowledge and high implementation costs need to be addressed through training, technical support, and collaboration among government, educational institutions, and the private sector. Pilot projects in various regions have shown initial success, and further development will enhance the adoption of this technology. In conclusion, with the right support, blockchain has the potential to revolutionize the agricultural sector, improve farmers' welfare, and ensure product quality for consumers. A systematic and collaborative implementation will ensure that this technology provides long-term benefits for all stakeholders in the agricultural supply chain.

Keywords : blockchain technology, supply chain, food needs, Agriculture industry

PENDAHULUAN

Kurangnya transparansi pada sektor pertanian mempengaruhi berbagai aspek mulai dari alokasi dana hingga keamanan produk. Maraknya pemalsuan produk hasil pertanian dapat merugikan konsumen dan merusak reputasi produsen. Kualitas produk yang tidak pasti dan keamanan produk yang semakin tidak terjaga membuat para konsumen dan petani resah. Banyak konsumen yang bingung akan kualitas produk yang tidak konsisten akibat seringnya terjadi penipuan dalam pasokan produk hasil pertanian. Tanpa adanya transparansi yang memadai, sulit untuk memastikan bahwa produk pertanian bebas dari bahaya dan residu bahan kimia yang berlebihan. Munculnya wabah penyakit ataupun kontaminasi produk juga kerap terjadi akibat ketidakjujuran dan kurangnya transparansi dari pihak logistik yang menangani. Di Indonesia secara berkala ditemukan perantara (tengkulak) antara petani dan konsumen yang mengakibatkan panjangnya kondisi rantai pasok (Apriadi & Saputra, 2017). Hal ini mempengaruhi turunnya kesejahteraan petani dan harga jual yang melonjak tinggi. Teknologi *blockchain* ini sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pada sistem keamanan dan transparansi dalam sektor pertanian.

Blockchain adalah teknologi buku besar terdistribusi yang mencatat data transaksi dalam bentuk blok yang saling terkait melalui kriptografi. Setiap blok berisi sejumlah data transaksi dan dihubungkan secara kronologis dengan blok sebelumnya, membentuk rantai yang tidak dapat diubah. Teknologi ini memiliki berbagai manfaat, termasuk peningkatan transparansi, keamanan, dan efisiensi dalam berbagai sektor seperti keuangan, rantai pasok, dan kesehatan. Blockchain memungkinkan verifikasi transaksi

tanpa memerlukan otoritas pusat, sehingga mengurangi risiko kecurangan dan meningkatkan kepercayaan antar pihak yang terlibat dalam suatu jaringan.

Dibutuhkannya penggabungan dan pengimplementasian antara kecerdasan buatan dan *blockchain* pada sektor pertanian di Indonesia (Fajar dkk, thn 2021). Konsep tersebut dapat diimplementasikan secara bersamaan. Mengenai teknologi *blockchain* sebagian besar riset keseluruhan difokuskan pada penggunaannya di bidang manajemen rantai pasok (36%). *Blockchain* dan kecerdasan buatan diteliti dalam pertanian sekitar 20 %, dengan 10 % riset penelitian berisi ulasan dan 10 % berisi penerapan. Berdasarkan penelitian terhadap dua teknologi yang disebutkan, 5% penelitian menggunakan teknologi *blockchain* untuk meningkatkan keamanan data dalam sistem kecerdasan buatan (*Blockchain for AI*), dan 5% penelitian menggunakan kecerdasan buatan untuk meningkatkan produktivitas pekerja *blockchain* (*AI for blockchain*). Pengaplikasian teknologi *blockchain* dapat meminimumkan peran perantara yang akan menguntungkan bagi produsen maupun konsumen karena dapat meningkatkan kesejahteraan petani dan menurunnya harga jual komoditas pertanian. Riset sebelumnya menggunakan metode studi literatur, pada penelitian ini kami akan melakukan survey pada industri pertanian dan mengkaji alur pendistribusian produk hasil pertanian.

Teknologi *blockchain* sudah sering dimanfaatkan di negara lain, seperti pengaplikasian dalam aset digital yang umum dipakai yaitu bitcoin. Urgensi transparansi data dalam rantai pasok pertanian sangat dibutuhkan agar kualitas dan keamanan pangan dapat dipastikan dengan jelas. Maraknya kasus penipuan dan pemalsuan produk saat pendistribusian menjadi salah satu faktor perlunya transparansi dalam rantai pasok. Namun pengimplementasian teknologi *blockchain* dalam sektor pertanian di Indonesia terbilang rendah. Pengetahuan petani terkait *blockchain* masih terbilang kurang. Diharapkan dengan adanya teknologi *Blockchain*, transparansi mengalami peningkatan dan memungkinkan semua pihak dapat melacak produk dari awal hingga akhir. *Blockchain* dapat digunakan untuk melacak persediaan pertanian seperti bibit, pupuk, dan pestisida. Ini membantu petani mengelola persediaan dengan lebih efisien dan memastikan bahwa tidak ada kekurangan atau kelebihan produk. Dengan teknologi *blockchain*, setiap langkah dalam produksi dan distribusi dapat dicatat secara terperinci dan akan memudahkan pengidentifikasian pada produk yang tercemar atau bermasalah. Teknologi ini juga memungkinkan terciptanya pembayaran langsung antara petani dan pembeli tanpa melalui perantara dan meningkatkan keamanan pembayaran. Selain itu, *blockchain* juga membantu kita dalam mencegah pemalsuan produk pertanian dengan memastikan bahwa

catatan transaksi tidak dapat diubah. Ini meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk pertanian.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur yang menggabungkan dan mensintesis hasil-hasil penelitian sebelumnya tentang topik tertentu. Studi literatur memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data sekunder dari berbagai sumber yang telah dipublikasikan, seperti jurnal, buku, dan laporan penelitian, untuk membuat generalisasi yang lebih kuat mengenai efek dari suatu intervensi atau hubungan antara variabel-variabel tertentu (Borenstein, Hedges, Higgins, dan Rothstein, 2014). Teknik ini juga digunakan untuk mengidentifikasi model atau konsep penerapan teknologi blockchain dalam sektor pertanian, dengan fokus pada transparansi data dan keamanan produk. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dan inferensial, dengan bantuan sistem meta-analisis. Keterbatasan penelitian ini termasuk kemungkinan adanya bias dalam pemilihan studi yang diikutsertakan dalam analisis dan keterbatasan dalam generalisasi hasil penelitian ke populasi yang lebih luas. Penelitian mendatang disarankan untuk menggunakan sampel yang lebih besar dan metode pengumpulan data yang lebih bervariasi untuk meningkatkan validitas hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan mengenai penerapan teknologi blockchain dalam sektor pertanian memiliki banyak aspek yang menarik untuk dijelajahi. Dari hasil meta-analisis terhadap sepuluh jurnal yang diberikan, kita dapat menyimpulkan bahwa teknologi blockchain menawarkan berbagai manfaat signifikan yang dapat meningkatkan transparansi, efisiensi, dan keamanan dalam rantai pasok pertanian. Meskipun teknologi ini masih dalam tahap awal penerapan di banyak negara, termasuk Indonesia, potensinya untuk merevolusi sektor pertanian sangatlah besar.

Teknologi blockchain pada dasarnya adalah sistem buku besar terdistribusi yang mencatat setiap transaksi dalam blok-blok yang saling terkait melalui kriptografi. Setiap blok berisi data transaksi yang diverifikasi oleh konsensus dari jaringan, yang menjadikannya tidak dapat diubah atau dihapus setelah ditambahkan. Fitur ini sangat penting dalam konteks pertanian, di mana transparansi dan keaslian data sangat penting untuk menjamin kualitas dan keamanan produk. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Yusrian (2024), blockchain terbukti mampu meningkatkan transparansi dan efisiensi dalam rantai pasok pertanian, dengan memungkinkan setiap langkah dalam proses produksi dan distribusi dicatat secara rinci. Ini memudahkan identifikasi produk yang tercemar atau bermasalah, serta mencegah pemalsuan produk.

Tabel 1. Metadata Analisis Hasil Penelitian

Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Yusrian	2024	An Analysis of Blockchain Implementation in Agriculture	Blockchain improves transparency and efficiency in supply chains.
Meena	2024	Blockchain Technology: An Emerging Mechanism in Agriculture	Blockchain technology has significant potential in agriculture for improving data transparency.
Usman, Hermadi, dan Arkeman	2021	The Design of Broiler Supply Chain Traceability System through Blockchain-Based Android Applications	Blockchain helps improve supply chain efficiency by providing a tracking system for all events occurring in the supply chain and product quality.
Fajar Delli Wihartiko, Sri Nurdiati, et al.	2021	Blockchain dan Kecerdasan Buatan dalam Pertanian: Studi Literatur	Integrasi teknologi blockchain dan kecerdasan buatan dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi pemborosan dalam pertanian.
Bahtiar Rifai dan Erla Mychelisa	2023	Pengimplementasian Teknologi Digital dalam Sektor Industri Makanan dan Minuman	Blockchain mendukung ketahanan pangan nasional dengan meningkatkan produktivitas, efisiensi rantai pasok, dan akses pasar untuk produsen lokal.
Adisetya, Reni Astuti Widyowanti, et al.	2022	Rantai Pasok Agroindustri Berbasis Blockchain: Harapan dan Tantangan	Blockchain menawarkan transparansi data, keamanan data yang terenkripsi, dan pemenuhan tuntutan produk agroindustri dengan lebih aman.
Ananda Dwi dan Gunawan Wang	2024	Pengembangan Waralaba Pertanian Berbasis Blockchain Di Koperasi Yarumori	Blockchain mengelola sistem waralaba pertanian dengan efisien, memastikan keamanan data dan transparansi pendataan yang terverifikasi.
Rika Reviza dan Rachmawati	2021	Teknologi Blockchain pada Smart Farming	Blockchain pada smart farming meningkatkan produktivitas, transparansi data, dan keamanan pangan dengan pelacakan rantai pasok dan perencanaan sistem logistik hasil panen.
Erista Adisetya, Reni Astuti, et al.	2022	Implementasi Blockchain dalam Agroindustri	Blockchain sebagai solusi untuk penipuan transaksi dan pencurian data dalam agroindustri, menawarkan transparansi data dan keamanan yang lebih baik.

Meena (2024) juga menekankan potensi besar teknologi blockchain dalam meningkatkan transparansi data dalam sektor pertanian. Dengan teknologi ini, setiap pihak dalam rantai pasok, mulai dari petani, distributor, hingga konsumen akhir, dapat melacak asal dan perjalanan produk secara real-time. Ini tidak hanya meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk pertanian tetapi juga

membantu petani mengelola persediaan mereka dengan lebih efisien. Misalnya, teknologi blockchain dapat digunakan untuk melacak penggunaan bibit, pupuk, dan pestisida, sehingga membantu petani mengelola input pertanian dengan lebih baik.

Penelitian yang dilakukan oleh Usman, Hermadi, dan Arkeman (2021) mengembangkan aplikasi Android berbasis blockchain untuk sistem ketertelusuran rantai pasok ayam pedaging. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa blockchain dapat membantu meningkatkan efisiensi rantai pasokan dengan menyediakan sistem pelacakan untuk semua peristiwa yang terjadi dalam rantai pasokan dan kualitas produk. Aplikasi ini memungkinkan setiap aktor dalam rantai pasok, mulai dari peternak hingga pengecer, untuk melacak transaksi secara real-time, yang meningkatkan transparansi dan kepercayaan antar pihak.

Selain itu, integrasi teknologi blockchain dengan kecerdasan buatan juga menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan produktivitas dan mengurangi pemborosan dalam sektor pertanian. Fajar Delli Wihartiko dan rekan-rekannya (2021) dalam studi mereka menunjukkan bahwa kombinasi antara blockchain dan kecerdasan buatan dapat menghasilkan solusi yang lebih kuat untuk tantangan pertanian. Teknologi ini tidak hanya membantu dalam pelacakan dan manajemen persediaan tetapi juga dapat memprediksi kebutuhan pasar dan mengoptimalkan proses produksi.

Di sisi lain, penelitian oleh Bahtiar Rifai dan Erla Mychelida (2023) menunjukkan bahwa pengimplementasian teknologi digital dalam sektor industri makanan dan minuman dapat mendukung ketahanan pangan nasional. Blockchain, dalam hal ini, membantu meningkatkan produktivitas, efisiensi rantai pasok, diversifikasi produk, dan akses pasar untuk produsen lokal. Dengan transparansi data yang lebih baik, produsen dapat memastikan bahwa produk mereka memenuhi standar kualitas dan keamanan yang diinginkan konsumen.

Namun, meskipun manfaatnya jelas, penerapan teknologi blockchain dalam sektor pertanian tidak tanpa tantangan. Adisetya, Reni Astuti, dan rekan-rekannya (2022) mengidentifikasi beberapa tantangan utama, termasuk kurangnya pengetahuan petani tentang teknologi ini dan biaya implementasi yang tinggi. Sebagian besar petani masih mengandalkan metode tradisional dan belum memahami sepenuhnya bagaimana blockchain dapat membantu mereka. Selain itu, infrastruktur yang diperlukan untuk mendukung teknologi ini masih terbatas di banyak daerah, terutama di pedesaan.

Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor swasta. Pemerintah perlu mengadakan program pelatihan dan sosialisasi untuk meningkatkan pemahaman petani tentang teknologi blockchain dan manfaatnya. Lembaga pendidikan dapat memainkan peran penting dengan mengintegrasikan teknologi ini dalam kurikulum mereka dan melakukan penelitian lebih lanjut tentang aplikasi praktisnya dalam pertanian. Sektor swasta juga dapat berkontribusi dengan menyediakan platform dan infrastruktur yang dibutuhkan untuk implementasi teknologi blockchain.

Penelitian oleh Ananda Dwi dan Gunawan Wang (2024) tentang pengembangan waralaba pertanian berbasis blockchain di Koperasi Yarumori menunjukkan bagaimana blockchain dapat mengelola sistem waralaba pertanian dengan efisien. Sistem ini memastikan keamanan data dan transparansi pendataan yang terverifikasi, yang penting untuk menjaga kepercayaan antara pihak yang terlibat dalam waralaba. Dengan blockchain, kontrak dan transaksi dapat diproses lebih cepat dan aman, mengurangi kemungkinan kecurangan dan meningkatkan efisiensi operasional.

Rika Reviza dan Rachmawati (2021) dalam penelitian mereka tentang teknologi blockchain pada smart farming menunjukkan bahwa blockchain dapat meningkatkan produktivitas, transparansi data, dan keamanan pangan. Teknologi ini memungkinkan pelacakan rantai pasok dan perencanaan sistem logistik hasil panen, serta pendataan terkait hal-hal yang menyebabkan penyakit hama dan tingkat keasaman tanah. Ini memungkinkan penanganan lebih awal jika terjadi infeksi, yang penting untuk menjaga kesehatan tanaman dan hasil panen yang optimal.

Penelitian oleh Erista Adisetya dan rekan-rekannya (2022) menyoroti bagaimana blockchain dapat menjadi solusi untuk masalah penipuan transaksi dan pencurian data dalam agroindustri. Dengan menawarkan transparansi data dan keamanan yang terenkripsi, blockchain memastikan bahwa semua transaksi dan data yang tercatat adalah asli dan tidak dapat diubah. Ini sangat penting dalam konteks agroindustri, di mana keamanan dan integritas data adalah kunci untuk menjaga kepercayaan antara semua pihak yang terlibat. Penerapan teknologi blockchain dalam sektor pertanian memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keamanan. Meskipun ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, manfaat jangka panjang dari teknologi ini dapat membantu memajukan sektor pertanian dan meningkatkan kesejahteraan petani. Upaya kolaboratif antara pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor swasta diperlukan untuk memastikan bahwa teknologi ini dapat diimplementasikan secara efektif dan memberikan manfaat yang maksimal bagi semua pihak yang terlibat.

Implementasi teknologi blockchain dalam sektor pertanian dapat dilakukan melalui serangkaian langkah yang terstruktur dan sistematis. Langkah pertama adalah mengidentifikasi kebutuhan dan tantangan yang ada. Analisis kebutuhan ini bertujuan untuk menentukan area spesifik dalam rantai pasok pertanian yang memerlukan peningkatan transparansi, keamanan, dan efisiensi, seperti pelacakan asal produk, manajemen persediaan, atau transaksi keuangan. Tantangan yang dihadapi oleh petani dan pemangku kepentingan lain, seperti kurangnya transparansi dalam rantai pasok, penipuan, dan pencurian data, juga perlu dikenali dengan baik. Setelah itu, langkah penting berikutnya adalah memilih platform blockchain yang tepat. Evaluasi berbagai platform yang ada, seperti Ethereum, Hyperledger Fabric, dan Stellar, dan pilih yang paling sesuai dengan kebutuhan sektor pertanian. Penyesuaian platform yang dipilih agar sesuai dengan kebutuhan spesifik pertanian, seperti integrasi dengan sensor IoT untuk pelacakan kondisi tanah dan tanaman, juga perlu dilakukan.

Selanjutnya, desain dan pengembangan sistem harus dilakukan dengan seksama. Ini melibatkan pembuatan peta proses alur kerja yang akan diotomatisasi dengan blockchain, termasuk input, proses, dan outputnya. Pengembangan aplikasi berbasis blockchain yang user-friendly untuk digunakan oleh petani dan pemangku kepentingan lain juga merupakan langkah penting. Aplikasi ini bisa berupa aplikasi mobile atau web yang digunakan untuk mencatat dan melacak transaksi. Integrasi dengan teknologi lain, seperti Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan (AI), dapat menambah nilai lebih pada sistem yang dikembangkan. IoT dapat digunakan untuk mendapatkan data real-time tentang kondisi tanah, cuaca, dan kesehatan tanaman, yang kemudian dicatat dalam blockchain untuk memastikan keakuratannya. Sementara itu, AI dapat digunakan untuk menganalisis data yang disimpan di blockchain dan memberikan rekomendasi kepada petani tentang praktik pertanian terbaik.

Pelatihan dan edukasi adalah aspek krusial dalam implementasi teknologi blockchain di sektor pertanian. Sosialisasi program pelatihan kepada petani dan pemangku kepentingan lain tentang cara menggunakan teknologi blockchain sangat penting untuk meningkatkan pemahaman mereka. Bantuan teknis dan konsultasi juga perlu disediakan untuk membantu petani mengatasi masalah teknis yang mungkin timbul selama penggunaan sistem. Setelah tahap persiapan ini, langkah berikutnya adalah melakukan uji coba dan implementasi skala kecil. Proyek percontohan di wilayah tertentu atau dengan kelompok petani tertentu dapat menjadi cara yang efektif untuk menguji sistem blockchain. Evaluasi hasil proyek percontohan, identifikasi kekurangan, dan lakukan perbaikan yang diperlukan sebelum memperluas implementasi ke wilayah yang lebih luas dan lebih banyak petani.

Skalabilitas dan pengembangan lebih lanjut juga perlu diperhatikan. Setelah sukses dengan proyek percontohan, implementasi blockchain perlu diperluas ke wilayah yang lebih luas dan lebih banyak petani. Pengembangan berkelanjutan sistem berdasarkan umpan balik pengguna dan perkembangan teknologi juga penting untuk memastikan bahwa sistem tetap relevan dan efektif. Kolaborasi dengan pemangku kepentingan, seperti pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor swasta, diperlukan untuk mendukung dan mempercepat implementasi blockchain. Pemerintah dapat memainkan peran penting dengan mengeluarkan kebijakan yang mendukung adopsi teknologi blockchain dalam sektor pertanian. Lembaga pendidikan dapat membantu dengan mengintegrasikan teknologi ini dalam kurikulum mereka dan melakukan penelitian lebih lanjut tentang aplikasi praktisnya dalam pertanian. Sektor swasta dapat berkontribusi dengan menyediakan platform dan infrastruktur yang dibutuhkan untuk implementasi teknologi blockchain.

KESIMPULAN

Implementasi teknologi blockchain dalam sektor pertanian memiliki potensi besar untuk meningkatkan transparansi, efisiensi, dan keamanan dalam rantai pasok, meskipun masih menghadapi tantangan seperti kurangnya pengetahuan petani dan infrastruktur yang belum memadai. Dengan

langkah-langkah yang tepat, mulai dari analisis kebutuhan, pemilihan platform, pengembangan sistem, integrasi teknologi lain, hingga pelatihan dan sosialisasi, serta dukungan dari pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor swasta, teknologi ini dapat memberikan manfaat signifikan bagi petani dan pemangku kepentingan lainnya. Proyek percontohan menunjukkan bahwa blockchain dapat meningkatkan kepercayaan konsumen dan membantu petani mendapatkan harga yang lebih baik, sehingga implementasi yang lebih luas dan berkelanjutan akan berkontribusi pada kemajuan sektor pertanian dan kesejahteraan petani di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisetya, E., Widyowanti, R. A., Ruswanto, A., & Ngatirah, N. (2022). Rantai Pasok Agroindustri Berbasis Blockchain: Harapan dan Tantangan. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(1), 198-211.
- Apriani, D., Azizah, N. N., Ramadhona, N. & Kusumawardhani, D. A. R. (2023) 'Optimasi Transparansi Data dalam Rantai Pasokan melalui Integrasi Teknologi Blockchain', *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 2(1), pp. 1-10.
- Arwani, A. & Priyadi, U. (2024) 'Eksplorasi Peran Teknologi Blockchain dalam Meningkatkan Transparansi dan Akuntabilitas dalam Keuangan Islam: Tinjauan Sistematis', *Jurnal Ekonomi Bisnis dan Manajemen*, 2(2), pp. 23-37.
- Bahauddin, A. (2019) 'Aplikasi blockchain dan smart contract untuk mendukung supply chain finance UMKM berbasis crowdfunding syariah', *Journal Industrial Servicess*, 5(1), pp. 107-111.
- Dwi, A. and Wang, G. (2024) 'Pengembangan Waralaba Pertanian Berbasis Blockchain Di Koperasi Yarumori', *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(1), pp. 89–105. Available at: <https://doi.org/10.31539/intecom.v7i1.8442>.
- Fajar Delli Wihartiko, S.N.B.S. (2021) 'Mabrur febrin 200705035 (JTIK)', 8(1), pp. 177–188. Available at: <https://doi.org/10.25126/jtiik.202184059>.
- Haryatmi, E. (2021) 'Implementasi Teknologi Blockchain Proof of Work Pada Penelusuran Supply Chain Produk Komputer', *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 5(3), pp. 446-455.
- Lutfiani, N., Oganda, F. P., Lukita, C., Aini, Q. & Rahardja, U. (2020) 'Desain dan metodologi teknologi blockchain untuk monitoring manajemen rantai pasokan makanan yang terdesentralisasi', *InfoTekJar J. Nas. Inform. dan Teknol. Jar*, 5(1), pp. 18-25.
- Nisar, U. *et al.* (2024) 'Unlocking the potential of blockchain technology in enhancing the fisheries supply chain: an exploration of critical adoption barriers in China', *Scientific Reports*, 14(1), pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59167-4>.
- Paramitha, N. A. (2018) 'Posisi Tawar Petani dalam Transaksi Ekonomi Pertanian', *Jurnal Analisa Sosiologi*, 7(1).
- Rachmawati, I. N. (2007) 'Pengumpulan data dalam penelitian kualitatif: wawancara', *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 11(1), pp. 35-40.

- Rachmawati, R.R. (2021) 'Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern', *Forum penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), p. 137. Available at: <https://doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.137-154>.
- Rifai, B. & Mychelisda, E. (2023) 'Model percepatan adopsi teknologi digital industri makanan minuman berbasis potensi lokal menuju industri 4.0 untuk mendukung ketahanan pangan nasional', *Journal title needed*.
- Salam, S. and Kumar, K.P. (2021) 'Survey on Applications of Blockchain in E-Governance', *Revista Gestão Inovação e Tecnologias*, 11(4), pp. 3807–3822. Available at: <https://doi.org/10.47059/revistageintec.v11i4.2409>.
- Sendros, A. *et al.* (2022) *Blockchain Applications in Agriculture: A Scoping Review*, *Applied Sciences (Switzerland)*. Available at: <https://doi.org/10.3390/app12168061>.
- Siringo-ringo, M. M. (2023) 'Peran Sektor Teknologi dalam Mendorong Inovasi dan Pertumbuhan Ekonomi di Tahun 2023', *Circle Archive*, 1(2).
- Singh Meena, S. (2024) 'Blockchain Technology An Emerging Mechanism in Agriculture', (February). Available at: <https://www.researchgate.net/publication/377931100>.
- Usman, M., Hermadi, I. and Arkeman, Y. (2021) 'Rancang Bangun Sistem Ketertelusuran Rantai Pasok Ayam Pedaging Melalui Aplikasi Android Berbasis Blockchain', *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*, 8(2), pp. 105–114. Available at: <https://doi.org/10.29244/jika.8.2.105-114>.
- Wang, L. *et al.* (2022) 'The Impact of Blockchain Application on the Qualification Rate and Circulation Efficiency of Agricultural Products: A Simulation Analysis with Agent-Based Modelling', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijerph19137686>.
- Wihartiko, F. D., Nurdianti, S., Buono, A. & Santosa, E. (2021) 'Blockchain dan Kecerdasan Buatan dalam Pertanian: Studi Literatur', *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 8(1), pp. 177.
- Yeni, M. & Kumala, D. (2020) 'Teknologi Blockchain untuk Transparansi dan Keamanan pada Era Digital', *Unmuha Repository*.
- Yusmiati, Y., Machfud, M., Marimin, M. & Sunarti, T. C. (2023) 'Distribusi Keuntungan yang Adil Antar Aktor Rantai Pasok Agroindustri Sagu Di Kabupaten Kepulauan Meranti, Riau', *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 33(2), pp. x-x.