

Integrasi Teknologi *Blockchain* untuk Ketertelusuran Pengujian Produk Perikanan Berbasis Model Laboratorium *Smart System*

Integration of Blockchain Technology for Traceability of Fishery Product Testing Based on Smart System Laboratory Model

Triayu Rahmadiyah^{*1}, Siska Almaniar², Sadisman Hadi¹, Novendra Andika Pratama¹, Andi Syahrani¹

¹Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong, Indonesia

²Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

*Email Co-Authors: triayu.rahmadiyah@akrel.ac.id

Info Artikel	
DOI: 10.33369/pelastek.v4i2.41664	
Kata Kunci: <i>Blockchain, Ketertelusuran, Laboratorium Cerdas, Produk Perikanan, Internet of Things (IoT).</i>	Abstrak Penelitian ini mengkaji integrasi teknologi blockchain dalam sistem laboratorium cerdas untuk meningkatkan ketertelusuran pengujian produk perikanan. Melalui tinjauan literatur komprehensif, studi ini mengeksplorasi potensi blockchain dalam meningkatkan transparansi, keamanan, dan efisiensi proses pengujian laboratorium perikanan. Hasil menunjukkan bahwa integrasi blockchain dengan sistem laboratorium cerdas dapat secara signifikan meningkatkan ketertelusuran produk, mengurangi risiko pemalsuan data, dan meningkatkan kepercayaan konsumen. Namun, tantangan seperti biaya implementasi, kompleksitas teknis, dan kebutuhan standarisasi perlu diatasi. Penelitian ini menyoroti pentingnya kolaborasi antar pemangku kepentingan dan adaptasi kerangka regulasi untuk mengoptimalkan manfaat teknologi blockchain dalam industri perikanan.
Keywords: <i>Blockchain, Traceability, Smart Laboratory, Fishery Products, Internet of Things (IoT).</i>	Abstract This research examines the integration of blockchain technology in a smart laboratory system to improve the traceability of fishery product testing. Through a comprehensive literature review, this study explores the potential of blockchain in improving the transparency, security, and efficiency of fisheries laboratory testing processes. Results show that the integration of blockchain with smart laboratory systems can significantly improve product traceability, reduce the risk of data falsification, and increase consumer confidence. However, challenges such as implementation costs, technical complexity, and the need for standardization need to be addressed. This research highlights the importance of collaboration among stakeholders and adaptation of the regulatory framework to optimize the benefits of blockchain technology in the fishing industry.
Riwayat Artikel: Diterima: 06 Mei 2025 Revisi: 07 Mei 2025 Diterima: 29 Juni 2025	Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC-BY-SA . 

PENDAHULUAN

Industri perikanan global menghadapi tantangan signifikan dalam memastikan kualitas, keamanan, dan ketertelusuran produk dari laut ke meja konsumen. Kebutuhan akan sistem yang dapat memberikan jaminan keaslian dan kualitas produk perikanan semakin mendesak, terutama mengingat meningkatnya kasus penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (IUU fishing), serta pemalsuan produk seafood (Asha Vijay dan Raju, 2023). Dalam konteks ini, integrasi teknologi blockchain dengan sistem laboratorium cerdas muncul sebagai solusi potensial untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi dalam rantai pasokan perikanan. Blockchain, sebuah teknologi buku besar terdistribusi yang menawarkan keamanan, transparansi, dan ketertelusuran yang belum pernah ada sebelumnya, telah menarik perhatian berbagai industri termasuk perikanan. Kemampuannya untuk mencatat transaksi secara aman dan tidak dapat diubah membuat blockchain sangat cocok untuk mengatasi masalah ketertelusuran dalam rantai pasokan yang kompleks (Tolentino-Zondervan et al., 2024). Sementara itu, sistem laboratorium cerdas yang mengintegrasikan *Internet of Things* (IoT), otomatisasi, dan analitik data canggih telah mengubah cara pengujian dan pemantauan kualitas produk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi integrasi teknologi blockchain dengan sistem laboratorium cerdas dalam konteks pengujian produk perikanan. Dengan fokus pada peningkatan ketertelusuran, studi ini akan menyelidiki bagaimana blockchain dapat meningkatkan keandalan dan transparansi hasil pengujian laboratorium, serta implikasinya terhadap keamanan pangan dan kepercayaan konsumen dalam industri perikanan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode tinjauan literatur sistematis untuk menganalisis dan mensintesis temuan dari berbagai studi terkait integrasi teknologi blockchain dalam sistem laboratorium cerdas untuk ketertelusuran produk perikanan. Pencarian literatur dilakukan menggunakan database akademik terkemuka seperti Scopus, Web of Science, dan Google Scholar, dengan fokus pada artikel yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi "*blockchain*", "*smart laboratory*", "*fisheries*", "*traceability*", dan "*IoT*". Kriteria inklusi mencakup studi per-reviewed yang membahas aplikasi blockchain dalam konteks laboratorium perikanan, ketertelusuran produk, dan sistem pengujian cerdas. Analisis tematik dilakukan untuk mengidentifikasi tren utama, tantangan, dan peluang dalam integrasi teknologi ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi Blockchain dalam Konteks Perikanan

Blockchain telah muncul sebagai teknologi transformatif yang menawarkan solusi unik untuk masalah ketertelusuran dan transparansi dalam industri perikanan. Menurut Asha Vijay dan Raju (2023), implementasi blockchain dalam rantai pasokan perikanan dapat secara signifikan meningkatkan kemampuan untuk melacak asal-usul produk, memverifikasi klaim keberlanjutan, dan mendeteksi aktivitas ilegal. Teknologi ini memungkinkan pencatatan setiap transaksi dan pergerakan produk secara real-time, menciptakan catatan yang tidak dapat diubah dan dapat diverifikasi oleh semua pemangku kepentingan dalam rantai pasokan. Studi kasus yang dilakukan oleh Provenance Project mendemonstrasikan efektivitas blockchain dalam melacak tuna yellowfin dan skipjack dari titik penangkapan hingga konsumen akhir. Proyek ini tidak hanya berhasil mencegah pengeluaran ganda sertifikat, tetapi juga menyediakan dasar untuk sistem ketertelusuran terbuka yang dapat diadopsi secara luas dalam industri (Tolentino-Zondervan et al., 2024). Implementasi serupa oleh TraSeable Solutions di Fiji menunjukkan potensi blockchain untuk memerangi penangkapan ikan IUU dan pelanggaran hak asasi manusia

dalam industri perikanan, menegaskan nilai teknologi ini dalam meningkatkan praktik etis dan berkelanjutan.

Integrasi Blockchain dengan Sistem Laboratorium Cerdas

Integrasi blockchain dengan sistem laboratorium cerdas membuka peluang baru untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi pengujian produk perikanan. Sistem laboratorium cerdas, yang memanfaatkan IoT dan otomatisasi, telah mengubah cara pengumpulan dan analisis data dilakukan dalam pengujian produk. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Risdy Absari et al. (2024), penggabungan blockchain dengan sistem ini dapat menciptakan ekosistem pengujian yang lebih transparan dan dapat diaudit. Dalam konteks laboratorium perikanan, integrasi ini memungkinkan pencatatan otomatis hasil pengujian ke dalam blockchain, menciptakan catatan yang tidak dapat dimanipulasi tentang kualitas dan keamanan produk. Hal ini sangat penting dalam mengatasi masalah pemalsuan data dan meningkatkan kepercayaan terhadap hasil pengujian. Lebih lanjut, penggunaan smart contracts dalam blockchain dapat mengotomatisasi proses verifikasi dan sertifikasi, mengurangi keterlibatan manusia dan potensi kesalahan.

Peningkatan Ketertelusuran Produk Perikanan

Salah satu manfaat utama dari integrasi blockchain dalam sistem laboratorium cerdas adalah peningkatan signifikan dalam ketertelusuran produk perikanan. Blockchain memungkinkan pencatatan setiap tahap pengujian dan sertifikasi produk, dari pengambilan sampel hingga hasil akhir, dalam format yang tidak dapat diubah. Menurut studi yang dilakukan oleh IBM Food Trust, implementasi blockchain dalam rantai pasokan udang dari India telah berhasil meningkatkan transparansi dan memungkinkan pelacakan produk secara real-time (Tolentino-Zondervan et al., 2024). Kemampuan untuk dengan cepat dan akurat melacak asal-usul produk perikanan memiliki implikasi signifikan untuk keamanan pangan dan manajemen krisis. Dalam kasus kontaminasi atau penarikan produk, sistem berbasis blockchain dapat secara drastis mengurangi waktu yang diperlukan untuk mengidentifikasi sumber masalah dan mengambil tindakan korektif. Hal ini tidak hanya melindungi kesehatan konsumen tetapi juga meminimalkan kerugian ekonomi bagi produsen dan distributor.

Tantangan dalam Implementasi

Meskipun potensinya besar, implementasi blockchain dalam sistem laboratorium cerdas untuk produk perikanan menghadapi beberapa tantangan signifikan. Salah satu tantangan utama adalah biaya awal yang tinggi untuk infrastruktur dan pelatihan. Menurut analisis yang dilakukan oleh Risdy Absari et al. (2024), banyak perusahaan kecil dan menengah dalam industri perikanan mungkin kesulitan untuk memenuhi investasi awal yang diperlukan untuk mengadopsi teknologi ini. Kompleksitas teknis blockchain dan kebutuhan untuk mengintegrasikannya dengan sistem yang ada juga merupakan hambatan signifikan. Kurangnya standarisasi dalam protokol blockchain dan interoperabilitas antara berbagai platform dapat menghambat adopsi luas teknologi ini dalam industri perikanan. Selain itu, masalah keamanan data dan privasi perlu ditangani dengan hati-hati, mengingat sensitivitas informasi yang disimpan dalam blockchain.

Solusi dan Rekomendasi

Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, diperlukan pendekatan kolaboratif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam industri perikanan. Pengembangan standar industri untuk implementasi blockchain dalam pengujian produk perikanan dapat membantu mengatasi masalah interoperabilitas dan mempercepat adopsi. Inisiatif seperti yang dilakukan

oleh *International Organization for Standardization* (ISO) dalam mengembangkan standar untuk teknologi blockchain dapat menjadi acuan penting dalam konteks ini. Investasi dalam pendidikan dan pelatihan juga sangat penting untuk memastikan bahwa tenaga kerja di laboratorium dan industri perikanan memiliki keterampilan yang diperlukan untuk mengoperasikan sistem berbasis blockchain. Kolaborasi antara institusi akademik, industri, dan pemerintah dalam mengembangkan program pelatihan dapat membantu menjembatani kesenjangan keterampilan ini. Dari perspektif regulasi, pengembangan kerangka hukum yang mendukung dan mengatur penggunaan blockchain dalam industri perikanan sangat diperlukan. Ini termasuk klarifikasi tentang status hukum smart contracts dan penerimaan data blockchain sebagai bukti dalam kasus hukum. Adaptasi regulasi yang ada untuk mengakomodasi teknologi baru ini akan membantu menciptakan lingkungan yang kondusif untuk inovasi sambil tetap melindungi kepentingan konsumen dan industri.

KESIMPULAN

Integrasi teknologi blockchain dengan sistem laboratorium cerdas menawarkan potensi transformatif untuk meningkatkan ketertelusuran dan keandalan pengujian produk perikanan. Melalui peningkatan transparansi, keamanan data, dan efisiensi operasional, teknologi ini dapat secara signifikan meningkatkan kepercayaan konsumen dan integritas rantai pasokan perikanan. Namun, realisasi penuh dari potensi ini membutuhkan upaya kolaboratif untuk mengatasi tantangan teknis, ekonomi, dan regulasi yang ada. Dengan pendekatan yang terkoordinasi dan investasi yang tepat dalam infrastruktur dan sumber daya manusia, integrasi blockchain dalam laboratorium perikanan dapat menjadi katalis untuk revolusi dalam manajemen kualitas dan keamanan produk perikanan global.

REFERENSI

- Asha Vijay T, M. S. Raju. (2023). Blockchain Applications in Fisheries. E3S Web of Conferences.
- Behnke, K., & Janssen, M. F. W. H. A. (2020). Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology. *International Journal of Information Management*, 52, 101969.
- Bumblauskas, D., Mann, A., Dugan, B., & Rittmer, J. (2020). A blockchain use case in food distribution: Do you know where your food has been? *International Journal of Information Management*, 52, 102008.
- Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. (2018). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany), 1-4.
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 36, 55-81.
- 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.
- Galvez, J. F., Mejuto, J. C., & Simal-Gandara, J. (2018). Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 107, 222-232.
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldù, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 640-652.
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80-89.

- Mao, D., Wang, F., Hao, Z., & Li, H. (2018). Credit Evaluation System Based on Blockchain for Multiple Stakeholders in the Food Supply Chain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), 1627.
- Pearson, S., May, D., Leontidis, G., Swainson, M., Brewer, S., Bidaut, L., Frey, J. G., Parr, G., Maull, R., & Zisman, A. (2019). Are Distributed Ledger Technologies the panacea for food traceability? *Global Food Security*, 20, 145-149.
- Pratiwi R.A.I., Lastri, A.F., Firmansyah, K. (2024). Blockchain Technology in Fisheries Industry: A Systematic Literature Review. *BIO Web of Conferences*.
- Tian, F. (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. 2017 International Conference on Service Systems and Service Management, 1-6.
- Tolentino-Zondervan, F. et al. (2024). Status and future prospects of blockchain application in worldwide fisheries and aquaculture. *Responsible Seafood Advocate*.
- Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H., & Boshkoska, B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109, 83-99.