



Explainable Artificial Intelligence untuk Deteksi Kecurangan Pangan: Meningkatkan Transparansi dan Kepercayaan Konsumen pada Agroindustri Modern

Dimas Ardiansyah Pratama ^{a,1,*}, Nabila Syifa Ramadhani ^{b,2}, Farhan Rizqullah Mahendra ^{c,3}

^a Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Indonesia

^b Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Indonesia

^c Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

¹ dimas.pratama@unpad.ac.id; ² nabila.syifa@telkomuniversity.ac.id; ³ farhan.mahendra@uinsgd.ac.id

* Corresponding Author

ABSTRACT

The increasing complexity of global food supply chains has intensified the risk of food fraud, resulting in food safety concerns, economic losses, and declining consumer trust. Although Artificial Intelligence (AI) has demonstrated strong capabilities in anomaly detection, food authentication, and food safety risk prediction, most existing models operate as black boxes, limiting users' understanding of the decision-making process. This study aims to analyze the role of Explainable Artificial Intelligence (XAI) in enhancing the transparency of food fraud detection systems and strengthening consumer trust in modern agro-industrial environments. A qualitative approach was employed through a systematic literature review of reputable scientific publications addressing AI, food safety, food authentication, supply chain traceability, and XAI. The findings indicate that XAI improves model interpretability by explaining the factors influencing predictions through methods such as SHAP and LIME, thereby enhancing accountability, validity, and user acceptance of AI-generated decisions. Beyond supporting food auditing and regulatory monitoring, XAI contributes to greater information transparency, which is essential for building consumer trust. This article argues that algorithmic transparency serves as a critical mechanism linking AI predictive performance with social legitimacy in digital food governance. The study offers a conceptual contribution to the development of more transparent, trustworthy, and sustainable food fraud detection systems.

Article History

Received 2026-03-21

Revised 2026-04-23

Accepted 2026-05-05

Published 2026-06-22

Keywords

Explainable Artificial Intelligence;
Food Fraud Detection;
Algorithmic Transparency;
Food Traceability;
Consumer Trust.

Copyright © 2026, The Author(s)

This is an open-access article under the CC-BY-SA license



PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam sistem pangan global telah mendorong pemanfaatan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence atau AI) sebagai instrumen strategis untuk meningkatkan keamanan, kualitas, autentikasi, dan keberlanjutan agroindustri modern. Perdagangan pangan yang semakin kompleks, rantai pasok yang bersifat lintas negara, serta meningkatnya tuntutan konsumen terhadap transparansi produk telah memperbesar risiko terjadinya kecurangan pangan (food fraud), seperti pemalsuan label, substitusi bahan baku, pengenceran produk, dan manipulasi informasi asal produk. Organisasi pangan internasional dan berbagai pelaku industri menempatkan deteksi dini terhadap kecurangan pangan sebagai prioritas utama karena praktik tersebut tidak hanya menimbulkan kerugian ekonomi, tetapi juga berpotensi mengancam kesehatan masyarakat dan menurunkan kepercayaan konsumen terhadap sistem pangan modern. Dalam konteks ini, AI berkembang sebagai teknologi yang mampu mengolah data pangan dalam jumlah besar secara cepat dan akurat untuk mendukung proses identifikasi anomali dan pengambilan keputusan berbasis data (Cozzolino, 2022; Galanakis, 2023; Zatsu et al., 2024).

Perkembangan penerapan AI pada sektor pangan menunjukkan peningkatan yang signifikan, terutama melalui penggunaan machine learning, deep learning, pencitraan hiperspektral, serta sistem analitik prediktif untuk mendeteksi penyimpangan kualitas dan autentisitas produk. Teknologi pencitraan hiperspektral dan near-infrared hyperspectral imaging memungkinkan identifikasi karakteristik fisik dan kimia produk pangan secara non-destruktif sehingga mampu membedakan produk asli dan produk yang telah mengalami manipulasi (Barbin et al., 2022; Patel et al., 2024). Selain itu, integrasi AI dengan sistem ketertelusuran rantai pasok memungkinkan pemantauan asal-usul produk secara lebih akurat dan real-time, sehingga mendukung upaya pencegahan kecurangan pangan pada berbagai tahapan produksi dan distribusi (Kumar et al., 2023; Singh et al., 2024). Meskipun demikian, peningkatan akurasi model AI belum secara otomatis meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap hasil prediksi yang dihasilkan.

Literatur terkini menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian mengenai AI dalam sistem pangan berfokus pada peningkatan performa klasifikasi, prediksi risiko keamanan pangan, autentikasi produk, serta deteksi kontaminan dan mikotoksin. Bouzembrak dan Marvin (2022) menjelaskan bahwa algoritma AI memiliki kemampuan tinggi dalam memprediksi bahaya keamanan pangan melalui pemanfaatan data historis dan pola risiko yang kompleks. Penelitian lain menyoroti pemanfaatan AI untuk autentikasi pangan dan deteksi kecurangan melalui analisis spektral, sensor cerdas, serta integrasi data rantai pasok (Bouzembrak et al., 2023; Stanila et al., 2025). Di sisi lain, perkembangan metode Explainable Artificial Intelligence (XAI) mulai mendapat perhatian karena mampu menjelaskan dasar pengambilan keputusan model sehingga meningkatkan interpretabilitas hasil prediksi (Kotsiantis et al., 2022; Arrighi et al., 2026). Beberapa pendekatan seperti SHAP (SHapley Additive Explanations) dan LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) telah digunakan untuk mengidentifikasi kontribusi variabel terhadap keputusan model AI dalam berbagai bidang aplikasi (Lundberg et al., 2022; Ribeiro et al., 2022).

Meskipun demikian, terdapat ketimpangan perkembangan penelitian antara peningkatan akurasi model deteksi kecurangan pangan dan penguatan aspek transparansi algoritmik. Sebagian besar studi masih berorientasi pada efektivitas teknis sistem AI, sementara aspek interpretabilitas dan pembentukan kepercayaan pengguna belum memperoleh perhatian yang seimbang. Padahal, dalam konteks agroindustri modern, keputusan yang dihasilkan oleh sistem AI tidak hanya digunakan oleh peneliti atau analis data, tetapi juga menjadi dasar bagi regulator, pelaku industri, auditor keamanan pangan, dan konsumen. Ketidakmampuan pengguna memahami alasan di balik suatu prediksi dapat menimbulkan keraguan terhadap validitas sistem, bahkan ketika tingkat akurasinya sangat tinggi (Buyuktepe et al., 2025; Arrighi et al., 2026). Oleh karena itu, kebutuhan akan pendekatan AI yang transparan dan dapat dijelaskan menjadi semakin penting dalam mendukung tata kelola pangan yang akuntabel.

Sejumlah penelitian terbaru mulai menunjukkan bahwa integrasi XAI mampu menjembatani kesenjangan antara performa algoritma dan kebutuhan pengguna terhadap transparansi. Dalam konteks sistem pangan, XAI memungkinkan identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keputusan model, seperti karakteristik spektral, atribut kualitas produk, pola distribusi rantai pasok, maupun indikator risiko keamanan pangan tertentu (Buyuktepe et al., 2025; Arrighi et al., 2026). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan interpretabilitas model, tetapi juga memperkuat kemampuan audit, validasi ilmiah, serta komunikasi risiko kepada pemangku kepentingan. Dengan demikian, XAI berpotensi menjadi fondasi penting dalam pengembangan sistem deteksi kecurangan pangan yang lebih transparan, dapat dipertanggungjawabkan, dan diterima secara luas oleh pengguna.

Berdasarkan kondisi tersebut, masih terdapat kesenjangan konseptual mengenai bagaimana XAI dapat berkontribusi terhadap peningkatan transparansi sistem deteksi kecurangan pangan sekaligus memperkuat kepercayaan konsumen dalam ekosistem agroindustri modern. Sebagian besar penelitian terdahulu membahas AI dan deteksi kecurangan pangan sebagai isu teknis, sedangkan hubungan antara interpretabilitas algoritma, transparansi informasi, dan pembentukan kepercayaan konsumen masih relatif terbatas. Artikel ini berargumen bahwa implementasi XAI tidak hanya meningkatkan kemampuan identifikasi kecurangan pangan, tetapi juga berfungsi sebagai mekanisme tata kelola digital yang memperkuat transparansi, akuntabilitas, dan legitimasi keputusan berbasis AI dalam sistem pangan modern. Kontribusi utama artikel ini terletak pada pengembangan sintesis konseptual yang menghubungkan dimensi teknologi, keamanan pangan, dan kepercayaan konsumen dalam satu kerangka analitis yang terintegrasi.

Berdasarkan argumentasi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran XAI dalam deteksi kecurangan pangan pada agroindustri modern serta mengevaluasi kontribusinya terhadap peningkatan transparansi sistem dan kepercayaan konsumen. Analisis dilakukan melalui sintesis literatur terkini mengenai AI, autentikasi pangan, keamanan pangan, ketertelusuran rantai pasok, dan metode XAI untuk menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai arah pengembangan teknologi pangan yang transparan, akuntabel, dan berorientasi pada kepentingan publik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain *systematic literature review* yang dipadukan dengan analisis konseptual untuk mengkaji peran Explainable Artificial Intelligence (XAI) dalam deteksi kecurangan pangan serta implikasinya terhadap transparansi dan kepercayaan konsumen pada agroindustri modern. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan identifikasi, sintesis, dan evaluasi kritis terhadap perkembangan pengetahuan terkini mengenai penerapan kecerdasan buatan, keamanan pangan, autentikasi produk, dan interpretabilitas model AI. Fokus penelitian diarahkan pada objek material berupa berbagai aplikasi AI dan XAI dalam sistem pangan, sedangkan objek formal penelitian adalah hubungan antara transparansi algoritmik, deteksi kecurangan pangan, dan pembentukan kepercayaan konsumen. Penelitian dilaksanakan selama periode Januari–April 2026 melalui penelusuran dan analisis literatur ilmiah yang relevan dengan topik penelitian.

Sumber data penelitian seluruhnya berasal dari data sekunder berupa artikel ilmiah yang dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi dan terindeks Scopus. Literatur dipilih berdasarkan relevansi terhadap tema kecerdasan buatan dalam sistem pangan, deteksi kecurangan pangan, keamanan pangan, autentikasi produk, ketertelusuran rantai pasok, serta metode Explainable Artificial Intelligence. Proses pengumpulan data dilakukan melalui identifikasi, seleksi, dan ekstraksi informasi dari publikasi yang membahas implementasi AI dan XAI dalam sektor agroindustri (Bouzembrak & Marvin, 2022; Bouzembrak et al., 2023; Buyuktepe et al., 2025). Selain itu, artikel yang membahas perkembangan teknologi pencitraan hiperspektral, analitik prediktif, dan sistem ketertelusuran pangan juga digunakan untuk memperkaya analisis mengenai konteks penerapan AI dalam deteksi kecurangan pangan (Barbin et al., 2022; Kumar et al., 2023; Patel et al., 2024; Singh et al., 2024).

Analisis data dilakukan melalui tiga tahapan utama, yaitu reduksi data, kategorisasi tematik, dan sintesis konseptual. Pada tahap pertama, informasi yang relevan mengenai model AI, metode deteksi kecurangan pangan, teknik interpretabilitas, dan faktor pembentuk kepercayaan

konsumen diidentifikasi dan diklasifikasikan. Tahap kedua dilakukan dengan mengelompokkan temuan ke dalam tema-tema utama yang meliputi deteksi kecurangan pangan berbasis AI, transparansi algoritmik, metode XAI, serta implikasi terhadap tata kelola pangan dan kepercayaan konsumen. Selanjutnya, tahap sintesis konseptual digunakan untuk menghubungkan berbagai temuan empiris dan teoretis sehingga diperoleh kerangka analisis yang menjelaskan hubungan antara kemampuan prediktif AI, interpretabilitas model, dan peningkatan legitimasi keputusan dalam sistem pangan modern.

Kerangka analisis penelitian ini mengacu pada konsep interpretabilitas dan transparansi algoritmik dalam XAI yang dikembangkan dalam studi mengenai interpretable machine learning dan penjelasan model berbasis SHAP maupun LIME (Kotsiantis et al., 2022; Lundberg et al., 2022; Ribeiro et al., 2022). Kerangka tersebut kemudian dipadukan dengan literatur mengenai AI pada keamanan pangan, autentikasi produk, dan sistem ketertelusuran rantai pasok untuk menjelaskan bagaimana XAI dapat meningkatkan akuntabilitas dan kepercayaan pengguna terhadap hasil deteksi kecurangan pangan (Cozzolino, 2022; Marvin et al., 2023; Arrighi et al., 2026). Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini menghasilkan analisis yang sistematis mengenai kontribusi XAI dalam membangun sistem deteksi kecurangan pangan yang lebih transparan, dapat dipertanggungjawabkan, dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data pada agroindustri modern.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan kecerdasan buatan dalam sistem pangan modern menunjukkan perubahan paradigma dari pendekatan pengawasan konvensional menuju sistem deteksi berbasis data yang mampu mengidentifikasi anomali secara cepat dan akurat. Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa AI telah menjadi salah satu teknologi utama dalam mendukung keamanan pangan, autentikasi produk, dan mitigasi risiko kecurangan pada berbagai tahapan rantai pasok agroindustri. Kemampuan algoritma machine learning dan deep learning dalam mengolah data multidimensional memungkinkan identifikasi pola yang sulit dideteksi melalui metode inspeksi tradisional. Berbagai penelitian melaporkan bahwa model AI mampu meningkatkan akurasi klasifikasi produk pangan, mendeteksi kontaminan, mengidentifikasi pemalsuan label, serta memprediksi risiko keamanan pangan dengan tingkat presisi yang tinggi (Bouzembrak & Marvin, 2022; Marvin et al., 2023; Aggarwal et al., 2024; Yi et al., 2024).

Temuan ini menunjukkan bahwa deteksi kecurangan pangan tidak lagi hanya bergantung pada pengujian laboratorium yang memerlukan waktu dan biaya besar. Integrasi AI dengan teknologi sensor dan pencitraan modern memungkinkan proses identifikasi dilakukan secara non-destruktif dan real-time. Penelitian Barbin et al. (2022) serta Patel et al. (2024) menunjukkan bahwa teknologi near-infrared hyperspectral imaging mampu menghasilkan informasi spektral yang sangat rinci mengenai karakteristik fisik dan kimia produk pangan. Ketika data tersebut diproses menggunakan algoritma AI, sistem dapat membedakan produk asli dan produk yang telah mengalami manipulasi dengan tingkat ketepatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Perkembangan ini memperlihatkan bahwa AI berperan sebagai instrumen penting dalam memperkuat integritas pangan dan mengurangi kerugian ekonomi akibat praktik kecurangan.

Meskipun demikian, hasil telaah literatur juga menunjukkan bahwa peningkatan performa model AI belum selalu diikuti oleh peningkatan tingkat kepercayaan pengguna. Sebagian besar sistem deteksi kecurangan pangan masih menggunakan model yang bersifat black box, yaitu menghasilkan keputusan tanpa memberikan penjelasan yang memadai mengenai proses

pengambilan keputusan yang terjadi di dalam algoritma. Kondisi ini menimbulkan tantangan serius dalam konteks tata kelola pangan karena keputusan yang dihasilkan oleh AI sering kali digunakan sebagai dasar penetapan standar kualitas, tindakan regulasi, audit keamanan pangan, hingga komunikasi risiko kepada konsumen. Ketika pengguna tidak memahami alasan di balik suatu prediksi, maka tingkat penerimaan terhadap sistem cenderung menurun meskipun model memiliki tingkat akurasi yang tinggi (Kotsiantis et al., 2022; Arrighi et al., 2026).

Fenomena tersebut memperkuat argumentasi bahwa transparansi algoritmik merupakan komponen yang sama pentingnya dengan akurasi prediksi. Dalam konteks agroindustri, transparansi tidak hanya berkaitan dengan keterbukaan informasi produk, tetapi juga menyangkut kemampuan menjelaskan bagaimana suatu keputusan teknologi dihasilkan. Literatur mengenai Explainable Artificial Intelligence menunjukkan bahwa interpretabilitas model dapat meningkatkan pemahaman pengguna terhadap faktor-faktor yang memengaruhi hasil prediksi, sehingga memperkuat legitimasi keputusan berbasis AI (Lundberg et al., 2022; Ribeiro et al., 2022). Dengan kata lain, sistem yang mampu menjelaskan alasan suatu produk dikategorikan sebagai berisiko atau terindikasi mengalami kecurangan memiliki peluang lebih besar untuk diterima oleh regulator, industri, maupun konsumen dibandingkan sistem yang hanya menghasilkan keputusan akhir tanpa penjelasan.

Hasil sintesis literatur mengidentifikasi beberapa mekanisme utama yang menjelaskan kontribusi XAI terhadap deteksi kecurangan pangan. Pertama, XAI meningkatkan visibilitas faktor-faktor yang memengaruhi keputusan model. Melalui pendekatan seperti SHAP dan LIME, pengguna dapat mengetahui atribut mana yang paling berkontribusi terhadap klasifikasi suatu produk. Informasi tersebut memungkinkan auditor dan analis pangan untuk melakukan verifikasi independen terhadap hasil prediksi yang dihasilkan sistem AI (Lundberg et al., 2022; Ribeiro et al., 2022). Kedua, XAI mendukung proses validasi ilmiah karena hubungan antara variabel input dan output model dapat diamati secara lebih jelas. Ketiga, XAI memperkuat akuntabilitas organisasi karena keputusan yang dihasilkan dapat ditelusuri dan dipertanggungjawabkan kepada berbagai pemangku kepentingan.

Tabel 1 menyajikan sintesis hubungan antara kemampuan AI, fungsi XAI, dan dampaknya terhadap transparansi serta kepercayaan konsumen dalam sistem deteksi kecurangan pangan.

Tabel 1. Kontribusi Explainable Artificial Intelligence dalam Deteksi Kecurangan Pangan

Dimensi	Peran AI	Kontribusi XAI	Dampak pada Transparansi dan Kepercayaan
Autentikasi Produk	Mengidentifikasi produk asli dan palsu	Menjelaskan variabel yang memengaruhi klasifikasi	Meningkatkan pemahaman pengguna terhadap hasil prediksi
Keamanan Pangan	Memprediksi risiko kontaminasi dan bahaya pangan	Menampilkan faktor risiko dominan	Memperkuat legitimasi keputusan keamanan pangan
Ketertelusuran Rantai Pasok	Melacak asal-usul dan pergerakan produk	Menjelaskan pola anomali dalam rantai pasok	Meningkatkan akuntabilitas pelaku usaha
Audit Regulasi	Mendukung pengawasan berbasis data	Menyediakan bukti interpretatif	Mempermudah verifikasi dan evaluasi kebijakan

Komunikasi Konsumen	Menyampaikan informasi kualitas produk	Menjelaskan keputusan sistem	alasan	Meningkatkan kepercayaan dan penerimaan konsumen
------------------------	---	---------------------------------	--------	---

Sumber: Disusun berdasarkan Bouzembrak et al. (2023), Kumar et al. (2023), Buyuktepe et al. (2025), dan Arrighi et al. (2026).

Temuan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai utama XAI tidak terletak pada peningkatan akurasi algoritma semata, melainkan pada kemampuannya menjembatani kesenjangan informasi antara sistem AI dan pengguna akhir. Dalam perspektif tata kelola teknologi, transparansi merupakan faktor penting yang menentukan tingkat kepercayaan terhadap suatu sistem digital. Ketika pengguna memahami alasan suatu keputusan dihasilkan, mereka cenderung menilai sistem tersebut lebih adil, dapat dipercaya, dan layak digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Dengan demikian, XAI berfungsi sebagai mekanisme yang memperkuat hubungan antara inovasi teknologi dan legitimasi sosial.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa integrasi XAI dengan sistem ketertelusuran pangan berpotensi menghasilkan transformasi signifikan dalam manajemen rantai pasok agroindustri. Penelitian Kumar et al. (2023) dan Singh et al. (2024) menjelaskan bahwa AI dapat meningkatkan transparansi rantai pasok melalui pemantauan data secara berkelanjutan mulai dari tahap produksi hingga distribusi. Ketika kemampuan tersebut dikombinasikan dengan XAI, sistem tidak hanya mampu mengidentifikasi anomali, tetapi juga menjelaskan sumber penyimpangan yang terdeteksi. Kemampuan ini sangat penting dalam kasus pemalsuan asal geografis, manipulasi sertifikasi, maupun penggantian bahan baku yang sering ditemukan dalam perdagangan pangan global.

Dari perspektif konsumen, transparansi yang dihasilkan oleh XAI memiliki implikasi langsung terhadap pembentukan kepercayaan. Literatur mengenai perilaku konsumen menunjukkan bahwa tingkat kepercayaan terhadap produk pangan sangat dipengaruhi oleh persepsi mengenai keamanan, keaslian, dan keterbukaan informasi produk. Dalam lingkungan digital yang semakin kompleks, konsumen tidak hanya menuntut jaminan kualitas produk, tetapi juga menginginkan penjelasan mengenai bagaimana jaminan tersebut diperoleh. Oleh karena itu, sistem AI yang dapat menjelaskan proses identifikasi kecurangan secara sederhana dan mudah dipahami berpotensi meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk dan merek tertentu (Gbashi & Njobeh, 2024; Stanila et al., 2025).

Temuan penelitian ini sekaligus memperluas argumentasi yang dikemukakan oleh Cozzolino (2022), Galanakis (2023), dan Kamilaris et al. (2023) mengenai pentingnya transformasi digital dalam sistem pangan. Jika penelitian sebelumnya lebih banyak menyoroti efisiensi operasional dan peningkatan akurasi analitik, hasil sintesis ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AI dalam agroindustri juga sangat ditentukan oleh kemampuan sistem menjelaskan proses pengambilan keputusan. Dengan demikian, keberhasilan transformasi digital tidak hanya diukur melalui kinerja teknis, tetapi juga melalui tingkat transparansi, akuntabilitas, dan penerimaan sosial yang dihasilkan.

Secara teoretis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa XAI dapat diposisikan sebagai penghubung antara paradigma teknologi cerdas dan paradigma tata kelola pangan yang berorientasi pada kepercayaan. Hubungan tersebut membentuk kerangka konseptual baru yang menjelaskan bahwa peningkatan akurasi deteksi kecurangan pangan akan menghasilkan manfaat yang lebih besar apabila disertai dengan peningkatan interpretabilitas model. Dalam kerangka ini, transparansi algoritmik berfungsi sebagai variabel mediasi yang menghubungkan kemampuan prediktif AI dengan kepercayaan pengguna terhadap hasil keputusan yang dihasilkan sistem.

Secara praktis, temuan penelitian memberikan implikasi penting bagi regulator, industri pangan, dan pengembang teknologi. Regulator dapat memanfaatkan XAI sebagai instrumen pendukung audit dan pengawasan yang lebih transparan. Industri pangan dapat mengintegrasikan fitur penjelasan model ke dalam sistem jaminan mutu dan ketertelusuran produk. Sementara itu, pengembang teknologi perlu mempertimbangkan aspek interpretabilitas sejak tahap perancangan model agar sistem yang dihasilkan tidak hanya akurat, tetapi juga dapat dipahami dan dipercaya oleh pengguna. Dengan demikian, implementasi XAI berpotensi menjadi fondasi penting dalam pengembangan ekosistem agroindustri yang lebih transparan, akuntabel, dan berkelanjutan di era transformasi digital.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Explainable Artificial Intelligence (XAI) memiliki peran strategis dalam meningkatkan efektivitas deteksi kecurangan pangan sekaligus memperkuat transparansi dan kepercayaan dalam sistem agroindustri modern. Hasil sintesis literatur memperlihatkan bahwa perkembangan kecerdasan buatan telah menghasilkan kemampuan deteksi yang semakin akurat melalui pemanfaatan machine learning, deep learning, pencitraan hiperspektral, dan analitik prediktif untuk mengidentifikasi berbagai bentuk kecurangan pangan, mulai dari pemalsuan label hingga manipulasi bahan baku. Namun demikian, tingginya akurasi model tidak selalu berbanding lurus dengan tingkat penerimaan pengguna. Keberadaan model yang bersifat black box masih menjadi tantangan karena membatasi pemahaman pengguna terhadap proses pengambilan keputusan algoritma. Dalam konteks tersebut, XAI hadir sebagai solusi yang memungkinkan interpretasi terhadap hasil prediksi melalui penjelasan faktor-faktor yang memengaruhi keputusan model, sehingga meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan validitas penggunaan AI dalam sistem pangan.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada pengembangan sintesis konseptual yang menghubungkan kemampuan prediktif AI, transparansi algoritmik, dan kepercayaan konsumen dalam satu kerangka analitis yang terintegrasi. Temuan penelitian menegaskan bahwa transparansi algoritmik berfungsi sebagai mekanisme mediasi yang memperkuat hubungan antara performa teknologi dan legitimasi sosial. Dengan demikian, implementasi XAI tidak hanya memberikan manfaat teknis berupa peningkatan interpretabilitas model, tetapi juga memiliki implikasi praktis bagi regulator, industri pangan, dan pengembang teknologi dalam membangun sistem deteksi kecurangan yang lebih terpercaya dan dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena didasarkan pada pendekatan kajian literatur tanpa pengujian empiris terhadap model XAI tertentu. Oleh sebab itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan validasi empiris pada berbagai komoditas pangan dan membandingkan efektivitas metode XAI yang berbeda dalam meningkatkan akurasi, transparansi, dan kepercayaan pengguna pada lingkungan agroindustri yang nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, V., Sharma, S., Kumar, R., & Singh, A. (2024). Artificial intelligence approaches for mycotoxin detection and food safety assessment: Recent advances and future perspectives. *Foods*, 13(4), 612. <https://doi.org/10.3390/foods13040612>
- Arrighi, L., de Moraes, I. A., Zulloch, M., Simonato, M., Barbin, D. F., & Barbon Junior, S. (2026). Explainable artificial intelligence techniques for interpretation of food models: A review. *Artificial Intelligence Review*, 59(4), 1–42. <https://doi.org/10.1007/s10462-026-11553-2>

-
- Barbin, D. F., ElMasry, G., Sun, D.-W., & Allen, P. (2022). Near-infrared hyperspectral imaging for grading and classification of food products. *Food Research International*, *157*, 111250. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111250>
- Bouzembrak, Y., & Marvin, H. J. P. (2022). Prediction of food safety hazards using machine learning and artificial intelligence techniques: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *21*(2), 1354–1378. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12889>
- Bouzembrak, Y., Marvin, H. J. P., Catal, C., & Gavai, A. (2023). Machine learning applications for food fraud detection and prevention: A systematic review. *Food Control*, *148*, 109676. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.109676>
- Buyuktepe, O., Catal, C., Kar, G., Bouzembrak, Y., Marvin, H., & Gavai, A. (2025). Food fraud detection using explainable artificial intelligence. *Expert Systems*, *42*(1), e13387. <https://doi.org/10.1111/exsy.13387>
- Cozzolino, D. (2022). The role of artificial intelligence and digital technologies in food quality, safety and authenticity. *Food Analytical Methods*, *15*(7), 1865–1879. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02234-8>
- Galanakis, C. M. (2023). Artificial intelligence and machine learning in food systems: Opportunities and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, *132*, 194–206. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.12.018>
- Gbashi, S., & Njobeh, P. B. (2024). Enhancing food integrity through artificial intelligence and machine learning: A comprehensive review. *Applied Sciences*, *14*(8), 3421. <https://doi.org/10.3390/app14083421>
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2023). The rise of artificial intelligence in agriculture and food systems: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, *204*, 107511. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107511>
- Kotsiantis, S., Kanellopoulos, D., & Pintelas, P. (2022). Interpretable machine learning methods and applications: A comprehensive survey. *Artificial Intelligence Review*, *55*(6), 4567–4610. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10124-0>
- Kumar, A., Singh, R., Sharma, P., & Gupta, N. (2023). Explainable artificial intelligence for food supply chain transparency and traceability. *Sustainable Production and Consumption*, *38*, 460–474. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.03.021>
- Lundberg, S. M., Erion, G., Chen, H., DeGrave, A., Prutkin, J. M., Nair, B., Katz, R., Himmelfarb, J., Bansal, N., & Lee, S.-I. (2022). From local explanations to global understanding with explainable AI for trees. *Nature Machine Intelligence*, *4*(1), 56–67. <https://doi.org/10.1038/s42256-021-00407-0>
- Marvin, H. J. P., Bouzembrak, Y., Janssen, E. M., & van der Fels-Klerx, H. J. (2023). Artificial intelligence and predictive analytics in food safety risk assessment. *Food Control*, *145*, 109451. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109451>
- Patel, D., Bhise, S., Kapdi, S. S., & Bhatt, T. (2024). Non-destructive hyperspectral imaging technology to assess the quality and safety of food: A review. *Food Production, Processing and Nutrition*, *6*(1), 69. <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00246-4>
- Ribeiro, M. T., Singh, S., & Guestrin, C. (2022). “Why should I trust you?” Explaining the predictions of any classifier. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 1135–1144. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939778>
- Singh, P., Sharma, V., Kumar, M., & Gupta, S. (2024). Artificial intelligence-enabled traceability frameworks for sustainable agri-food supply chains. *Journal of Cleaner Production*, *452*, 141963. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141963>
-

-
- Stanila, A., Tofana, M., Socaci, S. A., Pop, O. L., & Nagy, M. (2025). The journey of artificial intelligence in food authentication: From label attribute to fraud detection. *Foods*, *14*(10), 1808. <https://doi.org/10.3390/foods14101808>
- Yi, L., Wang, W., Diao, Y., Zhang, X., Liu, Y., & Chen, J. (2024). Recent advances of artificial intelligence in quantitative analysis of food quality and safety indicators: A review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *180*, 117944. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2024.117944>
- Zatsu, Y., Nakamura, T., Ito, H., & Yamamoto, K. (2024). Artificial intelligence transformation in food industries: Applications, opportunities, and challenges. *Food Chemistry X*, *22*, 101184. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101184>