

MODERNISASI FERMENTASI TRADISIONAL INDONESIA MELALUI PENDEKATAN KULTUR STARTER: IMPLIKASI TERHADAP STANDARISASI MUTU DAN KEAMANAN PANGAN

*Modernization of Traditional Indonesian Fermentation through Starter Culture Approaches:
Implications for Quality Standardization and Food Safety*

Luh Putu Trisna Darmayanti*, Putu Widya Indra Astuti dan Sayi Hatiningsih

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Jalan Raya
Kampus Unud Gd GA, Jimbaran, Badung, Bali, 80361

Diterima 1 Agustus 2025 / Disetujui 15 Agustus 2025

ABSTRAK

Fermentasi tradisional merupakan bagian penting dari warisan bioteknologi pangan Indonesia, namun sering menghadapi permasalahan utama berupa ketidakkonsistenan mutu dan potensi risiko mikrobiologis akibat proses yang bersifat spontan. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan mendasar antara fermentasi tradisional dan fermentasi terkontrol berbasis kultur starter, serta mengevaluasi implikasinya terhadap standarisasi mutu dan keamanan pangan. Metode yang digunakan adalah tinjauan pustaka naratif dengan pendekatan sistematis terbatas terhadap artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir melalui basis data Google Scholar, ScienceDirect, dan PubMed, dengan kata kunci terkait fermentasi tradisional, kultur starter, dan keamanan pangan. Hasil kajian menunjukkan bahwa fermentasi tradisional yang bergantung pada mikroflora alami memiliki variabilitas tinggi dalam parameter proses seperti pH, suhu, dan komposisi mikroba, sehingga berdampak pada fluktuasi kualitas produk. Sebaliknya, penggunaan kultur starter terpilih, khususnya bakteri asam laktat dan khamir, memungkinkan kontrol proses yang lebih baik, percepatan fermentasi, peningkatan keamanan mikrobiologis melalui produksi asam organik dan bakteriosin, serta konsistensi karakteristik sensori. Selain itu, modernisasi proses fermentasi berpotensi meningkatkan kandungan senyawa bioaktif dan nilai fungsional produk. Meskipun demikian, implementasi teknologi fermentasi modern di Indonesia masih menghadapi tantangan, termasuk keterbatasan infrastruktur, biaya produksi, dan tingkat adopsi oleh pelaku usaha kecil. Oleh karena itu, diperlukan strategi integratif yang menggabungkan pendekatan bioteknologi modern dengan kearifan lokal untuk mencapai sistem produksi pangan fermentasi yang terstandar, aman, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Modernisasi; Fermentasi tradisional; Bioteknologi pangan; Kultur starter

ABSTRACT

Traditional fermentation represents an important component of Indonesia's food biotechnology heritage; however, it is often associated with inconsistent product quality and potential microbiological risks due to its spontaneous nature. This study aims to examine the fundamental differences between traditional and controlled fermentation processes based on starter cultures, and to evaluate their implications for quality standardization and food safety. A narrative review with a structured approach was conducted by analyzing scientific articles published within the last ten years, retrieved from Google Scholar, ScienceDirect, and PubMed using keywords related to traditional fermentation, starter cultures, and food safety. The findings indicate that spontaneous fermentation, which relies on indigenous microflora, exhibits high variability in process parameters such as pH, temperature, and microbial composition, leading to inconsistent product quality. In contrast, the application of selected starter cultures, particularly lactic acid bacteria and yeasts, enables better process control, accelerates

*Korespondensi penulis:
Email: pututdarmayanti@gmail.com

fermentation, enhances microbiological safety through the production of organic acids and bacteriocins, and ensures consistent sensory characteristics. Furthermore, fermentation modernization has the potential to improve the content of bioactive compounds and the functional value of fermented products. Despite these advantages, the implementation of modern fermentation technologies in Indonesia faces several challenges, including limited infrastructure, higher production costs, and low adoption among small-scale producers. Therefore, an integrative strategy that combines modern biotechnological approaches with local wisdom is essential to achieve standardized, safe, and sustainable fermented food systems.

Keyword: *Modern; Traditional fermentation; Food Biotechnology; Starter culture*

PENDAHULUAN

Fermentasi merupakan salah satu teknologi bioproses tertua yang dimanfaatkan manusia untuk mengawetkan sekaligus meningkatkan nilai gizi pangan. Di Indonesia, praktik fermentasi berkembang dalam bentuk yang sangat beragam, mulai dari produk berbasis kedelai seperti tempe, berbasis karbohidrat seperti tapai, hingga produk berbasis ikan dan daging seperti bekasam. Keberagaman ini mencerminkan kekayaan kearifan lokal yang terbentuk melalui interaksi panjang antara bahan baku, lingkungan, dan mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi (Nuraida, 2015; Tamang et al., 2016).

Namun demikian, sebagian besar fermentasi tradisional di Indonesia masih berlangsung secara spontan, yaitu tanpa penambahan kultur starter yang terstandarisasi. Proses ini mengandalkan mikroflora alami yang terdapat pada bahan baku maupun lingkungan produksi, sehingga komposisi mikroorganisme yang terlibat cenderung kompleks dan tidak terkontrol. Kondisi tersebut menyebabkan variabilitas yang tinggi dalam parameter proses, seperti pH, suhu, dan dinamika pertumbuhan mikroba, yang pada akhirnya berdampak pada ketidakkonsistenan mutu produk (Rezac et al., 2018; Marco et al., 2017).

Variabilitas mutu ini tidak hanya berpengaruh pada aspek sensori seperti rasa, aroma, dan tekstur, tetapi juga pada aspek keamanan pangan. Dalam sistem fermentasi spontan, ketiadaan kontrol terhadap mikroorganisme membuka peluang bagi

pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan, termasuk patogen. Beberapa studi menunjukkan bahwa meskipun fermentasi secara alami dapat menghambat mikroorganisme berbahaya melalui produksi asam organik, efektivitasnya sangat bergantung pada kondisi awal dan dinamika mikroba yang tidak selalu dapat diprediksi (Anal, 2019). Oleh karena itu, isu konsistensi mutu dan keamanan pangan menjadi tantangan utama dalam pengembangan produk fermentasi tradisional menuju skala industri.

Seiring dengan perkembangan bioteknologi pangan, pendekatan fermentasi terkontrol berbasis kultur starter mulai banyak diterapkan sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan fermentasi spontan. Kultur starter yang terdiri dari mikroorganisme terpilih, seperti bakteri asam laktat dan khamir, memungkinkan pengendalian proses fermentasi secara lebih presisi, baik dari sisi komposisi mikroba maupun parameter lingkungan. Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan konsistensi mutu, mempercepat proses fermentasi, serta memperkuat keamanan pangan melalui produksi senyawa antimikroba seperti asam organik dan bakteriosin (Leroy & De Vuyst, 2004; Holzapfel, 2002).

Selain meningkatkan aspek teknis produksi, modernisasi fermentasi juga membuka peluang untuk mengoptimalkan nilai fungsional pangan. Mikroorganisme tertentu diketahui mampu menghasilkan senyawa bioaktif, seperti peptida, asam organik, dan metabolit sekunder lain yang

berkontribusi terhadap manfaat kesehatan. Dengan demikian, fermentasi tidak lagi dipandang sekadar sebagai metode pengawetan, tetapi juga sebagai proses biotransformasi yang dapat meningkatkan kualitas nutrisi dan fungsionalitas produk pangan (Tamang et al., 2020).

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji fermentasi tradisional maupun fermentasi terkontrol secara terpisah, masih terdapat keterbatasan kajian yang secara komprehensif membandingkan kedua pendekatan tersebut dalam konteks standarisasi mutu dan keamanan pangan, khususnya pada produk fermentasi Indonesia. Selain itu, integrasi antara kearifan lokal dan pendekatan bioteknologi modern masih belum banyak dibahas secara sistematis dalam literatur ilmiah.

Berdasarkan hal tersebut, artikel ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan mendasar antara fermentasi tradisional dan fermentasi terkontrol berbasis kultur starter, serta mengevaluasi implikasinya terhadap standarisasi mutu dan keamanan pangan. Kajian ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi pengembangan strategi modernisasi fermentasi yang tidak hanya meningkatkan kualitas produk, tetapi juga tetap mempertahankan nilai budaya dan kearifan lokal yang melekat pada pangan fermentasi Indonesia.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan pustaka naratif dengan elemen sistematis (structured narrative review) untuk mengkaji perbedaan antara fermentasi tradisional dan fermentasi terkontrol berbasis kultur starter, serta implikasinya terhadap standarisasi mutu dan keamanan pangan.

Sumber Data dan Strategi Pencarian

Literatur dikumpulkan dari beberapa basis data ilmiah utama, yaitu Google Scholar, ScienceDirect, dan PubMed. Proses pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Inggris,

antara lain: “traditional fermentation”, “starter culture”, “controlled fermentation”, “lactic acid bacteria”, “food safety”, dan “fermented foods Indonesia”.

Operator Boolean (AND, OR) digunakan untuk meningkatkan relevansi hasil pencarian. Pencarian dibatasi pada artikel yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2015–2025 guna memastikan keterbaruan informasi.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi:

- Artikel penelitian asli dan artikel review yang relevan dengan topik fermentasi pangan
- Studi yang membahas fermentasi tradisional maupun fermentasi terkontrol
- Artikel yang memuat data terkait mutu, keamanan pangan, atau aktivitas mikroba
- Publikasi dalam bahasa Inggris atau Indonesia

Kriteria eksklusi meliputi:

- Artikel yang tidak tersedia dalam teks lengkap
- Studi yang tidak relevan secara langsung dengan fermentasi pangan
- Publikasi non-ilmiah (misalnya opini populer atau laporan tanpa peer-review)

Proses Seleksi Literatur

Proses seleksi dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

- Identifikasi awal berdasarkan judul dan kata kunci
- Penyaringan abstrak untuk menilai relevansi topik
- Evaluasi teks lengkap untuk memastikan kesesuaian dengan tujuan kajian
- Artikel yang memenuhi kriteria kemudian dianalisis secara kualitatif. Duplikasi literatur dihapus untuk menghindari bias.

Teknik Analisis Data

Data dari literatur terpilih dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif-komparatif, dengan fokus pada:

- karakteristik fermentasi spontan vs terkontrol
- parameter proses (pH, suhu, waktu fermentasi)
- komposisi mikroba
- aspek mutu, keamanan, dan nilai fungsional

Hasil analisis disintesis untuk mengidentifikasi pola umum, perbedaan utama, serta implikasi praktis terhadap standarisasi proses fermentasi pangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan antara fermentasi tradisional dan fermentasi terkontrol sebagaimana disajikan pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan mendasar pada aspek mikrobiologis, parameter proses, serta implikasinya terhadap mutu dan keamanan pangan. Fermentasi tradisional umumnya berlangsung secara spontan dengan mengandalkan mikroflora alami yang terdapat pada bahan baku maupun lingkungan sekitarnya. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya komunitas mikroba yang kompleks dan dinamis, namun tidak terdefinisi secara pasti, sehingga menghasilkan variabilitas produk yang tinggi antar batch produksi (Tamang et al., 2016; Rezac et al., 2018).

Variabilitas ini menjadi salah satu tantangan utama dalam menjaga konsistensi mutu produk fermentasi tradisional. Perubahan komposisi mikroba selama fermentasi dapat memengaruhi laju metabolisme, produksi asam organik, serta pembentukan senyawa volatil yang menentukan karakteristik sensori produk. Dalam banyak kasus, ketidakstabilan ini menyebabkan perbedaan rasa, aroma, dan tekstur, bahkan pada produk yang dibuat dengan prosedur yang sama (Marco et al., 2017). Selain itu, ketergantungan yang tinggi terhadap kondisi lingkungan seperti suhu dan sanitasi juga meningkatkan ketidakpastian hasil akhir.

Sebaliknya, fermentasi terkontrol dengan penggunaan kultur starter

menawarkan pendekatan yang lebih terstandarisasi. Kultur starter yang terdiri dari mikroorganisme terpilih, seperti bakteri asam laktat dan khamir, memungkinkan pengendalian komposisi mikroba sejak awal proses fermentasi. Hal ini tidak hanya mempercepat proses fermentasi, tetapi juga menghasilkan produk dengan karakteristik yang lebih konsisten (Leroy & De Vuyst, 2004). Pengendalian parameter proses seperti pH dan suhu secara presisi semakin memperkuat stabilitas sistem fermentasi, sehingga meningkatkan efisiensi produksi secara keseluruhan.

Dari aspek keamanan pangan, fermentasi terkontrol menunjukkan keunggulan yang signifikan dibandingkan fermentasi spontan. Mikroorganisme dalam kultur starter mampu menghasilkan senyawa antimikroba, seperti asam organik dan bakteriosin, yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Dengan demikian, risiko kontaminasi mikrobiologis dapat ditekan secara lebih terukur dan konsisten (Anal, 2019). Sebaliknya, pada fermentasi tradisional, ketiadaan kontrol terhadap mikroflora membuka peluang bagi pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan, terutama jika kondisi sanitasi kurang optimal.

Selain itu, modernisasi proses fermentasi juga berkontribusi terhadap peningkatan nilai fungsional produk. Mikroorganisme terpilih dalam kultur starter dapat diarahkan untuk menghasilkan senyawa bioaktif tertentu, seperti peptida bioaktif, asam organik, dan senyawa fenolik, yang berperan dalam meningkatkan manfaat kesehatan produk fermentasi (Tamang et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi tidak hanya berfungsi sebagai metode pengawetan, tetapi juga sebagai proses biotransformasi yang dapat meningkatkan kualitas nutrisi pangan.

Meskipun demikian, penerapan fermentasi terkontrol tidak sepenuhnya tanpa tantangan, khususnya dalam konteks Indonesia. Banyak produk fermentasi masih diproduksi pada skala rumah tangga atau usaha kecil, di mana akses terhadap teknologi, kultur starter murni, serta fasilitas

Tabel 1. Perbandingan Fermentasi Tradisional dan Fermentasi Terkontrol serta Implikasinya terhadap Mutu dan Keamanan Pangan

Aspek	Fermentasi Tradisional (Spontan)	Fermentasi Terkontrol (Starter Culture)	Implikasi terhadap Mutu	Referensi
Sumber mikroorganisme	Mikroflora alami dari bahan baku dan lingkungan	Kultur starter terpilih (BAL, khamir)	Konsistensi mikroba lebih terjamin	Tamang et al. 2016; Leroy and De Vuyst 2004.
Komposisi mikroba	Kompleks, dinamis, dan tidak terdefinisi	Terdefinisi dan terstandar	Variabilitas produk menurun	Rezac et al. 2018; Cocolin et al. 2013.
Kontrol proses (pH, suhu)	Tidak terkontrol secara presisi	Dikontrol secara ketat	Stabilitas kualitas meningkat	Holzapfel, 2002
Waktu fermentasi	Lebih lama dan tidak konsisten	Lebih cepat dan seragam	Efisiensi produksi meningkat	Leroy and De Vuyst, 2004.
Keamanan pangan	Risiko kontaminasi patogen lebih tinggi	Produksi asam organik dan bakteriosin terkontrol	Penurunan risiko mikrobiologis	Anal, 2019.
Karakteristik sensori	Variatif antar batch	Konsisten	Standarisasi rasa dan aroma	Marco et al., 2017.
Kandungan bioaktif	Fluktuatif	Lebih stabil dan dapat dioptimasi	Peningkatan nilai fungsional	Tamang et al., 2020
Reproduksibilitas	Rendah	Tinggi	Mendukung standarisasi industri	Cocolin et al., 2013
Ketergantungan lingkungan	Tinggi (iklim, sanitasi, bahan baku)	Lebih rendah	Proses lebih stabil	Tamang et al., 2020.
Kesesuaian skala produksi	Terbatas (rumah tangga/tradisional)	Tinggi (industri/semi-industri)	Mendukung komersialisasi	Nuraida, 2015.

pengendalian proses masih terbatas (Nuraida, 2015). Selain itu, faktor ekonomi dan preferensi konsumen terhadap cita rasa tradisional juga menjadi pertimbangan penting dalam adopsi teknologi modern.

Oleh karena itu, pendekatan yang paling relevan bukanlah menggantikan fermentasi tradisional secara keseluruhan, melainkan mengintegrasikannya dengan prinsip-prinsip bioteknologi modern. Strategi ini memungkinkan pelestarian kearifan lokal sekaligus meningkatkan mutu, keamanan, dan daya saing produk fermentasi Indonesia di pasar yang lebih luas. Dengan demikian, modernisasi fermentasi dapat dipandang sebagai proses transformasi yang memperkuat, bukan menghilangkan, identitas pangan tradisional.

KESIMPULAN

Modernisasi proses fermentasi tidak semata-mata dimaknai sebagai pergeseran dari praktik tradisional menuju sistem industri, melainkan sebagai upaya untuk meningkatkan kendali terhadap proses biologis yang selama ini berlangsung secara alami namun tidak terstandarisasi. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa perbedaan utama antara fermentasi tradisional dan fermentasi terkontrol terletak pada tingkat kendali terhadap mikroorganisme dan parameter proses, yang secara langsung memengaruhi konsistensi mutu, keamanan pangan, dan efisiensi produksi.

Fermentasi tradisional tetap memiliki nilai penting sebagai representasi kearifan lokal dan sumber keragaman mikroba yang berpotensi dimanfaatkan lebih lanjut. Namun, ketergantungannya terhadap mikroflora alami menjadikan proses ini rentan terhadap variabilitas dan ketidakpastian hasil. Sebaliknya, penggunaan kultur starter memungkinkan proses fermentasi berlangsung secara lebih terprediksi dan reproduksibel, sehingga mendukung upaya standarisasi yang dibutuhkan dalam pengembangan pangan fermentasi pada skala yang lebih luas.

Implikasi utama dari temuan ini adalah perlunya pendekatan integratif yang tidak meniadakan praktik tradisional, tetapi mengadaptasinya melalui intervensi bioteknologi yang tepat guna. Strategi seperti isolasi dan karakterisasi mikroorganisme lokal untuk dikembangkan menjadi kultur starter merupakan salah satu bentuk sintesis antara tradisi dan modernitas yang relevan dalam konteks Indonesia. Dengan demikian, transformasi fermentasi tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan mutu dan keamanan pangan, tetapi juga membuka peluang inovasi berbasis sumber daya hayati lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anal, A. K. (2019). Quality ingredients and safety concerns for traditional fermented foods and beverages from Asia: A review. *Food Control*, 98, 449–458. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.12.018>
- Holzappel, W. H. (2002). Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International Journal of Food Microbiology*, 75(3), 197–212. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00707-3](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00707-3)
- Leroy, F., & De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science & Technology*, 15(2), 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.004>
- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., & Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: Microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>
- Nuraida, L. (2015). A review: Health promoting lactic acid bacteria in traditional Indonesian fermented foods. *Food Science and Human Wellness*, 4(2), 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2015.06.001>
- Rezac, S., Kok, C. R., Heermann, M., & Hutkins, R. (2018). Fermented foods as a dietary source of live organisms. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1785. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01785>
- Tamang, J. P., Shin, D. H., Jung, S. J., & Chae, S. W. (2016). Functional properties of microorganisms in fermented foods. *Frontiers in Microbiology*, 7, 578. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00578>
- Tamang, J. P., Watanabe, K., & Holzappel, W. H. (2020). Review: Diversity of microorganisms in global fermented foods and beverages. *Frontiers in Microbiology*, 11, 575. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00575>
- Cocolin, L., Alessandria, V., Dolci, P., Gorra, R., & Rantsiou, K. (2013). Culture independent methods to assess the diversity and dynamics of microbiota during food fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 167(1), 29–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.05.008>