

**POTENSI YEAST SEBAGAI STARTER CULTURE DALAM FERMENTASI KOPI
UNTUK MENDUKUNG AGROINDUSTRI KOPI BERKELANJUTAN*****THE POTENTIAL OF YEAST AS A STARTER CULTURE IN COFFEE
FERMENTATION TO SUPPORT SUSTAINABLE COFFEE AGROINDUSTRY*****Aida Muspiah^{1,2*}, Zainuri², Syahrul², Sri Widyastuti²**¹Program Studi Biologi FMIPA Universitas Mataram, Mataram, Indonesia²Doktor Pertanian Berkelanjutan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia*Email penulis korespondensi: muspiahaida@gmail.com**Abstrak**

Kopi merupakan komoditas pertanian bernilai ekonomi tinggi yang kualitasnya sangat dipengaruhi oleh proses pengolahan pascapanen, terutama fermentasi. Proses ini melibatkan aktivitas berbagai mikroorganisme yang berperan dalam degradasi mucilage serta pembentukan senyawa metabolit yang memengaruhi karakter sensori kopi. Artikel ini bertujuan untuk meninjau peran mikroorganisme dalam fermentasi kopi dengan fokus pada dinamika komunitas mikroba serta potensi *yeast* sebagai *starter culture*. Kajian dilakukan menggunakan pendekatan studi literatur dengan menganalisis berbagai publikasi ilmiah yang relevan dari basis data seperti Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect. Hasil kajian menunjukkan bahwa fermentasi kopi melibatkan interaksi antara *yeast*, bakteri asam laktat, dan bakteri asam asetat yang berkontribusi terhadap pembentukan berbagai metabolit seperti asam organik, alkohol, dan senyawa volatil yang menentukan aroma, keasaman, serta kompleksitas rasa kopi. *Yeast* diketahui berperan dominan terutama pada tahap awal fermentasi karena kemampuannya memanfaatkan gula sederhana pada mucilage serta menghasilkan enzim yang membantu degradasi lapisan lendir pada biji kopi. Selain itu, penggunaan *yeast* sebagai *starter culture* berpotensi menghasilkan proses fermentasi yang lebih terkontrol dan kualitas sensori kopi yang lebih konsisten. Secara keseluruhan, pemanfaatan *yeast* lokal sebagai *starter culture* memiliki potensi dalam pengembangan teknologi fermentasi kopi serta peningkatan karakter sensori kopi berdasarkan asal geografisnya.

Kata kunci: fermentasi, kopi, mikrobiologi, *starter culture*, *yeast***Abstract**

Coffee is a high-value agricultural commodity whose quality is strongly influenced by post-harvest processing, particularly fermentation. This process involves the activity of various microorganisms that play a role in mucilage degradation and the formation of metabolic compounds affecting the sensory characteristics of coffee. This article aims to review the role of microorganisms in coffee fermentation, with a focus on microbial community dynamics and the potential of yeast as a starter culture. The study was conducted using a literature review approach by analyzing relevant scientific publications from databases such as Google Scholar, Scopus, and ScienceDirect. The results indicate that coffee fermentation involves interactions among yeast, lactic acid bacteria, and acetic acid bacteria, which contribute to the formation of various metabolites such as organic acids, alcohols, and volatile compounds that determine the aroma, acidity, and flavor complexity of coffee. Yeast is known to play a dominant role, particularly in the early stages of fermentation, due to its ability to utilize simple sugars in the mucilage and produce enzymes that facilitate the degradation of the mucilage layer surrounding coffee beans. Furthermore, the use of yeast as a starter culture has the potential to produce a more controlled fermentation process and more consistent coffee sensory quality. Overall, the utilization of local yeast as a starter culture offers significant potential for the development of coffee fermentation technology and the enhancement of coffee sensory characteristics based on its geographical origin.

Keywords: fermentation, coffee, microbiology, starter culture, yeast

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian bernilai ekonomi tinggi yang diperdagangkan secara luas di pasar global dan menjadi sumber penghidupan bagi jutaan petani, khususnya petani kecil di negara-negara tropis (Ngure & Watanabe, 2024; Siles *et al.*,

2022). Seiring dengan berkembangnya industri kopi dunia, permintaan terhadap kopi berkualitas tinggi pada pasar *specialty coffee* juga terus meningkat. Kondisi ini mendorong perhatian yang lebih besar terhadap berbagai faktor yang mempengaruhi kualitas sensori kopi, seperti aroma, keasaman (*acidity*), body, serta karakter rasa yang dihasilkan pada seduhan kopi (Teran, 2024; Lapčiková *et al.*, 2023). Kualitas sensori kopi tersebut tidak hanya ditentukan oleh varietas tanaman dan kondisi agroekologi tempat kopi dibudidayakan, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh tahapan pengolahan pascapanen. Salah satu tahap penting dalam proses pascapanen kopi adalah fermentasi yang terjadi selama pengolahan buah kopi. Proses fermentasi berperan dalam menguraikan lapisan mukilago pada buah kopi melalui aktivitas enzimatis mikroorganisme serta memicu terbentuknya berbagai metabolit seperti etanol dan asam organik yang berkontribusi terhadap pembentukan aroma dan karakter rasa kopi (Elhalis *et al.*, 2023; Vale *et al.*, 2024; Hu *et al.*, 2025).

Fermentasi kopi merupakan proses biokimia yang melibatkan berbagai mikroorganisme seperti *yeast*, bakteri asam laktat, dan bakteri lainnya yang berkembang selama proses fermentasi dan berperan dalam pembentukan senyawa yang memengaruhi kualitas kopi (Shen *et al.*, 2025). Pada praktik pengolahan kopi di tingkat petani, fermentasi umumnya masih berlangsung secara spontan tanpa penggunaan mikroorganisme terpilih sebagai *starter culture*. Meskipun fermentasi spontan dapat menghasilkan karakter sensori yang khas, proses ini sering menghasilkan kualitas yang tidak konsisten karena komposisi komunitas mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan manajemen fermentasi (Silva *et al.*, 2024). Oleh karena itu, penelitian terbaru mulai mengembangkan fermentasi kopi terkontrol melalui penggunaan *starter culture* mikroorganisme terpilih untuk meningkatkan stabilitas proses serta konsistensi kualitas kopi (Ribeiro *et al.*, 2020). Di antara mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi kopi, *yeast* memiliki peran penting terutama pada tahap awal fermentasi dan berkontribusi terhadap pembentukan senyawa volatil yang mempengaruhi aroma dan flavor kopi. Beberapa spesies seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Hanseniaspora uvarum*, dan *Pichia kluyveri* diketahui mampu menghasilkan senyawa aromatik yang meningkatkan kompleksitas sensori kopi (Pereira *et al.*, 2024).

Namun demikian, pengembangan teknologi fermentasi berbasis *yeast* tidak hanya perlu mempertimbangkan aspek peningkatan kualitas produk, tetapi juga harus diarahkan pada prinsip keberlanjutan. Suatu teknologi tidak dapat diklaim berkelanjutan hanya karena berbasis sumber daya lokal, melainkan harus mampu menjamin kontinuitas produksi, efisiensi proses, serta memberikan manfaat yang seimbang secara ekonomi, sosial, dan lingkungan. Penggunaan bahan lokal tanpa pengelolaan yang tepat, seperti pada kasus pemanfaatan lontar yang memiliki keterbatasan dalam kontinuitas produksi, menunjukkan bahwa aspek lokalitas saja tidak cukup untuk menjamin keberlanjutan. Dalam konteks ini, pemanfaatan *yeast* sebagai *starter culture* memiliki potensi untuk mendukung sistem agroindustri kopi yang berkelanjutan apabila dikembangkan melalui pendekatan yang terstandarisasi, mudah diadopsi oleh petani, serta mampu meningkatkan nilai tambah produk secara konsisten. Selain itu, teknologi ini berpotensi mengurangi ketergantungan pada fermentasi spontan yang tidak terkontrol, meningkatkan efisiensi proses, serta meminimalkan dampak lingkungan melalui pengelolaan fermentasi yang lebih terarah. Dengan demikian, integrasi aspek teknologi, ekonomi, sosial, dan lingkungan menjadi kunci dalam pengembangan fermentasi kopi berbasis *yeast* menuju agroindustri kopi yang berkelanjutan.

Berdasarkan hal tersebut, artikel review ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan penelitian mengenai pemanfaatan *yeast* sebagai *starter culture* dalam fermentasi kopi, dengan fokus pada peran, keragaman, dan fungsi *yeast* dalam pembentukan kualitas sensori kopi. Selain itu, artikel ini juga mengevaluasi potensi penggunaan *yeast*, khususnya yang bersumber dari lingkungan lokal, dalam sistem fermentasi terkontrol yang mampu meningkatkan

konsistensi mutu, efisiensi proses, serta nilai tambah produk. Lebih lanjut, kajian ini diarahkan untuk menelaah kontribusi teknologi fermentasi berbasis *yeast* dalam mendukung pengembangan agroindustri kopi yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur (*literature review*) untuk mengkaji secara komprehensif peran mikroorganisme, khususnya *yeast*, dalam proses fermentasi kopi serta pengaruhnya terhadap kualitas sensori kopi. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi dan mensintesis berbagai temuan penelitian sebelumnya sehingga dapat membangun pemahaman konseptual terhadap suatu topik penelitian (Snyder, 2019). Metode studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan, menelaah, dan menganalisis berbagai sumber ilmiah yang relevan guna memperoleh pemahaman konseptual mengenai dinamika komunitas mikroba selama fermentasi kopi dan potensi pemanfaatan *yeast* sebagai *starter culture*. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini berupa artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional, buku akademik, serta laporan penelitian yang berkaitan dengan fermentasi kopi, mikrobiologi pangan, dan pemanfaatan mikroorganisme dalam proses pascapanen kopi. Literatur diperoleh melalui penelusuran basis data ilmiah seperti Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect dengan menggunakan kata kunci antara lain coffee fermentation, coffee microbiota, *yeast* in coffee fermentation, *starter culture*, dan microbial dynamics. Literatur yang digunakan terutama merupakan publikasi dalam rentang waktu lima belas tahun terakhir untuk memastikan relevansi dan kemutakhiran informasi yang dianalisis.

Proses pengumpulan dan analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi dan seleksi literatur berdasarkan kesesuaian topik dengan fokus penelitian, yaitu peran mikroorganisme dan potensi *yeast* sebagai *starter culture* dalam fermentasi kopi. Tahap kedua adalah pengelompokan sumber literatur berdasarkan tema kajian, seperti dinamika komunitas mikroorganisme selama fermentasi, peran *yeast* dalam metabolisme senyawa organik pada mucilage, serta pengaruh aktivitas mikroba terhadap kualitas sensori kopi. Tahap ketiga adalah analisis isi (*content analysis*) terhadap literatur terpilih untuk mengidentifikasi temuan utama, pola hubungan antarvariabel, serta kesamaan dan perbedaan hasil penelitian yang telah dilaporkan. Tahap terakhir adalah sintesis tematik, yaitu mengintegrasikan berbagai temuan penelitian menjadi suatu kerangka konseptual yang menjelaskan peran mikroorganisme serta potensi *yeast* dalam pengembangan teknologi fermentasi kopi yang lebih terkontrol. Pendekatan penelitian ini bersifat kualitatif-deskriptif, dengan fokus pada interpretasi dan integrasi hasil-hasil penelitian sebelumnya. Tujuan dari pendekatan ini bukan untuk melakukan pengujian hipotesis secara eksperimental, melainkan untuk memberikan pemahaman ilmiah yang lebih komprehensif mengenai dinamika mikroba dalam fermentasi kopi serta peluang pemanfaatan *yeast* sebagai kultur starter guna meningkatkan konsistensi dan kualitas sensori kopi.

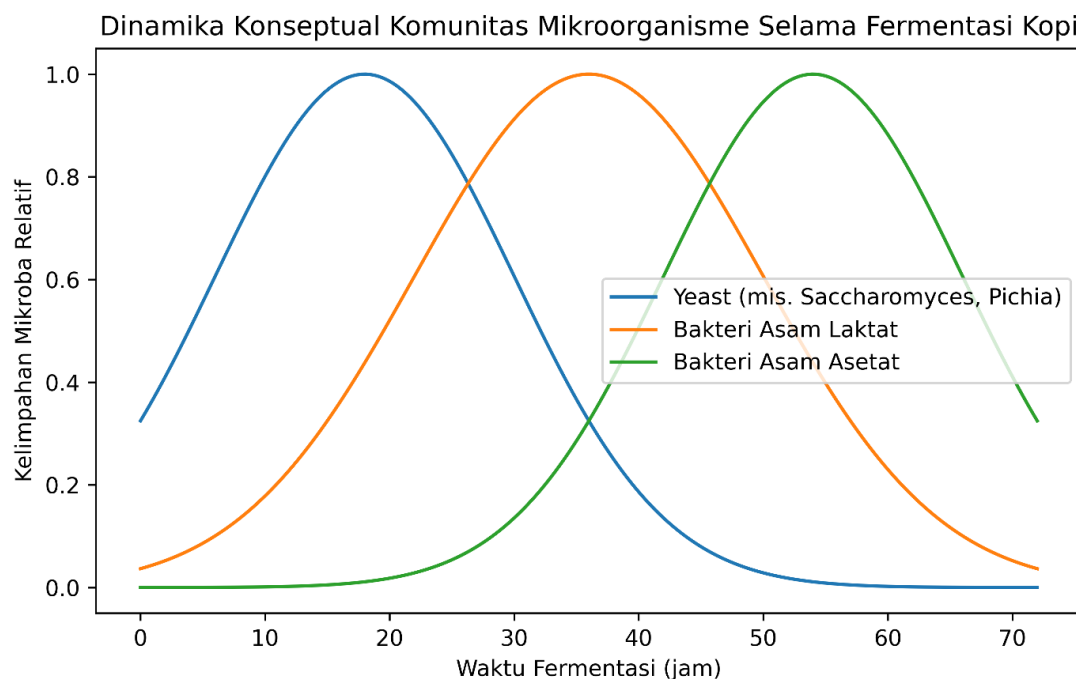
HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran Mikroorganisme dalam Fermentasi Kopi terhadap Pembentukan Kualitas Sensori

Fermentasi merupakan tahap penting dalam pengolahan pascapanen kopi yang berperan dalam degradasi lapisan mucilage serta pembentukan senyawa yang mempengaruhi karakter sensori kopi. Selama proses fermentasi, komunitas mikroorganisme berkembang secara dinamis dan memanfaatkan komponen organik yang terdapat pada mucilage sebagai sumber energi. Lapisan mucilage diketahui kaya akan gula sederhana, pektin, serta berbagai

senyawa nitrogen yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme selama fermentasi berlangsung (Osorio *et al.*, 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa fermentasi kopi melibatkan interaksi kompleks antara *yeast* dan bakteri asam laktat yang berkembang secara dinamis selama fermentasi (Rabelo *et al.*, 2024; Zhao *et al.*, 2024). Interaksi komunitas mikroorganisme tersebut berperan dalam berbagai transformasi biokimia pada buah dan biji kopi, termasuk perubahan komposisi gula, pembentukan asam organik, serta produksi senyawa volatil yang mempengaruhi karakter sensori kopi (Shen *et al.*, 2025). Transformasi metabolit tersebut sangat menentukan karakter sensori kopi yang dihasilkan, termasuk aroma, keasaman, kompleksitas rasa, dan keseimbangan flavor (Pereira *et al.*, 2024).

Namun demikian, dalam praktik pengolahan kopi di tingkat petani, fermentasi umumnya berlangsung secara spontan tanpa pengendalian mikroorganisme yang terlibat. Kondisi ini menyebabkan komposisi komunitas mikroorganisme yang berkembang selama fermentasi dapat bervariasi, sehingga berpotensi menghasilkan kualitas kopi yang tidak konsisten. Oleh karena itu, Pemahaman mengenai ekologi mikroba serta dinamika komunitas mikroorganisme selama proses fermentasi menjadi aspek penting dalam pengembangan teknologi fermentasi kopi yang lebih terkontrol (Shen *et al.*, 2025). Dinamika perubahan kelimpahan relatif mikroorganisme selama proses fermentasi kopi secara konseptual dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Dinamika konseptual komunitas mikroorganisme selama fermentasi kopi (Sumber: diadaptasi dari De Bruyn *et al.*, 2017; Vinicius De Melo Pereira *et al.*, 2020; Vinicius De Melo Pereira *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2025)

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan dinamika konseptual komunitas mikroorganisme selama fermentasi kopi. Pada tahap awal fermentasi, *yeast* berkembang dengan cepat karena kemampuannya memanfaatkan gula sederhana yang terdapat pada mucilage buah kopi sebagai sumber energi utama. Aktivitas metabolik *yeast* menghasilkan berbagai senyawa seperti etanol dan ester yang berperan dalam pembentukan aroma kopi. Seiring berlangsungnya fermentasi, bakteri asam laktat mulai meningkat dan menghasilkan asam laktat yang berkontribusi terhadap karakter keasaman serta keseimbangan rasa kopi. Pada tahap akhir fermentasi, bakteri asam asetat berkembang dengan memanfaatkan etanol yang

dihasilkan oleh *yeast* dan mengoksidasinya menjadi asam asetat yang turut mempengaruhi kompleksitas flavor kopi.

Informasi mengenai komposisi dan interaksi mikroorganisme memungkinkan optimalisasi kondisi fermentasi sehingga kualitas sensori kopi dapat ditingkatkan dan dihasilkan secara lebih konsisten (Ferreira *et al.*, 2023). Komunitas mikroorganisme yang berkembang selama fermentasi kopi terdiri dari berbagai kelompok mikroba dengan fungsi metabolik yang berbeda. Secara umum, kelompok mikroorganisme utama yang terlibat dalam fermentasi kopi beserta perannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kelompok mikroorganisme utama dalam fermentasi kopi dan perannya

Kelompok Mikroorganisme	Genus/Spesies yang Umum Ditemukan	Aktivitas Biokimia Utama	Metabolit yang Dihasilkan	Pengaruh terhadap Kualitas Kopi
Yeast	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Hanseniaspora uvarum</i> , <i>Pichia kluyveri</i> , <i>Candida spp.</i>	Fermentasi gula sederhana pada mucilage dan produksi enzim pektinase	Etanol, ester, alkohol aromatik	Meningkatkan kompleksitas aroma dan karakter fruity pada kopi
		Konversi gula dan etanol menjadi asam laktat		
Bakteri Asam Laktat (LAB)	<i>Lactobacillus spp.</i> , <i>Leuconostoc spp.</i> , <i>Pediococcus spp.</i>	Oksidasi etanol menjadi asam asetat	Asam laktat	Memberikan keasaman lembut dan meningkatkan body kopi
Bakteri Asam Asetat (AAB)	<i>Acetobacter spp.</i> , <i>Gluconobacter spp.</i>		Asam asetat	Memberikan karakter acidity dan kompleksitas rasa
Bakteri lain	<i>Bacillus spp.</i>	Degradasi pektin dan protein	Enzim hidrolitik	Membantu proses degradasi mucilage selama fermentasi

Sumber: Shen *et al.*, (2024); Zhao *et al.*, (2024); Haile & Kang, (2019)

Peran *Yeast* dalam Dinamika Fermentasi Kopi

Di antara berbagai mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi kopi, *yeast* merupakan kelompok yang paling dominan terutama pada tahap awal fermentasi. Dominasi *yeast* pada tahap awal fermentasi disebabkan oleh kemampuannya dalam memanfaatkan gula sederhana yang terdapat dalam mucilage sebagai sumber energi utama (Pereira *et al.*, 2024). Beberapa genus *yeast* yang sering dilaporkan selama fermentasi kopi antara lain *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida*, *Hanseniaspora*, dan *Wickerhamomyces*. Mikroorganisme tersebut memiliki kemampuan metabolik yang berbeda dalam menghasilkan senyawa volatil yang berkontribusi terhadap pembentukan aroma kopi (Martins *et al.*, 2025). Selain itu, beberapa *yeast* juga memiliki aktivitas enzimatik seperti enzim pektinase yang berperan dalam degradasi komponen pektin pada mucilage sehingga mempercepat proses pemisahan lendir

dari biji kopi selama fermentasi (Silva *et al.*, 2025; Elhalis *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Martins *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa berbagai *yeast non-Saccharomyces* seperti *Meyerozyma guilliermondii*, *Pichia kluyveri*, dan *Hanseniaspora uvarum* memiliki aktivitas enzimatik yang tinggi serta mampu menghasilkan berbagai senyawa volatil seperti alkohol, ester, dan aldehid yang berperan penting dalam pembentukan aroma kopi. Temuan tersebut menunjukkan bahwa *yeast* tidak hanya berperan dalam proses degradasi mucilage, tetapi juga berkontribusi secara signifikan terhadap pembentukan kompleksitas flavor kopi yang dihasilkan. Berbagai spesies *yeast* telah dilaporkan memiliki aktivitas metabolik dan enzimatik yang berperan dalam pembentukan aroma kopi. Beberapa spesies *yeast* yang berpotensi digunakan sebagai *starter culture* dalam fermentasi kopi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Yeast* potensial sebagai *starter culture* dalam fermentasi kopi

Spesies <i>Yeast</i>	Aktivitas Enzimatik	Senyawa Aroma yang Dihasilkan	Pengaruh terhadap Profil Sensori Kopi
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Fermentasi gula dan produksi alkohol	Ester dan alkohol aromatik	Meningkatkan aroma fruity dan floral
<i>Hanseniaspora uvarum</i>	Aktivitas pektinase	Ester volatil	Memberikan aroma buah tropis
<i>Pichia kluyveri</i>	Produksi ester tinggi	<i>Isoamyl acetate</i>	Aroma pisang dan karakter fruity
<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	Aktivitas enzim hidrolitik	Senyawa volatil kompleks	Meningkatkan kompleksitas flavor kopi

Peran Fermentasi Berbasis Yeast dalam Peningkatan Nilai pada Rantai Nilai (Value Chain) Kopi

Rantai nilai (*value chain*) kopi mencakup seluruh proses dari hulu hingga hilir, mulai dari budidaya dan panen di tingkat petani, pengolahan pascapanen, perdagangan, industri pengolahan, hingga konsumsi akhir. Pada rantai nilai tersebut, tahap pascapanen menjadi salah satu mata rantai yang paling menentukan karena berpengaruh langsung terhadap kualitas fisik, kimia, dan sensori kopi yang pada akhirnya menentukan nilai ekonomi produk di pasar (Alam, 2026). Penggunaan *yeast* sebagai *starter culture* pada proses fermentasi berperan penting dalam meningkatkan nilai tambah produk sejak tingkat petani melalui pembentukan karakter aroma dan flavor yang lebih konsisten serta berkualitas tinggi. Di tingkat hulu, penerapan fermentasi terkontrol menggunakan *yeast* membantu petani menghasilkan biji kopi dengan mutu yang lebih beragam dibandingkan fermentasi spontan. Pada tahap pengolahan dan perdagangan, konsistensi kualitas tersebut memudahkan proses standarisasi serta meningkatkan kepercayaan pembeli dan eksportir. Selanjutnya, di tingkat hilir, kopi dengan profil sensori yang lebih baik memiliki peluang lebih besar untuk masuk ke pasar *specialty coffee* yang menawarkan harga premium. Dengan demikian, pemanfaatan *yeast* tidak hanya meningkatkan kualitas sensori kopi, tetapi juga memperkuat daya saing produk dan menciptakan nilai tambah pada setiap mata rantai agroindustri kopi secara berkelanjutan.

Penggunaan *Starter culture* dalam Fermentasi Kopi

Seiring berkembangnya penelitian mengenai fermentasi kopi, penggunaan mikroorganisme sebagai *starter culture* mulai banyak dikembangkan untuk mengontrol proses fermentasi. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas fermentasi serta menghasilkan kualitas kopi yang lebih konsisten dibandingkan fermentasi spontan (Rivera *et al.*, 2024). Penggunaan *starter culture* memungkinkan proses fermentasi berlangsung secara lebih terkontrol karena mikroorganisme yang digunakan telah diseleksi berdasarkan

kemampuan metaboliknya. Penelitian oleh Rivera *et al.* (2024) menunjukkan bahwa fermentasi kopi yang menggunakan *starter culture* yang terdiri dari *yeast* dan bakteri asam laktat menghasilkan perubahan komposisi kimia yang lebih stabil dibandingkan fermentasi spontan. Selama fermentasi berlangsung, terjadi penurunan kadar gula serta peningkatan konsentrasi asam organik seperti asam laktat dan asam asetat yang berkontribusi terhadap karakteristik keasaman dan kompleksitas rasa kopi. Selain itu, penggunaan *starter culture* juga terbukti dapat meningkatkan kualitas sensori kopi. Dalam penelitian tersebut, kopi yang difermentasi menggunakan *starter culture* memperoleh skor sensori lebih tinggi dibandingkan dengan kopi yang difermentasi secara spontan. Peningkatan kualitas sensori tersebut berkaitan dengan pembentukan berbagai senyawa volatil seperti furfural dan senyawa turunan furan yang memberikan karakter aroma karamel dan nutty pada kopi (Rivera *et al.*, 2024).

Pengaruh Fermentasi *Yeast* terhadap Perubahan Komposisi Metabolit Kopi

Selain mempengaruhi dinamika mikrobiologis selama fermentasi, penggunaan *yeast* sebagai *starter culture* juga berperan penting dalam memodifikasi komposisi metabolit pada biji kopi. Penelitian terbaru menggunakan pendekatan metabolomik menunjukkan bahwa fermentasi dengan *yeast* dapat menyebabkan perubahan signifikan pada berbagai senyawa kimia yang berperan dalam pembentukan flavor kopi (Yu *et al.*, 2025). Hasil analisis metabolomik yang dilakukan oleh Yu *et al.*, (2025) menunjukkan bahwa fermentasi kopi menggunakan beberapa strain *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghasilkan perubahan signifikan pada lebih dari seratus senyawa non-volatile, termasuk kelompok asam organik, *flavonoid*, *alkaloid*, dan *lipid*. Perubahan komposisi metabolit tersebut berhubungan dengan peningkatan atribut sensori seperti aroma, *balance*, dan *aftertaste* kopi. Selain itu, penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa perbedaan strain *yeast* dapat menghasilkan profil metabolit yang berbeda selama fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan strain mikroorganisme sebagai starter fermentasi merupakan faktor penting yang dapat menentukan karakter sensori kopi yang dihasilkan.

Peran *Yeast* Lokal dalam Fermentasi Kopi untuk Mendukung Keberlanjutan Agroindustri

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan pentingnya peran mikroorganisme dalam fermentasi kopi, masih terdapat sejumlah kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut. Sebagian besar studi terdahulu cenderung berfokus pada mikroorganisme yang berasal dari negara produsen kopi utama seperti Brasil dan Kolombia, sementara eksplorasi mikroorganisme lokal dari wilayah penghasil kopi lainnya, termasuk Indonesia, masih relatif terbatas (Shen *et al.*, 2025). Pemanfaatan *yeast* lokal sebagai *starter culture* dalam fermentasi kopi memiliki potensi strategis dalam meningkatkan kualitas sensori sekaligus memperkuat keberlanjutan agroindustri kopi. *Yeast indigenous* yang berasal dari lingkungan alami buah kopi pada suatu wilayah memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap kondisi setempat, sehingga berpotensi menghasilkan proses fermentasi yang lebih stabil dan efisien. Selain itu, aktivitas metabolik *yeast* lokal mampu menghasilkan senyawa volatil spesifik yang berkontribusi terhadap pembentukan aroma dan flavor khas, sehingga memperkuat identitas sensori kopi berbasis asal geografis (*origin-specific characteristics*). Dari sisi kualitas, penggunaan *yeast* sebagai *starter culture* dalam fermentasi terkontrol dapat meningkatkan konsistensi mutu kopi dibandingkan fermentasi spontan. Proses fermentasi yang lebih terarah memungkinkan pengendalian parameter penting seperti waktu fermentasi, suhu, dan aktivitas mikroba, sehingga pembentukan metabolit dapat dioptimalkan. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan nilai tambah produk kopi, baik dari segi kualitas sensori maupun daya saing di pasar, yang pada akhirnya memberikan keuntungan ekonomi yang lebih baik bagi petani dan pelaku agroindustri.

Dalam perspektif keberlanjutan lingkungan, metode fermentasi yang digunakan, khususnya fermentasi basah, memiliki implikasi penting terhadap penggunaan air dan pengelolaan limbah. Fermentasi basah umumnya memerlukan volume air yang cukup besar dan menghasilkan limbah cair dengan kandungan bahan organik tinggi. Oleh karena itu, penerapan teknologi fermentasi berbasis *yeast* perlu diintegrasikan dengan pengelolaan air yang efisien, seperti optimasi rasio penggunaan air, penggunaan kembali (*reuse*) air fermentasi, serta pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan. Upaya ini tidak hanya mengurangi dampak pencemaran, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya yang berkontribusi pada penurunan biaya produksi. Lebih lanjut, pendekatan fermentasi terkontrol berbasis *yeast* lokal juga memiliki implikasi sosial, terutama dalam meningkatkan kapasitas petani melalui adopsi teknologi sederhana yang aplikatif dan mudah diterapkan di tingkat lapangan. Dengan demikian, teknologi ini tidak hanya berorientasi pada peningkatan kualitas produk, tetapi juga mendukung sistem produksi kopi yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan bernilai ekonomi tinggi. Secara keseluruhan, integrasi pemanfaatan *yeast* lokal sebagai *starter culture* dengan pengelolaan proses fermentasi yang tepat, termasuk aspek efisiensi air dan pengolahan limbah, menjadi langkah penting dalam mendorong pengembangan agroindustri kopi yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Fermentasi merupakan tahapan penting dalam pengolahan pascapanen kopi yang berperan dalam pembentukan karakter kimia dan sensori biji kopi. Proses ini melibatkan komunitas mikroorganisme yang kompleks, terutama *yeast*, bakteri asam laktat, dan bakteri asam asetat, yang berinteraksi secara dinamis selama fermentasi dan menghasilkan berbagai metabolit seperti asam organik, alkohol, ester, serta senyawa volatil yang berkontribusi terhadap pembentukan aroma dan cita rasa kopi. Di antara mikroorganisme tersebut, *yeast* berperan dominan terutama pada tahap awal fermentasi karena kemampuannya memetabolisme gula serta menghasilkan senyawa aromatik yang penting bagi kompleksitas flavor kopi. Berbagai genus *yeast* seperti *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida*, dan *Hanseniaspora* dilaporkan memiliki aktivitas metabolik dan enzimatis yang mendukung degradasi mucilage serta pembentukan senyawa *flavor* selama fermentasi. Penggunaan *yeast* sebagai *starter culture* juga menunjukkan potensi dalam meningkatkan kontrol fermentasi dan konsistensi kualitas sensori kopi dibandingkan fermentasi spontan. Secara keseluruhan, kajian literatur ini menunjukkan bahwa eksplorasi dan pemanfaatan *yeast* lokal sebagai *starter culture* merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam pengembangan fermentasi kopi terkontrol, sekaligus berpotensi menghasilkan karakter sensori khas yang mencerminkan identitas geografis daerah produksi kopi. Selain itu, dari perspektif keberlanjutan, penerapan teknologi fermentasi berbasis *yeast* perlu diintegrasikan dengan prinsip efisiensi sumber daya dan pengelolaan lingkungan. Optimalisasi penggunaan air, khususnya pada metode fermentasi basah, serta pengelolaan limbah cair yang dihasilkan menjadi aspek penting untuk meminimalkan dampak lingkungan. Di sisi lain, peningkatan konsistensi mutu dan nilai tambah kopi melalui fermentasi terkontrol juga memberikan implikasi positif terhadap aspek ekonomi, terutama dalam meningkatkan daya saing produk dan pendapatan petani. Dengan demikian, pengembangan fermentasi kopi berbasis *yeast* tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kualitas produk, tetapi juga mendukung terwujudnya agroindustri kopi yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S. (2026). Value Chain Analysis Of Coffee In Enhancing The Competitiveness Of Indonesia's Coffee Agribusiness. *Sosioedukasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan Dan Sosial*, 15(1), 679–685.
- De Bruyn, F., Zhang, S. J., Pothakos, V., Torres, J., Lambot, C., Moroni, A. V., Callanan, M., Sybesma, W., Weckx, S., & De Vuyst, L. (2017). Exploring the impacts of postharvest processing on the microbiota and metabolite profiles during green coffee bean production. *Applied and Environmental Microbiology*, 83(1), e02398--16.
- Elhalis, H., Cox, J., & Zhao, J. (2023). Yeasts are essential for mucilage degradation of coffee beans during wet fermentation. *Yeast*, 40(9), 425–436.
- Ferreira, L. J. C., de Souza Gomes, M., de Oliveira, L. M., & Santos, L. D. (2023). Coffee fermentation process: A review. *Food Research International*, 169, 112793.
- Haile, M., & Kang, W. H. (2019). The role of microbes in coffee fermentation and their impact on coffee quality. *Journal of Food Quality*, 2019(1), 4836709.
- Hu, F., Yu, H., Fu, X., Li, Z., Dong, W., Li, G., Li, Y., Li, Y., Qu, B., & Bi, X. (2025). Characterization of volatile compounds and microbial diversity of Arabica coffee in honey processing method based on different mucilage retention treatments. *Food Chemistry: X*, 25, 102251.
- Lapčiková, B., Lapčík, L., Barták, P., Valenta, T., & Dokládlová, K. (2023). Effect of extraction methods on aroma profile, antioxidant activity and sensory acceptability of specialty coffee brews. *Foods*, 12(22), 4125.
- Martins, P. M. M., Falcão, I. de J., Batista, N. N., Bernardes, P. C., & Schwan, R. F. (2025). Selection and Characterization of Non-Saccharomyces Yeast Strains for Potential Use in Arabica and Conilon Coffee Fermentations. *Journal of Food Science*, 90(7), e70431.
- Ngure, G. M., & Watanabe, K. N. (2024). Coffee sustainability: leveraging collaborative breeding for variety improvement. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1431849.
- Osorio, V., Medina, R., Acuña, J. R., Pabón, J., Álvarez, C. I., Matallana, L. G., & Fernández-Alduenda, M. R. (2023). Transformation of organic acids and sugars in the mucilage and coffee beans during prolonged fermentation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 123, 105551.
- Pereira, G. V. de M., de Mello Sampaio, V., Wiele, N., da Silva Vale, A., de Carvalho Neto, D. P., de Freitas Diniz de Souza, A., Nogueira dos Santos, D. V., Ruiz, I. R., Rogez, H., & Soccol, C. R. (2024). How yeast has transformed the coffee market by creating new flavors and aromas through modern post-harvest fermentation systems. *Trends in Food Science & Technology*, 151, 104641. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104641>
- Rabelo, M. H. S., Borem, F. M., de Carvalho Alves, A. P., Pieroni, R. S., Santos, C. M., Nakajima, M., & Sugino, R. (2024). Fermentation of coffee fruit with sequential inoculation of *Lactiplantibacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*: Effects on volatile composition and sensory characteristics. *Food Chemistry*, 444, 138608.
- Ribeiro, L. S., da Cruz Pedrozo Miguel, M. G., Martinez, S. J., Bressani, A. P. P., Evangelista, S. R., e Batista, C. F., & Schwan, R. F. (2020). The use of mesophilic and lactic acid bacteria strains as starter cultures for improvement of coffee beans wet fermentation. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(12), 186.
- Rivera, A. M. P., Silva, J. L., Torres-Valenzuela, L., & JoséLuisPlaza-Dorado. (2024). From waste to taste: Coffee by-products as starter cultures for sustainable

- fermentation and improved coffee quality. *Sustainability*, 16(23), 10763.
- Shen, X., Wang, Q., Wang, H., Fang, G., Li, Y., Zhang, J., & Liu, K. (2025). Microbial characteristics and functions in coffee fermentation: A review. *Fermentation*, 11(1), 5.
- Siles, P., Cerdán, C. R., & Staver, C. (2022). Smallholder coffee in the global economy—A framework to explore transformation alternatives of traditional agroforestry for greater economic, ecological, and livelihood viability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 808207.
- Silva, M. E. dos S., de Oliveira, R. L., de Lucena, R. M., da Silva, S. P., & Porto, T. S. (2024). Coffee fermentation as a tool for quality improvement: an integrative review and bibliometric analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(9), 5912–5925. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17381>
- Silva, M. E. dos S., Oliveira, R. L. de, Moraes, M. M. de, Camara, C. A. G. da, Silva, S. P. da, & Porto, T. S. (2025). Application of Commercial Pectinase as a Biocatalyst During Self-Induced Anaerobic Fermentation of Coffee (*Coffea arabica* L. var. Typica). *Fermentation*, 11(7), 361.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339.
- Teran, E. (2024). Enhancement of coffee quality attributes by combining processing methods and varieties. *Beverages*, 10(1), 10.
- Vale, A. da S., Pereira, C. M. T., De Dea Lindner, J., Rodrigues, L. R. S., Kadri, N. K. El, Pagnoncelli, M. G. B., Kaur Brar, S., Soccol, C. R., & Pereira, G. V. de M. (2024). Exploring microbial influence on flavor development during coffee processing in humid subtropical climate through metagenetic--metabolomics analysis. *Foods*, 13(12), 1871.
- Vinicius De Melo Pereira, G., De Carvalho Neto, D. P., Junqueira, A. C. D. O., Karp, S. G., Letti, L. A. J., Magalhães Júnior, A. I., & Soccol, C. R. (2020). A review of selection criteria for starter culture development in the food fermentation industry. *Food Reviews International*, 36(2), 135–167.
- Yu, X., Huang, M., Fu, X., Hu, R., & Dong, W. (2025). Evaluation of the effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation on the non-volatile compounds in semi-dry coffee beans using widely targeted metabolomics analysis. *Food Chemistry: X*, 102781.
- Zhao, N., Kokawa, M., Suzuki, T., Khan, A. R., Dong, W., Nguyen, M.-Q., & Kitamura, Y. (2024). Refermentation with yeast and lactic acid bacteria isolates: a strategy to improve the flavor of green coffee beans. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(15), 9137–9150.