

Perubahan Komposisi Mikrob dalam Proses Fermentasi Kopi *Honey* dan *Natural*

Nadia Nuraniya Kamaluddin¹, Eso Solihin¹, Pujawati Suryatmana¹, Dodi Ganjar Januar², Rainaldi², Ade Setiawan¹

¹⁾ Departemen Ilmu Tanah dan Sumber daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran
Raya Ir. Soekarno KM. 21, Jatinangor, Sumedang, 45363, Indonesia

²⁾ Mekar Wangi Coffee, Desa Mekar Wangi, Kecamatan Sindangkerta, Kab. Bandung Barat

Korespondensi: nadia@unpad.ac.id¹, mekarwangi.coffee@gmail.com²

ABSTRACT

This study investigates the microbial populations during different coffee fermentation processes and their impact on coffee quality. Bacillus, Pseudomonas, and endophytic populations in coffee beans undergoing natural saccharic and natural lactic fermentation remained unchanged compared to fresh coffee beans. However, a notable increase in Bacillus population occurred in honey saccharic fermentation, possibly attributed to the high sugar content in the mucilage, supporting bacterial growth. Additionally, the introduction of Lactobacillus and Saccharomyces during fermentation enhanced sugar consumption and influenced the final coffee quality, particularly aroma profile and nutritional composition. Varietal differences were observed, with Bacillus population decreasing slightly post-fermentation, especially in honey saccharic and natural lactic processes. This decline may be attributed to the dominance of Saccharomyces and Lactobacillus, antagonistic to Bacillus, and the fermentation conditions leading to decreased pH, unfavorable for Bacillus. These findings highlight the intricate microbial interactions and their implications for coffee fermentation and quality.

Keywords: endophytes, microbiome, coffee

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas penting yang memiliki dampak ekonomi dan 66rgani yang signifikan di berbagai negara di dunia. Proses pengolahan kopi dari petani hingga menjadi biji kopi siap panggang dan diseduh melibatkan sejumlah tahapan yang kompleks. Selama berabad-abad, pengolahan biji kopi telah mengalami perkembangan dari metode tradisional hingga teknologi modern. Namun, dalam seluruh tahapan pemrosesan ini, mikroorganisme atau mikroba, seperti bakteri, ragi, dan jamur, memiliki peran yang sangat penting dalam membentuk profil rasa, aroma, dan kualitas akhir dari biji kopi yang dihasilkan.

Mikroorganisme terlibat dalam beberapa tahapan utama dalam pemrosesan biji kopi, termasuk fermentasi, pengeringan, dan fermentasi lanjutan selama penyimpanan. Pada tahap fermentasi, mikroba dapat mengubah komposisi kimia biji kopi, mempengaruhi rasa dan aroma akhir, serta membantu menghilangkan lapisan 66 rgani

yang melapisi biji kopi. Fermentasi juga dapat mempengaruhi pembentukan senyawa-senyawa bioaktif dalam biji kopi yang memiliki potensi manfaat bagi konsumen.

Selain itu, mikroba juga berperan dalam proses pengeringan biji kopi. Penyediaan kondisi lingkungan yang tepat selama pengeringan, seperti kelembapan dan suhu yang optimal, dapat membantu mengendalikan pertumbuhan mikroba yang diinginkan dan menghambat pertumbuhan mikroba yang tidak diinginkan, yang dapat menghasilkan hasil akhir yang lebih baik dari segi kualitas dan stabilitas biji kopi.

Selain tahapan-tahapan utama dalam pemrosesan biji kopi, mikroba juga dapat berperan selama penyimpanan biji kopi. Kualitas biji kopi dapat terpengaruh oleh kontaminasi mikroba patogenik atau organisme yang dapat merusak biji kopi dan mengurangi nilai jualnya. Meskipun peran mikroba dalam pemrosesan biji kopi telah diakui, pemahaman mendalam tentang jenis-jenis mikroba yang terlibat, mekanisme aksi

mereka, serta dampak nyata pada kualitas akhir biji kopi masih perlu diteliti lebih lanjut. Penelitian ilmiah yang lebih mendalam tentang peran mikroba dalam pemrosesan biji kopi dapat memberikan wawasan berharga bagi petani, produsen, dan konsumen kopi dalam upaya meningkatkan kualitas dan keberlanjutan produksi kopi. Selain itu, penelitian ini juga dapat membuka peluang baru untuk pengembangan 67rgani pemrosesan inovatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Persiapan Biji dan ceri kopi

Ceri kopi yang digunakan merupakan campuran tiga varietas kopi Arabika: Aceh Varietas Gayo 3 (AS), Sigararutang (SG), dan Lini S 795 (S). Ketiga ceri dicampur dengan perbandingan 1:1:1. Pada proses Honey kulit luar buah kopi (67 rganic 67) dihilangkan dengan menggunakan mesin pulper untuk mengupas daging buah. Sementara pada proses natural, *ceri* kopi hanya dikeringkan di bawah sinar matahari.

2.2 Pembuatan kultur bakteri dan fermentasi pada proses Lactic

Pembuatan kultur bakteri dilakukan dengan memasukkan 10 mL bakteri asam laktat (BAL) kedalam 2 liter air bersih dan dicampur kaskara segar. Campuran tersebut kemudian diinkubasikan pada suhu ruangan (18-23°C) dalam keadaan tertutup selama 48 jam untuk membuat kultur bakteri. Setelah waktu inkubasi selesai, ampas kaskara diangkat dan campuran ceri kopi segar dimasukkan ke dalam drum untuk difermentasi selama 36 jam.

2.3 Pembuatan kultur dan fermentasi pada proses Sacharic

Pembuatan kultur dalam proses Sacharic adalah dengan memasukkan apel yang telah dipotong dadu dengan 2 sendok makan gula ke dalam 1 liter air bersih.

Campuran tersebut kemudian diinkubasikan pada suhu ruangan (18-23°C) dalam keadaan tertutup selama 5-7 hari untuk memperoleh *raw apple yeast*. Setelah waktu inkubasi selesai, campuran ceri kopi segar maupun yang telah diolah sebagian dimasukkan ke dalam drum lalu diberikan cairan *raw apple yeast* kemudian difermentasi selama 36 jam.

2.4 Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Isolasi dan kuantifikasi bakteri yang berasal dari ceri kopi dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Metode kuantifikasi yang digunakan adalah metode lempeng agar total pada media selektif yaitu media *Lactobacillus* MRS (*Lactobacillus*), *Pseudomonas Isolation Agar* (*Pseudomonas*), *Malt Extract Agar* dengan Kloramfenikol (*Saccharomyces*), *Bacillus Selective Agar* (*Bacillus*), Triptik Soya Agar (Bakteri Endofitik). Setelah diisolasi, dilakukan pengecatan gram terhadap isolate-isolat yang diperoleh tersebut. Nilai yang tertera merupakan rata-rata dari dua ulangan (duplo).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Populasi Awal Bakteri Pada Ceri Kopi Segar

Hasil pengenceran dengan metode lempeng agar total menunjukkan perbedaan kelimpahan jenis mikrob antar ceri kopi segar yang digunakan. Pada ceri Aceh Gayo 3 (AS) dan Lini S795 (S), rerata populasi tertinggi ditunjukkan oleh mikroba endofitik. Sementara populasi terendah pada ketiga varietas kopi ditunjukkan oleh mikrob genus *Bacillus*.

Genus *Bacillus* yang terdapat pada ceri kopi arabika atau robusta dapat berasal dari tanah (Mahatmanto, 2023). Beberapa spesies *Bacillus* dan *Paenibacillus* sebelumnya belum pernah dijumpai sebagai endofit pada tanaman kopi dan tebu berdasarkan

hasil pencarian pada Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) dan analisis filogenetik (Oliviera, 2013).

Komunitas bakteri yang berasal dari tanah sangat mempengaruhi populasi bakteri di jaringan tanaman pada saat pembibitan. Translokasi bakteri tanah pada saat perkembangan tanaman dapat juga

mempengaruhi bakteri endofit dan epifit pada tanaman ((Rodriguez et al., 2004). Populasi bakteri per gram tanah berada pada kisaran 10^8 hingga 10^9 cfu (*colony forming unit*) (Hoorman dan Islam, 2010) sehingga besar kemungkinan jumlah populasi endofit yang sama juga dapat ditemukan pada ceri kopi segar.

Tabel 1 Bakteri Pada Ceri Kopi Segar

Varietas	Populasi Bakteri (cfu g ⁻¹)				
	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Endofitik</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Saccharomyces</i>
Aceh Gayo 3 (AS)	$3,25 \times 10^9$	$4,46 \times 10^9$	$8,95 \times 10^9$	TT*	TT*
Sigararutang (SG)	$3,65 \times 10^9$	$4,8 \times 10^9$	$1,88 \times 10^9$	TT	TT
Lini S795 (S)	$1,2 \times 10^9$	$3,6 \times 10^9$	$8,3 \times 10^9$	TT	TT

*) TT : Tidak terdeteksi

3.2 Perubahan Populasi *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan Bakteri Endofitik Setelah Pengolahan Kopi

Populasi *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan Endofitik pada ceri kopi yang sudah melalui proses natural saccharic dan *natural lactic* tidak berubah apabila dibandingkan dengan populasi Bakteri awal pada ceri segar (Tabel 2). Terdapat peningkatan populasi bakteri genus *Bacillus* yang melalui proses fermentasi honey saccharic dibandingkan dengan ceri segar. Hal ini mungkin dapat disebabkan oleh karena pada process honey, lapisan luar buah dikupas dan menyisakan lapisan *mucilage* yang menyelimuti biji kopi. Mucilage kopi memiliki kandungan gula yang relatif tinggi (Peñuela-Martínez et al., 2023)

sehingga dapat mendukung pertumbuhan bakteri termasuk bakteri genus *Bacillus*.

Pada ketiga proses yang diteliti, terdapat juga bakteri genus *Lactobacillus* dan *Saccharomyces* yang tidak terdeteksi pada ceri kopi segar. Keberadaan kedua bakteri ini akibat penambahan bakteri asam laktat (BAL) serta penambahan cuka apel pada awal proses fermentasi (Tabel 2). Penambahan *Lactobacillus* dan *Saccharomyces* dapat meningkatkan konsumsi glukosa (98,6%), fruktosa (97,6%) dan sukrosa (100%) dari ceri dan *mucilage* kopi dan akan berpengaruh terhadap kualitas akhir kopi, terutama profil aromatik (de Jesus et al., 2022) dan profil nutrisi kopi (Chen et al., 2023).

Tabel 2 Bakteri Pada Ceri Kopi Setelah Diproses

Varietas	Populasi Bakteri (cfu g ⁻¹)				
	<i>Bacillus</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Endofitik</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Saccharomyces</i>
Honey Sacharic	8×10^8	$4,3 \times 10^9$	$3,5 \times 10^9$	$5,4 \times 10^5$	$7,6 \times 10^5$
Natural Sacharic	$2,35 \times 10^9$	$4,5 \times 10^9$	$2,75 \times 10^9$	$2,2 \times 10^5$	$7,9 \times 10^5$
Natural Lactic	$1,2 \times 10^9$	$3,6 \times 10^9$	$8,3 \times 10^9$	$3,45 \times 10^5$	$5,85 \times 10^5$

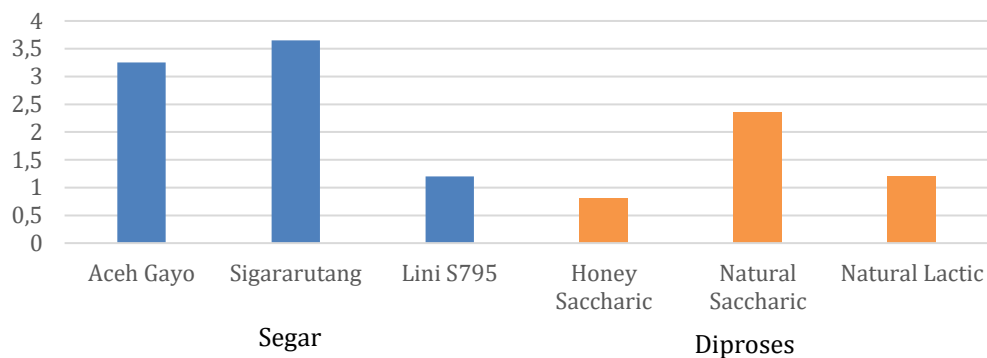
3.3 Pengaruh Proses Honey Saccharic, Natural Saccharic, dan Natural Lactic pada Populasi *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan Endofit.

Bakteri *Bacillus* pada varian ceri Aceh Gayo dan Sigararutang mengalami sedikit

penurunan pasca fermentasi, terutama pada proses honey saccharic dan natural lactic. Varian Lini S795 yang memiliki populasi *Bacillus* lebih rendah dibandingkan dua ceri lainnya (Gambar 1). Pada proses saccharic dan lactic, mikroorganisme yang berperan

utama adalah *Saccharomyces* dan *Lactobacillus*. Dapat diduga bahwa kedua jenis mikroorganisme ini bersifat antagonis dengan bakteri genus *Bacillus* sehingga terjadi sedikit penurunan populasi (Földes *et al.*, 2000). Selain itu, genus *Bacillus* menyukai kondisi pH netral dan sedikit basa (Ohta *et*

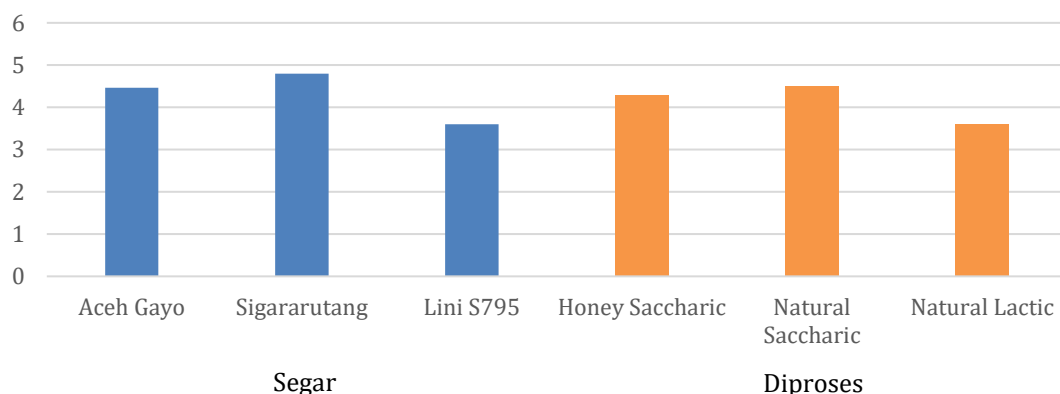
al., 1975), sehingga kondisi fermentasi proses honey yang lebih panjang dengan akumulasi asam organik yang lebih tinggi menyebabkan turunnya pH lingkungan, yang berdampak pada penurunan populasi atau dormansi *Bacillus*.



Gambar 1 Perbandingan Populasi Bakteri *Bacillus* (10^9) pada Ceri Segar dan Sudah Diproses

Berbeda dengan genus *Bacillus*, populasi *Pseudomonas* tidak terpengaruh dengan ketiga kondisi fermentasi (Gambar 2). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adaptabilitas *Pseudomonas* yang baik terhadap pH rendah karena kemampuannya untuk membentuk biofilm yang mampu melindungi sel terha-

dap cekaman abiotik, diantaranya kondisi lingkungan dengan akumulasi zat asidik yang tinggi (Al Azzawi *et al.*, 2020). Hal ini dapat menyebabkan jumlah populasi *Pseudomonas* pada ceri segar maupun hasil fermentasi tetap tinggi.



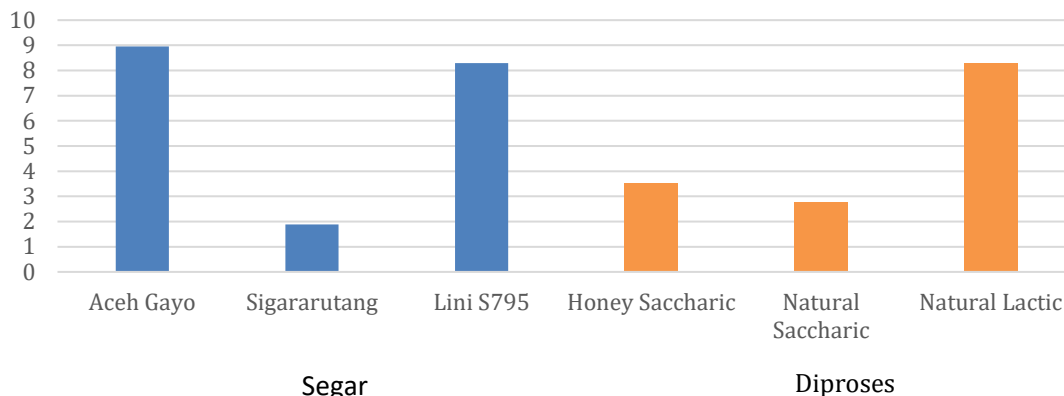
Gambar 2 Perbandingan Populasi Bakteri *Pseudomonas* (10^9) pada Ceri Segar dan Sudah Diproses

Populasi bakteri endofitik pada ceri Aceh Gayo dan Lini S795 yang melalui proses saccharic (natural dan honey) mengalami penurunan yang relatif tinggi (Gambar 3).

Berbeda halnya dengan proses lactic dimana populasi bakteri endofitik tidak mengalami penurunan. Hal ini dapat terjadi karena terjadinya penurunan pH lingkungan pada

proses saccharic. Hal ini menyebabkan ketidaksesuaian habitat bagi bakteri endofit

yang menyukai lingkungan pada pH yang relatif netral (Kia *et al.*, 2018).



Gambar 3 Perbandingan Populasi Bakteri Endofitik (10⁹) pada Ceri Segar dan Sudah Diproses

4. KESIMPULAN

Populasi *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan endofitik pada biji kopi yang telah melalui proses natural saccharic dan natural lactic tidak mengalami perubahan yang signifikan dibandingkan dengan populasi awal pada biji kopi segar. Terjadi peningkatan populasi bakteri genus *Bacillus* pada proses fermentasi honey saccharic dibandingkan dengan biji kopi segar. Hal ini mungkin disebabkan oleh kandungan gula yang tinggi dalam mucilage kopi yang tersisa selama proses honey, yang mendukung pertumbuhan bakteri, termasuk *Bacillus*. Pada semua proses yang diteliti, terdapat penambahan bakteri genus *Lactobacillus* dan *Saccharomyces* yang tidak terdeteksi pada biji kopi segar. Hal ini disebabkan oleh penambahan bakteri asam laktat (BAL) dan cuka apel pada awal proses fermentasi.

Kehadiran kedua bakteri ini dapat meningkatkan konsumsi gula dari biji kopi dan mucilage, yang berpengaruh pada kualitas akhir kopi, terutama profil aromatik dan profil nutrisi. Populasi *Bacillus* pada varietas ceri Aceh Gayo dan Sigararutang mengalami penurunan sedikit pasca fermentasi, terutama pada proses honey saccharic dan natural lactic. Varietas Lini S795 memiliki populasi *Bacillus* yang lebih

rendah dibandingkan dengan varietas lainnya.

Penurunan populasi *Bacillus* mungkin disebabkan oleh dominasi *Saccharomyces* dan *Lactobacillus* yang bersifat antagonis terhadap *Bacillus*, serta kondisi fermentasi yang mengakibatkan penurunan pH lingkungan, yang tidak disukai oleh *Bacillus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Azzawi, M. K., Makharmash, J. H., & Al-Malkey, N. K. 2020. The effect of *Lactobacillus* species on the *Pseudomonas aeruginosa*. *Drug Invention Today*, 14(2).
- Chan, M. Z. A., Tan, L. T., Heng, S. W. Q., & Liu, S. Q. 2021. Effect of co-fermentation of *Saccharomyces boulardii* CNCM-I745 with four different probiotic lactobacilli in coffee brews on cell viabilities and metabolic activities. *Fermentation*, 9(3): 219.
- de Jesus Cassimiro, D. M., Batista, N. N., Fonseca, H. C., Naves, J. A. O., Dias, D. R., & Schwan, R. F. 2022. Coinoculation of lactic acid bacteria and yeasts increases the quality of wet fermented Arabica coffee. *International Journal of Food Microbiology*, 369, 109627.

- Hoorman, J. & J. Islam 2010. Understanding soil microbes and nutrient recycling. *Agriculture and natural resources*, 1-5.
- Mahatmanto, T., Sunarharum, W.B., Putri, F.A., Susanto, C.A., Davian, A.O. and Murdiyatmo, U. 2023. The microbiology of arabica and robusta coffee cherries: a comparative study of indigenous bacteria with presumptive impact on coffee quality. *FEMS Microbiology Letters*, 370: p.fnad024.
- Oliveira, M.N., Santos, T.M., Vale, H.M., Delvaux, J.C., Cordero, A.P., Ferreira, A.B., Miguel, P.S., Tótola, M.R., Costa, M.D., Moraes, C.A. and Borges, A.C., 2013. Endophytic microbial diversity in coffee cherries of *Coffea arabica* from southeastern Brazil. *Canadian journal of microbiology*, 59(4):221-230.
- Silva, C.F., Schwan, R.F., Dias, E.S. and Wheals, A.E., 2000. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. *International journal of food microbiology*, 60(2-3), pp.251-260.
- Sakiyama, C.C.H., Paula, E.M., Pereira, P.C., Borges, A.C. and Silva, D.O. 2001. Characterization of pectin lyase produced by an endophytic strain isolated from coffee cherries. *Letters in applied microbiology*, 33(2):117-121.
- Silva, C.F., Batista, L.R., Abreu, L.M., Dias, E.S. and Schwan, R.F. 2008. Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. *Food microbiology*, 25(8):951-957.
- Hoseini, M., Cocco, S., Casucci, C., Cardelli, V. and Corti, G. 2021. Coffee by-products derived resources. A review. *Biomass and Bioenergy*, 148: 106009.
- Peñuela-Martínez, A. E., García-Duque, J. F., & Sanz-Urbe, J. R. 2023. Characterization of Fermentations with Controlled Temperature with Three Varieties of Coffee (*Coffea arabica* L.). *Fermentation*, 9(11): 976.
- Földes, T., Bànhgyi, I., Herpai, Z., Varga, L., & Szigeti, J. 2000. Isolation of *Bacillus* strains from the rhizosphere of cereals and in vitro screening for antagonism against phytopathogenic, food-borne pathogenic and spoilage micro-organisms. *Journal of applied microbiology*, 89(5): 840-846.
- Ohta, K., Kiyomiya, A., Koyama, N., & Nosoh, Y. 1975. The basis of the alkalophilic property of a species of *Bacillus*. *Microbiology*, 86(2):259-266.
- Kia, S. H., Jurkechova, M., Glynou, K., Piepenbring, M., & Macia-Vicente, J. G. 2018. The effects of fungal root endophytes on plant growth are stable along gradients of abiotic habitat conditions. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(2): 162.