

Potensi Bakteri Indigenus dari Kotoran Hewan *Paradoxurus hermaphrodites* sebagai Bioagen Pupuk Hayati: Review

Muhammad Fauzi, S.P.,M.P.

Prodi Bioteknologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammaidyah Bandung
Jl. Soekarno Hatta No. 752 Kel. Cipadung Kidul Kec. Panyileukan Kota Bandung
e-mail: mfauzi.umbandung@gmail.com

Abstrak

Penggunaan kimia sintetik tidak sesuai takaran anjuran telah menjadi salah satu pemicu perusakan kualitas tanah pertanian. Akibatnya, ekosistem tanah terganggu dan pertumbuhan tanaman di atasnya tidak optimal. Tanah rusak dapat dikembalikan kembali menjadi normal dengan pengadopsian cara-cara pertanian ramah lingkungan salah satunya dengan menggunakan pupuk organik dan pupuk hayati. Pupuk hayati dapat dimanfaatkan sumber bioaktivatornya salah satunya dari mikroba indigenus dari kopi luwak hasil eksresi *Paradoxurus hermaphrodites*. Diketahui, kotoran hewan ini kaya akan mikroba menguntungkan karena hasil eksresi ini biasanya dimanfaatkan sebagai bahan baku kopi luwak. Namun, informasi mengenai bakteri indigenus dari kotoran tersebut masih sangat terbatas sehingga diperlukan eksplorasi mengenai potensi semua mikroba indigenus yang hidup pada kopi luwak tersebut. Bakteri indigenus dari kotoran *Paradoxurus hermaphrodites* meliputi *Pediococcus pentosaceus*, *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Lactobacillus fructivorans*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, dan *Lactobacillus Jensenii*. Berdasarkan hasil studi literature pada berbagai laporan penelitian mengungkapkan bahwa kelompok bakteri pelarut fosfat meliputi *Lactococcus plantarum*, *Lactococcus lactis* spp., *Lactobacillus brevis*, dan *Lactobacillus plantarum*. Adapun bakteri *Pediococcus pentosaceus* tercatat sebagai bakteri pengikat nitrogen.

Kata kunci: Biofertilizer; Luwak; Pupuk Hayati; *Paradoxurus hermaphrodites*.

Abstract

The use of synthetic chemicals that are not in accordance with the recommended dosage has become one of the triggers for the destruction of agricultural soil quality. As a result, the soil ecosystem is disturbed and plant growth on it is not optimal. Damaged soil can be returned to normal by adopting environmentally friendly agricultural methods, one of which is using organic fertilizers and biological fertilizers. Biofertilizers can be used as a source of bioactivators, one of which is indigenous microbes from civet coffee, which is the result of the excretion of *Paradoxurus hermaphrodites*. It is known that animal manure is rich in beneficial microbes because the results of this excretion are usually used as raw material for civet coffee. However, information about indigenous bacteria from the feces is still very limited, so it is necessary to explore the potential of all indigenous microbes that live in Kopi Luwak. Indigenous bacteria from the feces of *Paradoxurus hermaphrodites* include *Pediococcus pentosaceus*, *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Lactobacillus fructivorans*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, and *Lactobacillus Jensenii*. Based on the results of a literature study on various research reports, it was revealed that the group of phosphate solubilizing bacteria included *Lactococcus plantarum*, *Lactococcus lactis* spp., *Lactobacillus brevis*, and *Lactobacillus plantarum*. The bacteria *Pediococcus pentosaceus* was recorded as a nitrogen-fixing bacteria.

Keywords: Biofertilizer; civet coffee; Organic fertiliser; *Paradoxurus hermaphrodites*.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk Indonesia yang pesat tentunya menuntut pemenuhan pangan nasional mengalami peningkatan. Aktivitas pemenuhan pangan tersebut masih banyak yang tidak dibarengi dengan perlakuan ramah lingkungan yang menyebabkan status lahan pertanian mengalami kerusakan baik segi fisik, kimia dan biologi. Tanah Indonesia terus mengalami kerusakan sampai tingkat kritis

dengan luas mencapai 14 juta hektar [1]. Kerusakan tanah dapat menurunkan kualitas tanah seperti menurunnya kadar unsur hara tanah, mengganggu sistem perakaran tanaman dan menurunkan fungsi tanah lainnya [2]. Rusaknya fungsi tanah berakibat pada proses perkembangan dan pertumbuhan tanaman sehingga tidak optimal menghasilkan buah.

Kerusakan tanah dapat diperbaiki dengan perlakuan ramah lingkungan. Pemberian mikroorganisme menguntungkan merupakan salah satu bioaktivator yang dapat membantu mengembalikan sistem tanah dapat berangsur normal dengan membantu penguraian unsur organik tanah menjadi inorganik agar nutrisi dalam tanah tersedia bagi tanaman. Proses ini melibatkan kelompok bakteri pemfiksasi nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan pelarut kalium. Semua bakteri ini tersebar di berbagai sumber di alam Indonesia.

Indonesia memiliki sumberdaya hayati yang sangat kaya sehingga dijuluki sebagai salah satu negara megabiodiversitas menempati urutan kedua setelah negara Brazil [3]. Berdasarkan kekayaan alam ini, masih banyak mikroorganisme yang belum diketahui potensinya dalam hal perbaikan sistem tanah. Salah satu potensi mikroorganisme yang perlu ditelusuri kemampuannya adalah kelompok bakteri *indigenus* dari kopi luwak sebagai kelompok agen pupuk hayati.

Analisis bakteri *indigenus* kopi luwak masih sangat terbatas data penelitian yang mengungkap tentang kelebihan sebagai bioagen pupuk. Kelompok bakteri dari kopi luwak terdapat *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, dan *Lactobacillus Jensenii* [4]. Bakteri *Lactobacillus plantarum* juga terdapat pada kotoran sapi yang tergolong ke dalam kelompok bakteri pelarut fosfat [5]. *Lactobacillus plantarum* juga memiliki peran sebagai agen pengendali patogen pada akar tanaman [6]. Kesamaan habitat bakteri *Lactobacillus plantarum* yang terdapat pada kopi luwak sebagai feses hewan luwak dan pada kotoran sapi menjadi hal yang unik untuk dipelajari.

Analisis potensi *Lactobacillus plantarum* yang bersumber dari kopi luwak belum terdapat data yang menunjukkan analisis kemampuannya sebagai pupuk hayati. Dengan dasar itu, analisis potensi *Lactobacillus plantarum* melalui studi pustaka ini menjadi salah cara untuk mengumpulkan data tentang kelebihan bakteri *Lactobacillus plantarum* dalam perannya sebagai agen pupuk hayati khususnya sebagai bakteri pelarut fosfat dan sebagai agen pengendali patogen akar tanaman.

2. BAKTERI INDIGENUS KOPI LUWAK

Kopi merupakan salah satu minuman paling populer di dunia. Di Indonesia, jenis kopi yang umum dibudidayakan oleh petani adalah jenis robusta dan arabika [7]. Pengolahan kopi terus berkembang salah satunya adalah pemanfaatan kopi luwak telah menjadi salah satu olahan kopi yang banyak diminati karena cita rasa yang khas. Kopi luwak merupakan kopi terfermentasi secara alami di dalam perut hewan musang palem asia jenis *Paradoxurus hermaphrodites* [8]. Kopi luwak akan melalui proses pencernaan musang hingga biji kopi menjadi feses luwak berbentuk gerombolan biji kopi tanpa daging (mussilage) [9]. Proses fermentasi yang terjadi di dalam perut musang palem atas peran bakteri *indigenus*.

Bakteri *indigenus* atau bakteri asli sudah sering dimanfaatkan dalam pengeskplorasian dan analisis potensinya. Diketahui bahwa bakteri *indigenus* ini memiliki karakteristik yang sesuai dengan habitatnya. Bakteri *indigenus* merupakan kumpulan konsorsium mikroba bawaan yang mendiami tanah dan permukaan semua di dalam dan di luar makhluk hidup yang memiliki potensi dalam biodegradasi, bioleaching, biocomposting, fiksasi nitrogen, meningkatkan kesuburan tanah dan juga dalam produksi fitohormon tanaman [10]. Dalam lingkup bakteri *indigenus* dari kopi luwak diharapkan memiliki kemampuan dalam penyediaan unsur hara bagi tanaman, biodekomposer dan juga menjaga kestabilan kesehatan tanah. Bakteri *indigenus* di dalam sistem pencernaan musang luwak terdapat beberapa jenis bakteri meliputi *Pediococcus pentosaceus*, *Lactococcus lactis* spp. *lactis*, *Lactobacillus fructivorans*, *Lactobacillus brevis* [11], *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, dan *Lactobacillus Jensenii* [4]. Karakteristik bakteri *indigenus* dari kopi luwak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bakteri Indigenus dari Kopi Luwak

No.	Bakteri	Gram	Bentuk Sel	Sumber
1	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	Gram positif	Bulat (rod)	[12]
2	<i>Lactococcus lactis</i> spp	Gram positif	Bulat (rod)	[13] [14]
3	<i>Lactobacillus fructivorans</i>	Gram positif	Bulat (thin rod)	[14] [15]
4	<i>Lactobacillus brevis</i>	Gram positif	Bulat (rod)	[16]
5	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Gram positif	Bulat (rod)	[16]
6	<i>Lactobacillus fermentum</i>	Gram positif	Bulat (short rod)	[17] [18]
7	<i>Lactobacillus Jensenii</i>	Gram positif	Bulat (large rod)	[19]

3. BAKTERI PELARUT FOSFAT

Unsur fosfat merupakan salah satu unsur hara makro yang berperan penting dalam perkembangan dan pertumbuhan tanaman khusus dalam proses fotosintesis dan perkembangan akar. Namun, status fosfat di dalam tanah terikat oleh koloid tanah sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman [20]. Kehadiran kelompok bakteri pelarut fosfat ini telah menguntungkan tanaman karena mikroba tersebut dapat membantu dalam efisiensi pelarutan fosfat terikat koloid tanah menjadi tersedia bagi tanaman.

Bakteri pelarut fosfat dapat membantu ketersediaan unsur fosfat inorganik. Kelompok bakteri asam laktat (BAL) yang mampu melarutkan senyawa fosfat yaitu bakteri *Lactobacillus plantarum* [21]. Bakteri *L. plantarum* merupakan bakteri yang berasosiasi baik dengan tanaman [22]. Berbagai penelitian melaporkan bahwa *L. plantarum* dapat bersumber dari produk fermentasi yogurt [23]. Bakteri serupa juga ditemukan pada kotoran sapi [24]. Selain itu, *L. plantarum* juga dapat ditemukan di dalam sistem pencernaan musang yang seringkali ditemukan pada biji kopi jenis luwak [25]. *Lactococcus lactis* diketahui sebagai bakteri pelarut fosfat berdasarkan kemampuannya dalam melarutkan fosfat dengan konsentrasi tinggi [26]. Sehingga, *Lactobacillus plantarum* dari hasil sekresi musang berpotensi sebagai agen pupuk hayati yang memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat. *Lactococcus lactis* spp. sebagai bakteri pelarut fosfat telah mampu mendukung perkembangan tajuk (*shoot*) dan akar (*root*) jagung paling maksimum dibandingkan dengan kelompok bakteri *Klebsiella* sp. dan *Pantoea dispersa* [27]. *Lactobacillus brevis* berdasarkan analisis pelarutan fosfat telah menunjukkan pelarutan fosfat maksimum sebagai bakteri *rhizosfer* tanah [28].

4. BAKTERI PENGIKAT NITROGEN

Bakteri penambat/pengikat nitrogen terbagi ke dalam dua kelompok berdasarkan bentuknya di alam yaitu bakteri pengikat nitrogen yang hidup bebas (nonsimbiosis) dan bakteri pengikat nitrogen yang bersimbiosis dengan organisme lain. Ketersediaan N₂ yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri dapat dipenuhi salah satunya dengan pengikatan nitrogen bebas oleh bakteri heterotrofik pada tanah dan perakaran tanaman yang meliputi *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, dan *Sinorhizobium* [29]. Nitrogen merupakan unsur hara mikro yang dibutuhkan dalam jumlah banyak. Namun, nitrogen belum dapat digunakan oleh tanaman dikarenakan nitrogen tersedia masih dalam bentuk N₂ yang bersifat bebas. Keberadaan bakteri kelompok pengikat nitrogen ini berperan memineralisasi N₂ menjadi nitrit melalui proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri nitrobacter atau nitrocomonas. Kelompok bakteri pengikat nitrogen ini dapat ditemukan pada beberapa sumber, utamanya di dalam tanah, kotoran ternak, juga pada kopi luwak. *Pediococcus pentosaceus* mampu memanfaatkan ammonia [11][30]. Ammonia akan diproses oleh bakteri tersebut hingga berubah bentuk menjadi nitrat atau nitrit yang pada akhirnya dapat dimanfaatkan oleh tanaman. *Pediococcus pentosaceus* mampu menurunkan plasma ammonia di lingkungan melalui mekanisme pemanfaatan ammonia dalam pembentukan nitrat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil ulasan pada bab pembahasan di atas telah ditemukan titik terang bahwa bakteri *indigenus* dari kopi luwak ini tidak semua yang dapat membuktikan sebagai bakteri yang berpotensi sebagai agen pupuk hayati baik pada kelompok bakteri pengikat nitrogen atau bakteri pelarut fosfat. Berdasarkan hasil studi di atas menunjukkan bahwa bakteri yang masuk sebagai kategori bakteri

peningkat nitrogen *Pediococcus pentosaceus*. Adapun bakteri pelarut fosfat dari kopi luwak meliputi *Lactococcus plantarum*, *Lactococcus lactis* spp., *Lactobacillus brevis*, dan *Lactobacillus plantarum*. Dengan demikian, database kumpulan bakteri ini dapat dijadikan sebagai langkah untuk melakukan riset lapangan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi semua bakteri indigenus tersebut dikarenakan potensinya yang sangat bagus dalam pengembangan pupuk hayati (*biofertilizer*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, “Indonesia Hadapi 14 Juta Hektare Lahan Kritis,” *ugm.ac.id*, 2020. <https://ugm.ac.id/id/berita/20119-indonesia-hadapi-14-juta-hektare-lahan-kritis>.
- [2] S. Arsyad, *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2006.
- [3] Administrator, “Indonesia, Negara Megabiodiversitas,” *Indonesia.go.id*, 2018. <https://indonesia.go.id/kategori/seni/260/indonesia-negara-megabiodiversitas>.
- [4] N. Hadipernatam, M. S, “IDENTIFIKASI FISIK, KIMIA DAN MIKROBIOLOGI BIJI KOPI LUWAK SEBAGAI DASAR TEKNOLOGI PROSES KOPI LUWAK ARTIFICIAL,” Bandung, 2012.
- [5] M. Astriani, S. Zubaidah, A. L. Abadi, and E. Suarsini, “Isolation and identification of phosphate solubilizing bacteria from indigenous microorganisms (IMO) of cow rumen in East Java, Indonesia as eco-friendly biofertilizer,” *Malays. J. Microbiol.*, vol. 16, no. 4, pp. 253–262, 2020, doi: 10.21161/mjm.190536.
- [6] L. Porto de Souza Vandenbergh *et al.*, “Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry,” *AIMS Microbiol.*, vol. 3, no. 3, pp. 629–648, 2017, doi: 10.3934/microbiol.2017.3.629.
- [7] D. Gumulya and I. S. Helmi, “Kajian Budaya Minum Kopi Indonesia,” *J. Dimens. Seni Rupa dan Desain*, vol. 13, no. 2, p. 153, 2017, doi: 10.25105/dim.v13i2.1785.
- [8] U. Jumhawan, S. P. Putri, Yusianto, T. Bamba, and E. Fukusaki, “Quantification of coffee blends for authentication of Asian palm civet coffee (Kopi Luwak) via metabolomics: A proof of concept,” *J. Biosci. Bioeng.*, vol. 122, no. 1, pp. 79–84, 2016, doi: 10.1016/j.jbiosc.2015.12.008.
- [9] M. Fauzi, “Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Biji Kopi Luwak (Civet Coffe),” Jember, 2008. [Online]. Available: <https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/59366/ISOLASI.pdf?sequence=1>.
- [10] B. L. Kumar and D. V. R. S. Gopal, “Effective role of indigenous microorganisms for sustainable environment,” *3 Biotech*, vol. 5, no. 6, pp. 867–876, 2015, doi: 10.1007/s13205-015-0293-6.
- [11] M. Muzaifa, D. Hasni, A. Patria, Febriani, and A. Abubakar, “Phenotypic identification of lactic acid bacteria from civet (*Paradoxurus hermaphroditus*),” *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 9, no. 5, pp. 1681–1686, 2019, doi: 10.18517/ijaseit.9.5.10222.
- [12] N. Tzanetakis and E. Litopoulou-Tzanetaki, “Biochemical Activities of *Pediococcus pentosaceus* isolates of Dairy Origin,” *J. Dairy Sci.*, vol. 72, no. 4, pp. 859–863, 1989, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79178-5.
- [13] M. S. Salama, T. Musafija-Jeknic, W. E. Sandine, and S. J. Giovannoni, “An Ecological Study of Lactic Acid Bacteria: Isolation of New Strains of *Lactococcus* Including *Lactococcus lactis* subspecies *cremoris*,” *J. Dairy Sci.*, vol. 78, no. 5, pp. 1004–1017, 1995, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76716-9.
- [14] C. Herman, F. P. Maguna, O. A. Garro, and E. A. Castro, “Effect of temperature, pH and NaCl on nisin activity against *Lactobacillus fructivorans*,” *J. Argentine Chem. Soc.*, vol. 97, no. 2, pp. 11–18, 2009.
- [15] K. J. Bjorkroth and H. J. Korkeala, “*Lactobacillus fructivorans* spoilage of tomato ketchup,” *J. Food Prot.*, vol. 60, no. 5, pp. 505–509, 1997, doi: 10.4315/0362-028X-60.5.505.
- [16] N. P. Sari, R. Sari, and E. K. Untari, “Antibacterial Activity Test of Bacteriocin from *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus plantarum* Against Gram Positive Pathogenic Bacteria,” *J. Trop. Biodivers. Biotechnol.*, vol. 3, no. 3, p. 85, 2018, doi: 10.22146/jtbb.38138.
- [17] E. M. Dickson, M. P. Riggio, and L. Macpherson, “A novel species-specific PCR assay for identifying *Lactobacillus fermentum*,” *J. Med. Microbiol.*, vol. 54, no. 3, pp. 299–303, 2005,

- doi: 10.1099/jmm.0.45770-0.
- [18] H. Zhang, Q. Wang, H. Liu, B. Kong, and Q. Chen, "In vitro growth performance, antioxidant activity and cell surface physiological characteristics of *Pediococcus pentosaceus* R1 and *Lactobacillus fermentum* R6 stressed at different NaCl concentrations," *Food Funct.*, vol. 11, no. 7, pp. 6376–6386, 2020, doi: 10.1039/c9fo02309g.
 - [19] I. Suárez-García, A. Sánchez-García, L. Soler, E. Malmierca, and J. Gómez-Cerezo, "Lactobacillus jensenii bacteremia and endocarditis after dilatation and curettage: Case report and literature review," *Infection*, vol. 40, no. 2, pp. 219–222, 2012, doi: 10.1007/s15010-011-0182-9.
 - [20] R. C. B. Ginting, R. Saraswati, and E. Husen, "Mikroorganisme Pelarut Fosfat. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati," *Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Penelit. dan Pengemb. Pertanian, Bogor.*, pp. 141–158, 2006.
 - [21] D. Suryanto, A. Bungsu, S. Taniwan, I. Nurwahyuni, and A. Pangastuti, "Application of a single and combination of plant-growth promoting bacteria and actinomycete to increase Chili (*Capsicum annuum* L.) health and growth," *J. Pure Appl. Microbiol.*, vol. 11, no. 3, pp. 1379–1386, 2017, doi: 10.22207/JPAM.11.3.19.
 - [22] M. E. Martino *et al.*, "Nomadic lifestyle of *Lactobacillus plantarum* revealed by comparative genomics of 54 strains isolated from different habitats," *Environ. Microbiol.*, vol. 18, no. 12, pp. 4974–4989, 2016, doi: 10.1111/1462-2920.13455.
 - [23] R. Wu *et al.*, "Isolation and preliminary probiotic selection of lactobacilli from koumiss in Inner Mongolia," *J. Basic Microbiol.*, vol. 49, no. 3, pp. 318–326, 2009, doi: 10.1002/jobm.200800047.
 - [24] A. Rodriguez-Palacios, H. R. Staempfli, T. Duffield, and J. S. Weese, "Isolation of bovine intestinal *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici* with inhibitory activity against *Escherichia coli* O157 and F5," *J. Appl. Microbiol.*, vol. 106, no. 2, pp. 393–401, 2009, doi: 10.1111/j.1365-2672.2008.03959.x.
 - [25] F. Fitri, A. L. , Abu Bakar Tawali, and Z. Dwyana, "Enzyme Activity Assay of Lactic Acid Bacteria from Civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) Digestive Tract," *Arch. Anesthesiol. Crit. Care*, vol. 4, no. 4, pp. 527–534, 2018.
 - [26] S. Strafella *et al.*, "Comparative genomics and in vitro plant growth promotion and biocontrol traits of lactic acid bacteria from the wheat rhizosphere," *Microorganisms*, vol. 9, no. 1, pp. 1–18, 2021, doi: 10.3390/microorganisms9010078.
 - [27] P. S. Marag and A. Suman, "Growth stage and tissue specific colonization of endophytic bacteria having plant growth promoting traits in hybrid and composite maize (*Zea mays* L.)," *Microbiol. Res.*, vol. 214, no. April, pp. 101–113, 2018, doi: 10.1016/j.micres.2018.05.016.
 - [28] L. Moench and C. Brassica, "Rhizosphere and Rhizoplane bacteria of Okra (*Abelmoschus esculentus* Linn.Moench) and Cauliflower (*Brassica oleracea* Linn. Var. Botrytis) and their characterization," *IOSR J. Biotechnol. Biochem.*, vol. 6, no. 3, 2020, doi: 10.9790/264X-0603011731.
 - [29] J. González-López, B. Rodelas, C. Pozo, V. Salmerón-López, M. V. Martínez-Toledo, and V. Salmerón, "Liberation of amino acids by heterotrophic nitrogen fixing bacteria," *Amino Acids*, vol. 28, no. 4, pp. 363–367, 2005, doi: 10.1007/s00726-005-0178-9.
 - [30] F. Chen, L. Zhu, and H. Qiu, "Isolation and probiotic potential of *Lactobacillus salivarius* and *Pediococcus pentosaceus* in specific pathogen free chickens," *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, vol. 19, no. 2, pp. 325–332, 2017, doi: 10.1590/1806-9061-2016-0413.