JURNAL ILMIAH INOVASI

Vol. 26, No. 1, April 2026
E-ISSN : 2527-6220 | P-ISSN : 1411-5549
DOI : 10.25047/jii.v26i1.6761

Evaluasi Penggunaan Probiotik Single-Strain dan Multi-Strain dengan Medium Kulit Kopi Terfermentasi sebagai Growth Promoter pada Ayam Broiler

Second Language Article Title Lorem Ipsum Dolor Sit Amet, Consectetur Adipiscing Elit, Sed Do Eiusmod Tempor Incididunt Ut Labore

Dian Hartatie [1], Merry Muspita Dyah Utami [2*], Niati Ningsih [2], Aryanti Candra Dewi[2]

[1] Department of Agricultural Production, Politeknik Negeri Jember
[2] Department of Management Agribusiness, Politeknik Negeri Jember
** merry.mdu@gmail.com*

ABSTRAK

Penggunaan antiobiotik sebagai growth promoter sudah dilarang karena berdampak merugikan akibat efek resistensi antibiotik dan residu pada produk ternak yang membahayakan konsumen. Probiotik dapat menjadi alternatif pengganti antibiotik untuk meningkatkan kesehatan dan pertumbuhan, sehingga diperlukan upaya perbanyakan probiotik. Salah satu cara memperbanyak koloni probiotik menggunakan proses fermentasi menggunakan limbah kulit kopi. Penelitian ini bertujuan untuk memvalidasi potensi kulit kopi sebagai media pertumbuhan bakteri probiotik dengan perlakuan *single* strain dan multi-strain probiotik sebagai berikut: P0 (kontrol): kulit kopi (tanpa probiotik), P1: kulit kopi + *single* strain probiotik *Bacillus sp*., P2: kulit kopi + *single* strain probiotik *Lactobacillus sp*., dan P3: kulit kopi + multi-strain probiotik *Bacillus sp.* dan *Lactobacillus sp*. Metode yang digunakan adalah fermentasi selama 21 hari, selanjutnya dijadikan *probiotic powder* menggunakan teknik freeze drying. *Probiotic powder* diujikan secara in-vivo untuk mengetahui efeknya sebagai *growth promoter* pada ayam broiler dengan parameter: konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, dan konversi pakan. Hasil yang diperoleh single strain Bacillus sp menurunkan konsumsi pakan dan konversi pakan serta meningkatkan pertambahan bobot badan dibanding kontrol, Kesimpulan dari penelitian ini penggunaan single strain dan multi-strain meningkatkan performa pertumbuhan dan berpotensi digunakan sebagai growth promoter pada ayam broiler.

Kata kunci — single strain, multi-strain, probiotik, growth promoter, broiler

ABSTRACT

The use of antibiotics as growth promoters has been banned due to their harmful effects, including antibiotic resistance and residues in livestock products that are dangerous to consumers. Probiotics can be an alternative to antibiotics for improving health and growth, so efforts to multiply probiotics are needed. One way to multiply probiotic colonies is through a fermentation process using coffee husk waste. This study aims to validate the potential of coffee husks as a growth medium for probiotic bacteria with single-strain and multi-strain probiotic treatments as follows: P0 (control): coffee husks (without probiotics), P1: coffee husks + single-strain Bacillus sp. probiotics, P2: coffee husks + single-strain Lactobacillus sp. probiotics, and P3: coffee husks + multi-strain probiotics Bacillus sp. and Lactobacillus sp. The method used was fermentation for 21 days, followed by probiotic powder production using freeze-drying technology. The probiotic powder was tested in vivo to determine its effect as a growth promoter in broiler chickens using the following parameters: feed intake, body weight gain, and feed conversion ratio. The results showed that the single strain of Bacillus sp. reduced feed intake and feed conversion rate while increasing body weight gain compared to the control group. The conclusion of this study is that the use of single and multi-strain probiotics improves growth performance and has the potential to be used as a growth promoter in broiler chickens.

Keywords — single strain, multi-strain, probiotic, growth promoter, broiler

OPEN ACCESS
© 2026. Dian Hartatie, Merry Muspita Dyah Utami, Niati Ningsih, Aryanti Candra Dewi
Creative Commons
Attribution 4.0 International License

1. Pendahuluan

Penggunaan antibiotik pada pakan ternak untuk meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi konversi pakan atau berfungsi sebagai *growth promoter* [1] karena antibiotik mengurangi bakteri patogen di saluran pencernaan [2], meningkatkan penyerapan nutrisi [3], dan mengurangi risiko infeksi [4], sehingga ternak dapat tumbuh lebih cepat dan efisien [5]. Penggunaan antibiotik dibatasi bahkan dilarang di berbagai negara. Di Indonesia larangan tersebut terdapat pada Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 14/PERMENTAN/PK.350/5/2017 karena risiko resistensi antibiotik dan residu antibiotik dalam produk ternak [6].

Saat ini, berbagai penelitian difokuskan untuk mencari alternatif pengganti antibiotik, diantaranya penggunaan bakteri probiotik yang memberikan manfaat sebagai growth promoter [7]. Bakteri probiotik dapat digunakan sebagai *growth promoter* karena menghasilkan enzim untuk meningkatkan proses metabolisme, menstabilkan *barrier function gastrointestinal* pada permukaan saluran intestinal [8]. Disamping itu bakteri probiotik meningkatkan penyerapan nutrisi dan menghasilkan enzim amilase dan protease yang mampu meningkatkan metabolisme nutrisi menjadi molekul yang sederhana [9], sehingga lebih mudah terserap oleh tubuh untuk pertumbuhan dan perkembangan optimal bagi ternak [10] [11] [12].

Bakteri probiotik juga memberikan efek imunomudulatorik dengan memicu pelepasan sitokin lewat pattern recognition receptors. Pelepasan sitokin interleukin (IL-12) mengatur respon sel-T dan sel natural killer (NK) sehingga memacu produksi interferon gamma yang berperan pada imunitas bawaan dan adaptif terhadap infeksi virus, bakteri, dan protozoa untuk menghambat mikroorganisme patogen pada saluran pencernaan (13).

Karakteristik bakteri probiotik adalah tidak bersifat patogen (14), tidak mengalami perubahan atau kerusakan saat pemrosesan (15), tahan pada keadaan asam lambung dan empedu (16), mampu melakukan kolonisasi pada saluran gastrointestinal, dapat melakukan perlekatan pada epitel usus, memiliki kemampuan untuk memproduksi antimikrobakterium, dapat memodulasi sistem imun mukosa, dan menstimulasi aktivitas metabolik (17). Jenis-jenis bakteri probiotik adalah *Lactobacillus sp*. dan *Bacillus* sp yang memiliki ciri-ciri psikrofilik, tidak membentuk spora, berbentuk batang, tidak bergerak, bersifat gram positif dan anaerobik fakultatif untuk memfermentasi berbagai karbohidrat (18).

Untuk menghasilkan bakteri probiotik yang banyak dapat dilakukan melalui berbagai cara, yaitu menumbuhkan probiotik dengan menyediakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan bakteri, pada media fermentasi (19).

Proses fermentasi adalah proses bioteknologi dalam kondisi anaerob (tanpa udara) (20). Meningkatnya jumlah koloni mikroba probiotik selama fermentasi dapat meningkatkan kandungan protein kasar karena mikroba merupakan sumber protein sel tunggal, disamping itu fermentasi menurunkan serat kasar karena enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroba yang mampu menghidrolisis selulosa sebagai penyusun utama serat kasar dalam pakan menjadi bentuk sederhana yaitu glukosa (21).

Media fermentasi bakteri probiotik harus dapat menyediakan nutrisi yang cukup dan lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan kolonisasi probiotik (19). Media fermentasi harus mengandung sumber karbon, sumber nitrogen, garam, air, dan mikronutrien (22). Selama ini probiotik diproduksi dengan media dedak halus yang harganya relatif mahal. Untuk itu diperlukan media alternatif dengan memanfaatkan limbah yang harganya murah sekaligus mendukung *Zero Waste Agriculture*.

Indonesia menempati urutan keempat sebagai produsen kopi dengan proporsi 6,10% dari total produksi kopi dunia (23). Peluang pasar kopi yang besar menyebabkan peningkatan produksi kopi terus dilakukan dilakukan (24). Hasil produksi kopi langsung diolah menjadi produk utama yaitu bubuk kopi (25). Dalam proses pengolahan biji kopi menjadi produk bubuk kopi tersebut, menghasilkan produk samping berupa kulit kopi (26). Kulit kopi belum dimanfaatkan petani secara optimal sehingga bernilai sebagai limbah. Kopi menghasilkan limbah kulit kopi yang cukup besar, bobotnya berkisar antara 50-60% (27). Limbah kulit kopi tersebut belum dimanfaatkan secara baik dan

optimal. Hal ini terlihat dari menumpuknya limbah kulit kopi di sekitar pabrik dan perkebunan rakyat. Limbah kulit kopi mengandung bahan organik dan unsur hara yang potensial untuk digunakan sebagai media. Kadar C-organik kulit buah kopi adalah 45,3%, nitrogen 2,98%, fosfor 0,18 %, dan kalium 2,26% (28). Kulit kopi memiliki kandungan protein kasar 6,67-11,18%; lemak kasar 1,00-2,80%; serat kasar 18,28-21,74%; bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 50,80%, fosfor 0,03%, dan kalsium 0,21% (22), disamping itu kulit kopi juga mengandung zat anti nutrisi, kafein dan tanin (29).

Kandungan nutrien kulit kopi tidak berbeda jauh dibandingkan dengan dedak. kulit kopi, sehingga kulit kopi berpotensi sebagai media fermentasi pembuatan probiotik. Pemanfaatan limbah kulit kopi disamping untuk mengurangi volume bahan agar memudahkan dalam aplikasi serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai media fermentasi dari strain probiotik selanjutnya dievaluasi sebagai pakan aditif pada ayam broiler sebagai growth promoter pengganti antibiotik. Adapun strain probiotik yang digunakan adalah *Bacillus sp*. dan *Lactobacillus sp*. Penggunaan *Bacillus sp*. karena kemampuannya sebagai probiotik menghasilkan enzim, sedangkan *Lactobacillus sp.* mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam laktat. Hasil fermentasi dilakukan pembuatan *probiotic powd*er agar mudah diaplikasikan pada ternak.

2. Target dan Luaran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pakan aditif pengganti antibiotik sehingga ayam broiler mempunyai produktivitas tinggi dan karkas yang dihasilkan aman dari residu antibiotik.

3. Metodologi

a. Persiapan kulit kopi sebagai media fermentasi

Kulit kopi dikeringkan dan kemudian dihaluskan menggunakan disk mill, selanjutnya ditimbang sebanyak 1 kg pada masing-masing unit percobaan, lalu ditambahkan molases sebanyak 3% dari berat kulit kopi, dan aquades 492,5 ml sesuai metode (22).

b. Pelaksanaan Penelitian dan Rancangan Percobaan

Perlakuan adalah penggunaan single strain dan multi strain probiotik sebagai berikut: P0 (kontrol): kulit kopi + 3% molases (tanpa probiotik), P1: kulit kopi + 3% molases + single strain probiotik *Bacillus sp*., P2: kulit kopi + 3% molases + single strain probiotik *Lactobacillus sp*., dan P3: kulit kopi + 3% molases + multi strain probiotik *Bacillus sp*. dan *Lactobacillus sp*. Semua bahan sesuai perlakuan diaduk hingga homogen lalu dimasukkan ke dalam *plastic sealer*, dipadatkan sepadat mungkin dengan cara ditekan, supaya tidak ada ruang untuk oksigen. Hal tersebut dilakukan untuk mencegah oksigen masuk yang akan menghambat proses fermentasi. Setelah dipadatkan plastik ditutup rapat dengan menggunakan *vacuum sealer* (30). Plastik diletakkan di tempat tertutup, supaya tidak terkena panas dan hujan. Penyimpanan dilakukan dengan suhu ruang, selama 21 hari. Selanjutnya hasil fermentasi dijadikan *probiotic powder* menggunakan teknik *freeze drying* sesuai metode (31).

Penelitian in vivo penerapan *probiotic powder* menggunakan 80 ekor ayam broiler strain *Hubbard* umur 1 hari. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu: P0 pakan standar (tanpa probiotik), P1: pakan standar + 0,4% probiotic powder single strain (*Bacillus sp*.), P2: pakan standar + 0,4% *probiotic powder single strain* (*Lactobacillus sp*.), dan P3: pakan standar + 0,4% *probiotic powder multi strain* (*Bacillus sp.* dan *Lactobacillus sp*.).

Penelitian menggunakan empat kali ulangan dan setiap ulangan 5 ekor. Penelitian dilakukan selama 5 minggu, dari umur ayam 1 hari sampai umur ayam 35 hari. Kandang yang digunakan berupa kandang ayam broiler dilengkapi dengan tempat pakan dan minum untuk memberikan pakan dan air minum secara ad libitum. Bahan pakan yang digunakan adalah jagung, dedak padi, bungkil kedelai, tepung ikan, CaCO3, premix, dan DL metionin (Shandong Nhu Amino Acid Co. LTD). Pakan yang digunakan disusun berdasarkan kebutuhan untuk ayam boiler (40) dengan energi metabolisme

sebesar 3000 kcal/kg, protein kasar 21%, lemak kasar 5%, dan serat kasar 5%. Untuk mengetahui efek probiotic powder sebagai growth promoter pada akhir penelitian dilakukan pengujian dengan parameter adalah konsumsi pakan (41), setiap minggu dilakukan penimbangan pertambahan bobot badan, dan konversi pakan (42).

c. Ethical Clearance

Pemeliharaan ayam dilakukan sesuai dengan pedoman Komite Etik Politeknik Negeri Jember.

d. Analisis Statistik

Data dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) dengan signifikansi pada P<0.05 dan jika terdapat perbedaan signifikan dilanjutkan dengan uji Duncan.

4. Pembahasan

Performa pertumbuhan ayam broiler dengan pemberian perlakuan dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsumsi Pakan Ayam Broiler dengan Perlakuan Single dan Multi-strain Probiotik

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
P0	1526,8	1591,3	1584,3	1527,1	1518,9	1549,7[c]
P1	1454,4	1591,26	1584,3	1527,1	1518,9	1531,1[b]
P2	1431,7	1467,04	1649,3	1582,4	1530,7	1532,2b
P3	1397,7	1370,9	1561,7	1531,5	1566,2	1485,7[a]

Keterangan: superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan

Hasil analisis statistik menunjukkan konsumsi terdapat penurunan konsumsi pakan pada penggunaan probiotik *single* maupun *multi-strain* (P1, P2, dan P3) dibandingkan dengan P0 (tanpa probiotik). Penggunaan probiotik dapat meningkatkan fungsi barier usus dengan *toll-like receptors* pada sel epitel untuk mengaktifkan protein kinase C (14), yang menghasilkan penebalan pada *tight junction*. Mekanisme tersebut berfungsi untuk menghambat enteropatogen untuk menginfeksi lewat sel epitel usus, hal ini mengakibatkan pakan dapat dicerna dan diabsorpsi secara optimal sehingga menurunkan konsumsi pakan [3] [4] [5].

Strain probiotik *Lactobacillus* dan *Bacillus* mampu meningkatkan populasi bakteri menguntungkan penghasil asam laktat dan asam lemak rantai pendek (*short-chain fatty acids).* Seperti asetat, propionat, dan butirat. Asam lema rantai pendek berperan sebagai sumber energi langsung bagi enterosit (butirat), memperkuat epitel usus dan meningkatkan luas permukaan penyerapan (*villus height* dan crypt depth), memicu sekresi hormon-hormon usus yang terkait regulasi nafsu makan. Peningkatan energi endogen dan pemenekan bakteri patogen seperti *Eschericia coli*, *Clostridium*, dan *Salmonella*, akibatnya, kondisi usus lebih stabil sehingga energi yang biasanya digunakan tubuh untuk respons inflamasi dapat dialihkan ke pertumbuhan sehingga ayam membutuhkan lebih sedikit pakan untuk mencapai pertumbuhan yang sama.

Probiotik *Bacillus subtilis* dan *Lactobacillus sp* menghasilkan enzim amilase (untuk pencernaan pati), protease (untuk pencernaan protein), lipase (untuk pencernaan lemak), selulase dan xilanase (untuk pemecahan serat struktural). Produksi enzim ini menyebabkan pati lebih cepat dalam proses pemecahan karbohidrat menjadi glukosa, hidrolisis protein menjadi asam amino esensial, dan pemecahan lemak menjadi asam lemak bebas dan monogliserida. Hal ini menyebabkan penyerapan nutrien menjadi lebih efisien sehingga kebutuhan pakan menurun tanpa mengurangi energi yang tersedia.

Probiotik mampu memengaruhi sekresi hormon gastrointestinal *cholecystokinin* untuk menginduksi rasa kenyang, peptide YY akan memperlambat pengosongan usus, dan glucagon-like peptide-1 yang meningkatkan efisiensi metabolisme energi. Peningkatan hormon ini tidak mengurangi performa, karena tubuh telah menyerap nutrien dengan lebih efektif, ayam merasa kenyang lebih lama meski makan sedikit, tetapi pertumbuhannya tetap optimal.

Probiotik menyebabkan perbaikan integritas mukosa, meningkatkan ekspresi *tight junction (occludin, claudin)*, menurunkan permeabilitas usus (*intestinal leakage*), mengurangi inflamasi dan peradangan subklinis, sehingga energi yang digunakan untuk respon imun dialihkan untuk pertumbuhan jaringan otot. Efisiensi pakan meningkat, konsumsi pakan menurun secara fisiologis.

Probiotik juga memproduksi vitamin dan metabolit, yaitu vitamin B kompleks (B2, B6, B12), Vitamin K, asam amino esensial (arginin, lisin). Vitamin dan metabolit ini meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan protein. Ayam tidak memerlukan konsumsi pakan berlebih untuk memenuhi kebutuhan mikronutrien.

Probiotik menurunkan viskositas digesta melalui produksi enzim non-pati polisakarida (NSP-enzymes), ekskreta lebih cair, transit time lebih efisien, dan nutrien lebih banyak yang terserap sebelum terbuang. Hal ini menyebabkan efisiensi penyerapan meningkat sehingga konsumsi pakan menurun secara alami.

Efek probiotik *single* maupun *multi-strain* terhadap pertambahan bobot badan dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertambahan Bobot Badan Ayam Broiler dengan Perlakuan Single dan Multi-strain Probiotik

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
P0	1387,76	1453,78	1479,36	1488,02	1482,02	1458,19[a]
P1	1415,9	1521,3	1498,6	1580,1	1544,6	1512,13[c]
P2	1494,3	1428,8	1513,7	1544,72	1497,2	1495,8[b]
P3	1559,9	1534,8	1524,2	1593,8	1528,1	1548,2[d]

Keterangan: superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan

Pertambahan bobot badan ayam dengan penggunaan probiotik meningkat signifikan ($p<0.05$). Probiotik *Lactobacillus, Bacillus subtilis, B. licheniformis, Enterococcus faecium*, dan *Bifidobacterium* memodulasi mikrobiota usus melalui kolonisasi cepat pada jejunum dan ileum, produksi metabolit antibakteri (bakteriosin, asam laktat), dan penekanan patogen (*Clostridium perfringens, Salmonella, E. coli*), menyebabkan pengurangan endotoksin dan inflamasi. Brkurangnya patogen, maka energi tubuh tidak digunakan untuk respons imun, sehingga lebih banyak nutrien yang dapat dialihkan ke pertumbuhan jaringan otot dan bobot badan.

Probiotik mampu memperbaiki morfologi usus melalui peningkatan tinggi vili (*villus height*/VH), penurunan kedalaman kripta (*crypt depth*/CD), peningkatan rasio VH/CD mengakibatkan luas permukaan penyerapan meningkat, efisiensi transfer nutrien dari lumen ke darah meningkat, dan penyerapan energi, protein, mineral, dan vitamin meningkat. Usus dapat menyerap nutrien optimal sehingga bobot badan meningkat.

Probiotik dapat menekan inflamasi (IL-6, TNF-α menurun), meningkatkan antibodi (IgA, IgG), mencegah gangguan pencernaan (necrotic enteritis, disbiosis) sehingga energi dialokasikan pada pembentukan jaringan otot, pertumbuhan organ, dan peningkatan bobot badan.

Efek probiotik *single* maupun *multi-strain* terhadap konversi pakan dicantumkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Konversi Pakan Ayam Broiler dengan Perlakuan Single dan Multi-strain Probiotik

Perlakuan	Ulangan					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
P0	1,60	1,68	1,57	1,52	1,56	1,59[c]
P1	1,49	1,53	1,53	1,62	1,55	1,56[b]
P2	1,55	1,58	1,53	1,46	1,53	1,55[b]
P3	1,49	1,42	1,57	1,55	1,50	1,51[a]

Keterangan: superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan signifikan

Penggunaan single strain dan multi-strain probiotik menurunkan konversi pakan dibandingkan dengan kontrol ($p<0.05$). Defek probiotik adalah ketersediaan energi metabolik meningkat, nitrogen terserap lebih efisien, lemak dan karbohidrat lebih optimal dimanfaatkan, sehingga setiap gram nutrien pakan lebih banyak nutrien terserap, hal ini menjelaskan terjadinya penurunan konversi pakan. Beberapa strain probiotik mensintesis metabolit yang berperan dalam memaksimalkan utilisasi nutrien, mempercepat pertumbuhan jaringan, dan menurunkan kebutuhan energi untuk detoksifikasi sehingga efisiensi pakan meningkat karena nutrien tidak terbuang.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi penelitian ini dapat disimpulkan single dan multi-strain probiotik yang ditumbuhkan pada media kulit kopi terfermentasi efektif untuk digunakan sebagai growth promoter pada ayam broiler. Merupakan jawaban atas tujuan penelitian dan ringkasan hasil penelitian. Kesimpulan disajikan secara singkat dan jelas (dengan data

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Politeknik Negeri Jember yang telah memberikan pendanaan penelitian melalui skema Penelitian Terapan Produk Vokasi tahun 2025.

7. Daftar Pustaka

[1] Ronquillo MG, Hernandez JCA. Antibiotic and synthetic growth promoters in animal diets: review of impact and analytical methods. Food Control. 2017;72:255–67.

[2] Lange K, Buerger M, Stallmach A, Bruns T. Effects of antibiotics on gut microbiota. Dig Dis. 2016;34(3):260–8.

[3] Gadde U, Kim WH, Oh ST, Lillehoj HS. Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. Anim Heal Res Rev. 2017;18(1):26–45.

[4] Mehdi Y, Létourneau-Montminy M-P, Gaucher M-L, Chorfi Y, Suresh G, Rouissi T, et al. Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. Anim Nutr. 2018;4(2):170–8.

[5] Utami MMD, Dewi AC, Ningsih N. Potential of tamarind seeds (Tamarindus indica L.) as prebiotics on the growth of lactic acid bacteria. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing; 2022. p. 12017.

[6] Ballo EM, Kallau N, Ndaong NA. Kajian review resistensi Escherichia coli terhadap antibiotik β-laktam dan aminoglikosida pada ternak ayam dan produk olahannya di Indonesia. J Vet Nusant. 2022;5(1):101–21. 2018;97(11):3807–15.

[7] Al-Khalaifah HS. Benefits of probiotics and/or prebiotics for antibiotic-reduced poultry. Poult Sci. 2018;97(11):3807–15.

[8] Gou H-Z, Zhang Y-L, Ren L-F, Li Z-J, Zhang L. How do intestinal probiotics restore the intestinal barrier? Front Microbiol. 2022;13:929346.

[9] Indira M, Venkateswarulu TC, Abraham Peele K, Nazneen Bobby M, Krupanidhi S. Bioactive molecules of probiotic bacteria and their mechanism of action: a review. 3 Biotech. 2019;9(8):306.

[10] Yi R, Pan Y, Long X, Tan F, Zhao X. Enzyme producing activity of probiotics and preparation of compound enzyme. J Chem. 2020;2020(1):9140281.

[11] Utami MMD, Wahyono ND. Supplementation of probiotic and prebiotic on the performance of broilers. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2018;207(1).

[12] Utami MMD. Efek Sinbiotik Bacillus subtilis dan Biji Asam (Tamarindus indica L.) terhadap Kualitas Fisik Daging dan Lemak Abdominal Ayam Broiler. J Ilmu dan Teknol Peternak Trop. 2021;8(3).

[13] Prabhurajeshwar C, Chandrakanth K. Evaluation of antimicrobial properties and their substances against pathogenic bacteria in vitro by probiotic Lactobacilli strains isolated from commercial yoghurt. Clin Nutr Exp. 2019;23:97–115.

[14] Saumi N, Yulia N, Rubiyanti R. Pengaruh Waktu Penyimpanan dalam Suhu Ruang terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Ubi Jalar Oranye (Ipomea batatas L.). In: Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian Volume 3. 2023.

[15] Ayyash MM, Abdalla AK, AlKalbani NS, Baig MA, Turner MS, Liu S-Q, et al. Invited review: Characterization of new probiotics from dairy and nondairy products—Insights into acid tolerance, bile metabolism and tolerance, and adhesion capability. J Dairy Sci. 2021;104(8):8363–79.

[16] Van Zyl WF, Deane SM, Dicks LMT. Molecular insights into probiotic mechanisms of action employed against intestinal pathogenic bacteria. Gut Microbes. 2020;12(1):1831339.
[17] Negm GES. Classification, antimicrobial potential, industrial applications and probiotic capability of lactic acid bacteria: A review article. Res J Appl Sci. 2018;13(12):742–57.
[18] Śliżewska K, Chlebicz-Wójcik A. Growth kinetics of probiotic Lactobacillus strains in the alternative, cost efficient semi-solid fermentation medium. Biology (Basel). 2020;9(12):423.
[19] Nguyen D, Khanal SK. A little breath of fresh air into an anaerobic system: How microaeration facilitates anaerobic digestion process. Biotechnol Adv. 2018;36(7):1971–83.
[20] Sharif M, Zafar MH, Aqib AI, Saeed M, Farag MR, Alagawany M. Single cell protein: Sources, mechanism of production, nutritional value and its uses in aquaculture nutrition. Aquaculture. 2021;531:735885.
[21] Allikian K, Edgar R, Syed R, Zhang S. Fundamentals of fermentation media. Essentials Ferment Technol. 2019;41–84.
[22] Septian MH, Idayanti RW. Pengaruh Penambahan Probiotik Mix Culture Pada Fermentasi Anaerob Kulit Kopi Terhadap Kadungan Serat Kasar, Dan Protein Kasar. Agrivet J Ilmu-Ilmu Pertan dan Peternak (Journal Agric Sci Veteriner). 2022;10(2).
[23] Tampubolon J, Ginting A, Nainggolan HL, Tarigan JR. Indonesian coffee development path: production and international trade. Asian J Agric Extension, Econ Sociol. 2023;41(12):316–28.
[24] Wibowo A. Potensi dan tantangan kopi di era milenial. War Pus Penelit Kopi Dan Kakao Indones. 2019;21(2):16–23.
[25] Dewi DM, Hartatie D, Supriyadi S, Harlianingtyas I, Cahyaningrum DG. Aplikasi Kompos Limbah Kulit Kopi Terhadap Bibit Kopi Arabika Var. Komasti (Coffea arabica L.). In: Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture. 2022. p. 169–79.
[26] Hartatie D, Setyoko U, Handayani HT. Increasing Robusta Coffee Production Through a Rejuvenation Agrotechnology System in The Politeknik Negeri Jember Collection Garden. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing; 2024. p. 12016.
[27] Tamilselvan K, Sundarajan S, Ramakrishna S, Amirul A-AA, Vigneswari S. Sustainable valorisation of coffee husk into value added product in the context of circular bioeconomy: Exploring potential biomass-based value webs. Food Bioprod Process. 2024;
[28] Nurjannah N, Afdatullah L, Abdullah DN, Jaya F, Ifa L. Pembuatan pupuk organik padat dengan cara aerob. J Chem Process Eng. 2019;4(2):90–6.
[29] Murib S, Najoan M, Bagau B, Untu IM. Pengaruh substitusi dedak halus dengan tepung kulit kopi dalam ransum terhadap performa broiler. ZOOTEC. 2016;36(1):218–25.
[30] Pulungan MH, Dewi IA, Rahmah NL, Perdani CG, Wardina K, Pujiana D. Teknologi pengemasan dan penyimpanan. Universitas Brawijaya Press; 2018.
[31] Sumanti D, Kayaputri IL, Hanidah I-I, Sukarminah E, Giovanni A. Pengaruh konsentrasi susu skim dan maltodekstrin sebagai penyalut terhadap viabilitas dan karakteristik mikroenkapsulasi suspensi bakteri Lactobacillus plantarum menggunakan metode freeze drying. J Penelit Pangan (Indonesian J Food Res. 2016;1(1).