

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Burung Puyuh

Burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) merupakan unggas darat yang memiliki potensi besar untuk dibudidayakan sebagai penghasil telur dengan ukuran tubuh kecil, pemakan biji-bijian dan serangga kecil (Hossain *et al.*, 2024). Perbedaan antara burung puyuh jantan dan betina dapat dilihat dari tampilan fisik luar yang terlihat. Burung puyuh betina memiliki warna bulu coklat dengan bintik coklat lebih tua pada bagian leher dan dada, sedangkan burung puyuh jantan memiliki warna bulu seragam berwarna coklat muda (Lokapirnasari, 2017). Burung puyuh memiliki keunggulan berupa umur pertama bertelur yang relatif dini, yaitu sekitar 40–50 hari, sehingga dapat memasuki fase produksi lebih cepat dibandingkan banyak jenis unggas produksi lainnya (Khadiga *et al.*, 2016).

Burung puyuh mampu memproduksi telur hingga 129-143 butir selama 6 bulan (Lukanov *et al.*, 2018). Burung puyuh mulai menghasilkan telur pada umur sekitar 42 hari dan mencapai puncak produksi pada umur 17 minggu dengan persentase produksi sebesar 86% (Farzin dan Seraj, 2022; Kaye *et al.*, 2017). Burung puyuh dapat diafkir ketika umurnya mencapai 18 bulan (Lokapirnasari, 2017). Puyuh petelur yang telah mengalami penurunan kemampuan produksi telur dimanfaatkan sebagai sumber daging untuk dikonsumsi. (Widjastuti dan Sujana, 2022).

2.2. Kebutuhan Nutrisi Burung Puyuh

Ransum merupakan campuran bahan pakan yang diformulasikan secara seimbang untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ternak selama 24 jam (Belkhanchi *et al.*, 2023). Pakan termasuk salah satu aspek yang sangat penting dalam industri peternakan. Biaya pakan dibutuhkan sekitar 60-70% dari total biaya dalam industri peternakan (Chia *et al.*, 2019). Komposisi dan kandungan pakan perlu disesuaikan dengan kebutuhan fase fisiologisnya (Djulardi, 2022). Konsumsi pakan harian burung puyuh pada fase *layer* rata-rata berada pada kisaran 24,13 – 24,45 gram/ekor (Sukri *et al.*, 2022). Kebutuhan nutrisi burung puyuh fase *layer* secara lengkap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Nutrisi Burung Puyuh Fase *Layer*

Nutrisi	Kandungan
Kadar Air Maksimal (%)	14,00
Protein Kasar Maksimal (%)	20,00
Lisin (%)	1,00
Metionin dan Sistein (%)	0,70
Kalsium (%)	2,50
Fosfor (%)	0,35
Energi Metabolis Minimal (kkal/kg)	2900,00

Sumber: NRC (1994)

Komponen pakan tidak hanya memengaruhi performa produksi broiler, tetapi juga berperan dalam membentuk morfologi usus, respons imun, dan komposisi mikroflora saluran pencernaan (Sabour *et al.*, 2019). Pakan dapat menjadi salah satu sumber masuknya mikroorganisme ke dalam saluran pencernaan unggas dan berpotensi memengaruhi pembentukan komunitas mikrobiota usus (Haberecht *et al.*, 2020). Ketidakseimbangan nutrisi atau pakan yang tercemar mikroba patogen

dapat menyebabkan penurunan performa produksi, gangguan metabolisme, hingga meningkatnya kolonisasi bakteri merugikan di sekum.

2.3. Aditif Pakan

Aditif pakan adalah bahan tambahan dalam pakan ataupun air minum dengan tujuan meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil produk (Murwani, 2008). Aditif pakan meliputi enzim, probiotik dan prebiotik dapat meningkatkan pertumbuhan dengan meningkatkan penyerapan nutrisi dan meningkatkan kesehatan usus (Wenk, 2003). Aditif pakan terbagi menjadi 2 jenis, yaitu sintetis seperti antibiotik, antioksidan buatan, asam amino sintetis dan aditif alami seperti probiotik, prebiotik, fitogenik, pigmen nabati dan emulsifier alami seperti lesitin (Perera dan Ravindran, 2025).

Penggunaan *Antibiotic Growth Promoter* (AGP) di Indonesia resmi dilarang sejak 1 Januari 2018 melalui Peraturan Menteri Pertanian Nomor 14/PERMENTAN/PK.350/5/2017. Kebijakan ini diterapkan untuk mencegah risiko resistensi antibiotik yang dapat berdampak pada kesehatan manusia. Pasca pelarangan AGP, diperlukan alternatif aditif pakan yang aman namun tetap mampu meningkatkan performa ternak dan menjaga kesehatan usus. Suplementasi probiotik meningkatkan performa pertumbuhan dan memodifikasi mikrobiota usus, sehingga mendukung penggunaannya sebagai alternatif potensial pengganti antibiotik sebagai *growth-promoters* (Jha *et al.*, 2020).

2.4. Probiotik

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang apabila diberikan dalam jumlah sesuai mampu memberikan dampak positif bagi kesehatan inang dengan menyeimbangkan populasi mikroflora dalam saluran pencernaan (Sebouai *et al.*, 2024). Probiotik mampu berperan sebagai aditif pakan yang mampu meningkatkan keseimbangan mikrobiota dalam saluran pencernaan (Murwani, 2008). Penggunaan probiotik dapat menekan laju pertumbuhan bakteri patogen yang membatasi kerja sel epitel mukosa dalam usus sehingga meningkatkan sistem imunitas (Fusco *et al.*, 2023). Probiotik bersaing dalam penentuan tempat reseptor dan keberlangsungan hidup di dalam usus (Plaza-Diaz *et al.*, 2019). Probiotik menghasilkan asam lemak rantai pendek, hidrogen peroksida, dan asam lemak rantai pendek serta asam organik yang mampu mengurangi bakteri patogen dalam usus (Ahire *et al.*, 2021). Pemberian probiotik dapat dilakukan melalui air minum (Azizah *et al.*, 2020). Probiotik BAL memiliki efektivitas sebanding dengan antibiotik tetracycline dalam meningkatkan produktivitas unggas (Fitrah dan Sofieyudin, 2024).

Strain probiotik yang dapat diberikan kepada unggas antara lain *L. plantarum*, *L. brevis*, dan *T. halophilus*. Ketiga strain tersebut termasuk BAL yang merupakan hasil isolat dari makanan fermentasi (Murwani *et al.*, 2024^a). Identifikasi molekuler dan taksonomi probiotik dari *L. plantarum*, *L. brevis*, dan *T. halophilus* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi Molekuler dan Taksonomi Probiotik dari *L. plantarum*, *L. brevis*, *T. halophilus*.

	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	<i>Levilactobacillus brevis</i>	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
Nomor Akses GenBank ¹⁾	OQ195275	OQ195279	OQ195280
Domain ²⁾	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>	<i>Bacteria</i>
Kingdom ²⁾	<i>Bacillati</i>	<i>Bacillati</i>	<i>Bacillati</i>
Filum ²⁾	<i>Bacillota</i>	<i>Bacillota</i>	<i>Bacillota</i>
Kelas ²⁾	<i>Bacilli</i>	<i>Bacilli</i>	<i>Bacilli</i>
Ordo ²⁾	<i>Lactobacillales</i>	<i>Lactobacillales</i>	<i>Lactobacillales</i>
Famili ²⁾	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Enterococcaceae</i>
Genus ²⁾	<i>Lactiplantibacillus</i>	<i>Levilactobacillus</i>	<i>Tetragenococcus</i>
Spesies ²⁾	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	<i>Levilactobacillus brevis</i>	<i>Tetragenococcus halophilus</i>

Sumber: ¹⁾Murwani *et al.*, 2024^a; ²⁾NCBI, 2026^a

Lactiplantibacillus plantarum merupakan salah satu bakteri gram positif berkatalase negatif dengan bentuk batang kokoid, pendek, panjang, tipis, dan halus (Nilchian *et al.*, 2016). *Lactobacillus plantarum* memiliki ketahanan hidup terhadap kondisi saluran pencernaan unggas, termasuk toleransi terhadap pH rendah (pH 3) serta kemampuan bertahan pada paparan garam empedu hingga 5% (Salah *et al.*, 2012). Bakteri *L. plantarum* yang memiliki kemampuan adhesi yang baik pada enterosit unggas, menjadikannya kandidat probiotik efektif dalam kolonisasi usus dan kompetisi dengan bakteri patogen (El-Sharkawy *et al.*, 2025). Bakteri *L. plantarum* memiliki kapasitas antimikroba terhadap bakteri patogen, oportunistik serta sifat anti jamur (Metrouh *et al.*, 2022).

Levilactobacillus brevis merupakan BAL dengan sifat gram positif, berbentuk batang, katalase negative, dan heterofermentative (Somashekaraiah *et al.*, 2021). Strain *L. brevis* juga menunjukkan aktivitas antibakteri yang tinggi terhadap berbagai patogen enterik seperti *enterotoxigenic Escherichia coli*,

enteropathogenic E. coli, *enteroaggregative E. coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, dan *Proteus*, sehingga berpotensi menurunkan risiko infeksi pencernaan pada unggas (Noohi *et al.*, 2021). Bakteri *L. brevis* memproduksi bakteriosin, H₂O₂, asam laktat dan metabolit lain yang menghambat pertumbuhan patogen (Vieco-Saiz *et al.*, 2019). Seluruh isolat *L. brevis* yang diuji bersifat protease-positif dan mampu bertahan pada kondisi asam dan garam empedu (Murwani *et al.*, 2024^b).

Tetragenococcus halophilus merupakan bakteri asam laktat halofilik yang mampu bertahan pada kondisi garam tinggi serta pH ekstrem, sehingga cocok digunakan sebagai kultur starter pada berbagai produk fermentasi bersalinitas tinggi (He *et al.*, 2016). Bakteri *T. halophilus* juga memiliki kemampuan mengurangi tanda peradangan usus dan anti-inflamasi, menjadikannya kandidat probiotik yang menjanjikan (Islam *et al.*, 2022). Strain *T. halophilus* terbukti aman digunakan dalam pangan karena tidak menghasilkan *biogenic amines* dan tidak menunjukkan aktivitas hemolitik, sehingga memenuhi persyaratan keamanan probiotik (Kim *et al.*, 2022).

2.5. Sistem Pencernaan Burung Puyuh

Saluran pencernaan burung puyuh terdiri dari beberapa bagian utama yang bekerja mengolah makanan baik secara mekanik, kimiawi, maupun mikrobiologis (Akoso, 1993; Stevens dan Hume, 1995). Pencernaan pakan oleh burung puyuh dimulai dari paruh, esofagus, tembolok, proventrikulus, ventrikulus, usus halus, sekum, usus besar, dan kloaka (Djulardi, 2022). Saluran pencernaan ternak dihuni oleh banyak jenis mikrobiota dengan komposisi tertentu setiap ternak (Murwani,

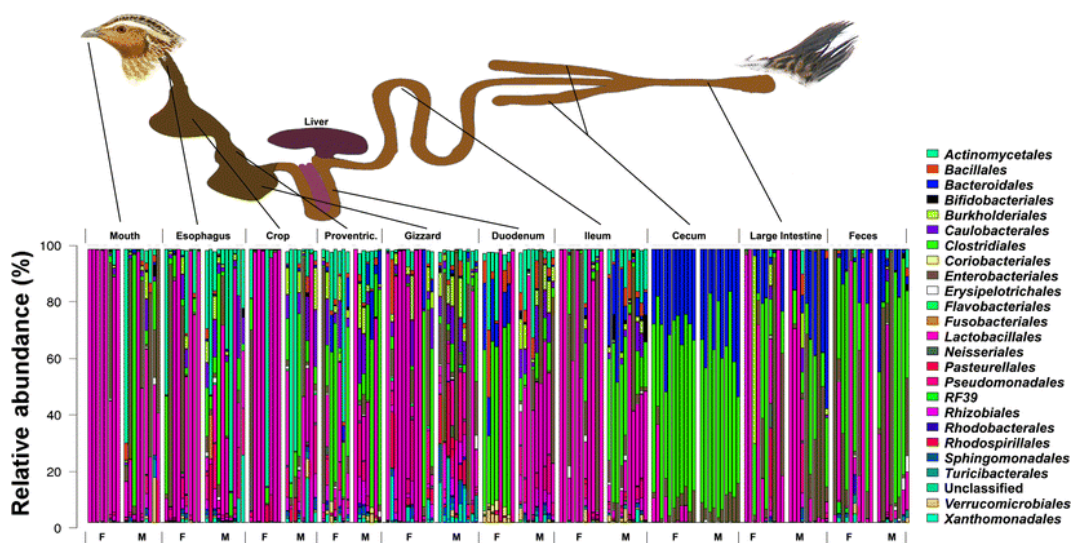
2008). Sekum adalah bagian saluran pencernaan yang terletak diantara usus halus dan rektum (Murwani, 2010). Sekum bekerja memfermentasikan serat kasar dikarenakan tidak adanya enzim pencerna serat kasar pada usus halus (Jha dan Mishra *et al.*, 2021). Kondisi pH pada sekum normal berkisar antara 7,25 – 7,45 (Goiri *et al.*, 2021).

Komunitas mikrobiota di sekum unggas umumnya terdiri dari filum utama seperti *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, dan *Cyanobacteria* (Xiao *et al.*, 2017; Murwani *et al.*, 2026; Gomes *et al.*, 2025). Karbohidrat yang tidak tercerna di dalam sekum difermentasi oleh mikroba sehingga menghasilkan *Short Chain Fatty Acids* (SCFA), termasuk asam asetat dan butirrat (Morgan, 2023). Mikrobiota saluran cerna perlu dijaga keseimbangan untuk memastikan proses pencernaan dan pemanfaatan pakan berlangsung secara optimal. Keseimbangan tersebut tercapai apabila pertumbuhan bakteri patogen dapat ditekan, kondisi saluran cerna berada dalam keadaan baik, serta penyerapan nutrisi berjalan efektif (Murwani, 2008). Situasi ini kemudian berpengaruh positif terhadap efisiensi penggunaan pakan dan kesehatan burung puyuh (Shini dan Bryden, 2021; Widodo *et al.*, 2019).

2.6. Mikroba Saluran Pencernaan

Mikroba saluran pencernaan merupakan komunitas organisme hidup yang berperan penting dalam menjaga kesehatan dan fungsi fisiologis unggas, termasuk burung puyuh. Mikroba mengkolonisasi seluruh bagian saluran pencernaan mulai dari tembolok hingga sekum, namun jumlah dan komposisinya berbeda pada setiap

segmen (Wilkinson *et al.*, 2016). Komposisi mikrobiota pada setiap segmen saluran pencernaan burung puyuh disajikan pada Ilustrasi 1. Sekum merupakan bagian pencernaan dengan kepadatan dan keragaman mikroba tertinggi (Du *et al.*, 2020; Murwani *et al.*, 2025; Gomes *et al.*, 2025). Populasi mikrobiota di dalam sekum dapat mencapai 10^{11} CFU/g digesta (Albazaz dan Bal, 2014).



Ilustrasi 1. Komposisi Mikrobiota pada Setiap Segmen Saluran Pencernaan Burung Puyuh (Wilkinson *et al.*, 2016).

Komposisi mikrobiota dalam sekum sangat dipengaruhi oleh jenis dan kualitas pakan, pemberian probiotik, serta umur ternak. Pakan dengan kandungan serat atau protein tertentu dapat mengubah pola fermentasi dan mempengaruhi dominansi mikroba tertentu (Singh dan Kim, 2021). Pemberian probiotik mampu meningkatkan jumlah bakteri menguntungkan seperti BAL yang kemudian menekan perkembangan bakteri patogen (Zhang *et al.*, 2025). Umur burung puyuh menentukan kestabilan komunitas mikroba, di mana individu yang lebih muda cenderung memiliki mikrobiota yang lebih fluktuatif dibandingkan puyuh fase

layer (Gomes *et al.*, 2025). Perubahan pada faktor-faktor tersebut dapat memengaruhi keseimbangan antara mikroba menguntungkan dan bakteri patogen. Keseimbangan tersebut akan berdampak terhadap kesehatan pencernaan hingga performa produksi. Beberapa kelompok bakteri seperti bakteri asam laktat dan *E. coli* dapat digunakan sebagai indikator kesehatan saluran pencernaan pada unggas (El-Kholy dan El-Ratel, 2025).

2.6.1. Bakteri asam laktat

Tabel 3. Taksonomi BAL

Domain	<i>Bacteria</i>		
Kingdom	<i>Bacillati</i>		
Filum	<i>Bacillota</i>		
Kelas	<i>Bacili</i>		
Ordo	<i>Lactobacillales</i>		
Famili	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>Leuconostocaceae</i>
	<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Streptococcaceae</i>	<i>aerococcaceae</i>
	<i>Carnobacteriaceae</i>	<i>Carnobacteriaceae</i>	<i>Carnobacteriaceae</i>
	<i>Enterococcaceae</i>	<i>lactobacillaceae</i>	<i>Enterococcaceae</i>
	<i>Enterococcaceae</i>	<i>lactobacillaceae</i>	
Genus	<i>Lactobacillus</i>	<i>Carnobacterium</i>	<i>Dolosigranulum</i>
	<i>Pediococcus</i>	<i>Lactococcus</i>	<i>Leuconostoc</i>
	<i>Alloiococcus</i>	<i>Oenococcus</i>	<i>Aerococcus</i>
	<i>Enterococcus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Tetragenococcus</i>
	<i>Vagococcus</i>		

Sumber: NCBI, 2026^b

Bakteri Asam Laktat merupakan kelompok bakteri gram positif yang memiliki sifat anaerob fakultatif, tidak berspora, tidak menghasilkan enzim katalase, dan mampu menghasilkan asam laktat melalui proses fermentasi (Monika *et al.*, 2021). Bakteri *E. coli* mampu hidup di lingkungan pada rentang suhu 20 – 44°C dan pH 6 – 7 , serta mampu hidup pada pH lebih rendah sekitar 3 – 5 (Yang *et al.*, 2018; Reda *et al.*, 2018). Jenis BAL yang menghasilkan asam laktat dengan

mengubah fruktosa menjadi asam laktat disebut BAL homofermentatif, sedangkan jenis BAL yang menghasilkan berbagai senyawa seperti asam laktat, asam asetat, karbondioksida, etanol, dan metanol disebut BAL heterofermentatif (Stephen dan Saleh, 2023). Sekum burung puyuh mengandung bakteri *Lactobacillus* sekitar $6,61 \times 10^5 - 7,08 \times 10^7$ CFU/g pada umur 3 bulan (Nour *et al.*, 2021).

2.6.2. Bakteri *Escherichia coli*

Tabel 4. Taksonomi Bakteri *E.coli*

Domain	<i>Bacteria</i>
Kingdom	<i>Pseudomonadati</i>
Filum	<i>Pseudomonadota</i>
Kelas	<i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	<i>Enterobacteriales</i>
Famili	<i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	<i>Escherichia</i>
Spesies	<i>Escherichia coli</i>

Sumber: NCBI (2026) ^c

Bakteri *E.coli* merupakan bakteri yang bersifat gram negatif berbentuk silinder batang yang normal dalam saluran pencernaan (Rutherford *et al.*, 2021; Tavaddod dan Manesh, 2016). Bakteri *E. coli* mampu hidup di lingkungan pada rentang suhu 10 – 40°C dan pH 4,5 – 9,5 dengan kondisi optimum pada suhu 37°C dan pH 7 (Basavaraju dan Gunashree, 2022). Bakteri *E.coli* yang tidak bersifat patogen berkontribusi membantu memecah dan mencerna makanan, serta membantu sel inang dalam melawan patogen saluran gastrointestinal (Febriyani *et al.*, 2024). Bakteri *E.coli* memiliki beberapa strain yang bersifat patogen seperti *Avian Pathogenic Escherichia coli* (APEC) yang dapat menyebabkan infeksi secara lokal maupun sistemik yang disebut kolibasilosis (Suhendi *et al.*, 2024). Rata-rata

populasi *E. coli* pada sekum burung puyuh pada umur 7 hari adalah 4,84 log CFU/g (Hafsa dan Hassan, 2022). Selain itu, sekum burung puyuh mengandung bakteri *E. coli* sekitar $4,36 \times 10^4 - 1,55 \times 10^6$ CFU/g pada umur 3 bulan (Nour *et al.*, 2021).

2.6.3. Coliform

Tabel 5. Taksonomi Bakteri Coliform

Domain	<i>Bacteria</i>
Kingdom	<i>Pseudomonadati</i>
Filum	<i>Pseudomonadota</i>
Kelas	<i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	<i>Enterobacteriales</i>
Famili	<i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	<i>Escherichia</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Klebsiella</i> , dan <i>Citrobacter</i>

Sumber: NCBI (2026)^d

Bakteri coliform merupakan kelompok bakteri gram negatif patogen yang sering digunakan sebagai indikator kebersihan dan sanitasi pada sistem peternakan (Lusandika *et al.*, 2017). Mikroba ini tergolong anaerob fakultatif dengan bentuk batang pendek, berukuran sekitar 2 μm , serta mampu berkembang membentuk koloni berbentuk bundar (Afonso *et al.*, 2025). Coliform dapat tumbuh optimal pada suhu 25–35°C dan memiliki kemampuan memfermentasi laktosa menjadi asam serta menghasilkan gas (Wiliantari *et al.*, 2018). Sekum burung puyuh fase *layer* memiliki jumlah bakteri coliform berkisar antara $1,20 \times 10^2$ hingga $2,30 \times 10^7$ CFU/g (Nour *et al.*, 2021).

2.6.4. *Salmonella*

Tabel 6. Taksonomi Bakteri *Salmonella*

Domain	<i>Bacteria</i>
Kingdom	<i>Pseudomonadati</i>
Filum	<i>Pseudomonadota</i>
Kelas	<i>Gammaproteobacteria</i>
Ordo	<i>Enterobacteriales</i>
Famili	<i>Enterobacteriaceae</i>
Genus	<i>Salmonella</i>

Sumber: NCBI (2026) ^e

Bakteri *Salmonella* merupakan bakteri gram negatif dengan sifat anaerob fakultatif, dilengkapi flagela sehingga mampu bergerak aktif (Hardianto, 2019). Bakteri *Salmonella*, seperti *Salmonella gallinarum* dikenal sebagai mikroorganisme patogen (Le-Bouquin *et al.*, 2020) yang dapat berkembang biak di dalam saluran pencernaan burung puyuh (Teixeira *et al.*, 2020). Lingkungan utama bakteri ini adalah saluran pencernaan hewan, di mana infeksi yang ditimbulkannya dapat menyebabkan penyakit (Zelpina *et al.*, 2020). Infeksi yang ditimbulkan, dikenal sebagai salmonellosis, merupakan penyakit menular akibat bakteri dari genus *Salmonella* yang dapat menginfeksi hewan maupun manusia. Sekum burung puyuh fase *layer* mengandung bakteri *Salmonella* sebesar $4,27 \times 10^3$ CFU/g (Abdeldayem *et al.*, 2021).