

**“PERAN PROBIOTIK *LACTOBACILLUS* DALAM PRODUKSI TERNAK
BERKELANJUTAN: TINJAUAN SISTEMATIS TERHADAP EFIKASI BIOLOGIS DAN
PENINGKATAN PERFORMA”**

Riyanto*, Kharisma Putriani, Septian Nur Fauzy, Ayu Cahya Risquna, Setya Budhi Udrayana
Jurusan Peternakan, Politeknik Pembangunan Pertanian Malang
Email : [*ry12101962@gmail.com](mailto:ry12101962@gmail.com)

ABSTRACT

Antibiotic use in livestock production contributes significantly to antimicrobial resistance, creating urgency for more sustainable alternatives. Lactobacillus-based probiotics have been widely explored, but their effectiveness varies depending on livestock species, strain, dosage, and rearing conditions, highlighting the need for comprehensive evaluation. This systematic review aimed to assess the role of Lactobacillus in suppressing pathogenic bacteria, improving animal performance, and its potential as an alternative to antibiotics or antibiotic growth promoters (AGPs). The study applied a Systematic Literature Review approach using the PICO framework and PRISMA guidelines. Literature searches were conducted in Scopus, Web of Science, PubMed, and ScienceDirect, focusing on empirical studies published in the last 10 years. Study quality was assessed using MMAT, and data were synthesized through thematic analysis with NVivo 14. Out of 106 identified records, 61 studies met the inclusion criteria. The findings indicate that Lactobacillus suppresses pathogens through competitive exclusion, acidification of the gut environment, and production of antimicrobial metabolites. Evidence of improved performance was strongest in broilers and pigs, particularly in weight gain and feed efficiency, while layers showed improvements in egg production. However, variability across studies suggests context-dependent outcomes. Overall, Lactobacillus shows strong potential to reduce antibiotic reliance, though further research is needed to standardize applications and validate its effectiveness across production systems.

Keywords: Lactobacillus; probiotics; livestock performance; antimicrobial resistance; antibiotic/AGP alternatives

ABSTRAK

Penggunaan antibiotik dalam produksi ternak berkontribusi besar terhadap resistensi antimikroba, sehingga mendorong kebutuhan akan strategi yang lebih berkelanjutan. Probiotik berbasis *Lactobacillus* telah banyak diteliti, namun efektivitasnya bervariasi tergantung pada jenis ternak, strain, dosis, dan kondisi pemeliharaan, sehingga diperlukan kajian yang komprehensif. Kajian sistematis ini bertujuan untuk menilai peran *Lactobacillus* dalam menekan bakteri patogen, meningkatkan performa ternak, serta potensinya sebagai alternatif antibiotik atau antibiotic growth promoters (AGP). Penelitian menggunakan metode Systematic Literature Review dengan kerangka PICO dan pelaporan PRISMA. Pencarian literatur dilakukan melalui Scopus, Web of Science, PubMed, dan ScienceDirect, dengan kriteria inklusi berupa studi empiris dalam 10 tahun terakhir. Kualitas studi dinilai menggunakan MMAT dan dianalisis secara tematik menggunakan NVivo 14. Dari 106 rekaman yang diidentifikasi, sebanyak 61 studi memenuhi kriteria inklusi. Hasil sintesis menunjukkan bahwa *Lactobacillus* mampu menekan patogen melalui eksklusi kompetitif, penurunan pH usus, serta produksi metabolit antimikroba. Bukti peningkatan performa paling kuat ditemukan pada broiler dan babi, terutama dalam peningkatan bobot badan dan efisiensi pakan, sedangkan pada ayam petelur terlihat peningkatan produksi telur. Namun, variasi hasil antar studi menunjukkan bahwa efektivitasnya sangat bergantung pada konteks. Secara keseluruhan, *Lactobacillus* memiliki potensi besar untuk mengurangi ketergantungan terhadap antibiotik, meskipun masih diperlukan penelitian lanjutan untuk standarisasi penggunaan dan validasi lintas sistem produksi.

Kata kunci: *Lactobacillus*; probiotik; performa ternak; resistensi antimikroba; alternatif antibiotik/AGP

PENDAHULUAN

Antibiotik telah menjadi komponen penting dalam produksi ternak modern untuk meningkatkan kesehatan hewan dan performa pertumbuhan, tetapi pemakaian yang luas ini juga menimbulkan tantangan global besar terkait resistensi antimikroba (AMR). Menurut World Health Organization (WHO), resistensi antimikroba merupakan salah satu ancaman kesehatan masyarakat terbesar di dunia, dengan sekitar 1,27 juta kematian langsung akibat infeksi bakteri resisten pada 2019 dan kontribusi terhadap hampir 4,95 juta kematian akibat penyakit infeksi secara keseluruhan (World Health Organization, 2025). Selain itu, diperkirakan penggunaan antibiotik dalam produksi hewan global mendominasi total penggunaan antibiotik, dengan angka sekitar 70% dari semua antibiotik yang digunakan pada ternak, yang berkontribusi terhadap seleksi bakteri resisten yang dapat menyebar melalui makanan dan lingkungan (Our World in Data, 2025). Proyeksi terbaru bahkan memperkirakan bahwa total penggunaan antibiotik di sektor peternakan bisa meningkat hampir 30% menjelang 2040 jika tidak ada intervensi strategis untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi kebutuhan antibiotik (Food and Agriculture Organization, 2025). Tingginya penggunaan antibiotik dalam sistem produksi ternak intensif juga merupakan faktor penting dalam meningkatnya prevalensi bakteri patogen yang resisten terhadap obat, memicu kekhawatiran lintas sektor yang melibatkan kesehatan hewan, manusia, dan ekosistem.

Urgensi menanggulangi ketergantungan terhadap antibiotik dalam produksi hewan semakin jelas karena dampaknya bersifat multidimensi, mencakup aspek kesehatan, ekonomi, dan keberlanjutan. Ketergantungan pada antibiotik sebagai pemberi pertumbuhan sub-terapeutik dan pencegah penyakit telah dikaitkan dengan peningkatan risiko resistensi dalam bakteri patogen yang dapat berpotensi menginfeksi manusia dan hewan lain, serta menurunkan efektivitas terapi antibiotik klinis di masa depan (World Health Organization, 2025). Selain itu,

residu antibiotik yang tersisa dalam produk ternak seperti daging dan susu dapat menimbulkan kekhawatiran konsumen dan menurunkan kepercayaan pasar terhadap produk hewani. Perubahan pola produksi dan regulasi di berbagai negara juga menunjukkan bahwa pendekatan alternatif untuk meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak tanpa tergantung pada antibiotik sangat diperlukan. Secara ekonomi, biaya pengobatan penyakit yang semakin resisten dan kerugian produksi akibat ketidakefektifan antibiotik semakin membebani industri peternakan dan sistem kesehatan publik.

Berbagai penelitian empiris telah mengeksplorasi penggunaan probiotik sebagai salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan pada antibiotik di sektor peternakan, termasuk penggunaan strain *Lactobacillus*. Probiotik *Lactobacillus plantarum* telah dilaporkan dapat meningkatkan berat badan rata-rata, efisiensi pakan, serta mengurangi kolonisasi patogen seperti *Salmonella* dalam usus ayam broiler (Zhang *et al.*, 2024), menunjukkan potensi dalam menekan bakteri patogen sambil meningkatkan performa produksi. Studi lain menunjukkan bahwa suplemen *Lactiplantibacillus plantarum* pada ayam broiler tidak hanya meningkatkan parameter pertumbuhan tetapi juga meningkatkan kapasitas antioksidan dan respon imun dibandingkan dengan kelompok yang diberi antibiotik pertumbuhan (Yang *et al.*, 2024). Selain itu, penelitian empiris pada ternak sapi feedlot menunjukkan bahwa pemberian probiotik *Lactobacillus* dapat memodifikasi mikrobiota feses yang berkaitan dengan fungsi metabolik penting untuk kesehatan dan pertumbuhan hewan (Scientific Reports, 2022). Meskipun hasil-hasil ini menunjukkan manfaat probiotik, banyak studi masih terbatas pada jenis ternak tertentu, variasi strain probiotik dan kondisi diet, serta kurangnya sintesis bukti empiris yang komprehensif yang menilai efektivitas probiotik *Lactobacillus* sebagai alternatif nyata terhadap antibiotik dalam konteks produksi ternak yang beragam. Riset gap ini menunjukkan perlunya peninjauan

sistematis bukti empirik untuk memahami secara menyeluruh pengaruh spesifik *Lactobacillus* terhadap penekanan patogen, peningkatan performa, dan potensinya dalam menggantikan antibiotik.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara sistematis bukti empiris tentang peran probiotik *Lactobacillus* dalam produksi ternak, termasuk kemampuannya dalam menekan pertumbuhan bakteri patogen, meningkatkan performa produksi, serta potensinya sebagai alternatif pengganti antibiotik. Penelaahan ini penting untuk memperkuat basis ilmiah dalam mendukung perubahan praktik produksi hewan menuju sistem yang lebih berkelanjutan, aman, dan responsif terhadap tantangan resistensi antibiotik, serta memberikan rekomendasi bagi peneliti dan praktisi dalam pemilihan strategi probiotik yang efektif di berbagai konteks produksi hewan.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah *Lactobacillus* termasuk bakteri baik (probiotik) yang mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen, apakah penggunaan probiotik *Lactobacillus* dapat meningkatkan performa (produktivitas atau pertumbuhan) ternak, serta apakah *Lactobacillus* dapat menjadi alternatif pengganti antibiotik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peran *Lactobacillus* sebagai bakteri probiotik dalam menekan pertumbuhan bakteri patogen, meningkatkan performa ternak, serta potensinya sebagai alternatif pengganti

antibiotik. Implikasi dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan *Lactobacillus* sebagai probiotik yang aman dan berkelanjutan guna meningkatkan kesehatan dan produktivitas ternak serta mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan antibiotik.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan desain Systematic Literature Review (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti empiris mengenai peran *Lactobacillus* sebagai probiotik dalam produksi ternak, khususnya dalam menekan bakteri patogen, meningkatkan performa, dan sebagai alternatif antibiotik. Pendekatan SLR dipilih karena mampu menghasilkan sintesis ilmiah yang sistematis, transparan, dan minim bias melalui prosedur pencarian serta seleksi literatur yang terstruktur.

Kerangka penelitian menggunakan pendekatan PICO untuk memastikan fokus kajian, dengan populasi berupa berbagai jenis ternak, intervensi berupa suplementasi *Lactobacillus*, pembanding berupa kontrol atau penggunaan antibiotik, serta outcome yang meliputi penekanan patogen, peningkatan performa, dan kesehatan ternak. Pendekatan penelitian ini menggunakan kerangka *Population, Intervention, Comparison, and Outcome (PICO)* untuk memandu pencarian dan seleksi literatur. Rincian PICO disajikan dalam Tabel 1 berikut:

Komponen	Deskripsi
Population (P)	Ternak produksi (unggas, ruminansia, babi)
Intervention (I)	Probiotik berbasis <i>Lactobacillus</i>
Comparison (C)	Kontrol tanpa probiotik atau antibiotik
Outcome (O)	Patogen, performa, produktivitas, kesehatan

Strategi pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada basis data ilmiah bereputasi internasional, yaitu Scopus, Web of Science, PubMed, dan ScienceDirect, untuk menjamin cakupan literatur yang luas dan berkualitas tinggi. Pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean sebagai berikut:

("Lactobacillus" AND "probiotic*" AND "growth performance" OR "productivity" OR "animal production" AND "feed additive" OR "antibiotic alternative*"). Strategi ini dirancang untuk menangkap studi empiris yang relevan dengan fokus biologis, produktivitas, dan penggantian antibiotik.

Kriteria inklusi dan eksklusi ditetapkan secara ketat untuk menjamin validitas hasil sintesis. Studi yang disertakan harus merupakan penelitian empiris eksperimental atau kuasi-eksperimental, dipublikasikan dalam 10

tahun terakhir, berbahasa Inggris, dan tersedia dalam teks lengkap. Artikel review, meta-analisis, editorial, serta studi non-eksperimental dikecualikan. Rincian kriteria disajikan pada Tabel berikut:

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Penelitian empiris	Artikel review
10 tahun terakhir	< 2015
Bahasa Inggris	Bahasa non-Inggris
Full-text tersedia	Abstrak saja
Fokus <i>Lactobacillus</i>	Probiotik non- <i>Lactobacillus</i>

Proses seleksi literatur dilakukan mengikuti pedoman PRISMA yang mencakup tahap identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi akhir untuk menjamin transparansi pelaporan. Kualitas metodologis studi dinilai menggunakan MMAT, sehingga berbagai desain penelitian dapat dievaluasi secara konsisten berdasarkan relevansi, validitas, dan konsistensi hasil.

Data diekstraksi menggunakan formulir standar yang memuat informasi penting seperti penulis, jenis ternak, strain *Lactobacillus*, desain penelitian, dan temuan utama. Analisis dilakukan secara kualitatif dengan pendekatan tematik

menggunakan NVivo 14 untuk mengidentifikasi pola dan hubungan antar temuan secara sistematis.

Penelitian melibatkan tiga peneliti dengan pembagian tugas yang jelas, mulai dari penyusunan protokol, seleksi dan penilaian studi, hingga analisis dan sintesis hasil. Seluruh proses dilakukan melalui diskusi konsensus untuk meminimalkan bias dan meningkatkan reliabilitas penelitian.

Get smarter responses, upload files and images, and more.

Log in

HASIL

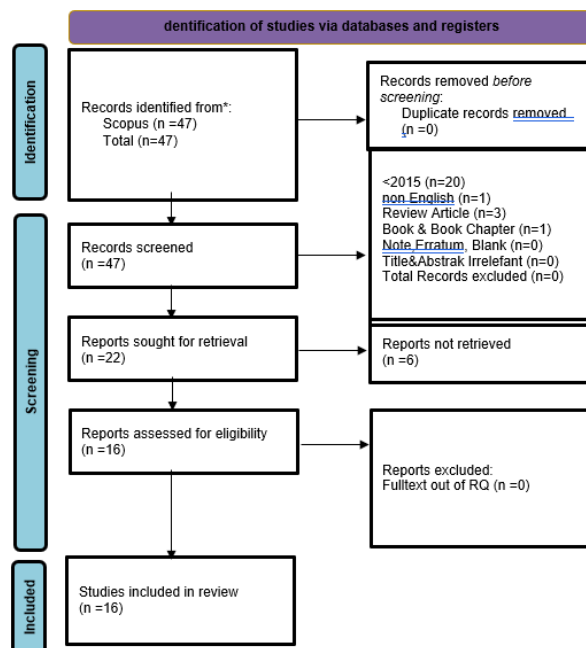


Diagram alur PRISMA ini menggambarkan proses seleksi studi secara sistematis dari tahap identifikasi hingga inklusi akhir dalam tinjauan literatur.

Sebanyak 106 rekaman diidentifikasi melalui basis data Scopus, dan tidak ditemukan duplikasi sehingga tidak ada rekaman yang dihapus pada tahap awal.

Tahap penyaringan judul dan abstrak kemudian dilakukan berdasarkan kriteria inklusi-eksklusi yang ditetapkan, sehingga 32 rekaman dikeluarkan dari proses seleksi, terdiri atas 7 artikel terbit sebelum tahun 2015, 22 artikel berjenis review, 1 buku atau bab buku, 1 short survey, dan 1 prosiding konferensi, sementara tidak ada artikel non-Inggris maupun judul/abstrak yang dinilai tidak relevan. Dari 106 rekaman yang disaring, sebanyak 74 laporan dimintakan untuk pengambilan teks lengkap, namun 13 laporan tidak berhasil diperoleh. Sebanyak 61 laporan selanjutnya dinilai kelayakannya, dan tidak ada laporan yang dikecualikan pada tahap full-text karena seluruhnya sesuai dengan pertanyaan penelitian. Dengan demikian, total 61 studi dimasukkan dalam tinjauan akhir, yang menunjukkan proses seleksi yang transparan dan terstruktur pada setiap tahap.

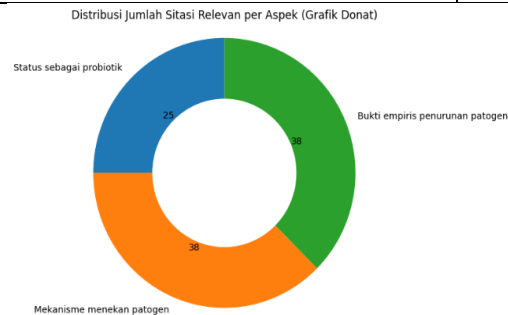
***Lactobacillus* termasuk bakteri baik (probiotik) yang mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen**

Lactobacillus secara luas diklasifikasikan sebagai bakteri baik (probiotik) karena berperan mendukung keseimbangan mikrobiota saluran cerna dan kerap digunakan sebagai agen probiotik dalam pakan, sekaligus memiliki kemampuan menekan pertumbuhan bakteri patogen melalui mekanisme kompetisi ruang dan nutrisi, penurunan pH akibat produksi asam organik, serta pembentukan senyawa antimikroba; bukti mekanistik dan empiris tersebut menguatkan bahwa peningkatan keberadaan *Lactobacillus* berkaitan dengan berkurangnya kolonisasi atau populasi patogen pada saluran pencernaan. Ringkasan bukti dan sitasi pendukung disajikan dalam Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 3. Ringkasan Bukti dan Sitasi tentang *Lactobacillus* sebagai Probiotik yang Menekan Pertumbuhan Bakteri Patogen

Aspek bukti	Deskripsi	Jumlah sitasi relevan	Daftar sitasi
Status sebagai bakteri baik (probiotik)	<i>Lactobacillus</i> diposisikan sebagai mikroba menguntungkan/probiotik dalam sistem pencernaan ternak, dan digunakan dalam formulasi probiotik pakan.	2	Al-abdullatif <i>et al.</i> , (2026); Zhang <i>et al.</i> , (2023)
Mekanisme menekan patogen	Penekanan patogen dijelaskan melalui <i>competitive exclusion</i> , produksi asam laktat yang menurunkan pH (lingkungan tidak menguntungkan bagi mikroba merugikan), serta metabolit antimikroba (mis. bakteriosin/komponen antimikroba).	3	Barbosa <i>et al.</i> , (2023); Wang <i>et al.</i> , (2019); Callaway <i>et al.</i> , (2008)
Bukti empiris penurunan patogen	Studi yang dirangkum menunjukkan penurunan indikator patogen, misalnya kolonisasi <i>E. coli</i> O78 menurun pada saluran pencernaan, dan populasi bakteri patogen menurun ketika <i>Lactobacillus</i> meningkat/diintervensi dalam ekosistem usus.	3	Wang <i>et al.</i> , (2020); Abdel-Hafeez <i>et al.</i> , (2017); Zhang <i>et al.</i> , (2023)
Kesimpulan (unik, gabungan)	Secara keseluruhan, <i>Lactobacillus</i> termasuk probiotik dan didukung bukti mekanistik serta empiris untuk menekan pertumbuhan/kolonisasi bakteri patogen di saluran cerna ternak.	7	Al-abdullatif <i>et al.</i> , (2026); Barbosa <i>et al.</i> , (2023); Zhang <i>et al.</i> , (2023); Wang <i>et al.</i> , (2019); Wang <i>et al.</i> , (2020); Callaway <i>et al.</i> , (2008)

			(2008); Hafeez (2017)	Abdel- et al.,
--	--	--	-----------------------------	-------------------



Gambar 1. Distribusi Jumlah Sitasi Relevan per Aspek Bukti *Lactobacillus* sebagai

Tabel 3 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa *Lactobacillus* secara konsisten diposisikan sebagai bakteri probiotik (bakteri baik) yang memiliki kemampuan menekan pertumbuhan bakteri patogen. Status ini tidak hanya bersifat definisional, tetapi juga fungsional, karena probiotik dalam konteks ternak memang dituntut memiliki aktivitas antimikroba. Dengan demikian, *Lactobacillus* dipahami sebagai agen biologis yang berperan dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus sekaligus mengendalikan patogen, bukan sekadar mikroba komensal biasa.

Secara mekanistik, kemampuan *Lactobacillus* dalam menekan patogen dijelaskan melalui beberapa jalur utama, yaitu eksklusi kompetitif (persaingan ruang dan reseptor), penurunan pH melalui produksi asam laktat, serta produksi senyawa antimikroba seperti bakteriosin. Ketiga mekanisme ini bekerja secara sinergis dalam menciptakan lingkungan usus yang tidak mendukung pertumbuhan patogen. Pendekatan ini menunjukkan bahwa probiotik bekerja melalui kombinasi rekayasa ekologi, kompetisi biologis, dan aktivitas biokimia dalam menekan mikroorganisme merugikan.

Pada tingkat empiris, berbagai penelitian mendukung mekanisme tersebut dengan menunjukkan bahwa *Lactobacillus* mampu menghambat patogen seperti *E. coli* dan *Salmonella*, baik dalam uji laboratorium maupun pada hewan ternak. Bukti juga menunjukkan bahwa peningkatan populasi bakteri menguntungkan sering diikuti oleh

penurunan patogen, sehingga menegaskan hubungan erat antara keseimbangan mikrobiota dan kontrol penyakit. Variasi hasil tetap ada, tergantung pada strain, dosis, dan kondisi pemeliharaan, namun secara umum arah temuan tetap konsisten.

Secara keseluruhan, distribusi bukti pada Gambar 1 menegaskan bahwa penelitian lebih banyak berfokus pada mekanisme dan hasil empiris dibanding sekadar definisi probiotik. Hal ini memperkuat bahwa klaim *Lactobacillus* sebagai “bakteri baik” didasarkan pada bukti ilmiah yang menjelaskan hubungan sebab-akibat. Dalam kerangka ekologi mikrobiota usus, *Lactobacillus* berperan sebagai pengelola keseimbangan ekosistem mikroba yang meningkatkan resistensi terhadap kolonisasi patogen melalui perubahan lingkungan, kompetisi, dan produksi senyawa antimikroba.

Probiotik berbasis *Lactobacillus* dapat meningkatkan performa (produktivitas/pertumbuhan) ternak.

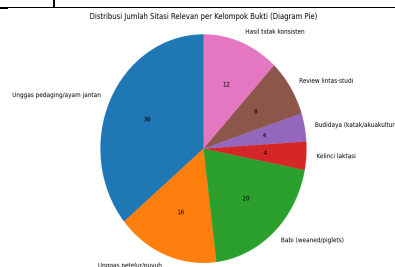
Penggunaan probiotik berbasis *Lactobacillus* pada berbagai komoditas ternak secara umum dilaporkan berpotensi meningkatkan performa produksi dan pertumbuhan, yang tercermin pada indikator seperti peningkatan bobot badan/pertambahan bobot harian, perbaikan efisiensi pakan (FCR/FE), serta peningkatan produktivitas (misalnya produksi telur) pada unggas; namun, sebagian studi juga menunjukkan hasil yang tidak selalu konsisten pada semua parameter, sehingga efektivitasnya

dipengaruhi oleh strain, dosis, bentuk sediaan, kondisi pemeliharaan, serta adanya tantangan kesehatan atau patogen. Ringkasan bukti dan sitasi pendukung disajikan dalam Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4. Ringkasan bukti dan sitasi probiotik berbasis *Lactobacillus* dapat meningkatkan performa (produktivitas/pertumbuhan) ternak.

Aspek bukti	Deskripsi	Jumlah sitasi relevan	Daftar sitasi	Aspek bukti
Unggas pedaging dan ayam jantan petelur	Bobot akhir, pertambahan bobot (BWG/ADG), konsumsi pakan (ADFI), FCR/FE, karkas	Mayoritas studi melaporkan peningkatan performa, terutama BW/ADG meningkat dan FCR membaik, termasuk pada kondisi tantangan patogen.	9	(Abdel-Hafeez <i>et al.</i> , 2017; Chang <i>et al.</i> , 2022; Kang <i>et al.</i> , 2023; Sari <i>et al.</i> , 2023; Agustono <i>et al.</i> , 2025; Wang <i>et al.</i> , 2020; Wang <i>et al.</i> , 2021; Shamshirgaran <i>et al.</i> , 2022; Al-abdullatif <i>et al.</i> , 2026)
Unggas petelur dan puyuh	Produksi telur (HDP/QDP), egg mass, bobot telur, konsumsi pakan, FCR/FE	Bukti konsisten menunjukkan suplementasi probiotik yang mengandung <i>Lactobacillus</i> berkorelasi dengan kenaikan produksi telur dan/atau perbaikan efisiensi pakan (FCR/FE).	4	(Tang <i>et al.</i> , 2017; Lokapinasari <i>et al.</i> , 2017; Lokapinasari <i>et al.</i> , 2019; Lokapinasari <i>et al.</i> , 2020)
Babi (piglets/weaned pigs)	ADG, ADFI, G/F atau FE, indeks performa pertumbuhan	Bukti pada babi menunjukkan ADG/ADFI meningkat dan efisiensi pakan membaik; termasuk dukungan meta-analisis serta studi probiotik terenkapsulasi.	5	(Zhu <i>et al.</i> , 2022; Wang <i>et al.</i> , 2019; Wang <i>et al.</i> , 2023; Ugwuoke <i>et al.</i> , 2022; Tartrakoon <i>et al.</i> , 2023)
Kelinci laktasi (induk dan performa anak)	ADFI induk, milk yield, bobot dan pertambahan bobot anak, survival/growth litter	Preparasi mikroekologis yang memperkaya mikrobiota menguntungkan (termasuk <i>Lactobacillus</i>) dilaporkan meningkatkan konsumsi pakan dan produksi susu serta pertumbuhan anak.	1	(Zhang <i>et al.</i> , 2023)
Budidaya (katak/akuakultur)	Kenaikan bobot akhir, feed conversion	Pada model budidaya katak, <i>Lactobacillus</i> (terutama <i>L. plantarum</i>) dikaitkan dengan kenaikan bobot akhir lebih tinggi dan	1	(Pereira <i>et al.</i> , 2018)

		FCR lebih rendah dibanding kontrol.		
Dukungan lintas-studi (naratif/review)	“overall animal performance”, BWG, FCR, pencernaan	Literatur ringkasan menegaskan arah hubungan bahwa probiotik yang mengandung <i>Lactobacillus</i> dapat meningkatkan BWG/FCR melalui perbaikan pencernaan dan asimilasi nutrisi, namun bersifat general dan bergantung konteks formulasi/dosis.	2	(Barbosa <i>et al.</i> , 2023; Yeo <i>et al.</i> , 2016)
Catatan hasil yang tidak selalu konsisten	BWG, mortalitas, FCR, bobot	Sejumlah studi melaporkan efek tidak signifikan pada sebagian parameter performa, atau efek yang muncul pada indikator tertentu saja (misalnya bobot naik tetapi FCR tidak berbeda).	3	(Beck <i>et al.</i> , 2019; Eglite <i>et al.</i> , 2023; Khalilnia <i>et al.</i> , 2023)



Gambar 2. Distribusi Jumlah Sitasi Relevan per Aspek Bukti probiotik berbasis *Lactobacillus* dapat meningkatkan performa (produktivitas/pertumbuhan) ternak

Analisis pada Tabel 4 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa suplementasi probiotik berbasis *Lactobacillus* cenderung memberikan dampak positif terhadap performa ternak, terutama pada pertumbuhan (bobot badan dan pertambahan bobot badan) serta efisiensi pakan (FCR). Pola ini terlihat lintas spesies, meskipun kekuatan buktinya tidak merata karena sebagian besar penelitian berfokus pada broiler dan babi, sementara komoditas lain seperti kelinci masih terbatas. Dengan demikian, Tabel 4 berfungsi menggambarkan jenis dampak yang dihasilkan, sedangkan Gambar 2 menunjukkan sebaran bukti penelitian, sehingga keduanya saling melengkapi

dalam menilai konsistensi temuan sekaligus potensi bias literatur.

Pada broiler, bukti menjadi yang paling dominan dan menunjukkan bahwa *Lactobacillus* dapat meningkatkan performa pertumbuhan serta kesehatan usus. Perbaikan ini ditunjukkan melalui peningkatan bobot badan, efisiensi pakan, serta parameter histologi usus seperti tinggi vili dan kapasitas absorpsi nutrisi. Hal ini mengindikasikan adanya hubungan kausal antara perbaikan fungsi pencernaan dan peningkatan performa. Selain itu, probiotik juga berperan dalam menekan bakteri patogen, sehingga mengurangi beban inflamasi dan meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi, meskipun

hasilnya tetap bervariasi tergantung kondisi dan faktor manajemen.

Pada unggas petelur, efek *Lactobacillus* lebih terlihat pada peningkatan produksi telur dan efisiensi pakan dibandingkan pertumbuhan. Sementara itu, pada babi, bukti yang didukung meta-analisis menunjukkan peningkatan signifikan pada penambahan bobot badan, konsumsi pakan, serta efisiensi konversi, disertai perbaikan profil mikrobiota usus. Bahkan, suplementasi pada induk babi dapat memberikan efek tidak langsung pada performa anak melalui modulasi mikrobiota awal. Pada ternak lain seperti kelinci, hasilnya juga menunjukkan tren positif, tetapi masih memerlukan lebih banyak penelitian untuk memperkuat kesimpulan.

Secara mekanistik, peningkatan performa ternak oleh *Lactobacillus* dapat dijelaskan melalui perbaikan ekosistem usus, termasuk penekanan patogen, produksi asam organik dan senyawa antimikroba, serta peningkatan keseimbangan mikrobiota. Kondisi ini memungkinkan peningkatan penyerapan nutrisi dan pengalihan energi dari respons imun ke pertumbuhan atau produksi. Namun, efektivitasnya bersifat spesifik terhadap strain dan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, dosis, dan manajemen pemeliharaan. Oleh karena itu,

Lactobacillus lebih tepat dipandang sebagai strategi pendukung performa berbasis kesehatan usus daripada solusi tunggal yang selalu memberikan hasil seragam.

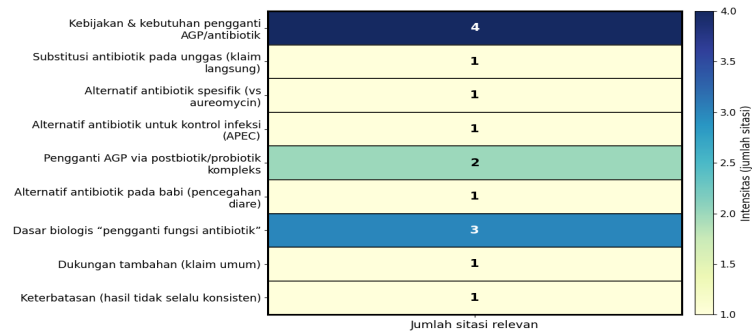
***Lactobacillus* dapat menjadi alternatif pengganti antibiotik**

Penggunaan *Lactobacillus* (termasuk kelompok taksonomi baru yang setara seperti *Lactocaseibacillus* dan *Lactiplantibacillus*) semakin banyak dipertimbangkan sebagai alternatif pengganti antibiotik/antibiotic growth promoter (AGP) pada produksi ternak karena mekanisme kerjanya yang mendukung kesehatan usus, menekan bakteri patogen, dan berpotensi mempertahankan performa tanpa ketergantungan pada antibiotik; namun demikian, sebagian studi juga melaporkan variasi efektivitas sehingga keberhasilannya dipengaruhi oleh perbedaan strain, dosis, bentuk sediaan, serta kondisi pemeliharaan dan tantangan penyakit. Ringkasan bukti dan sitasi pendukung disajikan dalam Tabel 5 dan Gambar 3.

Tabel 5. Ringkasan Bukti dan Sitasi tentang Potensi *Lactobacillus* sebagai Alternatif Pengganti Antibiotik/AGP pada Produksi Ternak

Aspek bukti	Deskripsi	Jumlah sitasi relevan	Daftar sitasi
Konteks kebijakan & kebutuhan pengganti AGP/antibiotik	Larangan/pembatasan AGP mendorong pencarian alternatif, termasuk probiotik; industri bergerak menuju pembatasan AGP; riset pasca-larangan menyorot probiotik sebagai kandidat alternatif.	4	(European Commission, 2005); (Liao & Nyachoti, 2017); (Eglite <i>et al.</i> , 2023); (Bajagai <i>et al.</i> , 2020)
Substitusi antibiotik pada unggas (klaim langsung)	<i>Lactobacillus salivarius</i> dilaporkan memiliki potensi sebagai pengganti antibiotik dalam produksi unggas, dengan pernyataan eksplisit "antibiotics' substitute/effective substitute".	1	(Wang <i>et al.</i> , 2020)

Alternatif antibiotik spesifik (dibanding aureomycin)	<i>Lacticaseibacillus chiayiensis</i> AACE3 dinyatakan sebagai alternatif terhadap aureomycin, serta “candidate for replacing antibiotics” dalam industri unggas.	1	(Kang <i>et al.</i> , 2023)
Alternatif antibiotik untuk kontrol infeksi bakteri (APEC)	Probiotik (khususnya <i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> GG) diposisikan sebagai antibiotic alternative untuk mengendalikan infeksi <i>avian pathogenic E. coli</i> dan mendukung produksi.	1	(Kathayat <i>et al.</i> , 2021)
Pengganti AGP melalui postbiotik/probiotik kompleks	Postbiotik <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> disebut sebagai alternatif AGP dan dapat “substitute AGP”; studi lain menyatakan suplementasi probiotik kompleks dapat menggantikan antibiotik untuk mendorong pertumbuhan dan kesehatan usus broiler.	2	(Chang <i>et al.</i> , 2022); (Zhang <i>et al.</i> , 2022)
Alternatif antibiotik pada babi (pencegahan diare)	Strain <i>L. gasseri</i> LA39 dan <i>L. frumenti</i> dinyatakan dapat menjadi alternatif antibiotik untuk pencegahan diare pada babi fase growing.	1	(Zamojska <i>et al.</i> , 2021)
Dasar biologis “pengganti fungsi antibiotik”	Probiotik disebut sebagai alternatif yang lebih aman dan efektif; bakteriosin LAB dilaporkan telah dimanfaatkan sebagai antibiotik/disinfektan; pendekatan lain berupa vaksin berbasis vektor probiotik juga muncul setelah penarikan AGP.	3	(Galli <i>et al.</i> , 2024); (Messaoudi <i>et al.</i> , 2013); (Shamshirgaran <i>et al.</i> , 2022)
Dukungan tambahan (klaim umum)	Ada studi yang menyebut probiotik sebagai “good alternative to antibiotics” disertai indikasi perbaikan performa/parameter terkait.	1	(Khalilnia <i>et al.</i> , 2023)
Catatan keterbatasan (hasil tidak selalu konsisten)	Terdapat temuan yang melaporkan tidak ada perbedaan signifikan pada beberapa luaran, mengindikasikan probiotik tidak selalu memberikan hasil yang diharapkan.	1	(Eglite <i>et al.</i> , 2023)



Gambar 3. Jumlah Sitasi per Kategori Bukti: *Lactobacillus* sebagai Alternatif Pengganti Antibiotik/AGP.

Analisis pada Tabel 5 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa wacana *Lactobacillus* sebagai alternatif antibiotik terutama dibangun dari dua dasar utama, yaitu dorongan regulasi akibat kekhawatiran resistensi antimikroba (AMR) serta kemampuan biologis probiotik dalam menstabilkan ekosistem usus. Pembatasan penggunaan antibiotic growth promoters (AGP), khususnya sejak pelarangan di Uni Eropa tahun 2006, mendorong pencarian alternatif yang lebih aman. Dalam konteks ini, *Lactobacillus* diposisikan sebagai solusi potensial karena mampu menggantikan sebagian fungsi AGP, terutama dalam menjaga kesehatan usus dan mendukung performa ternak, meskipun tidak sepenuhnya menggantikan antibiotik terapeutik pada kondisi infeksi akut.

Secara konseptual dan empiris, berbagai penelitian menunjukkan bahwa *Lactobacillus* memiliki potensi kuat sebagai alternatif antibiotik pakan. Probiotik ini terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan, memperbaiki efisiensi pakan, serta menekan pertumbuhan bakteri patogen melalui mekanisme seperti produksi asam organik, bakteriosin, dan kompetisi adhesi di usus. Beberapa studi bahkan menunjukkan bahwa *Lactobacillus* atau turunannya seperti postbiotik dapat mensubstitusi AGP dalam kondisi tertentu, termasuk pada ternak babi dan broiler. Namun, pendekatan ini sering kali bersifat multifaktorial, di mana probiotik digunakan bersama strategi lain seperti fitogenik untuk mencapai hasil optimal.

Meskipun demikian, efektivitas *Lactobacillus* tidak selalu konsisten dan sangat bergantung pada berbagai faktor

seperti strain, dosis, kondisi ternak, dan lingkungan. Oleh karena itu, klaim sebagai "pengganti antibiotik" lebih tepat dipahami sebagai alternatif yang mampu menekan kebutuhan antibiotik, bukan menggantikannya secara universal. Secara teoretis, peran *Lactobacillus* dapat dijelaskan melalui pendekatan ekologi mikrobiota, di mana probiotik membantu menciptakan keseimbangan mikroba usus, meningkatkan ketahanan terhadap patogen, dan mengurangi tekanan penyakit. Dengan demikian, *Lactobacillus* berfungsi sebagai substitusi fungsional yang mendukung kesehatan dan produktivitas ternak secara berkelanjutan tanpa memicu risiko AMR.

DISKUSI

Kajian sistematis ini bertujuan menilai peran *Lactobacillus* sebagai probiotik dalam produksi ternak berkelanjutan, khususnya dalam menekan bakteri patogen, meningkatkan performa, dan sebagai alternatif pengganti antibiotik. Dari proses seleksi literatur, sebanyak 61 studi berhasil diinklusi dari total 106 rekaman awal, meskipun terdapat keterbatasan berupa dokumen yang tidak dapat diakses. Secara umum, jumlah ini memberikan dasar bukti yang cukup luas untuk menyusun sintesis, namun tetap menyisakan potensi bias cakupan literatur.

Temuan pertama menunjukkan bahwa *Lactobacillus* secara konsisten dikategorikan sebagai bakteri probiotik yang mampu menekan pertumbuhan patogen. Mekanisme yang mendasarinya meliputi eksklusi kompetitif, penurunan pH melalui produksi asam organik, serta produksi senyawa antimikroba seperti

bakteriosin. Dalam perspektif ekologi mikrobiota usus, *Lactobacillus* berperan sebagai pengelola keseimbangan mikroba yang meningkatkan resistensi kolonisasi terhadap patogen seperti *E. coli* dan *Salmonella*, sehingga memperkuat statusnya sebagai agen intervensi biologis yang fungsional.

Temuan kedua mengindikasikan bahwa suplementasi *Lactobacillus* cenderung meningkatkan performa ternak, terutama pada pertumbuhan dan efisiensi pakan. Bukti paling kuat berasal dari unggas pedaging dan babi, sementara pada unggas petelur manfaatnya lebih terlihat pada peningkatan produksi telur. Hubungan antara kesehatan usus dan performa menjadi kunci penjelas, di mana perbaikan mikrobiota, struktur usus, dan penyerapan nutrisi berkontribusi pada peningkatan produktivitas. Namun, variasi hasil tetap muncul karena faktor seperti strain, dosis, dan kondisi pemeliharaan.

Temuan ketiga menunjukkan bahwa *Lactobacillus* memiliki potensi sebagai alternatif antibiotik, terutama dalam menggantikan fungsi antibiotic growth promoter (AGP) dan mengurangi ketergantungan terhadap antibiotik pakan. Dorongan utama berasal dari kebijakan global terkait resistensi antimikroba dan pembatasan penggunaan antibiotik. Meski demikian, perannya lebih tepat dipahami sebagai substitusi fungsional yang menekan kebutuhan antibiotik, bukan sebagai pengganti universal untuk semua kondisi infeksi.

Implikasi teoretis dan praktis dari kajian ini menegaskan pentingnya pendekatan berbasis ekologi mikrobiota usus dalam meningkatkan kesehatan dan performa ternak. *Lactobacillus* berfungsi sebagai intervensi yang memperbaiki keseimbangan mikroba, menekan patogen, dan meningkatkan efisiensi nutrisi. Implementasi di lapangan memerlukan perhatian pada pemilihan strain, dosis, dan kondisi aplikasi, serta didukung oleh kebijakan yang mendorong penggunaan alternatif non-antibiotik. Meskipun demikian, masih diperlukan penelitian lanjutan untuk memperkuat bukti lintas spesies dan mengeksplorasi efektivitasnya secara lebih luas.

KESIMPULAN

Tinjauan literatur sistematis ini menyintesis 61 studi yang diinklusi dari 106 rekaman yang diidentifikasi melalui Scopus, tanpa duplikasi yang dihapus (n=0). Tahap penyaringan mengeksklusi 32 rekaman, terutama karena terbit sebelum 2015 (n=7) dan berjenis review (n=22), sementara artikel non-Inggris dan judul/abstrak tidak relevan dilaporkan 0. Dari 74 laporan yang dimintakan full-text, 13 tidak berhasil diperoleh, dan seluruh 61 laporan yang dinilai kelayakannya memenuhi pertanyaan penelitian sehingga tidak ada eksklusi full-text (n=0). Berdasarkan bukti tersebut, *Lactobacillus* konsisten diposisikan sebagai probiotik yang menekan patogen melalui kombinasi eksklusi kompetitif, acidifikasi lingkungan usus, serta produksi metabolit antimikroba (misalnya bakteriosin), yang tercermin pada bukti penghambatan atau penurunan kolonisasi patogen. Sintesis juga menunjukkan kecenderungan peningkatan performa (misalnya pertumbuhan dan efisiensi pakan), tetapi efek tidak selalu konsisten pada semua parameter, sehingga interpretasi harus mempertimbangkan perbedaan strain, dosis, dan konteks pemeliharaan. Bukti terkait “pengganti antibiotik” paling tepat dipahami sebagai substitusi fungsional terhadap peran AGP dan pengurangan ketergantungan antibiotik pakan dalam kondisi tertentu, bukan penggantian terapeutik yang universal.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustono, B., Yunita, M. N., Lokapirnasari, W. P., Warsito, S. H., Marbun, T. D., & Windria, S. (2025). Optimizing male layer chicken performance and health with probiotic supplementation: A sustainable alternative to antibiotic growth promoters. *Open Veterinary Journal*, 15, 668–679. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i2.15>
- Al-Abdullatif, A. A., Al-Garadi, M. A., Qaid, M. M., Matar, A. M., Alobre, M. M., Al-Badwi, M. A., Suliman, G. M., & Hussein, E. O. S. (2026). Efficacy of RISCO–NUTRIFOUR probiotic as a

- growth promoter on broiler performance and intestinal barrier gene expression. *Poultry Science*, 105.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.106233>
- Al-Khalaifah, H., al-Nasser, A. Y., Al-Surayee, T., Al-Kandari, S., Al-Enzi, N., Al-Sharrah, T. K., Ragheb, G., Al-Qalaf, S., & Mohammed, A. A. (2019). Effect of dietary probiotics and prebiotics on the performance of broiler chickens. *Poultry Science*, 98, 4465–4479.
<https://doi.org/10.3382/ps/pez282>
- Alqahtani, F. S., Bahshwan, S. M. A., Al-Qurashi, M. M., Allohibi, A., Beyari, E. A., Alghamdi, M. A., Baty, R. S., Al-Hoshani, N., Dablood, A. S., AlKhulaifi, F. M., Alshehri, A. A., Ibrahim, E. H., Saad, A. M., & Mostafa, N. G. (2024). Impact of Dietary *Bacillus toyonensis* M44 as an Antibiotic Alternative on Growth, Blood Biochemical Properties, Immunity, Gut Microbiota, and Meat Quality of IR Broilers. *Pakistan Veterinary Journal*, 44, 637–646.
<https://doi.org/10.29261/pakvetj/2024.215>
- Attia, Y. A. E. W., Basiouni, S., Abdulsalam, N. M., Bovera, F., Aboshok, A. A., Shehata, A. A., & Hafez, H. M. (2023). Alternative to antibiotic growth promoters: beneficial effects of *Saccharomyces cerevisiae* and/or *Lactobacillus acidophilus* supplementation on the growth performance and sustainability of broilers's production. *Frontiers in Veterinary Science*, 10.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1259426>
- Bajagai, Y. S., Alsemgeest, J., Moore, R. J., Van, T. T. H., & Stanley, D. M. (2020). Phytogenic products, used as alternatives to antibiotic growth promoters, modify the intestinal microbiota derived from a range of production systems: an in vitro model. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 10631–10640.
<https://doi.org/10.1007/s00253-020-10998-x>
- Balamuralikrishnan, B., Shanmugam, S., Park, S., Recharla, N., Koo, J., Andretta, I., & Kim, I. H. (2021). Supplemental impact of marine red seaweed (*Halymenia palmata*) on the growth performance, total tract nutrient digestibility, blood profiles, intestine histomorphology, meat quality, fecal gas emission, and microbial counts in broilers. *Animals*, 11.
<https://doi.org/10.3390/ani11051244>
- Beck, C. N., McDaniel, C. D., Wamsley, K. G.S., & Kiess, A. S. (2019). The potential for inoculating *Lactobacillus animalis* and *Enterococcus faecium* alone or in combination using commercial in ovo technology without negatively impacting hatch and post-hatch performance. *Poultry Science*, 98, 7050–7062.
<https://doi.org/10.3382/ps/pez441>
- Bentahar, M. C., Benabdelmoumene, D., Dahmouni, S., Qadi, W. S.M., Bengharbi, Z., Benbouziane, B., Mediani, A., Jam, F. A., & Zainudin, M. A. M. (2025). Impact of novel probiotic strains isolated from Algerian fermented butter and green tea waste on broilers' production quality. *Scientific Reports*, 15.
<https://doi.org/10.1038/s41598-025-27983-x>
- Bilal, M. A., Si, W., Barbé, F., Chevaux, E., Sienkiewicz, O., & Zhao, X. (2021). Effects of novel probiotic strains of *Bacillus pumilus* and *Bacillus subtilis* on production, gut health, and immunity of broiler chickens raised under suboptimal conditions. *Poultry Science*, 100.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.048>
- Castelli, E. M., Campos, D. L., English, A., Nightingale, K. K., & Brashears, M. M. (2025). Using a Dose-Response Approach on the Growth of Food-Borne Pathogens in Feces of Cattle Fed Three Different Direct-Fed Rations Reveals the Efficacy of *Lactobacillus salivarius* L28. *Journal of Food Protection*, 88.
<https://doi.org/10.1016/j.jfp.2025.100502>

- Chang, H., Teck Chwen, L. C., Foo, H. L., & Chung, E. L. T. (2022). Lactiplantibacillus plantarum Postbiotics: Alternative of Antibiotic Growth Promoter to Ameliorate Gut Health in Broiler Chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.883324>
- Coulibaly, W. H., Kouadio, N. R., Camara, F., Diguță, C. F., & Matei, F. (2023). Functional properties of lactic acid bacteria isolated from Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in Ivory Coast. *BMC Microbiology*, 23. <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02899-6>
- Dai, L., Wang, B., Fan, W., Qian, W., Zhang, J., Wang, B., Zhang, B., & Zhang, M. A. (2024). Effects of dietary propyl gallate and *Lactobacillus plantarum* addition on growth, intestinal morphology, antioxidant capacity, and immune functions of Pekin ducks. *Animal*, 18. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101324>
- Dibamehr, A., Daneshyar, M., Tukmechi, A., & Abtahi Froushani, S. M. (2023). Effects of two plant extracts and native *Lactobacillus* culture on immune response, lymphoid organs and antioxidant properties of broiler chickens. *Journal of Central European Agriculture*, 24, 601–612. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/24.3.3725>
- Eglite, S., Mancevica, L., & Ilgaza, A. (2023). Effects of Dietary Supplementation of *Lactobacillus farciminis* and *Lactobacillus rhamnosus* on Growth and Production Indicators of Broiler Chickens. *Journal of World's Poultry Research*, 13, 307–316. <https://doi.org/10.36380/jwpr.2023.33>
- Evangelista, A. G., Corrêa, J. A. F., Dos Santos, J. V. G., Matté, E. H. C., Milek, M. M., Biauki, G. C., Costa, L. B., & Luciano, F. B. (2021). Cell-free supernatants produced by lactic acid bacteria reduce salmonella population in vitro. *Microbiology* (United Kingdom), 167. <https://doi.org/10.1099/MIC.0.001102>
- García, G. R., Dogi, C. A., Poloni, V. L., Fochesato, A. S., de Moreno de LeBlanc, A., Cossalter, A. M., Payros, D., OSWALD, I. P., & Cavaglieri, L. R. (2019). Beneficial effects of saccharomyces cerevisiae RC016 in weaned piglets: In vivo and ex vivo analysis. *Beneficial Microbes*, 10, 33–42. <https://doi.org/10.3920/BM2018.0023>
- Geeta, N., Yadav, A. S., Pradhan, S., Rajoria, R., Asok Kumar, M., Gopi, M., Navani, N. K., & Pathania, R. (2021). Probiotic attributes of *Lactobacillus fermentum* NKN51 isolated from yak cottage cheese and the impact of its feeding on growth, immunity, caecal microbiology and jejunal histology in the starter phase of broiler birds. *Indian Journal of Animal Research*, 55, 451–456. <https://doi.org/10.18805/ijar.B-3970>
- Guo, C., Liu, S., Di, L., & Tang, S. (2024). The impact of bacillus pumilus TS2 isolated from yaks on growth performance, gut microbial community, antioxidant activity, and cytokines related to immunity and inflammation in broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1383262>
- Gyawali, I., Zeng, Y., Zhou, J., Li, J., Wu, T., Shu, G., Jiang, Q., & Zhu, C. (2022). Effect of novel *Lactobacillus paracaesi* microcapsule on growth performance, gut health and microbiome community of broiler chickens. *Poultry Science*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101912>
- He, Y., Liu, X., Dong, Y., Lei, J., Ito, K., & Zhang, B. (2021). Enterococcus faecium PNC01 isolated from the intestinal mucosa of chicken as an alternative for antibiotics to reduce feed conversion rate in broiler chickens. *Microbial Cell Factories*, 20. <https://doi.org/10.1186/s12934-021-01609-z>

- Hu, T., Song, Z., Yang, L., Chen, K., Wu, Y., Xie, F., Wang, J., Yang, G., & Zhu, Y. (2024). Maternal probiotic mixture supplementation optimizes the gut microbiota structure of offspring piglets through the gut–breast axis. *Animal Nutrition*, 19, 386–400. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2024.04.025>
- Isusi, S., Usero-Alonso, G., Murillo, J. A., Gonzalez-Guijarro, A. B., Muñoz, A., & Ramis, G. (2025). Influence of Nutritional Strategies on Performance, Gut Barrier Function and Microbiota Composition in Weaned Piglets. *Animals*, 15. <https://doi.org/10.3390/ani15233422>
- Jutakanoke, R., Chakritbudsabong, W., Chuakrut, S., Phongsopitanun, W., Thummeepak, R., Mhuanong, W., Koonthongkaew, J., Siangpro, N., & Rungarunlert, S. (2025). Genomic and phenotypic insights into broad-spectrum anti-*Escherichia coli* activity of *Lactiplantibacillus argenteratensis* and *Weissella cibaria* isolated from swine feces: A sustainable alternative to antibiotics. *Veterinary World*, 18, 3476–3495. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.3476-3495>
- Kang, X., Li, X., Luo, C., Xin, W., Zhou, H., Wang, F., & Lin, L. (2023). Effects of Dietary Supplementation of *Lactocaseibacillus Chiayiensis* AACE3 on Hepatic Antioxidant Capacity, Immune Factors and Gut Microbiology in Nandan Yao Chicks. *Antibiotics*, 12. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12091356>
- Kathayat, D., Closs, G., Helmy, Y. A., Deblais, L., Srivastava, V., & Rajashekara, G. (2022). In Vitro and In Vivo Evaluation of *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG and *Bifidobacterium lactis* Bb12 Against Avian Pathogenic *Escherichia coli* and Identification of Novel Probiotic-Derived Bioactive Peptides. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 14, 1012–1028. <https://doi.org/10.1007/s12602-021-09840-1>
- Khabiroy, A. F., Avzalov, R. K., Tsapalova, G., Andreeva, A., & Basharov, A. (2022). Effect of a probiotic containing lactobacilli and bifidobacteria on the metabolic processes, litter microbiocenosis, and production indicators of broiler Pekin ducklings. *Veterinary World*, 15, 998–1005. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.998-1005>
- Khalilnia, F., Mottaghitalab, M., Mohiti, M., & Seighalani, R. (2023). Effects of dietary supplementation of probiotic and *Spirulina platensis* microalgae powder on growth performance immune response, carcass characteristics, gastrointestinal microflora and meat quality in broilers chick. *Veterinary Medicine and Science*, 9, 1666–1674. <https://doi.org/10.1002/vms3.1154>
- Khan, M. H., Soren, S., Jas, R., Mondal, S. K., Mukherjee, J., Pakhira, M. C., Paul, A., Samanta, I., Mondal, A., Nsereko, V. L., & Mandal, G. P. (2025). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product (SCFP) and phytogetic feed additive as alternatives to antibiotic growth promoters on pathogen mitigation, immunomodulation and production performance in commercial broiler chickens. *Poultry Science*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105743>
- Lokapirnasari, W. P., Dewi, A. R., Fathinah, A., Hidanah, S., Harijani, N., Soeharsono, N., Karimah, B., & Andriani, A. D. (2017). Effect of probiotic supplementation on organic feed to alternative antibiotic growth promoter on production performance and economics analysis of quail. *Veterinary World*, 10, 1508–1514. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1508-1514>
- Lokapirnasari, W. P., Pribadi, T. B., Arif, A. A., Soeharsono, N., Hidanah, S., Harijani, N., Najwan, R., Huda, K., Wardhani, H. C. P., Rahman, N. F. N., & Yulianto, A. B. (2019). Potency

- of probiotics *Bifidobacterium* spp. And *Lactobacillus casei* to improve growth performance and business analysis in organic laying hens. *Veterinary World*, 12, 860–867. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.860-867>
- Lokapirnasari, W. P., Sahidu, A. M., Maslachah, L., Sabdoningrum, E. K., & Yulianto, A. B. (2020). Effect of *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus* in laying hens challenged by *Escherichia coli* infection. *Sains Malaysiana*, 49, 1237–1244. <https://doi.org/10.17576/jsm-2020-4906-03>
- Lokapirnasari, W. P., Al-Arif, M. A., Maslachah, L., Kirana, A. L. P., Suryandari, A., Yulianto, A. B., & Sherasiya, A. (2023). The potency of *Lactobacillus acidophilus* and *L. lactis* probiotics and *Guazuma ulmifolia* Lam. extract as feed additives with different application times to improve nutrient intake and feed efficiency in *Coturnix coturnix japonica* females. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 32, 59–67. <https://doi.org/10.22358/jafs/156018/2022>
- Lokapirnasari, W. P., Maslachah, L., Saputro, A. L., Rokana, E., Yulianto, A. B., Rosyada, Z. N. A., Firdaus, M. A., Silfia, H. I., Lisnanti, E. F., Baihaqi, Z. A., Marbun, T. D., Khairullah, A. R., & Shakeel, M. (2025). Potency of *Lactobacillus paracasei* as an alternative to antibiotic growth promoter in broiler chicken challenged with avian pathogenic *Escherichia coli*. *Veterinary World*, 18, 1180–1189. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.1180-1189>
- Luo, Y., Ren, W., Smidt, H. S., Wright, A. D. G., Yu, B., Schyngs, G., McCormack, U. M., Cowieson, A. J., Yu, J., He, J., Yan, H., Wu, J., Mackie, R. I., & Chen, D. (2022). Dynamic Distribution of Gut Microbiota in Pigs at Different Growth Stages: Composition and Contribution. *Microbiology Spectrum*, 10. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00688-21>
- Maniee, S. A., Mahmoodian, S., Amirzakaria, J. Z., Meimandipour, A., Shariati, V. J., & Tavakol, E. (2025). Whole-genome analysis of *Ligilactobacillus salivarius* L33, a potential probiotic strain isolated from chicken gastrointestinal tract. *Microbiology Spectrum*, 13, 1–18. <https://doi.org/10.1128/spectrum.01591-2>
- McMurray, R. L., Ball, M. E. E., Linton, M., Pinkerton, L., Kelly, C., Lester, J., Donaldson, C. J., Balta, I., Tunney, M. M., Corcionivoschi, N., & Situ, C. (2022). The Effects of *Agrimonia pilosa* Ledeb, *Anemone chinensis* Bunge, and *Smilax glabra* Roxb on Broiler Performance, Nutrient Digestibility, and Gastrointestinal Tract Microorganisms. *Animals*, 12. <https://doi.org/10.3390/ani12091110>
- Mirhadizadi, T., Mohsenzadeh, M., & Seif, A. (2021). Molecular isolation, probiotic property, and bacteriocin production of *enterococcus faecium* (Tm81) and *Lactobacillus curvatus* (tm51) with anti-listerial activity in native dairy products of iran. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 40, 1346–1363. <https://doi.org/10.30492/ijcce.2020.39964>
- Ohgi, R., Saha, S., Zhou, B., Sakuma, T., Sakurai, M., Nakano, Y., Namai, F., Ikeda-Ohtsubo, W., Suda, Y., Nishiyama, K., Villena, J., & Kitazawa, H. (2024). In vitro evaluation of the immunomodulatory and wakame assimilation properties of *Lactiplantibacillus plantarum* strains from swine milk. *Frontiers in Microbiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1324999>
- Paul, S. S., Rama Rao, S. V., Chatterjee, R., Raju, M. V.L.N., Mahato, A. K., Prakash, B. S., Yadav, S. P., Kannan, A., Reddy, G. N., Kumar, V., & Kumar, P. S. P. (2023). An Immobilized Form of a Blend of Essential Oils Improves the Density of Beneficial Bacteria, in Addition to

-
- Suppressing Pathogens in the Gut and Also Improves the Performance of Chicken Breeding. *Microorganisms*, 11. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081960>
- Pereira, S. A., Jerônimo, G. T., Marchiori, N. D. C., Oliveira, H. M., Jesus, G. F.A., Schmidt, É. C., Bouzon, Z. L., Vieira, F. N., Martins, M. L., & Mourão, J. L. P. (2018). Tadpoles fed supplemented diet with probiotic bacterium isolated from the intestinal tract of bullfrog *Lithobates catesbeianus*: Haematology, cell activity and electron microscopy. *Microbial Pathogenesis*, 114, 255–263. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.11.033>
- Qiu, K., Li, C., Wang, J., Qi, G., Gao, J., Zhang, H., & Wu, S. (2021). Effects of Dietary Supplementation With *Bacillus subtilis*, as an Alternative to Antibiotics, on Growth Performance, Serum Immunity, and Intestinal Health in Broiler Chickens. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.786878>
- Ren, H., Zentek, J. R., & Vahjen, W. (2019). Optimization of production parameters for probiotic *Lactobacillus* strains as feed additive. *Molecules*, 24. <https://doi.org/10.3390/molecules24183286>
- Rendón, J. M., Montoya, A. J., Ordoñez, J. D., Velazques, J. M., Arcila, J. C., Ruíz, O. A. S., Angulo, L. C., Ramírez, J. F., García, R. R., Martínez, A. R., & Manco, J. C. (2025). Microencapsulated probiotics as an alternative to antibiotics and trace elements: effect on performance and gut microbiota of weaned pigs. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 13, 68–80. <https://doi.org/10.1163/2049257X-20251016>
- Shamshirgaran, M. A., Golchin, M., & Mohammadi, E. (2022). *Lactobacillus casei* displaying *Clostridium perfringens* NetB antigen protects chickens against necrotic enteritis. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 106, 6441–6453. <https://doi.org/10.1007/s00253-022-12155-y>
- Soren, S., Mandal, G. P., Mondal, S. K., Pradhan, S. P., Mukherjee, J., Banerjee, D. P., Pakhira, M. C., Amla, N., Mondal, A., Nsereko, V. L., & Samanta, I. (2024). Efficacy of *Saccharomyces cerevisiae* Fermentation Product and Probiotic Supplementation on Growth Performance, Gut Microflora and Immunity of Broiler Chickens. *Animals*, 14. <https://doi.org/10.3390/ani14060866>
- Tang, S. G. H., Sieo, C., Ramasamy, K., Saad, W. Z., Wong, H., & Ho, Y. (2017). Performance, biochemical and haematological responses, and relative organ weights of laying hens fed diets supplemented with prebiotic, probiotic and synbiotic. *BMC Veterinary Research*, 13. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1160-y>
- Tong, N., Chen, Y., Liu, H., Wang, X., Qi, X., Bai, M., Liu, Z., & Peng, L. (2025). Evaluation of medicinal quality of tree peony byproducts and the effects of dietary byproducts supplementation on production performance, egg quality, serum antioxidant levels, and gut microbiota in late-phase laying hens. *Poultry Science*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105925>
- Wang, S., Yao, B., Gao, H., Zang, J., Tao, S., Zhang, S., Huang, S., He, B., & Wang, J. (2019). Combined supplementation of *Lactobacillus fermentum* and *Pediococcus acidilactici* promoted growth performance, alleviated inflammation, and modulated intestinal microbiota in weaned pigs. *BMC Veterinary Research*, 15. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1991-9>
- Wang, J., Muhammad, I., Guo, Y., Chen, C., & Li, J. (2020). Assessment of Probiotic Properties of *Lactobacillus salivarius* Isolated From Chickens as
-

- Feed Additives. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00415>
- Wang, B., Gong, L., Zhou, Y., Tang, L., Zeng, Z., Wang, Q., Zou, P., Yu, D., & Li, W. (2021). Probiotic *Paenibacillus polymyxa* 10 and *Lactobacillus plantarum* 16 enhance growth performance of broilers by improving the intestinal health. *Animal Nutrition*, 7, 829–840. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.03.008>
- Wang, M., Zhong, J., Guo, Y., Zhao, S., Xia, H., Wang, G., Liu, C., & Guo, A. (2024). Effects of Adding *Sphingomonas* Z392 to Drinking Water on Growth Performance, Intestinal Histological Structure, and Microbial Community of Broiler Chickens. *Animals*, 14. <https://doi.org/10.3390/ani14131920>
- Wang, W., Dang, G., Hao, W., Li, A., Zhang, H., Guan, S., & Ma, T. (2025). Dietary Supplementation of Compound Probiotics Improves Intestinal Health by Modulated Microbiota and Its SCFA Products as Alternatives to In-Feed Antibiotics. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 17, 1969–1984. <https://doi.org/10.1007/s12602-024-10314-3>
- Xue, F., Wan, G., Xiao, Y., Chen, C., Qu, M., & Xu, L. (2021). Growth performances, gastrointestinal epithelium and bacteria responses of Yellow-feathered chickens to kudzu-leaf flavonoids supplement. *AMB Express*, 11. <https://doi.org/10.1186/s13568-021-01288-4>
- Yeo, S., Lee, S., Park, H., Shin, H., Holzapfel, W. H., & Huh, C.-S. (2016). Development of putative probiotics as feed additives: validation in a porcine-specific gastrointestinal tract model. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100, 10043–10054. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7812-1>
- Yu, Y. M., Poon, P. M. Y., Sharma, A. A., Chan, S. M. N., Lee, F. W. F., Mo, I. W. Y., & Sze, E. T. P. (2022). Colonization of *Lactobacillus rhamnosus* GG in *Cirrhinus molitorella* (Mud Carp) Fingerling: Evidence for Improving Disease Resistance and Growth Performance. *Applied Microbiology (Switzerland)*, 2, 175–184. <https://doi.org/10.3390/applmicrobiol2010012>
- Zhao, C., Li, Y., Wang, H., Solomon, A. I., Wang, S., Dong, X., Song, B., & Ren, Z. (2025). Dietary supplementation with compound microecological preparations: effects on the production performance and gut microbiota of lactating female rabbits and their litters. *Microbiology Spectrum*, 13. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00067-24>
- Zhong, J., Zhang, F., Peng, Y., Ji, Z., Li, H., Li, S., Zhang, X., Shi, Q., & Zhang, J. (2017). Mixed culture of probiotics on a solid-state medium: An efficient method to produce an affordable probiotic feed additive. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 22, 758–766. <https://doi.org/10.1007/s12257-017-0038-y>
- Zhu, C., Yao, J., Zhu, M., Zhu, C., Yuan, L., Li, Z., Cai, D., Chen, S., Hu, P., & Liu, H. (2022). A meta-analysis of *Lactobacillus*-based probiotics for growth performance and intestinal morphology in piglets. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1045965>
- Zou, Q., Fan, X., Xu, Y., Wang, T., & Li, D. (2022). Effects of dietary supplementation probiotic complex on growth performance, blood parameters, fecal harmful gas, and fecal microbiota in AA+ male broilers. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1088179>