



Review: Pengaruh Prebiotik *Moringa oleifera* terhadap Kesehatan Saluran Pencernaan dan Respons Fisiologis pada Ayam Broiler

Review: Effects of *Moringa oleifera*-Derived Prebiotics on Gut Health and Physiological Responses in Broiler Chickens

Teresia Yoanista Wendardins Ranus*, Frans Umbu Datta, Yulfia Nelymalik Selan

Veterinary Science Study Program, Master's Program, Nusa Cendana University, Kupang, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: teresiayoanistawranus@gmail.com

ARTICLE HISTORY:

Submitted: 19 February 2025

Revised: 12 March 2026

Accepted: 30 March 2026

Published: 1 July 2026

KATA KUNCI:

Ayam broiler

Kelor (*Moringa oleifera*)

Prebiotik

ABSTRAK

Tinjauan literatur ini bertujuan merangkum bukti ilmiah mengenai pengaruh prebiotik turunan *Moringa oleifera* terhadap kesehatan saluran pencernaan dan respons fisiologis ayam broiler. Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data Scopus, PubMed, dan Google Scholar terhadap studi eksperimental dan observasional yang dipublikasikan dalam sepuluh tahun terakhir. Hasil kajian menunjukkan bahwa *Moringa oleifera*, khususnya fraksi polisakarida daun kelor (*Moringa oleifera* leaf polysaccharides/MOLP), bekerja terutama melalui mekanisme prebiotik, bukan sebagai agen antimikroba langsung. Polisakarida dan serat larut yang tidak tercerna dimanfaatkan secara selektif oleh mikrobiota usus, sehingga meningkatkan populasi bakteri menguntungkan seperti *Lactobacillus* spp. dan *Bacteroides*, menekan bakteri patogen, meningkatkan produksi *short-chain fatty acids*, serta memperbaiki morfologi dan integritas mukosa usus. Modulasi mikrobiota usus ini berkontribusi terhadap peningkatan regulasi sistem imun, status antioksidan, serta parameter hematologis dan metabolik, yang berdampak positif pada performa pertumbuhan dan efisiensi konversi pakan. Secara keseluruhan, bukti yang tersedia mendukung pengklasifikasian *Moringa oleifera* sebagai bahan pakan fungsional dengan efek *prebiotic-like* yang dominan dan berpotensi mendukung sistem produksi unggas berkelanjutan tanpa penggunaan *antibiotic growth promoters*.

ABSTRACT

This literature review aims to summarize scientific evidence on the effects of *Moringa oleifera*-derived prebiotics on gut health and physiological responses in broiler chickens. A systematic search was conducted using Scopus, PubMed, and Google Scholar databases, focusing on experimental and observational studies published over the last ten years. The reviewed literature indicates that *Moringa oleifera*, particularly its leaf polysaccharide fraction (*Moringa oleifera* leaf polysaccharides/MOLP), exerts its primary biological effects through prebiotic mechanisms rather than direct antimicrobial

KEYWORDS:

Broiler chicken

Moringa oleifera

Prebiotics

© 2026 The Author(s). Published by the Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung, in collaboration with the Indonesian Society of Animal Science (ISAS).

This is an open-access article under the CC BY 4.0 license:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

activity. Non-digestible polysaccharides and soluble fibers are selectively utilized by beneficial gut microbiota, leading to increased populations of *Lactobacillus* spp. and *Bacteroides*, suppression of pathogenic bacteria, enhanced short-chain fatty acid production, and improved intestinal morphology and gut barrier integrity. These microbiota-mediated effects contribute to improved immune regulation, antioxidant capacity, and hematological and metabolic profiles, ultimately resulting in better growth performance and feed efficiency. Overall, the available evidence supports the classification of *Moringa oleifera* as a prebiotic-like functional feed additive with strong potential for application in antibiotic-free and sustainable poultry production systems.

1. Pendahuluan

Kebutuhan pangan protein meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya protein hewani, sehingga mendorong upaya peningkatan produktivitas ternak khususnya ayam broiler (Fajrih *et al.*, 2020). Peningkatan produksi ayam broiler selama ini dilakukan melalui penambahan aditif pakan seperti antibiotik, obat, atau hormon untuk merangsang pertumbuhan dan mempertahankan performa optimal. Namun demikian, karena risiko residu dan dampak negatif bagi konsumen, penggunaan bahan tersebut tidak lagi direkomendasikan sehingga dikembangkan alternatif yang lebih aman seperti prebiotik.

Prebiotik merupakan serat pangan berupa karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh enzim inang, namun mampu merangsang pertumbuhan mikroorganisme menguntungkan di saluran pencernaan dengan mempercepat proliferasi bakteri baik (Abdurrahman & Yanti, 2018). Pemberian prebiotik berkaitan dengan peningkatan jumlah dan aktivitas bakteri menguntungkan, karena berfungsi sebagai sumber energi selektif yang memodulasi komposisi serta fungsi mikrobiota usus (Davani-Davari *et al.*, 2019). Selain itu, hasil fermentasi prebiotik berupa asam dapat menurunkan pH usus dan berdifusi melalui enterosit ke sirkulasi darah sehingga berpotensi memengaruhi organ dan sistem lain dalam tubuh hewan, terutama saluran pencernaan (Davani-Davari *et al.*, 2019).

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tumbuhan dengan kandungan nutrisi dan senyawa non-nutrisi yang tinggi, termasuk prebiotik dan antioksidan, serta mengandung vitamin, mineral, karbohidrat, protein, serat kasar, dan β -karoten yang bermanfaat bagi kesehatan (Hafsa *et al.*, 2020; Umar *et al.*, 2018). Daun kelor memiliki efek prebiotik karena mengandung polisakarida dan oligosakarida, khususnya MOLP (*Moringa oleifera* polysaccharide) (Cao *et al.*, 2019; Husien *et al.*, 2022). MOLP mampu memodulasi

komposisi dan meningkatkan keanekaragaman mikrobiota usus, yakni pemberian dosis tinggi dilaporkan meningkatkan indeks diversitas sebagai indikator penting kesehatan saluran pencernaan (Husien *et al.*, 2024).

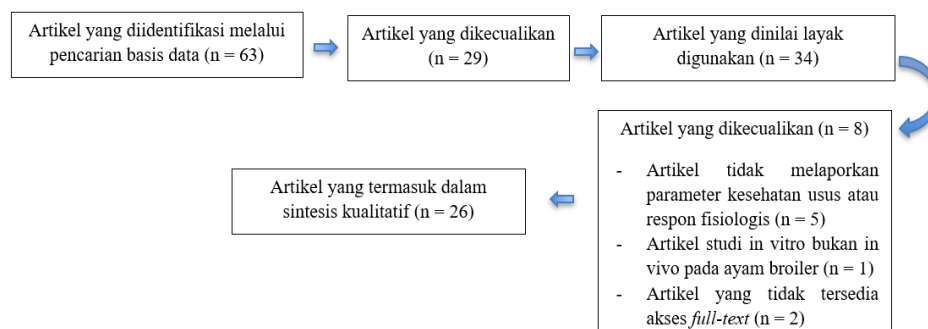
Kelor mengandung prebiotik yang perlu dikaji lebih lanjut untuk menunjang kesehatan pencernaan ternak, meskipun efek prebiotik belum banyak dikaji secara mendalam. *Literature review* ini bertujuan untuk merangkum temuan-temuan penelitian terkait efek prebiotik tepung kelor terhadap saluran pencernaan dan fisiologis ayam broiler.

2. Materi dan Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang disusun berdasarkan pedoman PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*). Proses pencarian dan seleksi literatur dilakukan secara sistematis, transparan, dan replikatif untuk meminimalkan bias seleksi. Pencarian dilakukan pada 5 Januari–15 Februari 2026 melalui basis data Scopus, PubMed, dan Google Scholar, dengan batasan publikasi 10 tahun terakhir (2015–2025).

Strategi pencarian literatur menggunakan kombinasi kata kunci seperti ("Moringa oleifera" OR "Moringa oleifera leaf powder" OR "Moringa oleifera leaf meal" OR "Moringa oleifera leaf polysaccharide") AND ("broiler" OR "broiler chicken" OR "Gallus gallus") AND ("prebiotic" OR "gut health").

63 artikel yang diperoleh berdasarkan kata kunci, menghasilkan 34 artikel yang relevan. Evaluasi metodologi dan parameter selanjutnya 8 artikel dieliminasi karena tidak melaporkan parameter kesehatan usus atau respons fisiologis ($n=5$), merupakan studi *in vitro* ($n=1$), dan tidak tersedia *full-text* ($n=2$). 26 artikel memenuhi kriteria inklusi dan digunakan dalam sintesis kualitatif, dengan alur seleksi dirangkum pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram visual PRISMA

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Hasil penelusuran artikel disajikan dalam tabel sintesis literatur pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Tabel sintesis literatur

Penulis dan Tahun	Jenis Bahan Moringa	Dosis	Parameter yang Diamati	Hasil Utama Penelitian
Nkukwana <i>et al.</i> , 2015	Tepung daun	5–15 g/kg pakan	Performans, konsumsi pakan, FCR	Meningkatkan performa dan efisiensi pakan
Hassan <i>et al.</i> , 2016	Tepung daun	0,5–1% pakan	Profil hematologi	Meningkatkan Hb dan RBC
Khan <i>et al.</i> , 2017	Tepung daun	1–2% pakan	Mikroflora usus	Meningkatkan bakteri menguntungkan
Abbas <i>et al.</i> , 2018	Ekstrak daun	200–400 mg/kg	Imunitas, hematologi	Meningkatkan respon imun
Cao <i>et al.</i> , 2019	Polisakarida kelor (MOLP)	Variatif	Komposisi mikrobiota	Meningkatkan keragaman mikrobiota
El-Hack <i>et al.</i> , 2020	Tepung daun	1–2%	Performans dan kesehatan usus	Memperbaiki struktur usus
Hafsa <i>et al.</i> , 2020	Daun kelor	Variatif	Kandungan nutrisi	Kaya nutrisi dan antioksidan
Ajantha <i>et al.</i> , 2020	Tepung daun	1–5%	Pertumbuhan	Meningkatkan bobot badan
Zhang <i>et al.</i> , 2020	Ekstrak kelor	Variatif	Mikroflora usus	Meningkatkan Lactobacillus
Husien <i>et al.</i> , 2021	Polisakarida kelor	Variatif	Mikroflora usus	Meningkatkan aktivitas bakteri fermentatif
Rehman <i>et al.</i> , 2021	Tepung daun	1–2%	Imunitas dan hematologi	Meningkatkan respon imun
Sailaja <i>et al.</i> , 2021	Tepung daun	2–4%	Pertumbuhan dan kesehatan usus	Memperbaiki pencernaan
Meel <i>et al.</i> , 2022	Ekstrak daun	Variatif	Antioksidan	Meningkatkan status antioksidan
Soundararajan <i>et al.</i> , 2023	Tepung daun	1–3%	Performans broiler	Meningkatkan pertumbuhan
Yang <i>et al.</i> , 2023	Polisakarida kelor	Variatif	Mikrobiota dan metabolit	Meningkatkan fermentasi usus
Cui <i>et al.</i> , 2024	Ekstrak daun	Variatif	Antioksidan	Mengurangi stres oksidatif
Akib <i>et al.</i> , 2024	Tepung daun	Variatif	Hematologi	Memperbaiki profil darah
Husien <i>et al.</i> , 2025	MOLP	Dosis tinggi	Indeks diversitas mikrobiota	Meningkatkan keanekaragaman mikrobiota
Din <i>et al.</i> , 2025	Ekstrak daun	Variatif	Imunitas	Meningkatkan respon imun

Variasi dosis tepung daun *Moringa oleifera* umumnya berkisar antara 0,5–2% dalam ransum, dengan level 1–1,2% sering dilaporkan paling efektif dalam meningkatkan morfologi usus dan performa pertumbuhan; Khan *et al.* (2017) menunjukkan peningkatan signifikan tinggi vili (duodenum 1,61 mm; jejunum 1,36 mm; ileum 1,19mm) dan rasio vili:kripta (duodenum 14,04; jejunum 12,48; ileum 14,65) pada level 1,2%, sedangkan Abbas *et al.* (2018) dan Nkukwana *et al.* (2015) menggunakan desain bertingkat untuk mengevaluasi pertumbuhan, histomorfologi, dan pencernaan nutrisi. Pada studi berbasis fraksi aktif seperti MOLP, dosis dinyatakan dalam mg/kg pakan sebagaimana dilaporkan oleh Cui *et al.* (2024) dan Husien *et al.* (2025), dengan efek antioksidan dan imunomodulator yang lebih terkontrol dibandingkan dengan tepung kasar. Sebagian besar penelitian dilakukan selama satu siklus pemeliharaan broiler (21–42 hari); Nkukwana *et al.* (2015) dan Khan *et al.* (2017) memberikan suplementasi hingga $\pm$ 42 hari, Hafsa *et al.* (2020) melaporkan perubahan mikrobiota dan status antioksidan menjelang akhir periode, dan Husien *et al.* (2021; 2025) mengevaluasi parameter imun serta antioksidan pada fase akhir, menunjukkan bahwa respons bersifat *dose-dependent* dan dipengaruhi oleh durasi pemberian.

Bentuk bahan yang digunakan bervariasi antara tepung daun utuh, ekstrak polifenol, dan fraksi polisakarida murni; Khan *et al.* (2017), Hassan *et al.* (2016), dan Akib *et al.* (2024) menggunakan tepung daun dengan efek multifaktorial (serat, protein, mineral, dan fitokimia), sedangkan Cui *et al.* (2024) serta Husien *et al.* (2021; 2025) menggunakan polisakarida terisolasi untuk mengidentifikasi mekanisme prebiotik secara lebih spesifik. Zhang *et al.* (2020) menerapkan ekstrak polifenol dalam model inflamasi dengan fokus pada efek antiinflamasi langsung. Variasi bentuk ini memengaruhi mekanisme kerja yang diamati, yakni tepung daun bersifat kombinatorial (nutrisi, prebiotik, dan fitokimia), sementara MOLP lebih menonjolkan modulasi mikrobiota secara spesifik.

Sebagian besar penelitian menggunakan desain *in vivo* dengan *Completely Randomized Design* (CRD) yang melibatkan kontrol dan beberapa tingkat perlakuan, seperti pada Nkukwana *et al.* (2015), Khan *et al.* (2017), dan Abbas *et al.* (2018), sementara Hafsa *et al.* (2020) dan Soundararajan *et al.* (2023) menerapkan pendekatan mikrobiologi dan metagenomik, dan Husien *et al.* (2021; 2025) mengombinasikan parameter imunologi serta antioksidan; Hassan *et al.* (2016) meneliti dalam kondisi stres panas dan Zhang *et al.* (2020) menggunakan model inflamasi mencit. Secara keseluruhan,

meskipun sebagian besar studi mendukung efek positif *Moringa oleifera*, heterogenitas dosis, durasi, bentuk bahan, dan desain penelitian menyebabkan variasi ukuran efek dan tingkat bukti mekanistik, sehingga diperlukan standardisasi dosis dan rancangan penelitian untuk meningkatkan komparabilitas di masa mendatang.

Berdasarkan hasil penelusuran literatur sistematis pada, *Moringa oleifera* menunjukkan efek signifikan terhadap kesehatan usus dan respons fisiologis ayam broiler melalui mekanisme yang konsisten dengan konsep prebiotik. Bukti yang tersedia mengindikasikan bahwa efek utama *Moringa oleifera* tidak semata-mata berasal dari aktivitas fitokimia dengan sifat antimikroba langsung (*phytobiotic*), melainkan melalui penyediaan fraksi karbohidrat *non-digestible* yang dimanfaatkan secara selektif oleh mikrobiota usus.

3.1 Kesehatan Saluran Pencernaan

Beberapa studi menegaskan bahwa daun *Moringa oleifera* mengandung polisakarida larut air khususnya arabinogalaktan yang sering disebut *Moringa oleifera leaf polysaccharides*/MOLP dan serat larut yang tidak terhidrolisis oleh enzim pencernaan unggas, sehingga mencapai sekum dan ileum distal dalam bentuk relatif utuh (Cui et al., 2024; Din et al., 2025). Pendekatan metagenomik menunjukkan bahwa suplementasi *Moringa oleifera leaf powder* pada dosis 10g/Kg secara signifikan meningkatkan kelimpahan relatif bakteri fermentatif seperti *Bacteroides* dan *Lactobacillus spp.*, yaitu 47% serta menurunkan 30% dominasi *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria*, dan *Tenericutes* yang sering diasosiasikan dengan kondisi disbiosis (Soundararajan et al., 2023). Selain itu, Akib et al. (2024), melaporkan bahwa suplementasi tepung daun *Moringa oleifera* dengan dosis 100 mg/Kg berpengaruh pada peningkatan signifikan jumlah *Lactobacillus spp.*, yaitu 6,37 cfu/gm disertai penurunan bakteri patogen enterik seperti *Escherichia coli* 6,08 cfu/gm dan *Shigella spp.*, 5,87 cfu/gm. Pola perubahan mikrobiota ini menegaskan bahwa *Moringa oleifera* bertindak sebagai substrat selektif bagi mikroba menguntungkan, bukan sebagai agen antibakteri non-selektif.

Dominasi *Lactobacillus spp.* berimplikasi langsung pada kesehatan mukosa usus, karena bakteri ini berperan dalam produksi asam organik terutama asam laktat, penurunan pH lumen usus, kompetisi nutrisi dengan patogen, serta penguatan *gut barrier function*.

Selain itu, *Total Aerobic Plate Count* (TAPC) pada kelompok *Moringa* tetap tinggi, menunjukkan ekosistem mikroba yang aktif dan stabil, berbeda dengan kelompok antibiotik yang justru menekan populasi mikroba secara non-selektif (Hafsa et al., 2020; Akib et al., 2024).

Perubahan mikrobiota usus sangat penting bagi ayam broiler karena saluran pencernaan merupakan pusat utama sistem imun (*Gut-Associated Lymphoid Tissue*/GALT). Lingkungan mikrobiota yang stabil menurunkan stimulasi imun berlebihan dan memperkuat imunitas mukosa, sehingga meningkatkan toleransi imun dan kemampuan tubuh dalam menghadapi tantangan patogen enterik tanpa memicu inflamasi kronis. Modulasi mikrobiota oleh *Moringa oleifera* berdampak langsung pada aktivasi dan regulasi sistem imun bawaan dan adaptif. *Moringa oleifera leaf powder* mampu memodulasi aktivitas makrofag, sel dendritik, dan sel natural killer (NK), yang berperan penting dalam pertahanan awal terhadap infeksi. Aktivasi ini terjadi secara terkontrol melalui penekanan jalur proinflamasi utama seperti NF- κ B, sehingga respons imun tidak bersifat hiperreaktif. Selain itu, *Moringa oleifera* secara konsisten menurunkan produksi sitokin proinflamasi seperti TNF- α , IL-1 β , dan IL-6, sekaligus meningkatkan ekspresi sitokin antiinflamasi IL-10. Selain itu, MOLP secara signifikan meningkatkan kadar IgG dan IL-2 serum serta ekspresi gen sitokin imun (IL-2 dan TNF- α) pada jaringan limfoid (Husien et al., 2021). Keseimbangan sitokin ini sangat krusial pada ayam broiler, karena inflamasi subklinis yang berkepanjangan dapat mengganggu integritas mukosa usus, menurunkan absorpsi nutrisi, dan mengalihkan energi dari pertumbuhan menuju respons imun (Zhang et al., 2020; Sailaja et al., 2021; Din et al., 2025).

Fermentasi polisakarida *Moringa oleifera* oleh mikrobiota usus menghasilkan peningkatan produksi *short-chain fatty acids* (SCFA), khususnya asetat dan butirat, yang memiliki peran sentral dalam pemeliharaan kesehatan mukosa usus. SCFA berfungsi sebagai sumber energi bagi enterosit, menurunkan pH lumen usus, serta meningkatkan ekspresi protein *tight junction* yang berperan dalam integritas barrier epitel (Yang et al., 2023). Mekanisme ini menjelaskan hubungan kausal antara konsumsi *Moringa oleifera* dan perbaikan struktur usus yang dilaporkan dalam berbagai studi, termasuk peningkatan tinggi vili dan rasio vili terhadap kedalaman kript (Abbas et al., 2018; Elkloub et al., 2015).

Studi yang dilakukan oleh Khan *et al.*, (2017) melaporkan bahwa suplementasi tepung daun *Moringa oleifera*, terutama pada level 1,2%, memberikan efek paling optimal terhadap mikroarsitektur usus halus ayam broiler. Ayam broiler yang menerima 1,2% MOLP mengalami peningkatan signifikan tinggi vili pada duodenum 1,61 mm, jejunum 1,36 mm, dan ileum 1,19 mm, serta peningkatan luas permukaan vili khususnya di duodenum 1,11 mm². Perubahan ini mencerminkan peningkatan kapasitas absorpsi nutrisi, karena vili yang lebih panjang dan luas memperbesar area kontak antara mukosa usus dan digesta. Selain itu, rasio tinggi vili terhadap kedalaman kriptas pada ileum juga meningkat signifikan, yang mengindikasikan *turnover* sel epitel yang lebih efisien dan kondisi mukosa yang lebih sehat.

3.2 Respon Fisiologis Broiler

Selain dampak lokal pada saluran pencernaan, efek prebiotik *Moringa oleifera* juga tercermin pada respons fisiologis sistemik ayam broiler. Studi-studi yang dianalisis menunjukkan peningkatan efisiensi konversi pakan dan pertambahan bobot badan, yang secara fisiologis dapat dikaitkan dengan peningkatan kapasitas absorpsi nutrisi akibat fungsi usus yang lebih optimal (Nkukwana *et al.*, 2015; Khan *et al.*, 2017 ; El-Hack *et al.*, 2020). Hal ini menegaskan bahwa peningkatan performa lebih berkaitan dengan efisiensi pemanfaatan nutrisi akibat perbaikan struktur usus, bukan karena peningkatan asupan pakan. Lebih lanjut studi yang dilakukan Husien *et al.* (2025), menunjukkan bahwa secara signifikan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan utama seperti T-SOD, GSH-Px, dan total kapasitas antioksidan (T-AOC), serta menurunkan kadar malondialdehid (MDA) pada ayam broiler fase akhir pemeliharaan. Peningkatan sistem antioksidan ini menunjukkan kemampuan prebiotik dalam menekan stres oksidatif, sehingga melindungi sel epitel usus dan jaringan hati dari kerusakan akibat peroksidasi lipid.

Secara hematologis, suplementasi *Moringa oleifera* leaf powder pada persentase 0,75% dan 1,0% meningkatkan jumlah eritrosit (RBC) $3,33 \times 10^6/\text{mm}^3$, *packed cell volume* (PCV) 30,77%, dan kadar hemoglobin (Hb) 10,25 g/dl secara signifikan, yang mengindikasikan peningkatan kapasitas transport oksigen dan status fisiologis yang lebih baik (Abbas *et al.*, 2018; Mahfuz & Piao, 2019). Efek ini kemungkinan berkaitan dengan ketersediaan mineral zat besi (Fe), asam amino esensial, serta senyawa bioaktif di dalam

Moringa oleifera yang mendukung eritropoiesis. Selain itu, rasio heterofil/limfosit (H/L) yang merupakan indikator stres fisiologis pada unggas menunjukkan nilai terendah pada kelompok *Moringa*, menandakan respon stres yang lebih rendah dan status imun yang lebih stabil dibandingkan dengan kelompok kontrol dan antibiotik (Hassan *et al.*, 2016; Meel *et al.*, 2022; Akib *et al.*, 2024).

Secara metabolik, suplementasi *Moringa oleifera* juga dilaporkan memengaruhi profil biokimia darah, termasuk penurunan kadar lipid serum dan perbaikan parameter protein total (Rehman *et al.*, 2021). Selain itu, terjadi penurunan signifikan kadar kolesterol total 149,91 mg/dL dan trigliserida 125,19 mg/dL pada dosis 1000 ppm *Moringa oleifera leaf powder* yang dicampur pada pakan basal, mencerminkan efek hipolipidemik *Moringa* (Hafsa *et al.*, 2020; Ajantha *et al.*, 2020; Akib *et al.*, 2024).

Dalam konteks produksi unggas modern yang menargetkan sistem bebas *antibiotic growth promoters* (AGP), pendekatan berbasis prebiotik seperti yang ditunjukkan oleh *Moringa oleifera*, lebih relevan secara biologis dan strategis dibandingkan dengan pendekatan antimikroba konvensional. Hal ini menempatkan *Moringa oleifera-derived prebiotics* sebagai kandidat *feed additive* fungsional yang mendukung keberlanjutan produksi unggas tanpa meningkatkan risiko resistensi antimikroba.

4. Kesimpulan

Berdasarkan tinjauan literatur, *Moringa oleifera* berpotensi meningkatkan kesehatan pencernaan broiler melalui efek prebiotic-like dari polisakarida dan seratnya yang memodulasi mikrobiota usus dan meningkatkan SCFA. Hal ini berdampak pada perbaikan mukosa usus, efisiensi nutrisi, serta struktur histomorfologi. Selain itu, terjadi peningkatan respon imun, keseimbangan inflamasi, dan parameter hematologis, serta penurunan stres fisiologis dan oksidatif. Dengan demikian, *Moringa oleifera* berpotensi sebagai *feed additive* fungsional pengganti AGP untuk mendukung kesehatan dan performa broiler.

Daftar Pustaka

- Abbas, R. J., Ali, N. A., Alkassar, A. M., & Jameel, Y. J. (2018). Haematological and biochemical indices of broiler chicks fed at different levels of *Moringa oleifera* leaf meal. *Biochemical and Cellular Archives*, 18(2), 1931–1936.
- Abdurrahman, Z. H., & Yanti, Y. (2018). Gambaran umum pengaruh probiotik dan prebiotik pada kualitas daging ayam. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical*

- Animal Production*, 19(2), 95–104.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2018.019.02.4>
- Ajantha, A., Kathirvelan, C., & Visha, P. (2020). Effect of *Moringa oleifera* leaf meal supplementation in broiler chicken on serum and muscle lipid profile. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(2), 464–466.
- Akib, M. G., Rifat, A., Bormon, C., Dutta, A., Ataher, M. S., Azzam, M., Farouk, M. H., Das, R., Azad, M. A. K., & Mahfuz, S. (2024). Effects of *Moringa oleifera* leaf powder on the growth performance, meat quality, blood parameters, and cecal bacteria of broilers. *Veterinary Sciences*, 11(8), 374.
<https://doi.org/10.3390/vetsci11080374>
- Cao, P., Wu, L., Wu, Z., Pan, D., Zeng, X., Guo, Y., & Lian, L. (2019). Effects of oligosaccharides on the fermentation properties of *Lactobacillus plantarum*. *Journal of Dairy Science*, 102(4), 2863–2872. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15410>
- Cui, Y., Zhang, Y., Wang, J., & Li, Q. (2024). *Moringa oleifera* leaf polysaccharides improve antioxidant status and gut health in broiler chickens. *Veterinary Sciences*, 11(12), 1196. <https://doi.org/10.3390/vetsci11121196>
- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S. J., Berenjian, A., & Ghasemi, Y. (2019). Prebiotics: Definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*, 8(3), Article 92.
<https://doi.org/10.3390/foods8030092>
- Din, R. M. U., Eman, S., Zafar, M. H., Chong, Z., & Saleh, A. A. (2025). *Moringa oleifera* as a multifunctional feed additive: Synergistic nutritional and immunomodulatory mechanisms in livestock production. *Frontiers in Nutrition*, 12, Article 1615349.
<https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1615349>
- El-Hack, A. M. E., Alagawany, M., Elrys, A. S., Desoky, E. S. M., Tolba, H. M. N., Elnahal, A. S. M., & Swelum, A. A. (2020). Effect of *Moringa oleifera* on animal health and nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 266, 114–130.
- Elkloub, K., Moustafa, M. E., Riry, F. H., & Mousa, M. A. (2015). Effect of dietary *Moringa oleifera* leaf meal on performance and intestinal histomorphology of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*, 14(5), 1–8.
- Fajrih, N., Khoirudin, M., & Fanani, A. F. (2020). Pertumbuhan dan status kesehatan broiler yang diberi umbi gembili sebagai prebiotik inulin. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 22(2), 141–149. <https://doi.org/10.25077/jpi.22.2.141-149.2020>
- Hafsa, A. S. H., Ibrahim, S. A., Eid, Y. Z., & Hassan, A. A. (2020). Effect of dietary *Moringa oleifera* leaves on performance, ileal microbiota, and antioxidative status of broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(2), 529–538. <https://doi.org/10.1111/jpn.13281>
- Hassan, H. M. A., El-Moniary, M. M., Hamouda, Y., El-Daly, E. F., Youssef, A. W., & Abd El-Azeem, N. A. (2016). Effect of different levels of *Moringa oleifera* leaf meal on productive performance, carcass characteristics, and some blood parameters of broiler chicks reared under heat stress conditions. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(1), 60–66.
- Husien, H. M., Huang, J., Peng, W., & Zheng, S. (2021). Effects of *Moringa oleifera* leaf polysaccharide on growth performance and immune response of broiler chickens. *Research Square*.
- Husien, H. M., Peng, W., Mohai, R., Din, U., Abdulrahman, M. Y., Hassanine, N. N. A. M., Osman, M., Essa, A., Adam, S. Y., Yousif, H. S., Saleh, A. A., Wang, M., &

- Li, J. (2025). Impact of dietary *Moringa oleifera* leaf polysaccharide on growth performance and antioxidant status in broiler chickens. *Veterinary Sciences*, 12, Article 1196.
- Khan, I., Zaneb, H., Masood, S., Yousaf, M. S., Rehman, H. F., & Rehman, H. (2017). Effect of *Moringa oleifera* leaf powder supplementation on growth performance and intestinal morphology in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(S1), 114–121.
- Mahfuz, S., & Piao, X. S. (2019). Application of *Moringa oleifera* as natural feed supplement in poultry diets. *Animals*, 9(7), 431.
- Meel, M. S., Sharma, T., Dhuria, R. K., Joshi, M., Kumari, M., & Mishra, G. (2022). Influence of dietary inclusion of *Moringa oleifera* leaf meal on blood chemistry of broiler chicks. *Scientist*, 1(3), 4300–4305. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7319533>
- Nkukwana, T. T., Muchenje, V., Masika, P. J., Pieterse, E., Hoffman, L. C., & Dzama, K. (2015). Effect of *Moringa oleifera* leaf meal on growth performance, digestibility, and physiological responses in broiler chickens. *Livestock Science*, 178, 1–8.
- Rehman, Z. U., Chand, N., Khan, R. U., & Ahmad, N. (2021). Dietary *Moringa oleifera* leaves influence immunity and physiological responses in broiler chickens. *Poultry Science*, 100(4), 101–109.
- Sailaja, B. S., Aita, R., Maledatu, S., Ribnicky, D., Verzi, M. P., & Raskin, I. (2021). *Moringa* isothiocyanate-1 regulates Nrf2 and NF- κ B pathway in response to LPS-driven sepsis and inflammation. *PLoS ONE*, 16(4), e0248691. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248691>
- Soundararajan, S., Selvakumar, J., Mercy, Z., Joseph, M., Gopinath, Y., Saravanan, V., & Santhanam, R. (2023). Investigating the modulatory effects of *Moringa oleifera* on the gut microbiota of chicken model through a metagenomic approach. *Frontiers in Veterinary Science*. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1153769>
- Umar, S., Mohammed, Z., Nuhu, A., Musa, K., & Tanko, Y. (2018). Evaluation of hypoglycaemic and antioxidant activity of *Moringa oleifera* root in normal and alloxan-induced diabetic rats. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 2(8), 401–408.
- Yang, Z., Liu, Y., Li, S., & Chen, J. (2023). *Moringa oleifera* leaf improves meat quality by modulating intestinal microbes in broiler chickens. *Poultry Science*, 102(1), 102345.
- Zhang, Y., Peng, L., Li, W., Dai, T., Nie, L., Xie, J., Ai, Y., Li, L., Tian, Y., & Sheng, J. (2020). Polyphenol extract of *Moringa oleifera* leaves alleviates colonic inflammation in dextran sulfate sodium-treated mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, Article 6295402. <https://doi.org/10.1155/2020/6295402>