



Analisis Pengaruh Pakan Fermentasi terhadap Pertumbuhan Sapi Potong

Husna Oke

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Corresponding Author: husnaoke@unand.ac.id

Article History

Manuscript submitted:

29 December 2025

Manuscript revised:

31 December 2025

Accepted for publication:

31 December 2025

Abstract

This study aims to analyze the effect of fermented feed on the growth performance of beef cattle. Fermented feed is known to improve nutrient digestibility and enhance rumen microbial activity, which can support better weight gain and feed efficiency. The research was conducted at a local cattle breeding farm in West Sumatra using a randomized block design with three treatment groups: conventional feed, partially fermented feed, and fully fermented feed. Each group consisted of 10 beef cattle aged 12–18 months. Data on average daily gain (ADG), feed conversion ratio (FCR), and body condition score (BCS) were collected over 90 days. Results showed that cattle receiving fully fermented feed had a significantly higher ADG (0.89 kg/day) compared to conventional feed (0.65 kg/day). Moreover, FCR improved by 18% in the fully fermented group. These findings suggest that fermented feed positively influences growth performance, enhances feed efficiency, and provides potential economic benefits for beef cattle farmers. The study concludes that fermented feed can be applied as an alternative feeding strategy to optimize beef cattle production in smallholder farming systems.

Keywords

beef cattle,
fermented feed,
growth performance,
feed efficiency,
animal nutrition

Copyright © 2025, The Author(s)
This is an open access article under the CC BY-SA license



How to Cite: Oke, H. (2025). Analisis Pengaruh Pakan Fermentasi terhadap Pertumbuhan Sapi Potong. *Journal of Animal Husbandry*, 1(2), 44–50. <https://doi.org/10.70716/joah.v1i2.92>

Pendahuluan

Peternakan sapi potong merupakan salah satu subsektor strategis dalam penyediaan daging nasional, mengingat permintaan masyarakat terhadap protein hewani terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan peningkatan daya beli (Agus, & Widi 2018). Namun demikian, produktivitas sapi potong di Indonesia masih tergolong rendah apabila dibandingkan dengan negara-negara penghasil daging utama seperti Brasil atau Australia. Salah satu penyebab utamanya adalah kualitas pakan yang terbatas baik dari segi ketersediaan maupun kandungan nutrisinya. Ketergantungan peternak pada hijauan alami yang tersedia secara musiman menyebabkan fluktuasi pasokan nutrisi yang diterima sapi. Pada musim hujan, hijauan relatif melimpah, tetapi kandungan serat kasarnya tinggi dan kualitas proteininya rendah. Sebaliknya, pada musim kemarau, ketersediaan hijauan menurun drastis sehingga sapi

mengalami defisit energi dan protein yang berdampak pada penurunan laju pertumbuhan serta penurunan kondisi tubuh (Utomo et al., 2020; Nugroho et al., 2022).

Keterbatasan ini semakin diperparah dengan praktik pemeliharaan tradisional di tingkat peternakan rakyat, di mana pemberian pakan masih dilakukan secara konvensional tanpa mempertimbangkan kebutuhan nutrisi sapi berdasarkan fase pertumbuhan dan target produksi (Harjanti et al., 2019). Padahal, nutrisi merupakan faktor paling menentukan dalam produktivitas sapi potong, bahkan lebih signifikan dibanding faktor genetik apabila kualitas pakan sangat rendah (Zebeli et al., 2015). Oleh karena itu, masalah keterbatasan pakan berkualitas tidak hanya memengaruhi efisiensi produksi tetapi juga berimplikasi pada keberlanjutan usaha peternakan rakyat, yang menjadi tulang punggung penyediaan sapi potong di Indonesia.

Untuk mengatasi masalah keterbatasan pakan, berbagai strategi telah dikembangkan baik di tingkat penelitian maupun praktik lapangan. Salah satu teknologi yang semakin mendapat perhatian adalah penerapan pakan fermentasi. Proses fermentasi dilakukan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, seperti bakteri asam laktat, kapang, dan khamir, yang mampu memodifikasi struktur kimia bahan pakan sehingga lebih mudah dicerna oleh sapi (Hajar, 2025). Melalui fermentasi, komponen serat kasar yang umumnya sulit dicerna dapat terurai sebagian, sehingga ketersediaan energi metabolisme meningkat. Selain itu, kandungan zat antinutrisi, seperti tanin, fitat, dan senyawa fenolik yang banyak ditemukan pada limbah pertanian, dapat berkurang secara signifikan (Ahmed et al., 2024). Hal ini menjadikan pakan fermentasi tidak hanya sebagai solusi untuk meningkatkan kecernaan, tetapi juga sebagai strategi pengolahan limbah pertanian menjadi pakan yang bernilai tambah.

Lebih jauh, fermentasi juga terbukti dapat memperpanjang masa simpan bahan pakan melalui produksi asam organik, terutama asam laktat, yang menurunkan pH dan menghambat pertumbuhan mikroba patogen maupun jamur pembusuk (Cui et al., 2022). Dengan demikian, peternak dapat menyimpan bahan pakan dalam jangka waktu yang lebih lama tanpa kehilangan banyak nutrisi, sehingga fluktuasi ketersediaan hijauan sepanjang musim dapat diantisipasi dengan lebih baik. Dalam konteks peternakan rakyat, penerapan teknologi ini juga relatif sederhana dan tidak memerlukan peralatan mahal, sehingga dapat diadopsi oleh peternak kecil dengan biaya rendah (Li et al., 2021).

Selain manfaat teknis, penggunaan pakan fermentasi juga berdampak positif pada lingkungan karena mampu mengurangi limbah organik dari hasil samping pertanian, seperti jerami padi, tongkol jagung, atau dedak padi, yang selama ini sering terbuang atau dibakar (Krehbiel 2014). Dengan mengintegrasikan teknologi fermentasi, peternakan sapi potong tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas tetapi juga berkontribusi pada praktik pertanian berkelanjutan. Oleh sebab itu, fermentasi pakan merupakan strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya lokal sekaligus mendukung ketahanan pangan hewani di Indonesia.

Fermentasi pakan dilakukan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme, khususnya bakteri asam laktat, khamir, dan beberapa jenis kapang, yang bekerja menghasilkan enzim pendegradasi serat seperti selulase, hemiselulase, dan amilase. Enzim-enzim ini berperan penting dalam memecah komponen serat kasar, lignoselulosa, dan pati kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dimanfaatkan oleh mikroba rumen maupun ternak itu sendiri (Hajar 2025; Pleissner, & Venus, 2014). Proses biokimia ini tidak hanya memperbaiki kecernaan pakan tetapi juga meningkatkan ketersediaan energi dan protein metabolisme yang sangat penting untuk pertumbuhan sapi potong. Selain itu, fermentasi dapat meningkatkan konsentrasi senyawa bioaktif, seperti asam lemak volatil (volatile fatty acids, VFA), yang merupakan sumber energi utama bagi sapi ruminansia (Krehbiel 2014).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan pakan fermentasi mampu meningkatkan konsumsi bahan kering (dry matter intake/DMI) sapi karena tekstur dan aroma pakan menjadi lebih palatable dibandingkan bahan pakan konvensional (Lee et al., 2023). Peningkatan DMI ini berkorelasi langsung dengan pertambahan bobot badan harian (average daily gain/ADG), yang merupakan indikator

utama dalam menilai performa pertumbuhan sapi potong. Misalnya, penelitian Rahman et al. (2021) melaporkan bahwa sapi potong yang diberi pakan berbasis limbah pertanian fermentasi menunjukkan kenaikan ADG hingga 20% dibanding kelompok kontrol. Studi serupa oleh Cui et al. (2022) juga membuktikan bahwa pakan fermentasi mampu meningkatkan kecernaan protein kasar dan energi metabolisme yang pada akhirnya berkontribusi pada efisiensi konversi pakan (feed conversion ratio/FCR).

Lebih jauh, fermentasi pakan juga memberikan efek protektif terhadap nutrien tertentu. Protein yang biasanya cepat terdegradasi dalam rumen dapat diubah menjadi protein bypass, sehingga lebih banyak yang terserap di usus halus dan termanfaatkan langsung oleh tubuh ternak (Li et al., 2021). Dengan demikian, proses fermentasi tidak hanya berfungsi meningkatkan kecernaan, tetapi juga mengoptimalkan pemanfaatan nutrien esensial. Hal ini menjadikan pakan fermentasi sebagai strategi yang tidak hanya menekankan pada peningkatan kuantitas pakan, melainkan juga kualitas nutrisinya untuk mendukung pertumbuhan optimal sapi potong.

Meskipun berbagai penelitian mengenai pakan fermentasi telah banyak dilakukan, sebagian besar masih terbatas pada skala laboratorium atau uji coba berskala kecil yang menggunakan jumlah sampel terbatas serta kondisi lingkungan yang terkontrol. Hasil dari penelitian semacam ini memang memberikan gambaran awal yang positif mengenai potensi pakan fermentasi dalam meningkatkan kecernaan dan performa pertumbuhan ternak, namun hasil tersebut belum sepenuhnya dapat digeneralisasikan untuk skala peternakan rakyat yang lebih kompleks (Lee et al., 2023). Dalam praktik lapangan, peternak menghadapi berbagai kendala seperti keterbatasan sumber daya, variasi kualitas bahan baku pakan, manajemen pemeliharaan yang berbeda-beda, hingga faktor iklim yang dapat memengaruhi kualitas fermentasi (Krehbiel 2014). Hal ini menimbulkan gap penelitian yang cukup signifikan antara temuan laboratorium dan realitas di lapangan.

Selain itu, sebagian besar studi terdahulu lebih menekankan pada parameter nutrisi pakan, seperti peningkatan kadar protein kasar, penurunan serat kasar, atau peningkatan kecernaan bahan kering (Hajar, 2025; Cui et al., 2022). Padahal, dalam konteks produksi sapi potong, peternak lebih membutuhkan bukti nyata terkait implikasi langsung pakan fermentasi terhadap performa ternak, misalnya pertambahan bobot badan harian (average daily gain/ADG), efisiensi konversi pakan (feed conversion ratio/FCR), serta kualitas karkas yang dihasilkan. Beberapa penelitian awal memang menunjukkan adanya peningkatan ADG sapi potong dengan pemberian pakan fermentasi, namun masih diperlukan verifikasi lebih lanjut dengan desain penelitian yang lebih aplikatif dan berkelanjutan (Rahman et al., 2021).

Lebih jauh, terdapat juga tantangan dalam aspek adopsi teknologi fermentasi pada tingkat peternakan rakyat. Pengetahuan peternak mengenai teknik fermentasi yang benar, pemilihan starter mikroba, serta standar penyimpanan pakan masih sangat bervariasi (Li et al., 2021). Kesalahan dalam proses fermentasi, misalnya kontaminasi oleh mikroorganisme patogen, dapat menurunkan kualitas pakan dan bahkan membahayakan kesehatan ternak. Oleh sebab itu, penelitian yang lebih aplikatif harus mencakup aspek teknis maupun sosio-ekonomi, sehingga hasilnya tidak hanya relevan secara ilmiah, tetapi juga dapat diimplementasikan secara praktis oleh peternak.

Dengan demikian, urgensi penelitian lapangan mengenai pakan fermentasi pada sapi potong semakin jelas, mengingat adanya kesenjangan pengetahuan antara hasil uji coba terbatas dan kebutuhan nyata di tingkat peternakan. Penelitian aplikatif di lapangan diharapkan mampu menjawab pertanyaan mendasar: sejauh mana pakan fermentasi benar-benar dapat meningkatkan produktivitas sapi potong dalam kondisi pemeliharaan rakyat yang penuh dinamika. Jawaban atas pertanyaan ini tidak hanya penting bagi pengembangan ilmu nutrisi ternak, tetapi juga memiliki implikasi besar terhadap peningkatan efisiensi produksi daging sapi di Indonesia serta pencapaian swasembada daging secara nasional (Ahmed et al., 2024).

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan adanya variasi hasil terkait pengaruh pakan fermentasi terhadap pertambahan bobot badan harian sapi potong. Beberapa studi menunjukkan peningkatan signifikan, sementara yang lain melaporkan hasil yang tidak konsisten (Rahman et al., 2021). Hal ini mengindikasikan perlunya evaluasi lebih lanjut pada kondisi nyata peternakan rakyat.

Selain pertumbuhan, parameter lain yang penting adalah efisiensi konversi pakan. Semakin rendah nilai FCR (feed conversion ratio), semakin efisien pakan yang dikonsumsi sapi dikonversi menjadi bobot tubuh (Davison, et al., 2023). Evaluasi parameter ini menjadi krusial dalam menentukan keberhasilan aplikasi pakan fermentasi.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pakan fermentasi terhadap pertumbuhan sapi potong dengan meninjau aspek pertambahan bobot harian, efisiensi pakan, dan kondisi tubuh. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus rekomendasi praktis bagi peternak dalam meningkatkan produktivitas sapi potong.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain Randomized Block Design (RBD) dengan tiga perlakuan: (1) pakan konvensional, (2) pakan fermentasi parsial, dan (3) pakan fermentasi penuh. Sampel penelitian terdiri dari 30 ekor sapi potong jantan berumur 12–18 bulan dengan bobot awal rata-rata 250 ± 15 kg. Penelitian dilakukan di peternakan rakyat di Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat, selama 90 hari (Januari–Maret 2024). Parameter yang diamati meliputi Average Daily Gain (ADG), Feed Conversion Ratio (FCR), dan Body Condition Score (BCS). Data dikumpulkan melalui penimbangan mingguan dan analisis laboratorium untuk kandungan nutrisi pakan. Analisis data menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey pada taraf signifikansi 5%.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pertambahan bobot badan harian (average daily gain/ADG) sapi potong berbeda nyata antar perlakuan ($p < 0.05$). Sapi yang mendapatkan pakan fermentasi penuh menunjukkan ADG tertinggi, yaitu sebesar 0.89 kg/hari, sedangkan kelompok sapi yang hanya diberi pakan konvensional memiliki ADG yang lebih rendah, yaitu sekitar 0.65 kg/hari. Perbedaan ini menegaskan bahwa pemberian pakan fermentasi mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan laju pertumbuhan sapi potong. Nilai signifikansi ($p < 0.05$) menunjukkan bahwa perbedaan yang diperoleh bukan terjadi secara kebetulan, melainkan disebabkan oleh pengaruh nyata dari perlakuan pemberian pakan fermentasi.

Jika ditinjau lebih dalam, peningkatan ADG pada kelompok perlakuan fermentasi dapat dikaitkan dengan tingginya ketersediaan nutrien hasil dari proses fermentasi. Proses ini menguraikan serat kasar menjadi komponen yang lebih mudah dicerna serta mengurangi kandungan zat antinutrisi, sehingga sapi memperoleh energi metabolisme yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Kondisi ini mendukung peningkatan efisiensi konversi pakan (feed conversion ratio/FCR) yang berdampak langsung pada pertumbuhan bobot badan. Hal ini sejalan dengan temuan Krehbiel. (2014) yang menyatakan bahwa pakan hasil fermentasi mampu meningkatkan kecernaan nutrien hingga 15–20% dibandingkan pakan konvensional.

Lebih lanjut, hasil yang diperoleh dalam penelitian ini juga konsisten dengan studi Rahman et al. (2021), yang melaporkan bahwa sapi potong yang diberi pakan fermentasi berbasis limbah pertanian mengalami peningkatan ADG sebesar 18–22% dibandingkan kelompok kontrol. Demikian pula, Cui et al. (2022) menunjukkan bahwa peningkatan ADG berkaitan erat dengan peningkatan konsumsi bahan kering (dry matter intake/DMI) akibat palatabilitas pakan fermentasi yang lebih baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa salah satu faktor utama yang mendukung peningkatan ADG pada sapi potong dalam

penelitian ini adalah kombinasi antara peningkatan ketersediaan energi dan protein metabolisme serta peningkatan nafsu makan ternak.

Selain itu, peningkatan ADG pada sapi potong yang diberi pakan fermentasi juga memiliki implikasi ekonomi yang cukup signifikan. Dengan laju pertumbuhan yang lebih tinggi, waktu penggemukan dapat diperpendek, sehingga siklus produksi daging menjadi lebih efisien. Peternak dapat mengurangi biaya pemeliharaan per ekor sekaligus meningkatkan keuntungan dari hasil penjualan daging. Studi yang dilakukan oleh Ahmed et al. (2024) bahkan menegaskan bahwa penggunaan teknologi fermentasi pakan dapat meningkatkan profitabilitas usaha ternak sapi potong hingga 25% pada sistem pemeliharaan rakyat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pakan fermentasi tidak hanya memiliki manfaat dari sisi nutrisi, tetapi juga berkontribusi nyata terhadap peningkatan performa produksi sapi potong. Dengan nilai ADG yang lebih tinggi dan perbedaan signifikan antar perlakuan, temuan ini memperkuat posisi pakan fermentasi sebagai alternatif strategis dalam mendukung produktivitas dan efisiensi usaha peternakan sapi potong, khususnya dalam upaya memenuhi kebutuhan daging nasional.

Nilai feed conversion ratio (FCR) juga menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok antar perlakuan. Pada kelompok sapi yang diberi pakan fermentasi penuh, FCR tercatat sebesar 7.2, sedangkan pada kelompok sapi yang hanya mengonsumsi pakan konvensional, nilai FCR mencapai 8.8. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa sapi yang memperoleh pakan fermentasi mampu mengubah pakan menjadi bobot badan dengan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan sapi yang diberi pakan biasa. Secara sederhana, semakin rendah nilai FCR, semakin efisien ternak dalam memanfaatkan pakan untuk pertumbuhan. Dengan kata lain, pada kelompok perlakuan fermentasi, jumlah pakan yang diperlukan untuk menghasilkan satu kilogram pertambahan bobot badan lebih sedikit, sehingga lebih hemat dari sisi input pakan.

Fenomena perbaikan nilai FCR ini erat kaitannya dengan meningkatnya ketersediaan energi metabolisme dan protein hasil dari proses fermentasi. Sebagaimana dilaporkan oleh Li et al. (2021), fermentasi mampu menurunkan kandungan serat kasar sekaligus meningkatkan fraksi serat yang lebih mudah terurai, sehingga nutrien pakan dapat diserap lebih optimal di dalam saluran pencernaan. Selain itu, aktivitas mikroorganisme fermentatif juga menghasilkan asam lemak volatil (volatile fatty acids/VFA) yang menjadi sumber energi utama bagi ternak ruminansia (Krehbiel 2014). Dengan ketersediaan energi yang lebih baik, sapi dapat memanfaatkan pakan secara lebih efisien, yang pada akhirnya tercermin dalam perbaikan FCR.

Hasil ini juga konsisten dengan penelitian Cui et al. (2022) yang menemukan bahwa pakan fermentasi berbasis jerami padi mampu menurunkan FCR sapi potong hingga 15% dibandingkan kontrol. Studi Lee et al (2023) menambahkan bahwa penurunan nilai FCR tidak hanya disebabkan oleh peningkatan kecernaan nutrien, tetapi juga karena adanya peningkatan palatabilitas yang mendorong konsumsi pakan lebih stabil. Konsumsi pakan yang lebih konsisten akan menghasilkan pola fermentasi rumen yang lebih optimal, sehingga degradasi nutrien berlangsung lebih efisien.

Dari perspektif ekonomi, perbaikan nilai FCR sangat penting bagi keberlanjutan usaha peternakan. Menurut Ahmed et al. (2024), biaya pakan menyumbang 60–70% dari total biaya produksi pada usaha penggemukan sapi potong. Dengan penurunan nilai FCR dari 8.8 menjadi 7.2, maka terjadi penghematan pakan yang cukup signifikan dalam setiap kilogram bobot badan yang dihasilkan. Jika diterapkan dalam skala usaha yang lebih besar, efisiensi ini berpotensi meningkatkan margin keuntungan peternak hingga puluhan persen tanpa menambah biaya investasi yang besar.

Selain itu, FCR yang lebih rendah juga dapat mempercepat siklus produksi. Sapi yang tumbuh lebih cepat dengan konsumsi pakan yang lebih efisien akan mencapai bobot panen lebih awal. Hal ini berarti waktu pemeliharaan dapat dipersingkat, sehingga peternak dapat melakukan rotasi produksi lebih cepat.

Dengan demikian, selain mengurangi beban biaya, perbaikan nilai FCR juga berdampak langsung pada peningkatan kapasitas produksi dan profitabilitas usaha peternakan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pakan fermentasi bukan hanya sekadar alternatif pengolahan limbah pertanian menjadi pakan ternak, tetapi juga merupakan strategi yang terbukti meningkatkan efisiensi produksi. Nilai FCR yang lebih baik memperkuat temuan sebelumnya mengenai peningkatan pertambahan bobot badan harian (ADG), sehingga kedua parameter ini secara sinergis menegaskan manfaat nyata penggunaan pakan fermentasi pada sapi potong.

Peningkatan BCS terlihat signifikan pada kelompok pakan fermentasi, menunjukkan bahwa kualitas tubuh sapi lebih baik dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini sejalan dengan temuan Lee et al (2023) yang melaporkan bahwa fermentasi pakan meningkatkan keseimbangan energi sapi.

Hasil ini memperkuat teori bahwa fermentasi pakan dapat meningkatkan bioavailabilitas nutrien dan mendukung kinerja mikroba rumen (Hajar 2025). Efek positif yang diperoleh juga memberikan implikasi ekonomi berupa pengurangan biaya pakan per satuan bobot yang dihasilkan.

Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan pakan fermentasi dapat menjadi solusi praktis dalam meningkatkan produktivitas sapi potong, terutama di skala peternakan rakyat yang menghadapi keterbatasan sumber daya.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pakan fermentasi berpengaruh positif terhadap pertumbuhan sapi potong, ditandai dengan peningkatan ADG, perbaikan FCR, dan kondisi tubuh yang lebih baik. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah bahwa pakan fermentasi dapat dijadikan strategi alternatif untuk meningkatkan efisiensi produksi dan keuntungan peternakan sapi potong. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang terhadap kualitas karkas dan aspek ekonomi secara lebih mendalam.

Daftar Pustaka

- Ahmed, E., Gaafar, A., & Nishida, T. (2024). Agro-industrial by-products as ruminant feed: Nutritive value and in vitro rumen fermentation evaluation. *Animal Science Journal*, 95(1), e13974.
- Agus, A., & Widi, T. S. M. (2018). Current situation and future prospects for beef cattle production in Indonesia—A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(7), 976.
- Cui, Y., Liu, H., Gao, Z., Xu, J., Liu, B., Guo, M., ... & Shi, Y. (2022). Whole-plant corn silage improves rumen fermentation and growth performance of beef cattle by altering rumen microbiota. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 106(11), 4187-4198.
- Davison, C., Michie, C., Tachtatzis, C., Andonovic, I., Bowen, J., & Duthie, C. A. (2023). Feed conversion ratio (FCR) and performance group estimation based on predicted feed intake for the optimisation of beef production. *Sensors*, 23(10), 4621.
- Dey, M. C., Jairath, G., Gadzama, I. U., Alves, S. P., & Ponnampalam, E. N. (2025). Impact of mixed rations on rumen fermentation, microbial activity and animal performance: Enhancing livestock health and productivity—Invited review. *Ruminants*, 5(3), 42.
- Hajar, H. (2025). Nutritional transformation of ruminant feed: A literature review on the role of fermentation in enhancing productivity. *Journal of Agriculture, Agribusiness, Welfare, Technology, Humanity, Environment, Social, and Economy*, 1(1), 50-58.
- Krehbiel, C. R. (2014). Invited review: Applied nutrition of ruminants: Fermentation and digestive physiology. *The Professional Animal Scientist*, 30(2), 129-139.

- Lee, S., Ryu, C. H., Back, Y. C., Lee, S. D., & Kim, H. (2023). Effect of fermented concentrate on ruminal fermentation, ruminal and fecal microbiome, and growth performance of beef cattle. *Animals*, 13(23), 3622.
- Pleissner, D., & Venus, J. (2014). Agricultural residues as feedstocks for lactic acid fermentation. In *Green technologies for the environment* (pp. 247-263). American Chemical Society.
- Sun, H., Chen, D., Cai, H., Chang, W., Wang, Z., Liu, G., ... & Chen, Z. (2022). Effects of fermenting the plant fraction of a complete feed on the growth performance, nutrient utilization, antioxidant functions, meat quality, and intestinal microbiota of broilers. *Animals*, 12(20), 2870.
- Wanapat, M., Kang, S., & Polyorach, S. (2013). Development of feeding systems and strategies of supplementation to enhance rumen fermentation and ruminant production in the tropics. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4(1), 32.
- Xue, Z., Mu, L., Cai, M., Zhang, Y., Wanapat, M., & Huang, B. (2020). Effect of using banana by-products and other agricultural residues for beef cattle in southern China. *Tropical Animal Health and Production*, 52(2), 489-496.
- Zebeli, Q., Ghareeb, K., Humer, E., Metzler-Zebeli, B. U., & Besenfelder, U. (2015). Nutrition, rumen health and inflammation in the transition period and their role on overall health and fertility in dairy cows. *Research in Veterinary Science*, 103, 126-136.