

Peran Penambahan Pakan Herbal dalam Meningkatkan Efisiensi Nutrisi dan Kesehatan Ruminansia: Implikasi terhadap Swasembada Pangan Berbasis Peternakan

Rezki Amalyadi^{1*}

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram

Email: rezkiamalyadi@staff.unram.ac.id

Abstrak

Kemandirian pangan menjadi aspek krusial dalam menjaga ketahanan dan keberlanjutan pasokan pangan, khususnya di tengah tantangan global seperti perubahan iklim, pertumbuhan penduduk, dan keterbatasan sumber daya. Ternak ruminansia berperan strategis dengan mengonversi bahan yang tidak layak konsumsi manusia menjadi produk hewani bergizi tinggi serta memberikan manfaat ekosistem. Namun, produksi ruminansia masih menghadapi kendala berupa rendahnya efisiensi konversi pakan, emisi metana, dan masalah kesehatan hewan. Aditif pakan herbal atau fitogenik menawarkan solusi berkelanjutan melalui peningkatan pencernaan nutrisi, modifikasi mikroba rumen, perbaikan efisiensi pakan, dan peningkatan kesehatan ternak, sekaligus mengurangi penggunaan antibiotik sintetis. Pemanfaatan sumber daya pakan lokal yang dipadukan dengan aditif herbal, integrasi sistem pertanian-peternakan, serta dukungan kebijakan yang tepat dapat meningkatkan produktivitas, menekan dampak lingkungan, dan memperkuat ketahanan pangan nasional.

Kata kunci: Kemandirian pangan, Ternak ruminansia, Aditif pakan herbal, Keberlanjutan peternakan

Abstract

Food self-sufficiency is a crucial element in ensuring the resilience and sustainability of food supply, particularly in the face of global challenges such as climate change, population growth, and limited resources. Ruminant livestock plays a strategic role by converting non-edible resources into high-quality animal products while providing ecosystem services. However, ruminant production still faces challenges such as low feed conversion efficiency, methane emissions, and animal health issues. Herbal or phytogenic feed additives offer a sustainable solution by improving nutrient digestibility, modulating rumen microbiota, enhancing feed efficiency, and boosting animal health, while reducing the reliance on synthetic antibiotics. The utilization of local feed resources combined with herbal additives, the integration of crop–livestock systems, and supportive policies can improve productivity, reduce environmental impacts, and strengthen national food security.

Keywords: Food Self-sufficiency, Ruminant livestock, Herbal feed additives, Livestock sustainability

PENDAHULUAN

Kemandirian pangan sangat penting untuk menjamin otonomi dan kendali suatu wilayah terhadap pasokan pangannya, yang semakin penting dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim dan pertumbuhan penduduk (Grolleau *et al.*, 2014; Mamassi *et al.*, 2025). Ternak ruminansia memainkan peran penting dalam mencapai FSS dengan mengubah sumber daya yang tidak dapat dimakan manusia menjadi makanan berkualitas tinggi dan kaya nutrisi, sehingga berkontribusi pada ketahanan dan keberlanjutan pangan (Davis & White, 2020; Perkins *et al.*, 2025). Ternak juga mendukung kesehatan tanah dan menyediakan layanan ekosistem, menjadikannya bagian integral dari sistem pertanian berkelanjutan (Rivero *et al.*, 2021; Teague & Kreuter, 2020). Produksi ternak ruminansia menghadapi beberapa tantangan, termasuk rendahnya efisiensi konversi pakan, emisi metana, dan perlunya peningkatan kesehatan dan kesejahteraan hewan (Martin, 2024; Moorby & Fraser, 2021). Ketidakseimbangan nutrisi dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat, penurunan produktivitas, dan peningkatan kerentanan terhadap penyakit, yang merupakan masalah penting dalam manajemen ternak (Rangasami *et al.*, 2024). Selain itu, dampak lingkungan dari produksi ruminansia, khususnya emisi gas rumah kaca, memerlukan pengembangan strategi pemberian pakan yang lebih efisien dan berkelanjutan (Faverdin & Milgen, 2019).

Aditif pakan herbal, juga dikenal sebagai aditif pakan fitogenik, menawarkan solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan keberlanjutan sistem peternakan. Senyawa alami ini, yang berasal dari tumbuhan, herba, dan rempah-rempah, telah terbukti meningkatkan kesehatan usus, meningkatkan respons imun, dan mengurangi emisi metana (Parkunan *et al.*, 2024). Aditif pakan fitogenik dapat meningkatkan pencernaan nutrisi dan efisiensi pakan, sehingga menghasilkan kinerja pertumbuhan yang lebih baik dan mengurangi dampak lingkungan (Nastoh *et al.*, 2024). Sifat antimikroba dan antioksidannya juga membantu mengurangi ketergantungan pada antibiotik, mengatasi kekhawatiran mengenai resistensi antimikroba (Biswas & Kim, 2025).

Tujuan utama tinjauan ini adalah untuk menilai peran ternak ruminansia dalam mencapai kemandirian pangan dimana menjelajahi bagaimana ternak ruminansia berkontribusi terhadap SKP dan manfaat serta tantangan terkait; mengidentifikasi tantangan terkini dalam efisiensi nutrisi dan kesehatan hewan dimana meneliti isu-isu terkait efisiensi konversi pakan, dampak lingkungan, dan kesehatan hewan dalam produksi ruminansia; mengevaluasi potensi aditif pakan herbal dimana menyelidiki manfaat dan

mekanisme PFA dalam meningkatkan keberlanjutan sistem peternakan; dan memberikan rekomendasi untuk penelitian dan kebijakan masa depan dimana menyarankan area untuk studi lebih lanjut dan pengembangan kebijakan untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi produksi ternak ruminansia. Dengan membahas tujuan-tujuan ini, tinjauan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang keadaan saat ini dan potensi masa depan sistem peternakan ruminansia dalam berkontribusi terhadap ketahanan dan keberlanjutan pangan global.

METODE

Artikel ini disusun menggunakan pendekatan *systematic literature review* untuk mengkaji peran penambahan pakan herbal dalam meningkatkan efisiensi nutrisi dan kesehatan ruminansia serta implikasinya terhadap swasembada pangan berbasis peternakan. Penelusuran literatur dilakukan pada bulan Mei hingga Juli 2025 melalui basis data Scopus, yang dipilih karena cakupannya yang luas dan reputasinya sebagai sumber literatur ilmiah bereputasi internasional. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci “ruminant nutrition” OR “ruminant health” AND “herbal feed additives” OR “phytogenic feed additives” AND “food self-sufficiency” OR “livestock sustainability” dengan bantuan *Boolean operators*. Filter pencarian diterapkan untuk membatasi hasil pada artikel penelitian (*research articles*) dan tinjauan (*review articles*) yang diterbitkan dalam rentang tahun 2004–2025, menggunakan bahasa Inggris dan bahasa Indonesia.

Kriteria inklusi yang digunakan mencakup artikel yang membahas penggunaan aditif pakan herbal atau fitogenik pada ruminansia, menyajikan data atau ulasan mengenai pengaruhnya terhadap pencernaan, efisiensi pakan, produktivitas, kesehatan hewan, atau implikasi lingkungan, serta mengaitkan hasil dengan keberlanjutan sistem peternakan atau swasembada pangan. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi studi yang tidak berfokus pada ruminansia, artikel tanpa akses penuh atau tanpa data relevan, serta publikasi berupa abstrak konferensi, editorial, atau opini tanpa dukungan data ilmiah.

Proses seleksi dilakukan melalui tiga tahap, yakni penyaringan judul dan abstrak untuk mengeliminasi studi yang tidak relevan, telaah teks lengkap untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi, serta pemeriksaan duplikasi dan relevansi tematik oleh dua peneliti secara independen, dengan perbedaan pendapat diselesaikan melalui diskusi hingga tercapai konsensus. Penelusuran awal menghasilkan 146 artikel, kemudian 87 artikel masuk tahap telaah penuh. Setelah dilakukan seleksi lebih lanjut, 31 artikel dieliminasi karena tidak memenuhi kriteria, sehingga diperoleh 56 artikel akhir yang

dianalisis. Data dari artikel terpilih diekstraksi meliputi jenis aditif herbal, spesies ternak, parameter yang diukur (kecernaan, aktivitas mikroba rumen, FCR, produktivitas, kesehatan hewan), serta relevansi terhadap ketahanan pangan dan keberlanjutan. Analisis dilakukan secara tematik untuk mengidentifikasi pola, manfaat, tantangan, dan celah penelitian yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep dan Klasifikasi Bahan Tambahan Pakan Herbal

Aditif pakan herbal adalah senyawa alami yang berasal dari tumbuhan, herba, rempah-rempah, dan sumber botani lainnya, yang digunakan dalam nutrisi hewan untuk meningkatkan kualitas pakan, kesehatan hewan, dan performanya. Aditif ini meliputi minyak atsiri, polifenol, terpenoid, dan flavonoid, yang memiliki berbagai fungsi seperti pengaturan sistem kekebalan tubuh, aksi antimikroba, sifat antioksidan, dan pemacu pertumbuhan (Alem, 2024; Hashemi & Davoodi, 2011; Rafeeq *et al.*, 2023). Dianggap sebagai alternatif berkelanjutan untuk antibiotik sintetis dan promotor pertumbuhan karena asal usulnya yang alami dan manfaatnya yang beragam (Abdallah *et al.*, 2019; Biswas *et al.*, 2024; Parkunan *et al.*, 2024). Berasal dari tumbuhan, rempah-rempah, dan herba. Mengandung senyawa fenolik, flavonoid, terpenoid, alkaloid, dan minyak atsiri (Alem, 2024; Rafeeq *et al.*, 2023; Yolci Omeroglu *et al.*, 2019). Menunjukkan sifat antimikroba, antioksidan, antiinflamasi, dan imunomodulator (Biswas *et al.*, 2024; Hashemi & Davoodi, 2011). Mengurangi ketergantungan pada antibiotik sintetis dan meningkatkan kesehatan dan produktivitas hewan (Abdallah *et al.*, 2019; Parkunan *et al.*, 2024).

Tanaman obat mengandung beragam senyawa bioaktif yang berkontribusi terhadap efektivitasnya sebagai aditif pakan. Senyawa-senyawa ini meliputi senyawa fenolik dikenal karena sifat antioksidan dan antimikrobanya (Rafeeq *et al.*, 2023; Yolci Omeroglu *et al.*, 2019); flavonoid bertindak sebagai antioksidan dan stimulan kekebalan tubuh; terpenoid memberikan manfaat antimikroba dan anti inflamasi; alkaloid menunjukkan berbagai aktivitas biologis termasuk sifat antimikroba dan antikanker; saponin dikenal karena efek imunomodulasi dan anti-inflamasinya (Ulrikh *et al.*, 2018); dan minyak atsiri mengandung berbagai bahan aktif yang meningkatkan asupan pakan dan kesehatan usus (Biswas *et al.*, 2024; Rafeeq *et al.*, 2023).

Beberapa sumber herbal lokal telah diidentifikasi potensi penggunaannya sebagai aditif pakan yakni *echinacea purpurea* (bunga kerucut ungu) mengandung polisakarida, flavonoid, dan tanin, yang mendukung fungsi kekebalan tubuh dan kesehatan secara

keseluruhan (Ulrikh *et al.*, 2018); *leuzea carthamoides* (akar maral) kaya akan senyawa bioaktif seperti ecdysteroid, yang meningkatkan pertumbuhan dan meningkatkan kinerja fisik; *silybum marianum* (*holy thistle*) mengandung silymarin, yang dikenal karena sifat hepatoprotektif dan antioksidannya; *calendula officinalis* (*marigold*) mengandung karotenoid dan flavonoid, yang memiliki efek anti-inflamasi dan antioksidan; *houltuynia cordata* digunakan karena sifat antimikroba dan meningkatkan kekebalan tubuh (Cheng *et al.*, 2024); dan *centella asiatica* dikenal karena efek penyembuhan luka dan anti-inflamasinya (Verma & Thakur, 2012).

Pengaruh Tambahan Pakan Herbal Terhadap Efisiensi Nutrisi

Aditif pakan herbal telah terbukti secara signifikan meningkatkan pencernaan nutrisi dan pemanfaatan pakan pada berbagai ternak. Sebagai contoh, penambahan tepung daun *Ficus hookeri* meningkatkan pencernaan nyata bahan kering (BK), bahan organik (BOM), serat deterjen netral (NDF), serat deterjen asam (ADF), dan selulosa pada anak sapi persilangan jantan Jersey yang sedang tumbuh (Santra *et al.*, 2023). Demikian pula, suplementasi tepung daun *Mallotus philippensis* meningkatkan pencernaan DM, OM, NDF, ADF, dan selulosa, sehingga menghasilkan efisiensi konversi pakan yang lebih baik dan pertambahan berat badan harian rata-rata yang lebih tinggi (Santra *et al.*, 2020). Selain itu, aditif pakan fitogenik komposit (cPFA) meningkatkan produksi biomassa mikroba dan pencernaan nutrisi pada domba (Choubey *et al.*, 2014).

Aditif pakan herbal dapat memodulasi aktivitas mikroba rumen, yang krusial untuk meningkatkan efisiensi pakan dan mengurangi emisi metana. Sebagai contoh, penggunaan campuran herbal yang mengandung jahe, bawang putih, Artemisia, dan kunyit meningkatkan kelimpahan relatif filum mikroba bermanfaat seperti *Bacteroidota* dan *Proteobacteria* sekaligus mengurangi archaea metanogenik pada kambing (Rabee *et al.*, 2024). Penelitian lain menemukan bahwa suplementasi *Anethum sowa* meningkatkan konsentrasi asam lemak volatil (VFA) dan rasio asetat terhadap propionat dalam rumen anak kambing Beetal (Hundal *et al.*, 2020). Selain itu, aditif pakan fitogenik seperti saponin telah terbukti menghambat protozoa, sehingga meningkatkan sintesis protein mikroba dan mengurangi produksi metana (Patra & Saxena, 2009).

Aditif pakan herbal telah menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi konversi pakan (FCR) dan produktivitas ternak secara keseluruhan. Sebagai contoh, penambahan formula herbal *Superliv* pada pakan broiler meningkatkan bobot badan akhir, pertambahan berat badan harian (PBH), dan FCR (Lipiński *et al.*, 2019). Demikian pula,

penambahan campuran herbal ginseng dan artichoke dalam pakan ayam meningkatkan pertambahan berat badan, FCR, dan parameter kualitas daging (Hossain *et al.*, 2024). Pada sapi perah, suplementasi jintan dan adas meningkatkan produksi dan komposisi susu, yang menunjukkan peningkatan efisiensi pakan (Mahmoud *et al.*, 2020). Selain itu, penggunaan daun pohon Chaste dalam pakan ayam pedaging meningkatkan kinerja pertumbuhan, daya cerna nutrisi, dan respons imun (Minhas *et al.*, 2025). Informasi lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aspek dan Pengaruh Aditif Herbal pada Ternak

Aspek	Aditif Herbal	Memengaruhi
Kecernaan Nutrisi	<i>Ficus hookeri</i> , <i>Mallotus philippensis</i>	Peningkatan pencernaan DM, OM, NDF, ADF, selulosa (Santra <i>et al.</i> , 2020, 2023)
Aktivitas Mikroba Rumen	Jahe, Bawang Putih, Artemisia, Kunyit	Peningkatan filum mikroba yang bermanfaat, pengurangan metanogen (Rabee <i>et al.</i> , 2024)
Efisiensi Konversi Pakan	Superliv, Ginseng, Artichoke	Peningkatan berat badan, ADG, FCR, kualitas daging (Hossain <i>et al.</i> , 2024; Lipiński <i>et al.</i> , 2019)
Produktivitas Ternak	Jintan, Adas, Pohon Suci	Peningkatan produksi susu, kinerja pertumbuhan, dan pencernaan nutrisi (Mahmoud <i>et al.</i> , 2020; Minhas <i>et al.</i> , 2025)

Aditif pakan herbal menawarkan beragam manfaat dalam nutrisi ternak, termasuk peningkatan pencernaan nutrisi, modulasi aktivitas mikroba rumen, serta peningkatan efisiensi dan produktivitas konversi pakan. Aditif alami ini merupakan alternatif yang menjanjikan bagi pemacu pertumbuhan sintetis, yang berkontribusi pada produksi ternak yang berkelanjutan dan efisien.

Dampak Terhadap Kesehatan Ternak Ruminan

Aditif pakan herbal telah terbukti meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan status antioksidan pada ruminansia. Aditif ini, seperti vitamin E, berperan penting dalam mengurangi stres oksidatif, meningkatkan fungsi kekebalan tubuh, dan meningkatkan kualitas daging (Chauhan *et al.*, 2016; Mazur *et al.*, 2019). Aditif pakan fitogenik (PFAs)

seperti minyak esensial, polifenol, dan flavonoid menunjukkan sifat antioksidan yang signifikan, yang membantu mengurangi stres oksidatif dan peradangan (Swelum *et al.*, 2021). Selain itu, senyawa ini dapat meningkatkan kesehatan reproduksi dan produktivitas secara keseluruhan dengan memodulasi fermentasi rumen dan meningkatkan pencernaan nutrisi (Nastoh *et al.*, 2024).

Aditif pakan herbal juga berkontribusi terhadap pencegahan gangguan gastrointestinal dan infeksi pada ruminansia. Ekstrak tumbuhan seperti timi, seledri, dan mesquite telah terbukti dapat meningkatkan fermentasi rumen, mengurangi produksi gas, dan meningkatkan pencernaan nutrisi tanpa efek samping (Cazares-Solis *et al.*, 2024; Khattab *et al.*, 2020). Minyak atsiri dan metabolit sekunder tumbuhan seperti tanin dan saponin telah menunjukkan potensi dalam memodulasi motilitas usus dan mencegah gangguan gastrointestinal (Mendel *et al.*, 2017). Aditif ini juga dapat bertindak sebagai anthelmintik alami, mengurangi ketergantungan pada obat sintetis dan mengurangi risiko resistensi obat (Alem, 2024).

Keamanan aditif pakan herbal dan residunya dalam produk hewani merupakan perhatian penting. Studi menunjukkan bahwa meskipun aditif herbal umumnya aman, terdapat beberapa kasus di mana residu pestisida dalam komponen herbal melebihi Batas Residu Maksimum (BMR) Eropa, sehingga menimbulkan potensi risiko (Siméon *et al.*, 2019). Otoritas Keamanan Pangan Eropa (EFSA) telah mengevaluasi berbagai senyawa herbal dan menyimpulkan bahwa banyak yang aman untuk digunakan dalam pakan ternak pada tingkat yang diusulkan, tanpa risiko signifikan bagi konsumen atau lingkungan ((FEEDAP) *et al.*, 2024; on Additives, Bampidis, Azimonti, de Lourdes Bastos, Christensen, Durjava, *et al.*, 2023; on Additives, Bampidis, Azimonti, de Lourdes Bastos, Christensen, Dusemund, *et al.*, 2023). Namun, pemantauan berkala dan kepatuhan terhadap standar keselamatan sangat penting untuk memastikan keamanan produk hewani (Anadón *et al.*, 2025; Mantovani *et al.*, 2006).

Implikasi Bagi Kemandirian Pangan Berbasis Ternak

Swasembada pangan berbasis peternakan berkontribusi signifikan terhadap produktivitas dan ketahanan pangan nasional dengan meningkatkan efisiensi dan kualitas produk hewani. Penggunaan aditif pakan, terutama aditif herbal dan fitogenik, telah terbukti meningkatkan kinerja, kesehatan, dan kualitas produk ternak. Aditif ini meningkatkan efisiensi pakan, daya cerna nutrisi, dan kesehatan hewan secara keseluruhan, yang pada gilirannya meningkatkan produktivitas dan memastikan pasokan produk hewani

berkualitas tinggi yang stabil (Alagawany *et al.*, 2024; Alem, 2024; Biswas & Kim, 2025; Liu *et al.*, 2025; Parkunan *et al.*, 2024; Yusriani *et al.*, 2025). Selain itu, mengintegrasikan peternakan dengan sistem produksi tanaman, seperti penggunaan pupuk kandang untuk menyuburkan tanaman, dapat meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen, sehingga berkontribusi lebih lanjut terhadap ketahanan pangan (Battheu-Noirfalise *et al.*, 2024; Mabhaudhi *et al.*, 2023).

Pemanfaatan sumber daya lokal untuk pakan dapat meningkatkan kemandirian dan keberlanjutan pakan secara signifikan dalam produksi ternak. Sumber daya pakan lokal, seperti sisa tanaman, rumput asli, dan produk sampingan dari proses pertanian, dapat digunakan secara efektif untuk mengurangi ketergantungan pada pakan impor. Misalnya, mengintegrasikan ruminansia dengan tanaman pohon seperti kelapa sawit dapat menyediakan sumber pakan berkelanjutan sekaligus meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi biaya produksi (Devendra, 2004). Selain itu, penggunaan pakan lokal yang dikombinasikan dengan suplemen herbal dapat mengurangi dampak lingkungan dari produksi ternak dan mendorong penggunaan sumber daya pakan berkelanjutan (Arsenos & Giannenas, 2023; Bindari & Makkar, 2016; Fushai *et al.*, 2025).

Integrasi produksi ternak dengan program strategis nasional dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan. Program yang mendorong penggunaan aditif pakan berkelanjutan, seperti aditif pakan fitogenik, dapat mengurangi ketergantungan pada antibiotik dan pemacu pertumbuhan sintetis, sehingga mengatasi masalah kesehatan masyarakat terkait resistensi antimikroba (Salahi *et al.*, 2025; Zheng *et al.*, 2025). Selain itu, kebijakan yang mendukung pengembangan dan pemanfaatan sumber daya pakan lokal serta sistem terpadu tanaman dan peternakan dapat meningkatkan ketahanan dan efisiensi sistem produksi ternak (Afanasievna *et al.*, 2015; Mabhaudhi *et al.*, 2023). Misalnya, Program Negara Republik Sakha (Yakutia) bertujuan untuk meningkatkan produktivitas ternak dengan meningkatkan nilai biologis nutrisi mereka melalui penggunaan aditif pakan yang efektif (Afanasievna *et al.*, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kemandirian pangan berbasis peternakan ruminansia berperan penting dalam ketahanan dan keberlanjutan pangan melalui kemampuan mengonversi sumber daya nonpangan menjadi produk hewani bergizi tinggi serta mendukung ekosistem. Tantangan seperti rendahnya efisiensi pakan, emisi metana, dan isu kesehatan hewan dapat diatasi dengan penggunaan aditif pakan herbal yang terbukti meningkatkan pencernaan, efisiensi

konversi pakan, produktivitas, dan kesehatan ternak, sekaligus mengurangi ketergantungan pada antibiotik sintetis. Pemanfaatan sumber daya pakan lokal yang dikombinasikan dengan aditif herbal serta penerapan sistem pertanian-peternakan terpadu, didukung kebijakan berkelanjutan, menjadi strategi kunci untuk meningkatkan produktivitas, menekan dampak lingkungan, dan memperkuat ketahanan pangan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- (FEEDAP), E. P. on A. and P. or S. used in A. F., Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M. de L., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., & López Puente, S. (2024). Safety of feed additives consisting of hydroxypropyl methyl cellulose (E 464) and methyl cellulose (E 461) for all animal species (International Cellulosics Association). *EFSA Journal*, 22(2), e8637.
- Abdallah, A., Zhang, P., Zhong, Q., & Sun, Z. (2019). Application of traditional Chinese herbal medicine by-products as dietary feed supplements and antibiotic replacements in animal production. *Current Drug Metabolism*, 20(1), 54–64.
- Afanasievna, N. N., Viktorovich, P. V., Matveevna, C. N., & Fedoseevich, G. M. (2015). The use of feed additives in the diet of cows and young cattle in Yakutia. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 12(2), 1651–1657.
- Alagawany, M., Sallam, S., & Abd El-Hack, M. E. (2024). *Organic Feed Additives for Livestock*. Elsevier Science & Technology.
- Alem, W. T. (2024). Effect of herbal extracts in animal nutrition as feed additives. *Heliyon*, 10(3).
- Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M.-R., Ares, I., & Martínez, M.-A. (2025). Regulatory aspects for the drugs and chemicals used in food-producing animals in the European Union. In *Veterinary toxicology* (pp. 97–130). Elsevier.
- Arsenos, G., & Giannenas, I. (2023). *Sustainable use of feed additives in livestock: novel ways for animal production*. Springer.
- Battheu-Noirfalise, C., Mertens, A., Soyeurt, H., Stilmant, D., Froidmont, E., & Beckers, Y. (2024). Influence of crop-livestock integration on direct and indirect contributions of beef systems to food security. *Agricultural Systems*, 220, 104067.
- Bindari, Y. R., & Makkar, H. P. S. (2016). Towards implementation of sustainable animal diets: evidence generation, perspective building and way forward. *CABI Reviews*, 2016, 1–27.
- Biswas, S., Ahn, J. M., & Kim, I. H. (2024). Assessing the potential of phytogenic feed additives: A comprehensive review on their effectiveness as a potent dietary enhancement for nonruminant in swine and poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108(3), 711–723.
- Biswas, S., & Kim, I. H. (2025). A thorough review of phytogenic feed additives in non-ruminant nutrition: production, gut health, and environmental concerns. *Journal of Animal Science and Technology*, 67(3), 497.
- Cazares-Solis, A. C., Rodríguez-Guerrero, V., Castañeda Hernández, O., & Melgoza Contreras, L. M. (2024). Application of the SeDeM system for the preparation of

antiparasitic tablets from mesquite flour for use in sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 56(2), 81.

- Chauhan, S. S., Liu, F., Leury, B. J., Cottrell, J. J., Celi, P., & Dunshea, F. R. (2016). Functionality and genomics of selenium and vitamin E supplementation in ruminants. *Animal Production Science*, 56(8), 1285–1298.
- Cheng, Z., Lin, S., Wu, Z., Lin, C., Zhang, Q., Xu, C., Li, J., & Long, C. (2024). Study on medicinal food plants in the Gaoligongshan Biosphere Reserve, the richest biocultural diversity center in China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1), 10.
- Choubey, M., Pattanaik, A. K., Baliyan, S., Kumar, A., Kumar, A., Dutta, N., Jadhav, S. E., & Sharma, K. (2014). Effect of a composite phytochemical feed additive on in vitro substrate degradation and methanogenesis and in vivo rumen fermentation. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 14(3), 523–534.
- Davis, T. C., & White, R. R. (2020). Breeding animals to feed people: The many roles of animal reproduction in ensuring global food security. *Theriogenology*, 150, 27–33.
- Devendra, C. (2004). Integrated tree crops–ruminants systems: potential importance of the oil palm. *Outlook on Agriculture*, 33(3), 157–166.
- Faverdin, P., & Milgen, J. van. (2019). *Integrate scale changes to improve the efficiency of livestock production (systems?) and reduce emissions*.
- Fushai, F., Chitura, T., & Oke, O. E. (2025). Climate-smart livestock nutrition in semi-arid Southern African agricultural systems. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1507152.
- Grolleau, L., Falaise, D., Moreau, J. C., Delaby, L., & Lusson, J. M. (2014). *Evaluation of the self-sufficiency and productivity of ruminant farms using three new indicators*.
- Hashemi, S. R., & Davoodi, H. (2011). Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*, 35(3), 169–180.
- Hossain, M. M., Cho, S. B., Kang, D.-K., Nguyen, Q. T., & Kim, I. H. (2024). Comparative effects of dietary herbal mixture or guanidinoacetic acid supplementation on growth performance, cecal microbiota, blood profile, excreta gas emission, and meat quality in Hanhyup-3-ho chicken. *Poultry Science*, 103(4), 103553.
- Hundal, J. S., Wadhwa, M., & Bakshi, M. P. S. (2020). Effect of supplementing herbal feed additive anethum sowa on nutrient utilization, productive performance and carcass characteristics of male beetal kids. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 20(1), 25–38.
- Khattab, M. S. A., Abd El Tawab, A. M., Hadhoud, F. A., & Shaaban, M. M. (2020). Utilizing of celery and thyme as ruminal fermentation and digestibility modifier and reducing gas production. *International Journal of Dairy Science*, 15(1), 22–27.
- Lipiński, K., Antoszkiewicz, Z., Kotlarczyk, S., Mazur-Kuśnerek, M., Kaliniewicz, J., & Makowski, Z. (2019). The effect of herbal feed additive on the growth performance, carcass characteristics and meat quality of broiler chickens fed low-energy diets. *Archives Animal Breeding*, 62(1), 33–40.

- Liu, L., Wang, P., Liu, S., Yan, M., Zhang, Q., Clark, E., & Wang, J. (2025). Meta-analyses of the global impact of non-antibiotic feed additives on livestock performance and health. *Journal of Advanced Research*.
- Mabhaudhi, T., Chibarabada, T. P., & Sikka, A. (2023). Status of integrated crop-livestock research in the mixed farming systems of the Global South: a scoping study. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1241675.
- Mahmoud, A. E. M., Rahmy, H. A. F., & Ghoneem, W. M. A. (2020). *Role of Caraway, Fennel and Melissa addition on productive performance of lactating Frisian cows*.
- Mamassi, A., Guilpart, N., Muneret, L., & Accatino, F. (2025). Water-cropland resources and agricultural management shape the main interactions with food self-sufficiency goals. *Global Food Security*, 44, 100841.
- Mantovani, A., Maranghi, F., Purificato, I., & Macri, A. (2006). Assessment of feed additives and contaminants: an essential component of food safety. *ANNALI-ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA*, 42(4), 427.
- Martin, G. B. (2024). Perspective: science and the future of livestock industries. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1359247.
- Mazur, M., Zwyrzykowska-Wodzińska, A., Wojtas, E., Zachwieja, A., & Salejda, A. M. (2019). Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) supplementation on oxidative stress in ruminants. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79(2), 316–322.
- Mendel, M., Chłopecka, M., Dziekan, N., & Karlik, W. (2017). Phytogenic feed additives as potential gut contractility modifiers—A review. *Animal Feed Science and Technology*, 230, 30–46.
- Minhas, S., Sharma, A., & Chahota, R. (2025). Effects of Chaste tree (*Vitex negundo*) leaves as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, digestibility, carcass traits, immunity and antioxidant status of broiler birds. *Tropical Animal Health and Production*, 57(6), 281.
- Moorby, J. M., & Fraser, M. D. (2021). New feeds and new feeding systems in intensive and semi-intensive forage-fed ruminant livestock systems. *Animal*, 15, 100297.
- Nastoh, N. A., Waqas, M., Çınar, A. A., & Salman, M. (2024). The impact of phytogenic feed additives on ruminant production: A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*.
- on Additives, E. P., Bampidis, V., Azimonti, G., de Lourdes Bastos, M., Christensen, H., Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., Puente, S. L., & Marcon, F. (2023). Safety and efficacy of a feed additive consisting of an essential oil from the leaves of *Laurus nobilis* L.(laurel leaf oil) for all animal species (FEFANA asbl). *EFSA Journal*, 21(3), e07875.
- on Additives, E. P., Bampidis, V., Azimonti, G., de Lourdes Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., & Puente, S. L. (2023). Safety of 41 flavouring compounds providing a herbal flavour and belonging to different chemical groups for use as feed additives in all animal species (FEFANA asbl). *EFSA Journal*, 21(10), e08340.

- Parkunan, T., Bharti, M. K., Govindasamy, T., Kumar, M., Ramasamy, D. K., & Mahesh, M. S. (2024). Herbal Feed Additives and Supplements for a Sustainable Ruminant Production. In *Feed Additives and Supplements for Ruminants* (pp. 197–234). Springer.
- Patra, A. K., & Saxena, J. (2009). The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition Research Reviews*, 22(2), 204–219.
- Perkins, L., Barnes, K., Cristobal-Carballo, O., Dimonaco, N. J., Santos, F. G., Kyriazakis, I., Lawther, K., Lively, F., Morrison, S., & Nugent, A. (2025). Challenges and opportunities for sustainable ruminant production based upon One Health principles. *Proceedings of the Nutrition Society*.
- Rabee, A. E., Mohamed M. Ghandour, M., Sallam, A., Elwakeel, E. A., Mohammed, R. S., Sabra, E. A., Abdel-Wahed, A. M., Mourad, D. M., Hamed, A. A., & Hafez, O. R. (2024). Rumen fermentation and microbiota in Shami goats fed on condensed tannins or herbal mixture. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 35.
- Rafeeq, M., Bilal, R. M., Batool, F., Yameen, K., Farag, M. R., Madkour, M., Elnesr, S. S., El-Shall, N. A., Dhama, K., & Alagawany, M. (2023). Application of herbs and their derivatives in broiler chickens: a review. *World's Poultry Science Journal*, 79(1), 95–117.
- Rangasami, S. R. S., Purnima, M., Pushpam, R., Ajaykumar, R., Thirunavukkarasu, M., Sathiya, K., Rajanbabu, V., & Yazhini, G. (2024). Enhancing animal nutritional security through Biofortification in forage crops: A comprehensive review. *Indian Journal of Animal Research*, 58(11), 1838–1845.
- Rivero, M. J., Lopez-Villalobos, N., Evans, A., Berndt, A., Cartmill, A., Neal, A. L., McLaren, A., Farruggia, A., Mignolet, C., & Chadwick, D. (2021). Key traits for ruminant livestock across diverse production systems in the context of climate change: perspectives from a global platform of research farms. *Reproduction, Fertility and Development*, 33(2), 1–19.
- Salahi, A., Attia, Y. A., Zabermawi, N. M., Bovera, F., Shafi, M. E., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2025). Wheat Bran Beyond a Fiber Source for Sustainable Poultry Nutrition: A Comprehensive Review. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 76(2), 9321–9348.
- Santra, A., Das, S. K., Mandal, A., & Dutta, T. K. (2020). Influence of Kamela (*Mallotus philippensis*) leaves as herbal feed additive on nutrient utilization and performances in growing crossbred calves. *Indian Journal of Animal Sciences*, 90(10), 1402–1406.
- Santra, A., Taku, T., Tripura, S., Das, S. K., & Dutta, T. K. (2023). Dietary supplementation of *Ficus hookeri* leaves as herbal feed additive affects nutrient utilization and growth performances in growing crossbred calves. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 93(3), 287–292.
- Siméon, F. M., Coralie, A., Clara, L., Johann, H., & Sylvain, K. (2019). Pesticide residues in botanics used in feed additives: focusing on wild vs cultivable plants. *International Journal of Environmental Pollution and Remediation*, 7, 36–44.

- Swelum, A. A., Hashem, N. M., Abdelnour, S. A., Taha, A. E., Ohran, H., Khafaga, A. F., El-Tarabily, K. A., & Abd El-Hack, M. E. (2021). Effects of phytogenic feed additives on the reproductive performance of animals. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 5816–5822.
- Teague, R., & Kreuter, U. (2020). Managing grazing to restore soil health, ecosystem function, and ecosystem services. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 534187.
- Ulrikh, E. V., Khaliullin, R. S., Ganieva, I. A., Izhmulkina, E. A., & Arzjutov, M. N. (2018). The content of biologically active substances in phytobiotics used for agricultural animals and poultry. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*, 7(3.14 Special Issue 14), 445–449.
- Verma, J., & Thakur, K. (2012). Kusum Ethnobotanically important plants of Mandi and Solan districts of Himachal Pradesh, Northwest Himalaya. *Plant Arch*, 12, 185–190.
- Yolci Omeroglu, P., Acoglu, B., Özdal, T., Tamer, C. E., & Çopur, Ö. U. (2019). Extraction techniques for plant-based bio-active compounds. In *Natural Bio-active Compounds: Volume 2: Chemistry, Pharmacology and Health Care Practices* (pp. 465–492). Springer.
- Yusriani, Y., Usrina, N., Qomariyah, N., Hayanti, S. Y., & Nathania, N. M. (2025). Use and addition of feed additives to livestock: in review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1476(1), 12027.
- Zheng, S., Li, Y., Chen, C., Wang, N., & Yang, F. (2025). Solutions to the Dilemma of Antibiotics Use in Livestock and Poultry Farming: Regulation Policy and Alternatives. *Toxics*, 13(5), 348.