



PENGARUH ADITIF PAKAN TERHADAP FERMENTASI RUMEN, EFISIENSI NUTRIEN, KESEHATAN TERNAK RUMINANSIA

Poespitarsi Hazanah Ndaru^{*1}, Wike Andre Septian², Surya Retnaningrum³

^{1,2}Fakultas Sains dan Teknologi Peternakan, UniversitasBrawijaya

³PT. Great Giant Livestock, Lampung

Corresponding author: poespitasarihn@ub.ac.id

Abstrak

Kajian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh aditif pakan terhadap fermentasi rumen, efisiensi nutrisi, dan kesehatan ternak ruminansia. Review naratif kritis dilakukan terhadap 24 publikasi yang dipilih secara purposif dan dianalisis secara tematik berdasarkan mekanisme kerja serta respons produksi. Hasil kajian menunjukkan bahwa probiotik dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan pada kondisi tertentu, sedangkan fitogenik dan kitosan berpotensi menekan metana. Namun, perubahan fermentasi tidak selalu diikuti peningkatan pencernaan atau produksi susu. Efektivitas aditif dipengaruhi komponen aktif, dosis, ransum basal, tahap fisiologis, dan metode pemberian. Kajian ini menegaskan perlunya pemilihan aditif berbasis sasaran produksi, bukti yang relevan, dan kelayakan ekonomi untuk mendukung pengembangan nutrisi presisi serta produksi ruminansia berkelanjutan.

Kata Kunci: aditif pakan, fermentasi rumen, efisiensi nutrisi, kesehatan ternak, ruminansia

Effects of Feed Additives on Rumen Fermentation, Nutrient Utilization Efficiency, and Ruminant Health

Abstract

This review evaluated the effects of feed additives on rumen fermentation, nutrient utilization efficiency, and ruminant health. A critical narrative review of 24 purposively selected publications was conducted through thematic synthesis of mechanisms and production responses. Findings indicated that probiotics can improve growth and feed efficiency under specific conditions, whereas phytogenic additives and chitosan show potential for methane mitigation. However, fermentation changes do not consistently translate into improved digestibility or milk yield. Additive efficacy depends on active components, dosage, basal diet, physiological stage, and administration method. This review supports selecting additives according to production targets, relevant evidence, and economic feasibility to advance precision nutrition and sustainable ruminant production.

Keywords: feed additives, rumen fermentation, nutrient efficiency, animal health, ruminants.

PENDAHULUAN

Produktivitas ternak ruminansia merupakan hasil interaksi antara potensi genetik, kecukupan nutrisi, kondisi kesehatan, dan pengelolaan pemeliharaan. Keunikan sistem pencernaan ruminansia terletak pada keterlibatan mikroorganisme rumen dalam pemanfaatan bahan pakan, terutama komponen berserat. Oleh karena itu, evaluasi strategi peningkatan produksi perlu memperhatikan hubungan antara karakteristik ransum, proses fermentasi, dan respons ternak. Pakan yang dikonsumsi tidak seluruhnya dikonversi menjadi produk karena sebagian nutrisi digunakan untuk pemeliharaan dan sebagian energi serta nitrogen dapat hilang selama proses metabolisme (Mamuad et al., 2019).

Aditif pakan digunakan untuk memodifikasi proses biologis yang berkaitan dengan pemanfaatan pakan dan kesehatan ternak. Kelompok yang banyak dibahas meliputi probiotik, prebiotik, sinbiotik, fitogenik, asam organik, enzim, serta preparat mineral organik. Masing-masing mempunyai sasaran berbeda sehingga istilah aditif tidak dapat diperlakukan sebagai satu intervensi yang seragam. Tinjauan Ntsongota et al. (2025) menempatkan aditif alami sebagai salah satu

pendekatan untuk mendukung efisiensi dan keberlanjutan produksi ruminansia, khususnya dalam konteks Afrika sub-Sahara.

Meskipun demikian, keberhasilan pada satu parameter tidak selalu menunjukkan peningkatan produktivitas secara menyeluruh. Pertambahan bobot badan, produksi susu, efisiensi pakan, kesehatan, dan kualitas produk merupakan luaran berbeda yang memerlukan pembuktian tersendiri. Artikel ini menelaah hubungan antara mekanisme kerja aditif dan hasil produksi, sekaligus menilai keterbatasan bukti yang mendasari penerapannya. Cakupan meliputi aditif yang diberikan kepada ternak dan bahan tambahan dalam pengawetan pakan, karena keduanya bekerja pada tahap berbeda dalam rantai pemanfaatan nutrien.

Pengembangan aditif pakan didorong oleh kebutuhan meningkatkan pemanfaatan nutrien dan menjaga kesehatan tanpa meningkatkan biaya produksi secara tidak proporsional. Dalam sistem berbasis hijauan dan hasil samping pertanian, persoalannya bukan hanya jumlah pakan yang tersedia, melainkan juga ketercernaan dan keseimbangan pasokan nutrien. Aditif dapat menjadi intervensi pendukung, tetapi keberhasilannya perlu dievaluasi setelah kebutuhan dasar ternak dan mutu ransum diperhitungkan.

Penggunaan mikroba bermanfaat mendapat perhatian karena berpotensi memengaruhi keseimbangan mikrobiota saluran pencernaan. Reuben et al. (2022) membahas kaitan probiotik dengan pemanfaatan nutrien, performa, dan kesehatan ruminansia. Namun, responsnya bergantung pada mikroorganisme yang digunakan dan kondisi penerapan. Dengan demikian, identitas strain, jumlah mikroba hidup, serta kesesuaian dengan ternak sasaran lebih informatif daripada penyebutan produk sebagai probiotik semata.

Bukti empiris juga menunjukkan adanya perbedaan antara respons fermentatif dan respons produksi. Pada sapi Holstein, Trukhachev et al. (2022) menemukan perubahan konsentrasi asam lemak volatil atau volatile fatty acids (VFA) setelah suplementasi sinbiotik, tetapi tidak memperoleh peningkatan produksi susu yang nyata. Temuan tersebut memperlihatkan perlunya menguji keterhubungan antarparameter, bukan langsung menyamakan peningkatan suatu metabolit dengan keberhasilan produksi.

Kajian minyak atsiri pada sapi perah juga menunjukkan respons produksi susu dan lemak susu yang tidak konsisten antarpelelitian

(Daning et al., 2020). Hal tersebut memperkuat kebutuhan untuk memisahkan potensi mekanistik dari manfaat produksi yang telah dibuktikan.

Kesenjangan lain berkaitan dengan penerjemahan hasil laboratorium ke peternakan. Uji *in vitro* berguna untuk menilai fermentabilitas dan menyaring perlakuan, tetapi tidak mencakup seluruh proses konsumsi, absorpsi, metabolisme, adaptasi, dan respons kesehatan ternak. Oleh sebab itu, diperlukan sintesis yang membedakan bukti mekanistik, respons pada ternak, dan kelayakan penerapan agar pemilihan aditif lebih terarah. Review ini bertujuan mengkaji pengaruh penggunaan aditif pakan terhadap produktivitas ternak ruminansia melalui perubahan fermentasi rumen, pemanfaatan nutrisi, pertumbuhan, produksi susu, kesehatan, dan kualitas produk. Secara khusus, kajian ini mengidentifikasi faktor yang menyebabkan variasi respons, menilai keterbatasan bukti, serta merumuskan implikasi penelitian dan penerapan aditif pada sistem produksi ruminansia.

MATERI DAN METODE

Pendekatan dan sumber literatur

Artikel disusun menggunakan pendekatan review naratif kritis. Bahan awal berupa kumpulan sitasi dan ringkasan literatur tentang aditif pakan ruminansia. Penelusuran terarah dilakukan untuk mencocokkan nama penulis, tahun, judul, DOI, dan temuan pokok melalui laman penerbit, PubMed, serta repositori publikasi. Penelusuran mencakup bahan awal dan tambahan mengenai modifikasi rumen, penekanan metana, serta pengawetan pakan. Penelusuran verifikasi dilakukan pada 14 Oktober 2026 dengan kombinasi nama penulis, tahun, dan istilah seperti feed additives, ruminants, probiotics, rumen fermentation, dairy calves, sheep, essential oils, dan organic acids.

Pemilihan literatur bersifat purposif berdasarkan relevansi dengan pertanyaan review dan keterlacakan identitas publikasinya. Sebanyak 24 publikasi digunakan dalam sintesis, mencakup penelitian *in vivo*, penelitian *in vitro*, meta-analisis, dan artikel review. Kajian ini tidak menggunakan pencarian basis data yang menyeluruh, tidak menjalankan alur seleksi PRISMA, dan tidak menghitung ukuran efek gabungan baru.

Kriteria pemilihan dan ekstraksi informasi

Literatur dipilih apabila membahas intervensi aditif pada ruminansia atau menyediakan penjelasan mekanistik yang relevan dengan pemanfaatan nutrien dan produksi. Informasi yang diekstraksi meliputi jenis ternak, kelompok aditif, dosis dan lama pemberian apabila tersedia, jenis pengujian, parameter respons, serta keterbatasan interpretasi. Sumber dengan identitas yang belum dapat ditelusuri secara memadai tidak dijadikan dasar klaim spesifik maupun dicantumkan sebagai rujukan utama.

Informasi dilaporkan sesuai satuan pada sumber dan tidak disetarakan secara langsung antarpublikasi. Dosis dalam gram produk per ekor per hari tidak otomatis setara dengan jumlah mikroba hidup, kadar senyawa aktif, atau persentase terhadap bahan kering ransum. Pemisahan ini diperlukan karena formulasi produk dapat berbeda meskipun mempunyai nama kelompok aditif yang sama.

Sintesis dan penilaian kritis

Temuan disintesis secara tematik berdasarkan mekanisme kerja dan luaran produksi. Hasil penelitian primer digunakan untuk membahas respons pada kondisi percobaan tertentu, sedangkan meta-analisis dan review digunakan untuk menilai konsistensi serta konteks yang lebih luas. Studi primer yang juga mungkin tercakup dalam suatu sintesis sekunder tidak diperlakukan sebagai bukti independen tambahan dalam penghitungan kuantitatif.

Penilaian kritis memperhatikan keberadaan kontrol, ukuran sampel, unit percobaan, tahap fisiologis, karakteristik ransum, durasi, dan kesesuaian antara parameter yang diukur dengan kesimpulan. Penilaian dilakukan secara kualitatif tanpa menghasilkan skor risiko bias formal. Pernyataan tentang mekanisme yang belum diuji langsung dibedakan dari hasil pengukuran, dan perbedaan numerik tidak dinyatakan nyata tanpa dukungan analisis statistik sumber.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik bukti dan kelompok aditif

Literatur yang ditelaah mencakup ternak muda, domba pertumbuhan, sapi potong, dan sapi perah laktasi. Perbedaan populasi tersebut membatasi perbandingan langsung karena kebutuhan nutrien, perkembangan saluran pencernaan, dan sasaran produksinya berbeda.

Bukti tentang probiotik relatif menonjol dalam kumpulan referensi, sedangkan pembahasan enzim dan beberapa aditif lain lebih banyak berasal dari sintesis mekanistik.

Probiotik merupakan preparat mikroorganisme hidup yang ditujukan untuk memberikan manfaat pada inang dalam jumlah yang memadai. Prebiotik merupakan substrat yang dimanfaatkan secara selektif oleh mikroorganisme inang dan memberikan manfaat kesehatan. Sinbiotik menggabungkan mikroorganisme hidup dan substrat yang mendukung fungsinya. Sementara itu, istilah eubiotik dalam penelitian yang ditelaah digunakan untuk campuran probiotik dan fitobiotik. Karena itu, setiap campuran perlu dikenali berdasarkan komposisinya, bukan hanya istilah pemasarannya (Reuben et al., 2022; Stefańska et al., 2022).

Fitogenik mencakup senyawa atau preparat asal tumbuhan, termasuk tanin dan minyak atsiri. Asam organik mempunyai fungsi yang bergantung pada jenis senyawa, bentuk, dan kondisi fermentasi. Mineral organik terutama berkaitan dengan pasokan serta ketersediaan mineral, sedangkan enzim eksogen ditujukan untuk membantu pemecahan substrat tertentu. Pengelompokan tersebut berguna secara praktis, tetapi batas antarproduk dapat bertumpang tindih karena satu preparat mungkin memuat beberapa komponen aktif.

Pengaruh terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan

Meta-analisis Wang et al. (2023), yang mencakup 49 penelitian pedet sapi perah prasapih, melaporkan peningkatan bobot badan sekitar 1,988 kg dan pertambahan bobot badan harian sekitar 40,689 g/hari setelah pemberian probiotik. Rasio konversi pakan juga menurun sekitar 0,073. Besaran tersebut merupakan estimasi gabungan pada populasi dan kondisi yang dianalisis, sehingga tidak dapat digunakan sebagai prediksi langsung untuk seluruh jenis ruminansia.

Pada domba Hu, Wang et al. (2024) menguji campuran *Aspergillus oryzae* dan *Candida utilis* pada 120 domba jantan dengan dosis 400, 800, dan 1.200 g/ton pakan. Percobaan berlangsung selama 60 hari setelah adaptasi 10 hari. Perlakuan meningkatkan pertambahan bobot badan harian dan menurunkan rasio pakan terhadap pertambahan bobot pada periode akhir serta keseluruhan pengamatan. Keberhasilan tersebut berlaku pada formulasi campuran dan kondisi penelitian yang

diuji, sehingga tidak langsung membuktikan bahwa setiap produk berbasis kapang atau khamir menghasilkan respons sama.

Sebaliknya, Herdian et al. (2013) tidak menemukan perbedaan nyata pertambahan bobot pada domba lokal yang menerima kombinasi probiotik dan mineral organik, meskipun konsumsi konsentrat menurun. Penelitian ini hanya melibatkan enam domba, yaitu tiga ekor per perlakuan. Ukuran sampel tersebut membatasi ketepatan estimasi dan kekuatan pendeteksian respons. Hasil tidak nyata karenanya perlu dibedakan dari pembuktian bahwa kedua perlakuan benar-benar setara.

Secara interpretatif, peningkatan konsumsi bukan satu-satunya indikator keberhasilan. Konsumsi yang meningkat dapat menguntungkan apabila diikuti peningkatan produk yang sepadan; sebaliknya, konsumsi lebih rendah dengan pertumbuhan yang terjaga dapat mengindikasikan peluang efisiensi, tetapi perlu dikonfirmasi melalui konsumsi total bahan kering dan analisis statistik yang sesuai. FCR juga harus dibedakan dari gain-to-feed karena arah perbaikannya berlawanan. Perbandingan ekonomi selanjutnya perlu memperhitungkan harga aditif dan biaya seluruh ransum.

Sebagai kelompok alternatif, biochar dan asap cair dibahas oleh Qomariyah et al. (2019) berdasarkan sejumlah penelitian terdahulu. Review tersebut memuat laporan perbaikan pertumbuhan pada beberapa kondisi, tetapi mencakup beragam spesies dan preparat. Temuan pada unggas atau kombinasi arang dengan bahan lain tidak dapat dianggap sebagai bukti untuk biochar tunggal pada ruminansia. Karena bukti yang digunakan di sini bersifat sekunder, besaran peningkatan pertumbuhan tidak ditetapkan sebagai estimasi efektivitas umum.

Fermentasi rumen dan pemanfaatan nutrien

Pada sapi Angus, Wang et al. (2025) melaporkan bahwa suplementasi probiotik fungi memengaruhi pencernaan beberapa komponen nutrien dan meningkatkan konsentrasi VFA pada dosis tertentu. Temuan ini menunjukkan bahwa respons dapat bersifat spesifik terhadap nutrien dan tingkat suplementasi. Perubahan pada satu fraksi pencernaan tidak cukup untuk menyimpulkan peningkatan seluruh pemanfaatan ransum.

Dalam penelitian *in vitro*, Sofyan et al. (2015) mengevaluasi *Pediococcus acidilactici* RS2, khamir diperkaya mikromineral, dan

kombinasinya dengan daun mimba yang mengandung tanin pada substrat rumput raja. Peningkatan produksi gas pada perlakuan tertentu tidak disertai perubahan nyata pada seluruh parameter, termasuk pencernaan, VFA, protozoa, dan metana. Dengan demikian, produksi gas total tidak dapat digunakan sebagai indikator tunggal kualitas fermentasi atau efisiensi energi.

Secara biologis, konsentrasi VFA merupakan hasil keseimbangan antara pembentukan, absorpsi, aliran cairan, dan kondisi pengambilan sampel. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi tidak secara otomatis menunjukkan peningkatan laju sintesis. Penafsiran juga perlu mempertimbangkan waktu setelah pemberian pakan dan proporsi masing-masing asam. Konsep ini membantu menjelaskan mengapa perubahan fermentasi tidak selalu diikuti perubahan produksi.

Konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ juga perlu dibaca bersama indikator lain. Penurunan $\text{NH}_3\text{-N}$ dapat konsisten dengan peningkatan penangkapan nitrogen oleh mikroba atau penurunan degradasi protein, tetapi dapat pula menyertai hambatan fermentasi. Penentuan manfaat memerlukan informasi tambahan tentang protein mikroba, pencernaan, konsumsi, dan keseimbangan nitrogen. Pada perlakuan untuk meningkatkan protein lolos rumen, pengukuran degradasi ruminal harus dilengkapi dengan evaluasi pencernaan pascarumen agar perlindungan protein tidak disamakan dengan penurunan ketersediaannya.

Cahyaningtyas et al. (2019) mengevaluasi UMB yang mengandung ragi tape secara *in vitro*. Penelitian melaporkan perubahan nyata pada gas total inkubasi 48 jam dan potensi produksi gas, tetapi tidak pada sintesis protein mikroba. Dengan demikian, peningkatan gas tidak membuktikan peningkatan penangkapan nitrogen. UMB juga merupakan suplemen multikomponen: urea menyediakan nitrogen bukan protein, molases menyediakan substrat energi, sedangkan ragi merupakan komponen mikroba. Efek campuran tidak dapat seluruhnya diatribusikan kepada ragi tanpa pembandingan yang memisahkan komponen tersebut.

Secara konseptual, nitrogen dari urea perlu dibedakan dari protein sejati. Urea harus terlebih dahulu dimanfaatkan mikroba bersama energi yang sesuai agar berkontribusi pada protein mikroba. Karena itu, peningkatan kandungan nitrogen atau protein kasar terhitung setelah penambahan urea belum dengan sendirinya membuktikan peningkatan protein sejati, sintesis protein mikroba, maupun protein

yang tersedia bagi ternak. Perbedaan tersebut penting ketika menilai aditif yang ditujukan untuk memperbaiki efisiensi nitrogen.

Produksi susu dan kualitas produk

Trukhachev et al. (2022) menggunakan 40 sapi Holstein yang dibagi menjadi empat kelompok. Suplementasi sinbiotik diberikan pada dosis 25, 50, atau 75 g/ekor/hari hingga 120 hari laktasi. Pada kelompok 25 g/ekor/hari, konsentrasi VFA tercatat 9,38 dibandingkan 7,04 mmol/100 mL pada kontrol, tetapi perbedaan produksi susu tidak nyata. Hasil ini mendukung adanya respons fermentasi tanpa bukti peningkatan produksi susu pada percobaan tersebut.

Implikasinya, evaluasi sapi perah perlu mengukur produksi susu bersama konsumsi, komposisi susu, dan status tubuh. Kenaikan produksi yang disertai mobilisasi cadangan tubuh tidak mempunyai makna yang sama dengan peningkatan produksi melalui pemanfaatan pakan yang lebih baik. Demikian pula, perubahan kadar lemak atau protein susu perlu dibedakan dari perubahan produksi komponen tersebut per hari.

Pada domba lokal, Herdian et al. (2013) melaporkan kolesterol daging 34,25 mg/100 g pada perlakuan dibandingkan 38,87 mg/100 g pada kontrol. Namun, metode menyebutkan hanya satu domba per perlakuan dipotong untuk analisis kualitas daging. Oleh karena itu, temuan kualitas daging bersifat eksploratif dan tidak cukup untuk generalisasi populasi. Ulangan analisis laboratorium dari sampel yang sama tidak menggantikan ulangan biologis antarternak.

Pemisahan antara jumlah produk dan kualitas produk merupakan aspek penting dalam penilaian aditif. Suatu perlakuan dapat mengubah karakteristik tertentu tanpa meningkatkan pertumbuhan, dan dapat pula meningkatkan pertumbuhan tanpa mengubah mutu produk. Klaim manfaat harus menyebutkan luaran yang benar-benar didukung oleh pengukuran.

Kesehatan, imunitas, dan tahap fisiologis

Stefańska et al. (2022) menguji 44 pedet Holstein–Friesian selama delapan minggu. Aditif terdiri atas probiotik multistrain *Lactobacillus* spp. sebanyak 250 mg/pedet/hari dan komponen fitobiotik dengan dosis asam rosmarinat 50 mg/pedet/hari. Pemberian melalui susu pengganti menghasilkan perbaikan pertumbuhan, konsumsi, serta

indikator diare dibandingkan kontrol. Respons yang berbeda antarjalur pemberian menunjukkan bahwa jumlah aditif yang benar-benar dikonsumsi merupakan faktor penting.

Kesehatan pedet dapat berkaitan dengan produktivitas melalui perubahan konsumsi dan pemanfaatan nutrisi. Akan tetapi, peningkatan suatu biomarker tidak selalu membuktikan peningkatan ketahanan terhadap penyakit. Wang et al. (2024) melaporkan perubahan beberapa indikator imunitas dan antioksidan pada domba Hu; interpretasinya tetap perlu dikaitkan dengan indikator klinis serta kondisi percobaan. Pembuktian penurunan kejadian penyakit memerlukan pengamatan luaran penyakit yang terdefinisi.

Tahap fisiologis juga menentukan lokasi dan peluang kerja aditif. Pada pedet prasapih, pemberian dalam pakan cair dapat mempunyai implikasi berbeda dari pencampuran pada starter, terutama ketika konsumsi starter masih rendah. Pada ruminansia dewasa, karakteristik fermentasi dan ransum menjadi pertimbangan lebih besar. Dengan demikian, hasil pada pedet tidak dapat langsung dipindahkan menjadi rekomendasi untuk sapi penggemukan atau sapi perah laktasi.

Fitogenik, asam organik, dan kompromi respons

Nhara dan Baloyi (2025) membahas potensi minyak atsiri dan asam organik dalam memodifikasi fisiologi rumen. Aktivitas antimikroba minyak atsiri dapat mengubah komunitas mikroorganisme, sedangkan asam organik tertentu, seperti malat dan fumarat, dibahas terkait perubahan jalur fermentasi. Namun, respons bergantung pada senyawa dan konsentrasinya. Istilah asam organik tidak berarti seluruh anggotanya mempunyai efek yang identik terhadap pH atau produksi propionat.

Tanin juga memerlukan penilaian yang mempertimbangkan dosis dan karakteristik bahan. Penurunan degradasi protein dapat menjadi sasaran nutrisi, tetapi penghambatan mikroorganisme atau penurunan pemanfaatan nutrisi dapat mengurangi manfaat produksi. Pada penelitian Sofyan et al. (2015), hasil kombinasi dengan sumber tanin memperlihatkan bahwa respons suatu campuran tidak cukup diperkirakan dari manfaat masing-masing komponennya.

Atas dasar itu, penggunaan beberapa aditif secara bersamaan tidak boleh langsung dinyatakan sinergis. Pembuktian sinergi memerlukan rancangan yang memungkinkan perbandingan komponen tunggal dan

kombinasinya, disertai pengujian interaksi. Tanpa rancangan tersebut, hasil yang lebih baik pada suatu campuran hanya membuktikan kinerja campuran dalam kondisi pengujian, bukan mekanisme sinergi antarbahannya.

Hubungan protozoa dan metanogen memberikan dasar tambahan bagi modifikasi rumen. Yanuartono et al. (2019) membahas keterkaitan keduanya melalui transfer hidrogen: protozoa menyediakan hidrogen yang dapat digunakan metanogen. Pengurangan protozoa berpotensi mengubah pembentukan metana, tetapi konsekuensinya terhadap keseluruhan fermentasi perlu diperiksa. Penurunan populasi protozoa tidak boleh diperlakukan sebagai tujuan akhir apabila tidak disertai evaluasi pemanfaatan nutrien dan performa.

Pada uji in vitro berbasis jerami padi amoniasi, Krisnawan et al. (2015) melaporkan bahwa bahan Sapindus rarak sebagai sumber saponin memengaruhi metana, protozoa, $\text{NH}_3\text{-N}$, dan beberapa parameter fermentasi. Perlakuan menggunakan sumber saponin dalam bentuk bahan, sehingga level bahan tidak dapat langsung dinyatakan sebagai level saponin murni. Pengaruh terhadap pencernaan juga harus diperhitungkan sebelum menyimpulkan manfaat produktifnya. Bukti ini mendukung kemungkinan manipulasi ekosistem rumen, bukan pembuktian kenaikan pertambahan bobot pada ternak hidup.

Katekin merupakan kelompok senyawa tumbuhan lain yang dibahas untuk mitigasi metana. Aprilliza et al. (2021) merangkum penurunan metana sekitar 7,4–13,5% pada penambahan katekin 10–40 g/kg bahan kering dalam penelitian yang ditinjau. Kisaran ini berasal dari sintesis sekunder dan bukan hubungan dosis-respons universal. Kemungkinan penghambatan metanogen dan perubahan penggunaan hidrogen merupakan penjelasan yang perlu dikonfirmasi pada formulasi dan kondisi pemberian tertentu.

Metana, nitrogen, dan keberlanjutan produksi

Mamuad et al. (2019) membahas hubungan fermentasi rumen dengan efisiensi pemanfaatan energi, termasuk kehilangan energi dalam bentuk metana. Sementara itu, Ntsongota et al. (2025) menempatkan manfaat lingkungan sebagai salah satu pertimbangan penggunaan aditif alami. Walaupun demikian, sasaran lingkungan perlu dinilai bersama produktivitas agar perubahan emisi tidak terlepas dari perubahan konsumsi dan pemanfaatan pakan.

Herliatika dan Widiawati (2021) merangkum strategi modifikasi pakan dan manipulasi rumen untuk mitigasi metana. Dalam kelompok penelitian yang mereka tinjau, kisaran penurunan melalui aditif sangat lebar, sekitar 0,59–78%. Angka tersebut menggambarkan heterogenitas bahan, dosis, metode, serta kondisi pengujian dan tidak layak dijadikan target kinerja satu produk. Perubahan komposisi ransum, penambahan minyak, inokulasi mikroba, dan penggunaan senyawa aktif juga perlu dibedakan sebagai intervensi yang berbeda.

Harahap et al. (2020) menguji kitosan asal kulit udang pada level 2% dan 4% bahan kering ransum secara *in vitro*. Kedua level menurunkan produksi metana serta gas total, tetapi tidak mengubah secara nyata pencernaan bahan kering, pencernaan bahan organik, VFA, dan amonia. Temuan ini menunjukkan pemisahan respons metana dari parameter fermentasi lain; percobaan tersebut belum membuktikan peningkatan produksi daging atau susu maupun dosis optimal pada ternak hidup.

Besaran kehilangan energi sebagai metana yang dinyatakan terhadap energi bruto tidak langsung sebanding dengan angka terhadap energi tercerna. Karena penyebutnya berbeda, kisaran dari beberapa sumber tidak digabungkan menjadi satu angka rata-rata. Penghematan energi teoretis akibat penurunan metana juga belum membuktikan bahwa seluruh energi tersebut tertahan sebagai jaringan atau susu; pembuktiannya memerlukan pengukuran konsumsi, pencernaan, metabolisme, dan produk.

Penurunan metana absolut dapat terjadi bersamaan dengan penurunan konsumsi atau fermentasi. Karena itu, evaluasi perlu membedakan emisi per ekor per hari, emisi per satuan konsumsi bahan kering, dan intensitas emisi per satuan produk. Suatu aditif yang menurunkan emisi harian belum tentu mengurangi intensitas emisi apabila produksi juga menurun. Penggunaan satu indikator saja berisiko menghasilkan kesimpulan yang tidak mencerminkan keseluruhan sistem.

Demikian pula, penurunan $\text{NH}_3\text{-N}$ rumen bukan bukti langsung penurunan ekskresi nitrogen. Penilaian lingkungan memerlukan pengukuran atau estimasi tervalidasi mengenai nitrogen dalam feses dan urin, konsumsi nitrogen, serta nitrogen yang tertahan atau dikeluarkan dalam produk. Untuk penerapan di peternakan, biaya dan

sumber daya yang diperlukan dalam produksi serta penggunaan aditif juga relevan terhadap keberlanjutan.

Perbandingan bukti menurut sasaran penggunaan

Tabel 1 merangkum bukti relevan untuk menilai hubungan antara respons biologis dan hasil produksi. Angka dosis merupakan kondisi percobaan atau kisaran yang dikutip dalam review, bukan rekomendasi pemberian umum.

Tabel 1. Perbandingan respons aditif dan batas interpretasinya.

Sumber / bukti	Aditif / kondisi	Respons utama	Batas kesimpulan
Wang et al. (2023); meta-analisis	Probiotik; pedet prasapih	Bobot dan PBBH meningkat; FCR menurun	Estimasi gabungan; khusus populasi pedet
Wang et al. (2024); in vivo	Probiotik fungi; domba Hu	PBBH dan rasio pakan/pertambahan bobot membaik	Efek bergantung formulasi dan periode
Trukhachev et al. (2022); in vivo	Sinbiotik; sapi Holstein	VFA meningkat pada 25 g/ekor/hari	Produksi susu tidak berbeda nyata
Harahap et al. (2020); in vitro	Kitosan; 2% dan 4% BK	Metana serta gas total menurun	Kecernaan, VFA, NH ₃ tidak berbeda nyata
Krisnawan et al. (2015); in vitro	Sumber saponin S. rarak	Metana dan protozoa terpengaruh	Level bahan bukan dosis saponin murni
Septian et al. (2020); silase	Lumpur kecap; 1–7%	Asam laktat tertinggi 5%; pH terendah 3%	Tidak mengukur produksi ternak
Sanjaya et al. (2020); in vivo	Substitusi molases dengan lumpur kecap	KCBK dan KCBO tidak berbeda nyata	Belum membuktikan kenaikan performa
Yanti et al. (2022); in vivo	FJLB; silase pakan komplit	Sejumlah indikator energi/N relatif sama	Perubahan konsumsi tidak menjamin retensi

Perbandingan memperlihatkan bahwa luaran fermentasi, kesehatan, pertumbuhan, dan pengawetan tidak dapat saling menggantikan. Tingkat kekuatan kesimpulan juga dipengaruhi oleh rancangan studi; meta-analisis tidak menghilangkan keterbatasan penelitian penyusunnya, sedangkan eksperimen laboratorium tidak mengukur seluruh proses pada ternak hidup. Dengan demikian, rekomendasi

paling berguna adalah rekomendasi yang menyebutkan ternak, komposisi ransum, formulasi aditif, dan sasaran respons secara spesifik.

SIMPULAN

Efektivitas aditif pakan pada ternak ruminansia bergantung pada jenis dan dosis aditif, karakteristik ransum, serta kondisi fisiologis ternak. Aditif tertentu berpotensi memperbaiki pertumbuhan dan efisiensi pakan atau menekan produksi metana, tetapi perubahan fermentasi rumen tidak selalu diikuti peningkatan pencernaan dan produktivitas. Oleh karena itu, pemilihan aditif perlu didasarkan pada sasaran penggunaan dan bukti empiris yang relevan, dengan mempertimbangkan respons produksi, kesehatan ternak, dampak lingkungan, dan kelayakan ekonomi. Penelitian lebih lanjut, terutama secara *in vivo*, diperlukan untuk mengonfirmasi konsistensi manfaat aditif pada kondisi peternakan nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Universitas Brawijaya atas pendanaan program Dosen Berkarya Tahun 2026.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiansyah, A. H., & Hartutik. (2021). Tren produksi gas, produksi gas total dan degradasi secara *in vitro* dengan penambahan aditif dengan level berbeda pada silase tebon jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 4(2), 77–87. <https://doi.org/10.21776/ub.jnt.2021.004.02.2>
- Aprilliza, M. N., Anggraeny, Y. N., & Wina, E. (2021). The role of catechin compounds and its derivatives to mitigate methane gas production in the rumen fermentation. *WARTAZOA: Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 31(1), 13–22. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v31i1.2548>
- Cahyaningtyas, Z., Kusmartono, & Marjuki. (2019). Sintesis protein mikroba rumen dan produksi gas *in vitro* pakan yang ditambah urea molasses block (UMB) yang mengandung ragi tape sebagai sumber probiotik. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 2(2), 38–46. <https://doi.org/10.21776/ub.jnt.2019.002.02.2>

- Daning, D. A. R., Hanim, C., Widyobroto, B. P., & Yusiati, L. M. (2020). The use of essential oils as rumen modifier in dairy cows. *WARTAZOA: Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 30(4), 189–200. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v30i4.2524>
- Harahap, R. P., Jayanegara, A., Nahrowi, Suharti, S., & Lestari, R. B. (2020). Emisi metan dan fermentasi rumen in vitro dari ransum yang ditambahkan kitosan asal kulit udang. *Livestock and Animal Research*, 18(2), 142–150. <https://doi.org/10.20961/lar.v18i2.42936>
- Herdian, H., Sofyan, A., Sakti, A. A., Julendra, H., Karimy, M. F., Suryani, A. E., Damayanti, E., & Istiqomah, L. (2013). Performance and meat quality of local sheep administered with feed additive containing probiotic and organic mineral complex. *Media Peternakan*, 36(3), 203–208. <https://doi.org/10.5398/medpet.2013.36.3.203>
- Herliatika, A., & Widiawati, Y. (2021). Mitigation of enteric methane emission through feed modification and rumen manipulation. *WARTAZOA: Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 31(1), 1–12. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v31i1.2706>
- Krisnawan, N., Sudarman, A., Jayanegara, A., & Widyawati, Y. (2015). Effects of saponin from *Sapindus rarak* in the ammoniated rice straw based feed on methane emission. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 20(3), 242–246. <https://doi.org/10.18343/jipi.20.3.242>
- Mamuad, L. L., Lee, S. S., & Lee, S. S. (2019). Recent insight and future techniques to enhance rumen fermentation in dairy goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(8), 1321–1330. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0323>
- Nhara, R. B., & Baloyi, J. J. (2025). Complementary effects of essential oils and organic acids on rumen physiology as alternatives to antibiotic feed additives. *Animals*, 15(19), Article 2910. <https://doi.org/10.3390/ani15192910>
- Ntsongota, Z., Ikusika, O. O., & Mpendulo, T. C. (2025). Natural feed additives in Sub-Saharan Africa: A systematic review of efficiency and sustainability in ruminant production. *Ruminants*, 5(3), Article 36. <https://doi.org/10.3390/ruminants5030036>
- Qomariyah, N., Retnani, Y., Jayanegara, A., Wina, E., & Permana, I. G. (2019). Utilization of biochar and liquid smoke to increase livestock performance. *WARTAZOA: Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 29(4), 171–182. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v29i4.2077>

- Reuben, R. C., Elghandour, M. M. M. Y., Alqaisi, O., Cone, J. W., Márquez, O., & Salem, A. Z. M. (2022). Influence of microbial probiotics on ruminant health and nutrition: Sources, mode of action and implications. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(4), 1319–1340. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11643>
- Sanjaya, R., Dhalika, T., & Hidayat, R. (2020). Pengaruh substitusi aditif molases dengan lumpur kecap pada ensilase tanaman jagung terhadap keceraan bahan kering dan bahan organik ransum domba Garut jantan. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2(4), 207–216. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v2i4.31548>
- Septian, M. H., Dhalika, T., & Budiman, A. (2020). Kandungan asam laktat dan pH silase pelepah pisang dengan penambahan lumpur kecap sebagai aditif. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2(2), 71–77. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v2i2.27692>
- Sofyan, A., Sakti, A. A., Karimy, M. F., Julendra, H., Istiqomah, L., Herdian, H., Damayanti, E., & Suryani, A. E. (2015). Effectivity of probiotic, micromineral enriched yeast and their combination with *Azadirachta indica* leaves containing tannin on fermentability and digestibility of *Pennisetum* hybrid. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 20(2), 95–104. <https://doi.org/10.14334/jitv.v20i2.1164>
- Sriagtula, R., Martaguri, I., Hellyward, J., & Sowmen, S. (2019). Pengaruh inokulan bakteri asam laktat dan aditif terhadap kualitas dan karakteristik silase sorgum mutan 2 1 brown midrib (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Pastura*, 9(1), 40–43. <https://doi.org/10.24843/pastura.2019.v09.i01.p11>
- Stefańska, B., Katzer, F., Golińska, B., Sobolewska, P., Smulski, S., Frankiewicz, A., & Nowak, W. (2022). Different methods of eubiotic feed additive provision affect the health, performance, fermentation, and metabolic status of dairy calves during the preweaning period. *BMC Veterinary Research*, 18, Article 138. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03239-y>
- Trukhachev, V. I., Buryakov, N. P., Shapovalov, S. O., Shvydkov, A. N., Buryakova, M. A., Khardik, I. V., Fathala, M. M., Komarova, O. E., & Aleshin, D. E. (2022). Impact of inclusion of multicomponent synbiotic Russian Holstein dairy cow's rations on milk yield, rumen fermentation, and some blood biochemical parameters. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, Article 884177. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.884177>

- Wang, L., Li, M., Liu, C., Li, X., Wang, P., Chang, J., Jin, S., Yin, Q., Zhu, Q., Dang, X., & Lu, F. (2025). Effects of fungal probiotics on rumen fermentation and microbiota in Angus cattle. *Animals*, 15(18), Article 2746. <https://doi.org/10.3390/ani15182746>
- Wang, L., Lv, Z., Ning, X., Yue, Z., Wang, P., Liu, C., Jin, S., Li, X., Yin, Q., Zhu, Q., & Chang, J. (2024). The effects of compound probiotics on production performance, rumen fermentation and microbiota of Hu sheep. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, Article 1440432. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1440432>
- Wang, L., Sun, H., Gao, H., Xia, Y., Zan, L., & Zhao, C. (2023). A meta-analysis on the effects of probiotics on the performance of pre-weaning dairy calves. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14, Article 3. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00806-z>
- Yanti, Y., Wiweka, T. J., Soegiarto, S. R., Pawestri, W., Riyanto, J., Dewanti, R., Cahyadi, M., & Wati, A. K. (2022). Imbalance energi dan nitrogen ternak domba lokal yang diberi silase pakan komplit dengan aditif silase yang berbeda. *Journal of Livestock and Animal Health*, 5(2), 66–72. <https://doi.org/10.32530/jlah.v5i2.539>
- Yanuartono, Nururrozi, A., Indarjulianto, S., & Purnamaningsih, H. (2019). Peran protozoa pada pencernaan ruminansia dan dampak terhadap lingkungan. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*, 20(1), 16–28. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2019.020.01.3>

