

Proses Fermentasi Rumen dan Pembentukan Asam Lemak Volatil (VFA) Pada Sapi

Melda Wiguna¹, Syahira Aulia Putri², Ahya Ahmad Habibi³, Syamil Abdurrahman Al Ghazi⁴, Muhammad Reja Sri Pratama⁵, Ulfa Nurrofhingah⁶, Ainun Nafisah⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

E-mail: mwiguna27@gmail.com¹, syahiraara936@gmail.com², ahyahabibi@gmail.com³, syamilalghazi81@gmail.com⁴, rejasri1612@gmail.com⁵

Article Info

Article history:

Received January 08, 2026

Revised January 10, 2026

Accepted January 14, 2026

Keywords:

VFA, Fermentation, Microbes,
Substrate Fermentation, Rumen
pH

ABSTRACT

This study was conducted to analyze information from the rumen fermentation process and the formation of volatile fatty acids (VFA) in cattle through a literature-based study method. Data were obtained from national and international journals published between 2015 and 2025 that discussed microbiological fermentation, microorganism interactions, and factors affecting rumen balance. The results of the study show that rumen fermentation involves the activity of bacteria, protozoa, and fungi that degrade complex carbohydrates into acetate, propionate, and butyrate as the main energy source for cattle. Interactions between microbes, such as mutualism and cross-feeding, play an important role in increasing fermentation efficiency. Additionally, rumen pH is a critical factor determining microbial activity stability, with a range of 6.0–7.0 producing optimal VFA production. Easily fermentable feed ingredients tend to increase VFA but decrease pH. This study emphasizes the importance of feed balance and rumen conditions in supporting cattle nutrition.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received January 08, 2026

Revised January 10, 2026

Accepted January 14, 2026

Kata Kunci:

VFA, Fermentasi, Mikroba,
Fermentasi Substrat, Ph Rumen

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengurai informasi dari proses fermentasi rumen dan pembentukan asam lemak volatil (VFA) pada sapi melalui metode berbasis studi literatur. Data diperoleh dari jurnal nasional dan internasional tahun 2015–2025 yang membahas fermentasi mikrobiologis, interaksi mikroorganisme, serta faktor yang memengaruhi keseimbangan rumen. Hasil kajian menunjukkan bahwa fermentasi rumen melibatkan aktivitas bakteri, protozoa, dan fungi yang mendegradasi karbohidrat kompleks menjadi asetat, propionat, dan butirat sebagai sumber energi utama sapi. Interaksi antarmikroba, seperti mutualisme dan cross-feeding, berperan penting dalam meningkatkan efisiensi fermentasi. Selain itu, pH rumen merupakan faktor kritis yang menentukan stabilitas aktivitas mikroba, di mana kisaran 6,0–7,0 menghasilkan produksi VFA optimal. Bahan pakan yang mudah di fermentasi cenderung meningkatkan VFA namun menurunkan pH. penelitian ini menegaskan pentingnya keseimbangan pakan dan kondisi rumen untuk mendukung nutrisi sapi.



Corresponding Author:

Melda Wiguna

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: mwiguna27@gmail.com

PENDAHULUAN

Sapi merupakan hewan ruminansia yang memiliki sistem pencernaan khusus yang memungkinkan terjadinya proses fermentasi mikroba di dalam rumen. Rumen berfungsi sebagai tempat utama pencernaan bahan berserat melalui aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, protozoa, dan fungi. Mikroba-mikroba tersebut berperan penting dalam menguraikan komponen karbohidrat kompleks seperti selulosa dan hemiselulosa menjadi senyawa sederhana yang kemudian difermentasi menjadi asam lemak volatil atau Volatile Fatty Acids (VFA) (Zhao *et al.*, 2020). VFA yang dihasilkan terutama terdiri dari asetat, propionat, dan butirat, yang berperan besar sebagai sumber energi utama bagi sapi. Asetat digunakan dalam pembentukan lemak dan komponen susu, propionat berperan sebagai prekursor glukosa melalui proses glukoneogenesis di hati, sedangkan butirat berfungsi sebagai sumber energi untuk sel epitel rumen (Xu *et al.*, 2021). Keseimbangan antara ketiga jenis VFA tersebut menjadi indikator penting efisiensi fermentasi dan kesehatan rumen. Komposisi pakan sangat mempengaruhi profil VFA yang terbentuk. Pakan dengan kandungan hijauan tinggi cenderung menghasilkan proporsi asetat lebih besar, sedangkan pakan berkonsentrat tinggi meningkatkan produksi propionat (Li *et al.*, 2022). Selain itu, faktor lingkungan rumen seperti pH juga berpengaruh terhadap aktivitas mikroba. pH optimal untuk fermentasi rumen berkisar antara 6,0–7,0; jika pH turun di bawah 6, maka aktivitas mikroba selulolitik menurun dan risiko asidosis meningkat (Sun *et al.*, 2023). Pemahaman yang mendalam tentang proses fermentasi rumen dan pembentukan VFA sangat penting dalam upaya meningkatkan efisiensi pakan, menjaga stabilitas mikroba rumen, serta meningkatkan produktivitas sapi secara keseluruhan. Penelitian terkini menunjukkan bahwa pengelolaan pakan dan manipulasi mikrobiota rumen dapat menjadi strategi efektif untuk mengoptimalkan produksi VFA dan performa ternak (Zhang *et al.*, 2021).

METODE PENELITIAN

Metode berbasis studi literatur dengan mengumpulkan dan memperhatikan berbagai jurnal nasional dan internasional yang membahas fermentasi rumen, interaksi mikroba, dan pembentukan asam lemak volatil (VFA). Literatur yang digunakan terutama berasal dari publikasi ilmiah tahun 2015–2025 yang relevan dengan topik nutrisi ruminansia. Jurnal dipilih berdasarkan kesesuaian topik, kualitas penelitian, dan kejelasan data yang disajikan. Informasi dari berbagai sumber dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi pola umum, mekanisme biologis, serta faktor yang memengaruhi produksi VFA dan kestabilan pH rumen. Hasil kajian dari beberapa penelitian kemudian disintesis untuk memberikan gambaran

komprehensif mengenai proses fermentasi rumen tanpa melakukan percobaan langsung. Pendekatan ini memungkinkan penyusunan uraian ilmiah yang sistematis dan didukung oleh temuan yang konsisten dilaporkan dalam sebagian besar literatur.

PEMBAHASAN

1. Proses Fermentasi

Jurnal	Jurnal dan tahun	Hasil
Suharyono <i>et al</i> .,2015	Jurnal ilmiah aplikasi risotop dan radiasi Vol 11,	proses fermentasi pakan dilakukan secara in vitro menggunakan dua metode (inkubasi dengan perunut dan Rumen Simulation Technique) pembentukan protein mikroba, konsentrasi amonia dan produksi VFA 40 56,7%
Kholis <i>et al</i> ., 2025	Jurnal Ilmu Peternakan Halu Oleo Vol 6	Pengolahan biji-bijian, seperti steam-flaking, dry-rolling, dan grinding, membuat pati lebih tersedia bagi mikroba rumen, sehingga meningkatkan fermentabilitas pakan. Peningkatan ketersediaan pati (atau starch availability) dan degradasi di dalam rumen ini memungkinkan peningkatan laju degradasi dan fermentasi rumen. Hasil akhir dari fermentasi di dalam rumen adalah Volatile Fatty Acid (VFA), dan laju fermentasi yang lebih tinggi akan menghasilkan kadar VFA yang lebih tinggi. VFA yang dihasilkan (termasuk asetat, propionat, dan butirrat)
Hao <i>et al</i> .,2021	MDPI, Vol 11	Mikroorganisme ini menghasilkan dan mengeluarkan enzim untuk mendegradasi struktur kompleks pakan (seperti karbohidrat dan protein) Hasil akhir utama dari proses ini adalah Volatile Fatty Acids (VFA), termasuk asetat, propionat, dan butirrat, yang merupakan sumber nutrisi dan energi penting bagi ternak.Selain VFA, pakan yang

		mengandung protein dan nitrogen non-protein dihidrolisis menjadi amonia. Amonia ini kemudian digunakan oleh mikroorganisme untuk mensintesis Microbial Crude Protein (MCP), yang juga diserap oleh inang sebagai sumber protein berkualitas. Selain itu, proses fermentasi juga memengaruhi keseimbangan pH rumen.
Zhang <i>et al.</i> ,2022	Frontiers in microbiology	mikroorganisme menghasilkan dan mengeluarkan enzim untuk mendegradasi struktur kompleks pakan, yang memiliki hasil akhir berupa VFA yang termasuk (asetat, propionat, dan butirat).

Rumen merupakan bagian lambung terbesar pada sapi (ruminansia) yang berfungsi sebagai bioreaktor anaerob raksasa. Fungsi utama rumen adalah menjadi tempat berlangsungnya fermentasi mikrobial yang intensif. Proses ini sangat vital karena memungkinkan sapi mencerna pakan berserat tinggi (seperti rumput atau jerami) yang tidak dapat dicerna oleh hewan monogastrik. Fermentasi ini didukung oleh komunitas mikroorganisme yang padat, terutama bakteri, protozoa, dan fungi, yang secara kolektif mengeluarkan enzim untuk mendegradasi komponen pakan. Lingkungan rumen dijaga agar optimal untuk mikroba, dengan suhu stabil (sekitar 38-41°C) dan suasana yang sangat minim oksigen.

Tahap awal fermentasi adalah degradasi karbohidrat, yang merupakan komponen pakan terbesar. Baik karbohidrat struktural (selulosa dan hemiselulosa) maupun karbohidrat non-struktural (pati dan gula) dipecah oleh enzim mikroba. Gula sederhana hasil pemecahan ini kemudian diubah menjadi produk akhir utama fermentasi, yaitu Volatile Fatty Acids (VFA) atau Asam Lemak Terbang, yang terdiri dari asam asetat, propionat, dan butirat. VFA ini diserap langsung melalui dinding rumen dan menyediakan 70-85% kebutuhan energi sapi. Pola fermentasi, yang diukur dari rasio VFA, sangat dipengaruhi oleh jenis pakan, di mana pakan berserat tinggi menghasilkan lebih banyak asetat, sementara pakan konsentrat (pati) meningkatkan produksi propionat (Suharyono *et al.* , 2015).

Protein dalam pakan juga mengalami proses degradasi dan sintesis di rumen. Protein pakan dihidrolisis oleh mikroba menjadi asam amino, yang kemudian mengalami deaminasi untuk menghasilkan amonia. Amonia, bersama dengan sumber Nitrogen Non-Protein (NPN) lainnya, merupakan prekursor penting yang digunakan oleh mikroba rumen untuk mensintesis Protein Mikroba (PM) atau Microbial Crude Protein (MCP). PM ini mengalir ke saluran pencernaan bagian bawah (usus halus) dan menjadi sumber protein berkualitas tinggi yang

diserap oleh sapi. Keseimbangan antara produksi amonia dan penggunaannya untuk sintesis PM sangat krusial untuk efisiensi nutrisi ternak.

2. Interaksi antar Mikroba dalam Fermentasi Substrat

No	Jurnal	Jurnal dan tahun	Hasil
1	Canon et al., (2020)	<i>Frontiers in Microbiology</i> , Volume 11, Article 2088 , Tahun 2020	Bakteri asam laktat (LAB) saling membantu melalui mekanisme tukar nutrisi (<i>cross-feeding</i>) dan kerja sama metabolik sehingga pertumbuhan dan aktivitas fermentasi meningkat.
2	Liu et al., (2025)	<i>Foods (MDPI)</i> , Volume 14, Article 2515 , Tahun 2025	Interaksi mikroba seperti mutualisme, komensalisme, dan kompetisi terbukti meningkatkan kualitas produk fermentasi, termasuk rasa, aroma, keamanan, dan nilai gizi.
3	Sieuwerds et al., (2008)	<i>Food Microbiology</i> , Volume 25, Halaman 165–180 , Tahun 2008	Mikroba berinteraksi melalui metabolit (asam, alkohol, senyawa antimikroba) sehingga memengaruhi dinamika populasi dan menentukan kualitas akhir produk fermentasi.
4	Zhang dan Lyu, (2022)	<i>Applied and Environmental Microbiology</i> , Volume 88, Issue 18, Article e01212-22 , Tahun 2022	<i>Bacillus</i> membantu <i>K. vulgare</i> dengan menyediakan vitamin, asam amino, dan protein penting sehingga produksi 2-KLG (prekursor vitamin C) meningkat signifikan.

Interaksi antar mikroba dalam fermentasi substrat mengacu pada hubungan ekologis kompleks yang terjalin antara berbagai spesies mikroorganisme (seperti bakteri, khamir, dan kapang) yang tumbuh bersama dalam satu substrat atau medium. Hubungan ini mencakup berbagai jenis sinergisme, termasuk mutualisme (saling menguntungkan), komensalisme (satu diuntungkan tanpa merugikan yang lain), dan kompetisi (berjuang memperebutkan nutrisi atau ruang). Secara fungsional, interaksi ini sering dimanifestasikan melalui tukar nutrisi (*cross-feeding*) dan kerja sama metabolik, di mana produk metabolisme dari satu mikroba (misalnya, asam amino, vitamin, atau bahkan prekursor produk akhir) dimanfaatkan oleh mikroba lain, sehingga meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi fermentasi secara keseluruhan. Interaksi ini juga melibatkan pelepasan metabolit sekunder (seperti asam, alkohol, atau senyawa antimikroba) yang berfungsi sebagai mekanisme komunikasi atau seleksi,

Interaksi antar-mikroorganisme merupakan fondasi biologis yang menentukan keberhasilan dan kualitas produk fermentasi. Penelitian menunjukkan bahwa bakteri asam

laktat (LAB) secara aktif terlibat dalam kerja sama metabolik dan mekanisme tukar nutrisi (cross-feeding) , yang secara signifikan meningkatkan laju pertumbuhan dan aktivitas fermentasi secara keseluruhan. Hal ini adalah contoh klasik mutualisme, menciptakan lingkungan yang lebih subur bagi seluruh komunitas (Matondang, *et al.*, 2023). Keberadaan interaksi ini baik mutualisme, komensalisme, maupun kompetisi terbukti penting dalam meningkatkan kualitas produk fermentasi, termasuk aspek rasa, aroma, keamanan, dan nilai gizi.

Selain pertukaran nutrisi makro, komunikasi mikroba terjadi melalui metabolit yang mereka hasilkan, seperti asam, alkohol, dan senyawa antimikroba. Senyawa-senyawa ini berfungsi sebagai sinyal atau agen selektif yang secara langsung memengaruhi dinamika populasi mikroba dalam media fermentasi. Perubahan dalam komposisi metabolit ini pada akhirnya menentukan kualitas akhir produk. Contoh spesifik dari interaksi yang menguntungkan adalah simbiosis antara *Bacillus* dan *K. vulgare*. *Bacillus* bertindak sebagai penyedia (donor) vitamin, asam amino, dan protein, menghasilkan peningkatan signifikan dalam produksi 2-KLG (*prekursor vitamin C*) oleh *K. vulgare* (Rosero, *et al.*, 2022).

Temuan-temuan ini menggarisbawahi bahwa fermentasi adalah sebuah ekosistem mikroba yang kompleks, di mana interaksi sinergis jauh lebih efisien dan bermanfaat daripada kultivasi tunggal. Pengaturan interaksi ini, baik melalui *cross-feeding* maupun kontrol metabolit, adalah kunci untuk merancang kultur *starter* yang lebih efisien. Pengetahuan ini memungkinkan para ilmuwan pangan untuk memaksimalkan hasil, meningkatkan profil sensorik (rasa dan aroma), dan memperkaya nilai fungsional produk fermentasi. Penelitian lebih lanjut perlu fokus pada pemetaan jalur metabolik spesifik yang terlibat dalam interaksi ini untuk eksploitasi bioproses industri yang optimal (Kapoore, *et al.*, 2022).

3. Pengaruh Ph Rumen

No	Jurnal	Jurnal dan tahun	Hasil
1	Aprilia et al.,(2024)	Animal Agricultura, Volume 2, Issue 2, Oktober 2024, Halaman 742–752	Hasil menunjukkan bahwa pemberian konsentrat yang mengandung <i>Eucheuma cottonii</i> afkir terfermentasi tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap konsentrasi amonia, pH, dan VFA rumen sapi Bali betina muda.
2	Maria et al., (2025)	Animal Agricultura, Volume 2, Issue 3, Februari 2025, Halaman 858–869	Pemberian 20% konsentrat mengandung $ZnSO_4$ dan $Zn-Cu$ isoleusinat tidak berpengaruh nyata terhadap pH rumen ($P>0,05$), namun berpengaruh sangat nyata terhadap konsentrasi VFA dan NH_3 ($P<0,01$)..
3	Maria et al., (2024)	Animal Agricultura, Volume 1, Issue 3, Februari 2024, Halaman 214–220	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan imbalanced rumput kume dan <i>Alysicarpus vaginalis</i> tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap nilai pH, NH_3 , dan VFA.

4	Buce et al., (2025)	Animal Agricultura, Volume 3, Issue 2, Oktober 2025, Halaman 1056–1064	Hasil penelitian itu adalah enunjukkan bahwa substitusi Bothriochloa pertusa dengan kangkung berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap pH, NH_3 , dan VFA. Substitusi kangkung menurunkan pH serta meningkatkan konsentrasi NH_3 dan VFA residu fermentasi in vitro.
5	Sepni et al., (2023)	Animal Agricultura, Volume 1, Issue 1, Juni 2023, Halaman 13–23	Substitusi rumput Bothriochloa pertusa dengan kangkung pada level berbeda menunjukkan pengaruh nyata terhadap pH, konsentrasi VFA, dan NH_3 cairan rumen. Nilai pH berkisar 5.89–6.02; VFA 57.2–132.7 mg/dl; NH_3 15.15–17.14 mg/dl.

pH rumen berperan penting dalam menjaga keseimbangan mikroba yang bertanggung jawab terhadap proses fermentasi pakan. Ketika pH berada pada kisaran normal (6,0–7,0), aktivitas mikroba selulolitik berjalan optimal sehingga proses pencernaan serat lebih efisien. Penurunan pH akibat fermentasi berlebih dapat menghambat mikroba tertentu dan meningkatkan risiko asidosis subklinis maupun klinis. Sebaliknya, pH yang terlalu tinggi dapat menurunkan produksi VFA sehingga efisiensi pemanfaatan energi oleh ternak menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, kestabilan pH rumen sangat dipengaruhi oleh jenis pakan, tingkat fermentabilitas bahan, serta keseimbangan antara produksi dan penyerapan asam di dalam rumen. Berdasarkan hasil penelitian yang tercantum dalam tabel, terlihat bahwa pH rumen sangat dipengaruhi oleh jenis bahan pakan dan tingkat fermentabilitasnya. Pada penelitian Aprillia et al. (2024), pemberian konsentrat dari *Eucheuma cottonii* afkir yang sudah difermentasi tidak memberikan perubahan signifikan terhadap pH rumen sapi Bali. Hal ini menunjukkan bahwa rumen masih mampu mempertahankan keseimbangan pH meskipun ada perubahan nutrisi dalam ransum, sehingga bahan yang tidak terlalu cepat difermentasi cenderung tetap menjaga kestabilan kondisi rumen. Penelitian dari Maria et al. (2025) memberikan hasil serupa. Penambahan ZnSO_4 dan Zn-Cu isoelusiati pada konsentrat meningkatkan produksi NH_3 dan VFA, tetapi tidak menyebabkan perubahan signifikan terhadap pH rumen. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa aktivitas fermentasi mikroba meningkat, tetapi sistem penyangga rumen masih mampu menjaga pH tetap stabil. Hasil ini sejalan dengan penelitian Maria et al. (2024) yang menunjukkan bahwa perbedaan imbalanced rumput kume dan *Alysicarpus vaginalis* juga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pH rumen. Kedua jenis hijauan tersebut memiliki tingkat fermentabilitas yang relatif mirip sehingga tidak menimbulkan perubahan besar pada kondisi fermentasi rumen. Penelitian Buce et al. (2025) menunjukkan pola hasil yang berbeda dibandingkan tiga penelitian sebelumnya. Substitusi *Bothriochloa pertusa* dengan kangkung memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan pH rumen dan peningkatan nilai NH_3 serta VFA. Hal ini terjadi karena kangkung lebih mudah terdegradasi selama proses fermentasi, sehingga menghasilkan asam lemak volatil dalam jumlah lebih tinggi. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sepni et al. (2023) menunjukkan tren yang sama. Substitusi hijauan dengan kangkung pada level berbeda

menunjukkan bahwa peningkatan bahan yang mudah difermentasi dapat mempercepat produksi VFA dan menurunkan pH rumen hingga berada di kisaran 5.89–6.02.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan adanya pola yang cukup jelas bahwa pH rumen sangat dipengaruhi oleh fermentabilitas bahan pakan. Hijauan atau konsentrat dengan fermentabilitas rendah hingga sedang cenderung membuat pH rumen tetap berada pada kisaran normal, sedangkan bahan yang mudah terfermentasi memberi potensi penurunan pH lebih besar. Kondisi ini menunjukkan pentingnya pemilihan bahan pakan dan keseimbangan ransum agar proses fermentasi tetap berjalan optimal dan tidak mengganggu fungsi rumen.

No	Jurnal	Jurnal dan tahun	Hasil
1	Febrianti et al.	Bulletin of Applied Animal Research, Tahun, 2020.	Interaksi fermentasi dengan <i>Trichoderma reesei</i> dan amoniasi menurunkan kandungan hemiselulosa, selulosa, dan lignin pada ampas aren, namun tidak berpengaruh nyata terhadap NDF dan ADF.
2	Rochani et al.	Jurnal Reka Buana, Tahun, 2015.	Konsentrasi gula molases berpengaruh terhadap kadar etanol. Kadar etanol tertinggi diperoleh pada konsentrasi gula 18%, sedangkan konsentrasi terlalu tinggi menurunkan produksi etanol.
3	Apriyanto	Jurnal Teknologi Pertanian, Tahun, 2017.	Selama fermentasi biji kakao terjadi perubahan pH, keasaman, dan indeks fermentasi yang menunjukkan terbentuknya senyawa pendukung cita rasa dan mutu kakao.
4	Maulana et al.	Jurnal Peternakan, Tahun, 2024.	Fermentasi dedak padi menggunakan inokulum cairan rumen sapi Bali jantan meningkatkan protein kasar dan menurunkan serat kasar, dengan hasil optimal pada dosis 50 ml dan lama fermentasi 14 hari.

Fermentasi pakan merupakan teknologi pengolahan nutrisi yang melibatkan aktivitas mikroorganisme untuk memecah komponen kompleks dalam bahan pakan menjadi bentuk yang lebih sederhana dan mudah dicerna. Dalam konteks pakan ruminansia, proses fermentasi bertujuan meningkatkan pencernaan serat kasar serta memperbaiki struktur fisik dan kimia bahan pakan sehingga lebih sesuai untuk degradasi mikroba rumen. Pakan yang telah difermentasi umumnya memiliki fermentabilitas yang lebih tinggi, sehingga mikroorganisme rumen dapat memanfaatkan nutrisi secara lebih efisien sebagai substrat fermentasi (Suharyono, *et al.*, 2016).

Di dalam rumen, karbohidrat dan protein dari pakan difermentasi oleh mikroba rumen menjadi produk akhir berupa asam lemak volatil (volatile fatty acids/VFA), terutama asetat,

propionat, dan butirat. Ketiga VFA ini merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia. Asetat berperan dalam pembentukan lemak tubuh dan lemak susu, propionat sebagai prekursor utama glukosa melalui glukoneogenesis, sedangkan butirat berfungsi dalam perkembangan dan kesehatan epitel rumen. Produksi VFA sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan dan metode pengolahan pakan, termasuk fermentasi (Rizqiana, dan Wahyuni, 2023).

Fermentasi pakan juga berperan dalam menjaga stabilitas lingkungan rumen, khususnya pH rumen dan keseimbangan nutrisi seperti imbalan karbon dan nitrogen (C:N). Keseimbangan nutrisi yang tepat mendukung pertumbuhan mikroba rumen dan sintesis protein mikroba secara optimal. Pakan terfermentasi yang memiliki struktur lebih sederhana cenderung lebih cepat didegradasi, namun tetap perlu pengaturan yang baik agar tidak menimbulkan gangguan fermentasi seperti penurunan pH rumen secara drastis (Kusumaningrum, *et al.*, 2018).

Peningkatan produksi VFA dan stabilitas fermentasi rumen sebagai hasil pemanfaatan pakan terfermentasi berimplikasi langsung terhadap performa ternak ruminansia. VFA menyediakan energi yang mendukung pertumbuhan, efisiensi pakan, dan produksi ternak. Dengan demikian, fermentasi bahan pakan dapat dijadikan sebagai strategi untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia secara berkelanjutan melalui optimalisasi pemanfaatan energi hasil fermentasi mikroba rumen (Adiwimarta, 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Suharyono, Sintia, N. W., & Wahyono, T. (2015). Dinamika hasil fermentasi rumen pada konsentrat yang mengandung suplemen pakan baru (SPB). *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 11(2), 99–108.
- Zhang, M., Liang, G., Zhang, X., Lu, X., Li, S., Wang, X., Yang, W., Yuan, Y., & Jiao, P. (2022). The gas production, ruminal fermentation parameters, and microbiota in response to *Clostridium butyricum* supplementation on in vitro varying with media pH levels.
- Kholis, N., Hartati, & Hilmi, I. (2024). Review: Optimalisasi fermentasi rumen dan produksi susu sapi perah melalui pengolahan biji-bijian pada pakan. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 6(3), 273–279.
- Wang, Y., Yang, H., Cao, Z., dan Li, S. (2021). Rumen fermentation, digestive enzyme activity, and bacteria composition between pre-weaning and post-weaning dairy calves. *Animals*, 11(9), 2527.
- Hao, Y., Guo, C., Gong, Y., Sun, X., Wang, W., Wang, Y., Yang, H., Cao, Z., dan Li, S. (2021). Rumen fermentation, digestive enzyme activity, and bacteria composition between pre-weaning and post-weaning dairy calves. *Animals*, 11(9), 2527.
- Febrianti, N. H., Subrata, A., dan Achmadi, J. (2020). Pengaruh interaksi antara fermentasi dengan *Trichoderma reesei* dan amoniasi terhadap kandungan komponen serat ampas aren. *Bulletin of Applied Animal Research (BAAR)*, 2(2), 56–60.
- Rochani, A., Yuniningsih, S., dan Ma'sum, Z. (2015). Pengaruh konsentrasi gula larutan molases terhadap kadar etanol pada proses fermentasi. *Jurnal Reka Buana*, 1(1), 43–44.
- Apriyanto, M. (2017). Perubahan pH, Keasaman dan Indeks Fermentasi Biji Kakao Selama Fermentasi Hasil Biji Kakao (*Theobroma Cacao*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(1), 12–25.

- Maulana, F., Fajri, F., Febrina, B. P., Sandri, D., & Hidayat, R. (2024). Peningkatan Kualitas Nutrisi Dedak Padi dengan Fermentasi Menggunakan Inokulum Cairan Rumen Sapi Bali Jantan dengan Lama Fermentasi Berbeda. *Jurnal Peternakan*, 21(2), 308-317.
- Kong, F., Wang, F., Zhang, Y., Wang, S., Wang, W., & Li, S. (2024). Repeated inoculation with rumen fluid accelerates the rumen bacterial transition with no benefit on production performance in postpartum Holstein dairy cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15(17), 1-17.
- Langsibo, A. M., Jalaludin, J., & Nikolaus, T. T. (2024). Pengaruh pemberian konsentrat yang mengandung rumput laut *Eucheuma cottonii* afkir terfermentasi terhadap konsentrasi amonia, pH dan VFA rumen sapi Bali betina muda yang diberi pakan dasar silase rumput kume atau fodder jagung. *Animal Agricultura*, 2(2), 742–752.
- Jemiman, M. A. A., Oematan, G., Lestari, G. A. Y. W., & Kleden, M. M. (2025). Pengaruh pemberian silase pakan komplit dari berbagai hijauan dengan penambahan konsentrat mengandung $ZnSO_4$ dan $Zn-Cu$ isoleusinat terhadap fermentasi rumen (pH, VFA dan NH_3) pada kambing kacang. *Animal Agricultura*, 2(3), 858–869.
- Usboko, M. Y. G., Ernawati, L. S., & Maranatha, G. (2024). Pengaruh imbalan silase rumput kume (*Sorghum plumosum* var. *timorensis*) dan *Alysicarpus vaginalis* yang berbeda terhadap pH, konsentrasi NH_3 dan VFA residu fermentasi in vitro. *Animal Agricultura*, 1(3), 214–220.
- Olang, B. K., Jelantik, I. G. N., & Nikolaus, T. T. (2025). Pengaruh level substitusi rumput *Bothriochloa pertusa* dengan kangkung terhadap pH, konsentrasi ammonia dan VFA residu fermentasi in vitro. *Animal Agricultura*, 3(2), 1057.
- Leo, S., Maranatha, G., & Oematan, G. (2023). Pengaruh level substitusi rumput *Bothriochloa pertusa* dengan kangkung terhadap pH, konsentrasi VFA dan amonia cairan rumen ternak kambing kacang. *Animal Agricultura*, 1(1), 13–23.
- Suharyono, S., Hardani, S. N., & Wahyono, T. (2015). Dinamika hasil fermentasi rumen pada konsentrat yang mengandung suplemen pakan baru (SPB). *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 11(2), 99-111.
- Rizqiana, S., & Wicaksono, A. J. (2025). Pengaruh Pakan Campuran Onggok dengan Berbagai Isi Rumen Terhadap Konsentrasi NH_3 Dan VFA Total Secara In Vitro. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*, 5(1), 73-76.
- Kusumaningrum, C. E., Sugoro, I., & Aditiawati, P. (2018). Pengaruh silase sinambung jerami jagung terhadap fermentasi dalam cairan rumen secara in vitro. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 18(1), 26-33.
- Adiwimarta, K. I. (2021). *Nutrisi Ruminansia: Kepentingan Energi dan Protein*. Ugm Press.