



PENGARUH BERBAGAI PENANGANAN ASIDOSIS TERHADAP METABOLISME RUMEN: REVIEW ARTIKEL

Wida Nurnaningsih*¹, Muhamad Bata², Efka Aris Rimbawanto² dan Sri Rahayu²

¹Fakultas Peternakan, Universitas Wijayakusuma, Purwokerto, Indonesia

²Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*email: nurnaningsihwida27@gmail.com

Abstrak. Asidosis adalah permasalahan yang umum terjadi pada ternak ruminansia, diakibatkan adanya perubahan pola pemberian pakan yang berbasis hijauan ke pola pakan yang berbasis konsentrat, yang mengandung lebih banyak karbohidrat yang dapat difermentasi dengan cepat, atau bahkan perubahan konsumsi karbohidrat tersebut secara tiba-tiba. Permasalahan ini biasa terjadi pada ternak yang dipelihara dengan tujuan untuk penggemukan dalam jangka waktu singkat atau sapi perah fase laktasi. Permasalahan ini menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan akibat dampak langsung dan tidak langsung, asidosis laktat yang terjadi pada kambing menunjukkan penurunan suhu tubuh hingga 98.1 ± 0.89 °F, rumen dan pergerakan usus $0.23 \pm 0.48/m$, pH rumen 4.8 ± 0.07 , pH darah 7.1 ± 0.08 , peningkatan laju pernapasan $56.14 \pm 7.15/m$ dan detak jantung, $136,28 \pm 4,71/m$. Fermentasi karbohidrat ini dengan cepat menurunkan pH rumen karena penumpukan asam lemak rantai pendek dan laktat di dalam rumen, sebagai konsekuensinya, epitel rumen dapat rusak dan fungsi jaringan dapat terganggu, sehingga menyebabkan kemungkinan translokasi zat patogen dari rumen ke dalam aliran darah. Pengobatan asidosis pada kasus yang tidak terlalu parah dapat dilakukan dengan menghentikan konsumsi konsentrat dan pemberian pakan jerami atau rumput kering untuk merangsang produksi saliva, pengobatan dengan suplementasi magnesium hidroksida dengan dosis 400gm dapat secara efektif mengobati asidosis laktat pada kambing.

Kata kunci: Asidosis; Ruminansia; Asam Laktat; Penanganan

Abstract. Acidosis is a common problem in ruminant livestock, caused by a change in forage-based feeding patterns to concentrate-based feeding patterns, which contain more carbohydrates that can be fermented quickly, or even a sudden change in carbohydrate consumption. This problem usually occurs in livestock kept for short-term fattening or dairy cows in the lactation phase. This problem causes significant economic losses due to direct and indirect impacts, lactic acidosis that occurs in goats shows a decrease in body temperature of up to 98.1 ± 0.89 °F, rumen and intestinal movements $0.23 \pm 0.48/m$, rumen pH 4.8 ± 0.07 , blood pH 7.1 ± 0.08 , increased respiratory rate $56.14 \pm 7.15/m$ and heart rate, $136.28 \pm 4.71/m$. This carbohydrate fermentation rapidly lowers the pH of the rumen due to the accumulation of short chain fatty acids and lactate in the rumen, as a consequence, the rumen epithelium can be damaged and tissue function can be disrupted, thereby causing the possibility of translocation of pathogenic substances from the rumen into the bloodstream. Treatment of acidosis in less severe cases can be done by stopping consumption of concentrates and feeding straw or dry grass to stimulate saliva production. Treatment with magnesium hydroxide supplementation at a dose of 400gm can effectively treat lactic acidosis in goats.

Key words: Acidosis; Ruminants; Lactic acid; Handling

PENDAHULUAN

Asidosis rumen atau peningkatan akumulasi asam organik dalam rumen mencerminkan ketidakseimbangan antara produksi mikroba, pemanfaatan mikroba, dan penyerapan asam organik rumen (Voulgarakis *et al.*, 2023). Asidosis dapat terjadi pada ternak yang mengalami peningkatan konsumsi pakan yang mudah difermentasi secara cepat, bakteri rumen yang terlibat terutama *Lactobacillus* dan *Streptococcus bovis* menyebabkan fermentasi karbohidrat secara cepat dan mengubah fungsi rumen melalui proliferasi dan peningkatan produksi asam laktat dan volatil yang ditandai dengan turunnya pH

rumen (Minami *et al.*, 2021). Normal pH rumen pada ruminansia khususnya ruminansia kecil berkisar antara 5,8 dan-6,8 (Putra *et al.*, 2022). Ternak mengalami asidosis sub akut pada pH rumen pada 5,0-5,6, dan masuk kategori akut pada 5,0, mendekati 4,5 dengan durasi penurunan minimal 5 jam. Kondisi asam pada rumen ternak kecil propionat 35% dari total VFA, konsentrasi VFA total 110 mM dan konsentrasi laktat kurang dari 10 mM. Namun, pada sapi, bentuk propionik asidosis sub akut memiliki karakteristik, konsentrasi VFA total pada 114 mM, dan konsentrasi laktat kurang dari 3 mM (Khaskheli *et al.*, 2020) (Voulgarakis *et al.*, 2023).

pH rumen yang rendah menyebabkan kadar basa dalam darah menurun, akibat penyerapan asam terionisasi oleh epitel rumen, dan tidak mampu diseimbangkan melalui homeostasis pH darah (Matyukhin *et al.*, 2020). Akumulasi asam dalam rumen menyebabkan peningkatan tekanan osmotik rumen yang dapat menyebabkan kerusakan epitel rumen, asidosis sub akut dan akut terjadi karena penyerapan asam ke dalam aliran darah yang berlebih (Monteiro & Faciola, 2020) (Khaskheli *et al.*, 2020). Perubahan pH rumen dan osmolalitas plasma yang diperiksa dalam jangka waktu 48 jam, menunjukkan bahwa penurunan pH rumen (<5.00) meningkatkan mukosa rumen untuk memungkinkan cairan kompartemen tubuh masuk ke kompartemen rumen dari pembuluh darah yang menyebabkan dehidrasi parah seiring berjalannya waktu (Ambriz-Vilchis *et al.*, 2017). Dalam jangka panjang, manifestasi penyakit yang berulang ini dapat menyebabkan kondisi peradangan seperti pembengkakan hati, laminitis dan ruminitis (Rodrigues *et al.*, 2019). Berdasarkan perspektif kesejahteraan hewan asidosis dapat mengakibatkan komplikasi lebih lanjut pada kesehatan hewan akibat situasi patologis seperti kerusakan rumen dan depresi, yang mengakibatkan penurunan produksi (Wang *et al.*, 2023).

Kerugian jangka panjang dan jangka pendek akibat asidosis menyebabkan penyakit ini memerlukan penanganan yang serius. Pengobatan asidosis didasarkan pada tingkat keparahan dengan memperbaiki manajemen nutrisi pakan ternak. Asidosis rumen dapat dikurangi dengan pemberian senyawa penghasil *alkalosis* yang menetralkan pH asam rumen (Kraut & Madias, 2010). *Magnesium hidroksida* merupakan antasida yang efektif digunakan pada hewan ruminansia sebagai bahan alkalinisasi, *magnesium hidroksida* dengan dosis 400gm dapat secara efektif mengobati asidosis laktat pada kambing (Ullah *et al.*, 2013). Asidosis yang disebabkan oleh timbulnya akumulasi asam laktat lebih cepat diobati dengan sistem buffering yang tersedia dalam rumen dibandingkan menggunakan *magnesium hidroksida*. Oleh karena itu senyawa lain yang digunakan untuk mengatasi asidosis natrium bikarbonat yang telah dikenal luas dan digunakan oleh peternak sapi untuk mencegah asidosis (Darwin & Blignaut, 2019). Berbagai dampak kerugian yang disebabkan oleh asidosis pada ternak ruminansia memerlukan penanganan yang serius agar tidak menyebabkan kerugian jangka panjang ataupun mengakibatkan kematian pada ternak. Artikel ini akan membahas apa saja factor yang dapat menyebabkan terjadinya asidosis dan berbagai alternatif penanganannya.

KAJIAN TEORITIS

Pengertian dan Faktor–Faktor yang Menyebabkan Asidosis

Asidosis merupakan kelainan nutrisi pada ruminansia yang muncul akibat konsumsi pakan dengan kandungan karbohidrat tinggi dan kandungan serat pencernaan rendah, definisi patofisiologi asidosis rumen adalah penurunan pH rumen secara cepat akibat akumulasi asam lemak rantai pendek dalam jumlah besar (Voulgarakis *et al.*, 2023). Berdasarkan tingkat keparahannya asidosis dapat digolongkan menjadi dua sub akut dan akut, yang dapat dilihat dari pH rumen dan darah (Ban & Guan, 2021). Normalnya pH rumen berkisar 5,8-7,2 pada ruminansia besar dan 5,8 dan-6,8 pada ruminansia kecil kondisi ini terjadi keseimbangan antara mikroba rumen sebagai produsen asam dan bakteri pengguna (Darwin & Blignaut, 2019) (Putra *et al.*, 2022). Penumpukan asam laktat mengakibatkan pH rumen turun menjadi ($< 5,0$) yang dapat menyebabkan kematian mikroorganisme rumen, rentan pH rumen antara 5,0 – 5,6 merupakan indikasi terjadinya asidosis sub akut, sementara rentan pH 5,0 – 4,5 atau lebih rendah merupakan indikasi ternak mengalami asidosis akut (Khaskheli *et al.*, 2020).

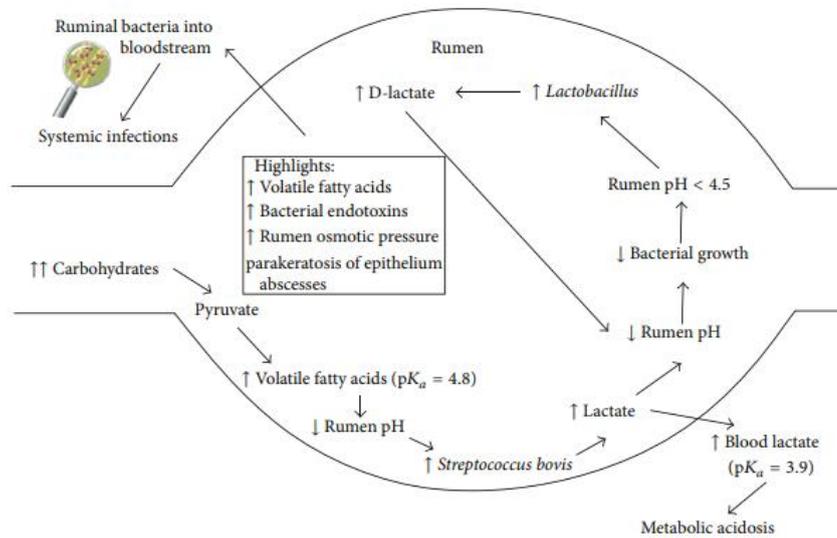
Mikroba an aerobik di rumen dan sekum memfermentasi karbohidrat menjadi VFA dan laktat, sehingga apabila adanya kenaikan konsumsi pakan karbohidrat maka akan berpengaruh terhadap konsentrasi VFA dan laktat dalam rumen. Kondisi asam normal pada ruminansia kecil propionat 35% dari total VFA, konsentrasi VFA total 110 mM dan konsentrasi laktat kurang dari 10 mM (Khaskheli *et al.*, 2020). Ruminansia kecil yang menderita asidosis akut konsentrasi asam laktat bervariasi sekitar 34 mM dan total Volatile Fatty Acids (VFAs) sekitar 94 mM, sementara pada ruminansia besar konsentrasi asam laktat berkisar 50 mM dan total VFA 150 mM. Sementara pada ternak yang menderita asidosis sub akut ditandai dengan pH rumen yang rendah (5,0-5,5), peningkatan VFA (150-225 mM) dan asam laktat yang berfluktuasi (10-40 mM) (Voulgarakis *et al.*, 2023). Perubahan bukan hanya pada pH dan kadar asam tetapi juga terjadi pada populasi mikroba yang diamati pada saat terjadinya asidosis sub akut seperti peningkatan *Lactobacillus spp.*, bakteri penghasil asam laktat dan pengguna asam laktat, serta tidak adanya (atau) berkurangnya *protozoa* bersilia (Plaizier *et al.*, 2021).

Faktor penyebab asidosis diakibatkan konsumsi karbohidrat cepat terfermentasi seperti pati, jagung, gandum, dan jelai dalam jumlah besar pada ternak ruminansia tanpa adaptasi dengan pola makan konsentrat tinggi, namun tingkat keparahan asidosis laktat tergantung pada jenis dan jumlah pakan kaya karbohidrat yang dikonsumsi (Khaskheli *et al.*, 2020). Penyebab utama asidosis, pertama konsumsi karbohidrat yang dapat difermentasi dan peningkatan secara cepat populasi mikroba rumen, kedua asidosis akut dan sub akut terjadi karena penyerapan asam ke dalam aliran darah (Plaizier *et al.*, 2021). Tingkat keparahan asidosis tergantung pada jenis dan jumlah pakan kaya karbohidrat yang dikonsumsi, ada dua penyebab utama asidosis, pertama konsumsi karbohidrat yang dapat difermentasi dan peningkatan mendadak populasi mikroba rumen, kedua asidosis sistemik dan metabolik terjadi karena penyerapan asam ke dalam aliran darah (Khaskheli *et al.*, 2020).

Tabel 1. Penyebaran Asidosis Berdasarkan Pola Konsumsi Pakan (Hernández *et al.*, 2014)

Asupan pakan tinggi karbohidrat non structural
<ul style="list-style-type: none"> • Pakan berbasis biji-bijian • Tepung/ konsentrat • Kombinasi biji-bijian dan sereal tanpa jumlah yang terukur
Kapasitas <i>buffer</i> rumen tidak memadai
<ul style="list-style-type: none"> • Peningkatan Asam Lemak Volatil (VFA) • Berkurangnya produksi saliva • Komposisi protein kasar rendah dalam pakan • Rendahnya komposisi serat kasar dalam pakan
Penerapan manajemen yang buruk
<ul style="list-style-type: none"> • Gangguan pola asupan pakan • Nutritri yang tidak seimbang

Mekanisme Acidosis pada Ruminansia



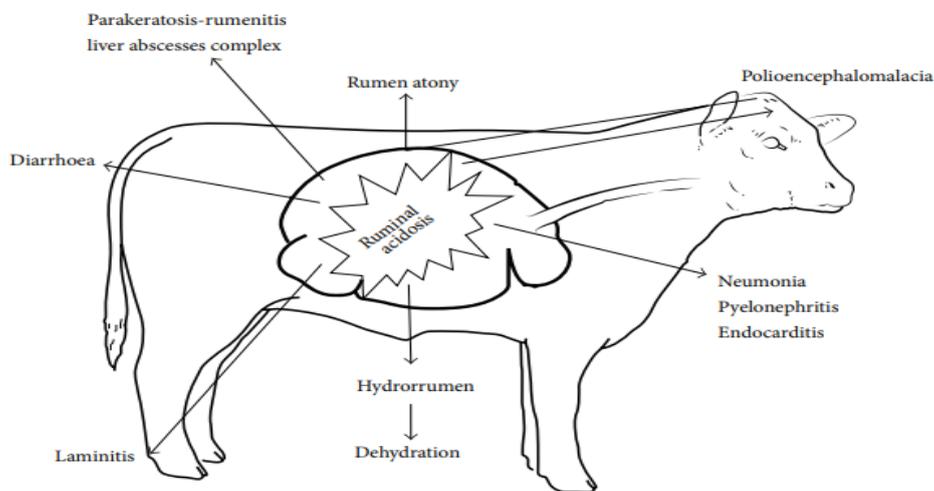
Gambar 6. Rangkaian Proses Asidosis Rumen (Hernández *et al.*, 2014)

Gambar 1. Menjelaskan bahwa konsumsi pakan tinggi biji-bijian, karbohidrat nonstruktural akan mendorong fermentasi oleh bakteri amilolitik, menghasilkan piruvat dan akhirnya asam lemak volatil (VFA), berdisosiasi, dan menyebabkan penurunan pH rumen (Hernández *et al.*, 2014). Penurunan pH mengakibatkan berkurangnya populasi bakteri gram (-), termasuk bakteri pengguna laktat seperti *Megasphaera elsdenii* dan *Selenomonas ruminantium* (bertugas mengubah laktat menjadi piruvat) (Castillo & Hernández, 2021). Sebaliknya, terjadi peningkatan populasi beberapa bakteri gram (+), terutama *Streptococcus bovis* yang dikenal sebagai bakteri penghasil laktat; sehingga mendorong perubahan populasi bakteri rumen, karena penurunan pH rumen, yang disebabkan oleh peningkatan asam L-laktat, yang merupakan asam yang sangat kuat (10 kali lebih kuat dari VFA) sifat ini menyebabkan penurunan pH rumen lebih cepat (Hernández *et al.*, 2014). Resiko terjadinya asidosis tidak sama pada semua hewan, dan mungkin hal ini terkait dengan efek gabungan dari tingkat konsumsi pakan, laju konsumsi pakan, pemilihan pakan, produksi saliva, populasi mikroba rumen, paparan

asidosis sebelumnya, laju perjalanan pakan dari rumen, dan aspek fisiologi dan perilaku lainnya (Matyukhin *et al.*, 2020).

Ciri-ciri dan Dampak Asidosis pada Ternak Ruminansia

Tanda-tanda asidosis rumen tergantung pada bentuk klinisnya, ternak yang mengalami asidosis akan menunjukkan penurunan volume sel padat pada rumen, disertai hemokonsentrasi dan dehidrasi. Komposisi cairan rumen yang tidak normal, mengakibatkan ternak mengalami diare, yang akan mempersulit keseimbangan *hidroelektrolitik* ternak (Putra *et al.*, 2022). Ciri lain asidosis dilihat dari struktur dan konsistensi feses bergantung pada proses ruminasi, aktivitas flora rumen, dan saluran rumen, hewan tersebut akan menunjukkan beberapa perubahan dalam warna, bau, pH, dan konsistensi, dan bahkan mungkin terdapat biji-bijian sereal utuh (Hernández *et al.*, 2014).



Gambar 7. Gambaran Klinis Penyakit Asidosis (Hernández *et al.*, 2014)

Dampak klinis dari asidosis meningkatkan denyut jantung, penurunan suhu tubuh, perut kembung, nyeri, anoreksia, konstipasi atau diare, depresi, lemas, dehidrasi dan kematian jika tidak diobati (Khaskheli *et al.*, 2020). Salah satu tanda klinis yang sering disebutkan berhubungan dengan asidosis rumen adalah laminitis atau pododermatitis aseptica diffusa, yang merupakan peradangan aseptik pada lapisan dermal di dalam kaki (Castillo & Hernández, 2021). Asidosis pada kambing menunjukkan, terjadi ke tidak normalan seperti, pH rumen, kontraksi dan motilitas rumen, cairan rumen, populasi protozoa, nilai hematologi dan biokimia, peningkatan pH darah dan defisiensi vitamin B1 secara langsung menyebabkan *polio ensefalomalasia* dan tanda-tanda saraf (Ban & Guan, 2021).

Eksplorasi Berbagai Penanganan Asidosis pada Ternak Ruminansia

Eksplorasi Berbagai Penanganan Asidosis pada Ternak Ruminansia, Melalui Manajemen Pakan

Ternak yang menderita asidosis dapat diobati, meskipun peluang keberhasilan tergantung pada tingkat keparahan kasus (Minami *et al.*, 2021), penanganan asidosis berdasarkan gangguan sistemik dan tingkat dehidrasi (dapat menggunakan terapi cairan dengan meningkatkan laktat, seperti pemberian *Ringer laktat*), untuk memperbaiki komplikasi dan menstabilkan kembali fungsi rumen (Ambriz-Vilchis

et al., 2017). Penanganan untuk mencegah terjadinya asidosis rumen dengan menjaga pH rumen dalam kisaran fisiologis dengan perbaikan pola manajemen pakan diantaranya sebagai berikut :

- a. Keseimbangan pola pemberian pakan dan pengelolaan pakan yang tepat,
- b. Pengendalian pH rumen, dan
- c. Pengendalian proses fermentasi (Jaramillo-López *et al.*, 2017).

Mengontrol pakan dan mengatur pola pemberian pakan yang tepat seperti mempertimbangkan penggunaan jenis sereal dan menghindari penggunaan bijian pada saat yang sama, atau mempertimbangkan kecepatan laju fermentasi pada setiap bahan pakan yang digunakan, sehingga dapat menghindari penurunan pH rumen dengan cepat (Kraut & Madias, 2010). Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan tidak hanya komposisi biji-bijian, tetapi juga laju fermentasi dan pengolahan dari biji-bijian tersebut.

Kecepatan dan tingkat pencernaan pati dalam rumen ditentukan oleh keterkaitan antara beberapa factor antara lain :

1. Sumber karbohidrat pakan,
2. Komposisi pakan,
3. Jumlah pakan yang dikonsumsi dalam satu waktu,
4. Perubahan mekanis (pengolahan biji-bijian dan proses cerna),
5. Perubahan kimia dan
6. Tingkat adaptasi mikrobiota rumen terhadap pakan (Ullah *et al.*, 2013).

Matyukhin *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa dampak dari pemberian pakan tinggi biji-bijian merupakan akibat dari fermentasi karbohidrat yang terlalu cepat. Oleh karena itu, sebagian besar bahan pakan tambahan, perlakuan pakan, dan teknik pengelolaan yang disusun untuk menangani asidosis berfokus pada cara memperlambat laju fermentasi atau menetralkan asam yang dihasilkan.

Eksplorasi Berbagai Penanganan Asidosis pada Ternak Ruminansia Menggunakan Suplementasi Buffer

Penanganan asidosis dengan suplementasi buffer, seperti *natrium*, *kalium bikarbonat* dan *magnesium hidroksida*, atau bahan alkalinisasi melalui pakan, dengan tujuan menetralkan perubahan pH rumen; sedangkan yang kedua akan meningkatkan pH rumen. Bahan-bahan tersebut mempunyai efek langsung terhadap pH cairan rumen melalui perubahan kimia dalam rumen karena bahan-bahan tersebut menetralkan keasaman melalui penyerapan H⁺ dan meningkatkan kapasitas buffering cairan rumen (Hernández *et al.*, 2014). Darwin & Blignaut, (2019) menjalskan bahwa *natrium bikarbonat* merupakan buffer yang dikenal dan digunakan oleh peternak sapi sebagai *feed additive* untuk mencegah asidosis laktat pada pakan berbahan dasar karbohidrat. Namun, masalah ditemukan ketika natrium bikarbonat ditambahkan ke dalam rumen untuk mencegah asidosis dapat mengakibatkan penumpukan gas karbon dioksida. Produksi karbon dioksida yang berlebihan dalam rumen yang disebabkan oleh suplementasi natrium bikarbonat dapat membahayakan inang rumen bahkan mengakibatkan kematian (Putra *et al.*,

2022) (Ban & Guan, 2021). Berdasarkan hasil penelitian Darwin & Blignaut, (2019), suplementasi magnesium hidroksida dapat mencegah penumpukan asam laktat, sedangkan suplementasi natrium bikarbonat tidak mencegah asidosis dan menyebabkan akumulasi asam laktat.

Eksplorasi Berbagai Penanganan Asidosis pada Ternak Ruminansia Menggunakan Suplementasi Asam Organik

Asam organik termasuk dalam kelompok teknologi pakan, dan penggunaannya saat ini diperbolehkan di semua spesies ternak (Ambriz-Vilchis *et al.*, 2017). Penggunaan asam organik tersebut dianggap aman karena tidak menghasilkan residu abnormal yang terdeteksi pada daging (Ban & Guan, 2021). Asam organik yang telah dievaluasi sebagai *feed additive* adalah *asam malat*, *asam fumarat*, dan *asam aspartat*. *Asam malat* dan *asam fumarat* adalah *asam dikarboksilat* empat karbon yang ditemukan dalam jaringan biologis (misalnya tumbuhan) sebagai perantara siklus asam sitrat dan merupakan perantara dalam jalur suksinat-propionat bakteri rumen, seperti *Selenomonas ruminantium* (Martin, 1998).

Fungsi utama dari suplementasi malat adalah:

1. Stimulasi pemanfaatan laktat;
2. Meningkatkan pH rumen,
3. Meningkatkan konsentrasi propionat, dan total asam lemak volatil;
4. Meningkatkan pencernaan bahan kering (DM) dan bahan organik (OM);
5. Serat Kasarnetral (NDF) dan hemiselulosa;
6. Menurunkan produksi metana; dan
7. Menurunkan konsentrasi laktat rumen (Hernández *et al.*, 2014).

Eksplorasi Berbagai Penanganan Asidosis pada Ternak Ruminansia Menggunakan Suplementasi Probiotik

Direct-fed microbials (DFM) atau probiotik, adalah suplemen bakteri hidup alami yang digunakan untuk meningkatkan fungsi pencernaan ternak (Plaizier *et al.*, 2021). Pemberian pakan DFM didasarkan pada konsep memberikan efek *postrumen positif* pada ternak dengan meningkatkan populasi mikroflora usus yang bermanfaat, mampu mengubah fermentasi rumen untuk mengurangi risiko asidosis rumen (Leeuw *et al.*, 2009). Tujuan utama pemberian DFM adalah untuk merangsang pertumbuhan *Megasphaera elsdenii* (kokus gram negatif dan besar yang mungkin merupakan organisme rumen paling penting dalam fermentasi asam laktat dan, oleh karena itu, memiliki peran sentral dalam pencegahan akumulasi asam laktat rumen di rumen) dan/atau *Selenomonas ruminantium* yang merupakan golongan bakteri pengguna laktat, untuk mengurangi risiko asidosis rumen (Leeuw *et al.*, 2009) (Hernández *et al.*, 2014).

Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan jamur (*Aspergillus oryzae*) dapat digunakan sebagai alternatif mikroba bakteri, dengan cara merangsang pertumbuhan protozoa rumen (Monteiro *et al.*,

2022). Penggunaan ragi, khususnya *S. cerevisiae*, efek utama pada fermentasi rumen telah terbukti dengan hasil sebagai berikut :

1. Meningkatkan pH rumen rata-rata (+0,03),
2. Meningkatkan konsentrasi asam lemak volatil rumen (Rata-rata +2,17 mM), tanpa pengaruh pada rasio asetat terhadap propionat,
3. Menurunkan konsentrasi asam laktat rumen (ratarata -0,9 mM), dan
4. Meningkatkan pencernaan bahan organik saluran total (+0,8 % rata-rata).

Efek kultur ragi DFM jamur telah banyak digunakan pada hewan ruminansia untuk meningkatkan kinerja dan menormalkan fermentasi rumen, meningkatkan aktivitas bakteri rumen dan mencegah produksi asam laktat (Monteiro *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Asidosis merupakan masalah yang umum terjadi pada peternakan ruminansia baik kecil maupun besar, penyebab utama dari gangguan ini yaitu konsumsi pakan sumber karbohidra (biji-bijian atau pun sereal) dalam jumlah tinggi tanpa adanya adaptasi dan stimulus pakan. Dampak asidosis dapat mengganggu kinerja metabolisme tubuh ternak, serta dalam jangka panjang dapat mengakibatkan munculnya penyakit lain seperti laminitis bahkan kematian. Terdapat beberapa metode untuk menangani asidosis, yaitu dengan manajemen pakan, suplementasi buffer, suplementasi asam organik dan penggunaan probiotic. Meskipun demikian, pencegahan adalah cara yang lebih baik, untuk mencegah ketidak seimbangan antara asupan pakan tinggi karbohidrat nonstruktural dan rendahnya asupan serat kasar yang efektif secara fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambriz-Vilchis, V., Jessop, N. S., Fawcett, R. H., Webster, M., Shaw, D. J., Walker, N., & Macrae, A. I. (2017). Effect of yeast supplementation on performance, rumination time, and rumen pH of dairy cows in commercial farm environments. *Journal of Dairy Science*, *100*(7), 5449–5461. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12346>
- Ban, Y., & Guan, L. L. (2021). Implication and challenges of direct-fed microbial supplementation to improve ruminant production and health. In *Journal of Animal Science and Biotechnology* (Vol. 12, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00630-x>
- Castillo, C., & Hernández, J. (2021). Ruminant fistulation and cannulation: A necessary procedure for the advancement of biotechnological research in ruminants. In *Animals* (Vol. 11, Issue 7). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani11071870>
- Darwin, & Bignaut, D. (2019). Alkaline treatment for preventing acidosis in the rumen culture fermenting carbohydrates: An experimental study in vitro. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, *6*(1), 100–107. <https://doi.org/10.5455/javar.2019.f319>
- Hernández, J., Benedito, J. L., Abuelo, A., & Castillo, C. (2014). Ruminant acidosis in feedlot: From aetiology to prevention. *Scientific World Journal*, *2014*. <https://doi.org/10.1155/2014/702572>
- Jaramillo-López, E., Itza-Ortiz, M. F., Peraza-Mercado, G., & Carrera-Chávez, J. M. (2017). Ruminant acidosis: Strategies for its control. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, *49*(3), 139–148. <https://doi.org/10.4067/S0719-81322017000300139>
- Khaskheli, A. A., Khaskheli, M. I., Khaskheli, A. J., & Khaskheli, A. A. (2020). A mini review on the Lactic Acidosis in goats and its remedial approaches. *Aceh Journal of Animal Science*, *5*(2), 98–103. <https://doi.org/10.13170/ajas.5.2.16733>
- Kraut, J. A., & Madias, N. E. (2010). Metabolic acidosis: Pathophysiology, diagnosis and management. *Nature Reviews Nephrology*, *6*(5), 274–285. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2010.33>



- Leeuw, K. J., Siebrits, F. K., Henning, P. H., & Meissner, H. H. (2009). Effect of *Megasphaera elsdenii* NCIMB 41125 drenching on health and performance of steers fed high and low roughage diets in the feedlot. *South African Journal of Animal Science*, 39(4), 337–348. <https://doi.org/10.4314/sajas.v39i4.51129>
- Martin, S. A. (1998). Manipulation of Ruminal Fermentation with Organic Acids: A Review. *Journal of Animal Science*, 76(12), 3123–3132. <https://doi.org/10.2527/1998.76123123x>
- Matyukhin, I., Patschan, S., Ritter, O., & Patschan, D. (2020). Etiology and Management of Acute Metabolic Acidosis: An Update. *Kidney and Blood Pressure Research*, 45(4), 523–531. <https://doi.org/10.1159/000507813>
- Minami, N. S., Sousa, R. S., Oliveira, F. L. C., Dias, M. R. B., Cassiano, D. A., Mori, C. S., Minervino, A. H. H., & Ortolani, E. L. (2021). Subacute ruminal acidosis in Zebu cattle: Clinical and behavioral aspects. *Animals*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ani11010021>
- Monteiro, H. F., & Faciola, A. P. (2020). Ruminal acidosis, bacterial changes, and lipopolysaccharides. *Journal of Animal Science*, 98(8), 1–9. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa248>
- Monteiro, H. F., Lelis, A. L. J., Fan, P., Calvo Agostinho, B., Lobo, R. R., Arce-Cordero, J. A., Dai, X., Jeong, K. C., & Faciola, A. P. (2022). Effects of lactic acid-producing bacteria as direct-fed microbials on the ruminal microbiome. *Journal of Dairy Science*, 105(3), 2242–2255. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21025>
- Plaizier, J. C., Danscher, A. M., Azevedo, P. A., Derakhshani, H., Andersen, P. H., & Khafipour, E. (2021). A grain-based sara challenge affects the composition of epimural and mucosa-associated bacterial communities throughout the digestive tract of dairy cows. *Animals*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/ani11061658>
- Putra, N. G. W., Ramadani, D. N., Ardiansyah, A., Syaifudin, F., Yulinar, R. I., & Khasanah, H. (2022). Review: Strategi Pencegahan dan Penanganan Gangguan Metabolis pada Ternak Ruminansia. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(2), 150. <https://doi.org/10.25077/jpi.24.2.150-159.2022>
- Rodrigues, F. A. M. L., Minervino, A. H. H., Barrêto, R. A., Reis, L. F., Ferreira, R. N. F., Mori, C. S., Oliveira, F. L. C., Sousa, R. S., Araújo, C. A. S. C., & Ortolani, E. L. (2019). Hypertonic saline solution (NaCl 7.2%) enhances renal excretion of acids in cattle with acute ruminal lactic acidosis. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 22(1), 37–42. <https://doi.org/10.24425/pjvs.2018.125605>
- Ullah, h. a, Khan, J. A., Khan, M. S., Sadique, U., Shah, M., Idrees, M., & Shah, Z. (2013). Clinico-Therapeutical Trials of Lactic Acidosis in Small Ruminants. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(1), 80–83.
- Voulgarakis, N., Gougoulis, D., Psalla, D., Papakonstantinou, G., Angelidou-Tsifida, M., Papatsiros, V., Athanasiou, L. V., & Christodoulouopoulos, G. (2023). Ruminal Acidosis Part I: Clinical manifestations, epidemiology, and impact of the disease. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(3), 5883–5891. <https://doi.org/10.12681/jhvms.31237>
- Wang, W., Lund, P., Larsen, M., & Weisbjerg, M. R. (2023). Effect of nitrate supplementation, dietary protein supply, and genetic yield index on performance, methane emission, and nitrogen efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(8), 5433–5451. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22906>