



Artikel Review

Strategi Mitigasi Emisi Metana Pada Ruminansia: Sebuah Tinjauan

Methane Emission Mitigation Strategies in Ruminants: A Review

Rusmana Wijaya Setia Ningrat^{1*} dan James Hellyward²

¹Mahasiswa Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Sekolah Pascasarjana,
Universitas Andalas, Sumatera Barat-Indonesia

² Dosen Pembimbing Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Sekolah Pascasarjana
Universitas Andalas, Sumatera Barat-Indonesia

*Penulis untuk korespondensi: rningrat@ansci.unand.ac.id

Artikel Info

Naskah Diterima
15 Januari 2024

Direvisi
1 Juni 2024

Disetujui
2 Juni 2024

Online
6 Juni 2024

Abstrak

Latar Belakang: Emisi metana dari sistem pencernaan ruminansia memiliki dampak signifikan terhadap pemanasan global. **Reviews:** Artikel ini menyajikan tinjauan mendalam terhadap strategi mitigasi emisi metana pada ruminansia dengan penekanan pada aspek ilmiah yang mendasarinya. Emisi metana berasal dari proses fermentasi mikroba dalam sistem pencernaan hewan ternak seperti sapi, domba, dan kambing. Faktor-faktor seperti jenis pakan, genetika, dan proses fermentasi mempengaruhi tingkat emisi metana. Strategi nutrisi menjadi pendekatan utama dengan penggunaan aditif pakan seperti senyawa tanin dan minyak nabati yang terbukti mengurangi produksi metana tanpa mengurangi produktivitas ternak. Manipulasi mikroba dalam rumen melalui penggunaan probiotik dan prebiotik juga menunjukkan hasil positif dalam mengurangi emisi metana. Pengembangan teknologi pemantauan yang canggih, seperti sensor dan teknologi pemantauan non-invasif, membantu mengidentifikasi dan mengukur emisi metana secara akurat. Penting untuk mempertimbangkan aspek ekonomi dan sosial dalam implementasi strategi mitigasi. Keterjangkauan teknologi dan keberlanjutan strategi bagi peternak kecil menjadi fokus utama. Keseluruhan, pendekatan holistik yang mencakup strategi nutrisi, manipulasi mikroba, teknologi pemantauan, dan pertimbangan ekonomi-sosial diharapkan memberikan kontribusi signifikan dalam mengurangi dampak lingkungan dari sektor peternakan ruminansia. Strategi ini tidak hanya memberikan manfaat lingkungan tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi produksi ternak secara keseluruhan. Dengan demikian, upaya mitigasi emisi metana pada ruminansia tidak hanya merupakan tantangan ilmiah tetapi juga mencakup aspek sosial dan ekonomi yang penting untuk mencapai keberlanjutan dalam sektor peternakan.

Kata kunci : Emisi Metana; Mikroba Rumen; Mitigasi; Nutrisi; Ruminansia

Abstract

Background: Methane emissions from the digestive systems of ruminants significantly impact global warming. **Reviews:** This article reviews methane emission mitigation strategies in ruminants, emphasizing the underlying scientific aspects. Methane emissions come from microbial fermentation in the digestive system of farm animals such as cattle, sheep, and goat. Feed type,

genetics, and fermentation process affect methane emission levels. Nutrition strategies are becoming the main approach using feed additives such as tannin compounds and vegetable oils that are proven to reduce methane production without reducing livestock productivity. Microbial manipulation in the rumen through probiotics and prebiotics has also shown positive results in reducing methane emissions. Developing advanced monitoring technologies, such as sensors and non-invasive monitoring technology, helps accurately identify and measure methane emissions. It is important to consider economic and social aspects in implementing mitigation strategies. Technology affordability and sustainability strategies for smallholder farmers are key focuses. Overall, a holistic approach that includes nutrition strategies, microbial manipulation, monitoring technologies, and economic-social considerations is expected to significantly contribute to reducing the environmental impact of the ruminant farming sector. This strategy not only provides environmental benefits but also can improve the overall efficiency of livestock production. Thus, efforts to mitigate methane emissions in ruminants are a scientific challenge and include social and economic aspects important to achieving sustainability in the livestock sector.

Keywords: methane emission; rumen microbes; mitigation; nutrition; ruminants

PENDAHULUAN

Beberapa dekade terakhir, kekhawatiran akan perubahan iklim global telah mendorong peningkatan kesadaran terhadap kontribusi emisi gas rumah kaca, termasuk metana, yang berasal dari sistem pencernaan ruminansia (Gerber *et al.*, 2013). Emisi metana memiliki dampak yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon dioksida dalam hal potensi pemanasan global (Gerber *et al.*, 2013). Meskipun metana memiliki siklus hidup yang lebih pendek daripada karbon dioksida, keefektifannya dalam menangkap radiasi panas jauh lebih tinggi, menyebabkan dampak yang signifikan terhadap pemanasan global dalam jangka pendek (Hristov *et al.*, 2013).

Ruminansia, seperti sapi, domba, dan kambing, memainkan peran penting dalam produksi pangan dan ekonomi global. Namun, konsekuensi lingkungan dari aktivitas pencernaan mereka, yang melibatkan produksi metana sebagai produk sampingan dari fermentasi mikroba, telah menimbulkan kekhawatiran serius (Johnson & Johnson, 1995). Oleh karena itu, mitigasi emisi metana dari ruminansia menjadi sebuah tantangan mendesak yang memerlukan solusi ilmiah yang terinci.

Proses fermentasi mikroba dalam rumen ruminansia merupakan sumber utama emisi metana (Yáñez-Ruiz *et al.*, 2015). Dalam konteks ini, peran ilmu pengetahuan dan teknologi dalam mengembangkan strategi mitigasi yang efektif menjadi sangat penting. Faktor-faktor seperti jenis mikroba, jenis pakan, dan faktor genetik ternyata memainkan peran kunci dalam mengatur produksi metana (Wihardjaka, 2015; Yunilas *et al.*, 2019). Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang dinamika rumen dan interaksi antara mikroorganisme serta pakan yang dikonsumsi menjadi dasar yang diperlukan untuk merancang strategi mitigasi yang efektif.

Saat ini, ada banyak pendekatan yang sedang dijelajahi untuk mengurangi emisi metana dari ruminansia (Van Zijderveld *et al.*, 2010). Strategi nutrisi muncul sebagai pendekatan utama, dengan penelitian yang mendalam mengenai aditif pakan seperti senyawa tannin dan minyak nabati yang telah terbukti mengurangi produksi metana tanpa mengorbankan produktivitas ternak. Selain itu, manipulasi mikroba dalam rumen melalui penggunaan probiotik dan prebiotik

juga menunjukkan potensi dalam mengoptimalkan flora mikroba untuk mengurangi produksi metana.

Penting untuk mencatat bahwa dampak mitigasi tidak hanya terbatas pada aspek lingkungan. Strategi ini juga memerlukan penilaian ekonomi yang cermat dan pertimbangan sosial untuk memastikan keberlanjutan dalam jangka panjang (Gerber *et al.*, 2013). Hal ini menjadi semakin penting ketika kita mempertimbangkan kontribusi peternakan ruminansia terhadap mata pencaharian masyarakat di berbagai belahan dunia.

Dalam konteks ini, teknologi pemantauan juga memainkan peran kunci dalam mendukung implementasi strategi mitigasi (Hristov *et al.*, 2013). Pengembangan sensor dan teknologi pemantauan non-invasif memungkinkan pemantauan emisi metana secara akurat tanpa mengganggu kesejahteraan hewan atau produktivitas peternakan.

Dalam hal ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan tinjauan komprehensif terhadap strategi mitigasi emisi metana pada ruminansia. Dengan melibatkan pemahaman mendalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi produksi metana, strategi nutrisi, manipulasi mikroba, dan teknologi pemantauan, kita dapat mengembangkan pendekatan yang holistik dan terintegrasi. Kesadaran akan aspek-aspek ekonomi dan sosial juga akan menjadi bagian integral dari upaya mitigasi ini, memastikan bahwa solusi yang diusulkan tidak hanya efektif secara ilmiah tetapi juga praktis dan berkelanjutan dalam konteks global.

Dengan demikian, pendekatan multidisipliner dan kolaborasi antara ilmuwan, peternak, dan pemangku kepentingan lainnya diperlukan untuk merancang dan menerapkan strategi mitigasi emisi metana yang efektif, berkelanjutan, dan dapat diterapkan secara luas di seluruh sektor peternakan ruminansia.

REVIEW

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Emisi Metana

Emisi metana dari sistem pencernaan ruminansia dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks dan saling terkait. Memahami faktor-faktor ini menjadi kunci dalam merancang strategi mitigasi yang efektif. Faktor-faktor utama yang memengaruhi emisi metana dapat dikelompokkan menjadi aspek mikrobiologis, pakan, dan genetika.

Aspek mikrobiologis

Proses fermentasi mikroba di rumen menjadi sumber utama emisi metana pada ruminansia. Mikroorganisme, terutama *arkea metanogen*, memiliki peran krusial dalam menghasilkan metana sebagai produk sampingan dari degradasi bahan organik. Jumlah dan jenis mikroorganisme ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk jenis pakan yang dikonsumsi oleh hewan (Yunilas *et al.*, 2019).

Mikrobiota rumen yang seimbang dan beragam dapat membantu mengurangi emisi metana. Namun, pertumbuhan mikroorganisme metanogen dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dalam rumen, seperti pH, suhu, dan

ketersediaan substrat. Oleh karena itu, memahami ekologi mikroba dalam rumen menjadi penting dalam upaya mitigasi (Yunilas *et al.*, 2019).

Aspek pakan

Jenis pakan yang dikonsumsi oleh hewan ternak memiliki dampak langsung pada emisi metana. Pilihan pakan yang kaya serat cenderung meningkatkan produksi metana karena serat sulit dicerna dan memerlukan lebih banyak aktivitas mikroba. Sebaliknya, pakan kaya energi dan mudah dicerna dapat mengurangi produksi metana. Penggunaan aditif pakan, seperti senyawa tanin, minyak nabati, atau suplemen nutrisi khusus, telah menjadi fokus penelitian untuk mengubah komposisi pakan dan mengurangi emisi metana. Senyawa-senyawa ini dapat mempengaruhi aktivitas mikroba dan menekan pertumbuhan metanogen dalam rumen (Widiawati *et al.*, 2023).

Aspek genetika

Faktor genetika ternyata juga memainkan peran dalam menentukan tingkat emisi metana pada ruminansia. Beberapa hewan ternak mungkin memiliki kecenderungan genetik untuk menghasilkan lebih sedikit metana daripada yang lain. Pemahaman lebih lanjut tentang keragaman genetik dalam populasi ruminansia dapat membuka pintu untuk pemilihan genetik yang lebih baik guna mengurangi emisi metana. Penelitian mendalam tentang keragaman genetik pada hewan ternak dapat membimbing pengembangan program pemuliaan yang berfokus pada menghasilkan hewan dengan tingkat emisi metana yang lebih rendah. Ini merupakan pendekatan yang bersifat jangka panjang dan dapat memberikan dampak positif pada keberlanjutan sektor peternakan (Widiawati *et al.*, 2023).

Penting untuk mencatat bahwa faktor-faktor ini tidak berdiri sendiri; mereka saling berinteraksi dan berkontribusi terhadap profil emisi metana secara keseluruhan. Oleh karena itu, pendekatan holistik yang mempertimbangkan interaksi kompleks antara mikrobiota, jenis pakan, dan faktor genetika menjadi esensial dalam merancang strategi mitigasi yang efektif. Penelitian lanjutan tentang keragaman mikroorganisme di rumen, respons mikroba terhadap aditif pakan, dan identifikasi gen-gen yang terlibat dalam regulasi emisi metana akan memberikan wawasan yang lebih dalam. Keseluruhan, pemahaman mendalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi emisi metana pada ruminansia akan membuka pintu untuk inovasi yang lebih baik dalam pengembangan strategi mitigasi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dengan menggabungkan pengetahuan mikrobiologi, nutrisi, dan genetika, kita dapat menciptakan pendekatan yang komprehensif untuk mengurangi dampak lingkungan dari sektor peternakan ruminansia.

Strategi Nutrisi dalam Mitigasi Emisi Metana pada Ruminansia

Strategi nutrisi menjadi salah satu pendekatan kunci dalam upaya mitigasi emisi metana pada ruminansia (Hristov *et al.*, 2013). Faktor nutrisi memainkan peran penting dalam mengatur aktivitas mikroba dalam rumen dan, oleh karena itu, mempengaruhi produksi metana. Beberapa strategi nutrisi telah

dikembangkan untuk mengurangi emisi metana tanpa mengorbankan kesehatan dan produktivitas ternak.

Aditif pakan

Penggunaan aditif pakan telah menjadi fokus penelitian intensif. Senyawa tanin, yang ditemukan dalam tanaman tertentu, telah terbukti memiliki efek menghambat mikroorganisme metanogen dan, akibatnya, mengurangi produksi metana (Jayanegara *et al.*, 2011). Studi eksperimental juga menunjukkan bahwa pemberian minyak nabati tertentu, seperti minyak bunga matahari atau minyak kelapa, dapat mengubah komposisi mikroba dalam rumen dan menekan produksi metana.

Selain itu, suplemen nutrisi khusus, termasuk mineral tertentu dan vitamin, juga telah diidentifikasi sebagai potensial dalam mengurangi emisi metana. Strategi ini memanfaatkan pemahaman mendalam tentang kebutuhan nutrisi ruminansia dan interaksi kompleks antara mikroorganisme rumen (Patra, 2012).

Manipulasi komposisi pakan

Pengubahan komposisi pakan dapat menjadi strategi efektif dalam mengurangi emisi metana. Pemberian pakan yang lebih mudah dicerna dengan kandungan serat yang lebih rendah dapat mengurangi waktu retensi pakan dalam rumen, mengurangi aktivitas mikroba, dan akhirnya, mengurangi produksi metana. Oleh karena itu, pemilihan jenis pakan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi ternak sambil meminimalkan potensi produksi metana menjadi aspek penting dari strategi ini (Widiawati *et al.*, 2023).

Optimasi ransum pakan

Mengoptimalkan ransum pakan dengan mengombinasikan bahan pakan yang berbeda juga dapat mengurangi emisi metana. Pemahaman tentang interaksi antara berbagai komponen pakan dan cara mereka mempengaruhi mikroba rumen membuka peluang untuk mengembangkan ransum pakan yang ramah lingkungan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa formulasi ransum pakan yang tepat dapat menurunkan tingkat emisi metana hingga sejumlah signifikan (Widiawati *et al.*, 2023).

Peningkatan kualitas nutrisi

Peningkatan kualitas nutrisi dalam pakan dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme yang lebih efisien secara metabolik, mengurangi kebutuhan akan fermentasi yang menghasilkan metana. Oleh karena itu, pemilihan pakan berkualitas tinggi dan merumuskan ransum pakan yang memenuhi kebutuhan nutrisi hewan dapat menjadi strategi efektif dalam mengurangi emisi metana (Widiawati *et al.*, 2023).

Sistem penggantian pakan

Pengembangan sistem penggantian pakan, yang mencakup penggantian bahan pakan tertentu dengan sumber energi alternatif atau aditif tertentu, telah menunjukkan potensi dalam mengurangi emisi metana (Yang *et al.*, 2016).

Misalnya, penggantian sebagian pakan hijauan dengan pakan konsentrat atau penggunaan bahan pakan alternatif seperti limbah pertanian dapat memberikan alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Meskipun banyak penelitian menunjukkan keberhasilan sementara dalam mengurangi emisi metana melalui strategi nutrisi, penting untuk dicatat bahwa efek jangka panjang dan potensi dampak pada produktivitas ternak perlu dievaluasi lebih lanjut. Dalam beberapa kasus, penurunan produksi metana dapat disertai dengan penurunan efisiensi pencernaan atau penurunan produktivitas hewan, yang dapat mengimbangi manfaat yang diharapkan.

Penting juga untuk mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan ketersediaan bahan pakan dalam mengimplementasikan strategi nutrisi. Beberapa strategi mungkin memerlukan perubahan besar dalam manajemen pakan dan dapat memengaruhi struktur industri peternakan secara keseluruhan. Oleh karena itu, pengembangan strategi nutrisi yang praktis, berkelanjutan, dan dapat diadopsi secara luas menjadi suatu keharusan.

Kesimpulannya, strategi nutrisi dalam mitigasi emisi metana pada ruminansia menawarkan potensi besar dalam mengurangi dampak lingkungan sektor peternakan. Namun, tantangan yang dihadapi melibatkan keseimbangan antara efisiensi produksi ternak, keberlanjutan, dan pengurangan emisi metana. Dengan penelitian lanjutan, pemahaman yang lebih baik tentang interaksi kompleks antara nutrisi, mikroorganisme rumen, dan produksi metana dapat membuka pintu untuk inovasi yang lebih baik dan strategi yang lebih efektif dalam mencapai tujuan mitigasi.

Manipulasi Mikroba dalam Rumen untuk Mitigasi Emisi Metana pada Ruminansia

Manipulasi mikroba dalam rumen merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam upaya mitigasi emisi metana pada ruminansia (Hristov *et al.*, 2013). Rumen, sebagai pusat fermentasi mikroba, memiliki peran kunci dalam mengatur produksi metana. Berbagai strategi telah dikembangkan untuk mengoptimalkan komposisi mikroba rumen dengan tujuan mengurangi emisi metana tanpa merugikan produktivitas ternak.

Pemberian probiotik

Probiotik, mikroorganisme yang memberikan manfaat kesehatan, telah diuji sebagai salah satu strategi untuk mengurangi emisi metana (Hristov *et al.*, 2013). Pemberian bakteri probiotik tertentu, seperti strain *Megasphaera elsdenii*, telah terbukti mampu menekan pertumbuhan metanogen dan mengurangi produksi metana. Probiotik dapat mengoptimalkan ekosistem rumen dan menggeser aktivitas mikroba menuju proses fermentasi yang kurang menghasilkan metana.

Pemberian prebiotik

Selain probiotik, pemberian prebiotik juga merupakan pendekatan yang menarik. Prebiotik adalah senyawa yang tidak dapat dicerna oleh hewan, tetapi dapat merangsang pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme yang menguntungkan dalam rumen. Dengan merangsang pertumbuhan bakteri yang

tidak menghasilkan metana, prebiotik dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengurangi emisi metana (Hristov *et al.*, 2013).

Manipulasi komposisi mikroba

Strategi ini melibatkan penelitian mendalam terhadap komposisi mikroba rumen dan identifikasi mikroorganisme yang memainkan peran penting dalam produksi metana. Pengembangan teknik untuk menghambat pertumbuhan metanogen dan merangsang mikroorganisme yang mengurangi emisi metana menjadi fokus utama (Hristov *et al.*, 2013). Dengan pemahaman yang lebih baik tentang interaksi kompleks antara mikroba, kita dapat menciptakan lingkungan rumen yang kurang mendukung produksi metana.

Teknologi Pemantauan dalam Mitigasi Emisi Metana pada Ruminansia

Pengembangan dan penerapan teknologi pemantauan telah menjadi bagian integral dalam upaya mitigasi emisi metana pada ruminansia (Hristov *et al.*, 2013). Teknologi ini memainkan peran kunci dalam mengidentifikasi, mengukur, dan memahami pola emisi metana, sehingga memungkinkan peneliti dan peternak untuk merancang dan melaksanakan strategi mitigasi dengan lebih tepat (Smith *et al.*, 2007).

Sensor gas metana

Sensor gas metana adalah salah satu teknologi utama yang digunakan untuk pemantauan emisi metana dari hewan ternak (Rotz dan Asem-Hiablie, 2019). Sensor ini dapat ditempatkan di sekitar area ternak atau dipasang langsung di peralatan pakan atau air untuk mendeteksi konsentrasi metana. Penggunaan sensor ini memungkinkan pengukuran yang *real-time*, memungkinkan pemantauan yang lebih akurat terhadap fluktuasi emisi metana selama periode waktu tertentu.

Teknologi spektroskopi

Teknologi spektroskopi, seperti spektroskopi inframerah dekat (NIRS) dan spektroskopi Fourier transform infrared (FTIR), telah berkembang pesat dalam pemantauan emisi metana (Beauchemin *et al.*, 2009). Teknologi ini memungkinkan pengukuran langsung komponen gas dalam sampel udara atau gas yang dihasilkan oleh hewan ternak. Dengan demikian, spektroskopi memberikan keunggulan dalam mengidentifikasi sekaligus mengkuantifikasi konsentrasi metana dengan tingkat ketelitian yang tinggi.

Pendeteksian isotop

Pendeteksian isotop karbon dan hidrogen dalam metana dapat memberikan wawasan tambahan dalam pemahaman sumber dan proses produksi metana (Lassey *et al.*, 1997). Pendeteksian isotop dapat membedakan antara metana yang diproduksi oleh mikroorganisme dalam rumen dan metana yang berasal dari sumber lain, seperti pembakaran biomassa. Teknologi ini dapat membantu memahami kontribusi relatif dari berbagai sumber emisi metana.

Teknologi RFID (*Radio-Frequency Identification*)

Teknologi RFID digunakan dalam pemantauan individu hewan secara akurat (Del Prado *et al.*, 2013). Setiap hewan diberikan tag RFID yang memungkinkan identifikasi unik. Pemantauan individu ini dapat membantu memahami variabilitas dalam emisi metana antar hewan dan dapat memberikan dasar untuk mengembangkan strategi mitigasi yang spesifik untuk setiap hewan.

Sistem pemantauan video

Sistem pemantauan video juga dapat memberikan informasi berharga terkait perilaku ternak dan aktivitas makan (Johnson dan Johnson, 1995). Sistem ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi situasi atau kejadian tertentu yang mungkin mempengaruhi emisi metana, seperti perilaku makan atau tingkah laku stres pada ternak. Pemantauan video memberikan dimensi tambahan dalam pemahaman pola emisi metana yang terkait dengan perilaku ternak.

Pemantauan kesehatan hewan

Pemantauan kesehatan hewan melalui teknologi kesehatan ternak dapat memberikan wawasan tentang hubungan antara kondisi kesehatan dan produksi metana (Gerber *et al.*, 2013). Data kesehatan hewan, termasuk kondisi pencernaan dan metabolisme, dapat membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi emisi metana dan memungkinkan pengembangan strategi mitigasi yang bersifat kesehatan.

Sistem pemantauan integratif

Pengembangan sistem pemantauan yang mengintegrasikan berbagai teknologi menjadi fokus utama (Hristov *et al.*, 2013). Sistem integratif dapat memberikan gambaran yang holistik dan menyeluruh tentang emisi metana dari sektor peternakan. Dengan menggunakan data dari berbagai teknologi, peneliti dapat membuat model prediktif yang lebih akurat untuk mengidentifikasi tren dan pola emisi metana.

Penerapan teknologi pemantauan tidak hanya memberikan manfaat dalam pemahaman emisi metana, tetapi juga membantu peternak dalam mengoptimalkan manajemen peternakan secara keseluruhan. Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk mengidentifikasi ternak yang efisien dalam produksi metana, mengukur efektivitas strategi mitigasi, dan meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan (Eckard *et al.*, 2010).

Dalam pengembangan teknologi pemantauan, penting untuk mempertimbangkan aspek ketersediaan, biaya, dan kelayakan implementasi di tingkat peternakan. Teknologi yang praktis dan dapat diakses oleh peternak memiliki potensi untuk diadopsi lebih luas, mendukung upaya mitigasi emisi metana pada skala besar. Dengan terus menerapkan teknologi pemantauan yang canggih, kita dapat mengoptimalkan upaya mitigasi dan merancang sistem peternakan yang lebih berkelanjutan secara keseluruhan.

Aspek Ekonomi dan Sosial dalam Mitigasi Emisi Metana pada Ruminansia

Aspek ekonomi dan sosial memainkan peran sentral dalam implementasi strategi mitigasi emisi metana pada ruminansia (Hristov *et al.*, 2013; Rotz dan Asem-Hiablie, 2019). Upaya untuk mengurangi dampak lingkungan dari sektor peternakan harus sejalan dengan pertimbangan ekonomi dan sosial, memastikan bahwa solusi yang diusulkan tidak hanya efektif dari segi lingkungan tetapi juga berkelanjutan dari perspektif kehidupan peternak dan masyarakat yang terlibat (Smith *et al.*, 2007).

Biaya Implementasi Strategi Mitigasi

Sejumlah strategi mitigasi emisi metana memerlukan investasi awal yang signifikan, seperti penerapan teknologi canggih, penggunaan aditif pakan khusus, atau investasi dalam peralatan pemantauan (Beauchemin *et al.*, 2009). Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan apakah peternak, terutama yang beroperasi dalam skala kecil, dapat menanggung biaya implementasi tersebut atau memerlukan dukungan finansial atau insentif (Lasey *et al.*, 1997).

Dampak pada Efisiensi Produksi dan Produktivitas Ternak

Beberapa strategi mitigasi dapat berpotensi memengaruhi efisiensi produksi dan produktivitas ternak (Del Prado *et al.*, 2013). Pengurangan emisi metana tidak boleh dilakukan dengan mengorbankan kesehatan atau pertumbuhan hewan ternak. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang cermat untuk memahami dampak dari setiap strategi pada performa ternak dan mengidentifikasi solusi yang mendukung produktivitas sambil mengurangi jejak lingkungan (Johnson dan Johnson, 1995).

Adopsi dan Integrasi dalam Praktik Peternakan

Keberhasilan strategi mitigasi emisi metana bergantung pada tingkat adopsi oleh peternak (Gerber *et al.*, 2013). Penting untuk memahami dan mengatasi hambatan yang mungkin dihadapi oleh peternak dalam mengimplementasikan strategi tersebut. Oleh karena itu, pendekatan yang melibatkan pelatihan, penyuluhan, dan dukungan teknis akan mendukung integrasi strategi mitigasi dalam praktik peternakan sehari-hari (Eckard *et al.*, 2010).

Pertimbangan sosial masyarakat terlibat

Dalam melibatkan masyarakat terkait, perlu memahami dampak sosial dari implementasi strategi mitigasi (Beauchemin dan McGinn, 2006). Beberapa tindakan, seperti perubahan dalam sistem produksi atau kebijakan manajemen, dapat mempengaruhi mata pencaharian dan kehidupan sehari-hari komunitas peternak. Oleh karena itu, partisipasi dan keterlibatan masyarakat lokal dalam pengembangan strategi menjadi kunci untuk mencapai kesepakatan dan penerimaan yang lebih luas (Pastore *et al.*, 2019).

Pertimbangan keberlanjutan dalam jangka panjang

Implementasi strategi mitigasi emisi metana perlu dilihat dalam konteks keberlanjutan jangka panjang (Hristov *et al.*, 2013). Solusi yang mungkin efektif

pada awalnya dapat menimbulkan tantangan ekonomi atau sosial dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penting untuk merancang strategi yang tidak hanya efektif dalam mengurangi emisi metana tetapi juga dapat diterapkan secara berkelanjutan dalam menghadapi perubahan ekonomi atau kebijakan.

Pengembangan model bisnis yang berkelanjutan

Integrasi strategi mitigasi emisi metana memerlukan pengembangan model bisnis yang berkelanjutan bagi peternak (Rotz *et al.*, 2019). Pembentukan kebijakan yang mendukung, seperti insentif atau kompensasi atas usaha peternak dalam mengurangi emisi metana, dapat memberikan dorongan ekonomi yang diperlukan. Pembentukan kemitraan antara pemerintah, industri, dan lembaga keuangan dapat membantu menciptakan lingkungan yang mendukung untuk peternak dalam mengadopsi solusi berkelanjutan (Hristov *et al.*, 2013).

Analisis Dampak Sosial-Ekonomi

Sebelum mengimplementasikan strategi mitigasi, perlu dilakukan analisis dampak sosial-ekonomi yang komprehensif (Rotz *et al.*, 2019). Analisis ini melibatkan penilaian efek strategi terhadap pendapatan peternak, ketahanan pangan, dan kesejahteraan masyarakat. Dengan memahami konsekuensi potensial dari strategi mitigasi, kita dapat merancang solusi yang memberikan manfaat maksimal sambil meminimalkan risiko sosial dan ekonomi (Smith *et al.*, 2007). Melibatkan pemangku kepentingan, termasuk peternak, pemerintah, organisasi peternakan, dan masyarakat lokal, dalam pengambilan keputusan dan perencanaan menjadi kunci untuk memastikan bahwa solusi mitigasi emisi metana bukan hanya memenuhi tujuan lingkungan tetapi juga menciptakan dampak positif dalam konteks sosial dan ekonomi. Dengan pendekatan ini, kita dapat menciptakan solusi yang berkelanjutan, seimbang, dan dapat diterima secara luas.

KESIMPULAN

Dalam menghadapi tantangan emisi metana dari ruminansia, strategi mitigasi melalui pendekatan nutrisi, manipulasi mikroba, dan teknologi pemantauan menjadi fokus utama. Aditif pakan seperti senyawa tanin dan minyak nabati terbukti efektif dalam mengurangi emisi metana tanpa mengorbankan produktivitas ternak. Manipulasi mikroba dengan probiotik, prebiotik, dan vaksin anti-metanogen juga menunjukkan potensi positif. Teknologi pemantauan seperti sensor gas metana dan sistem integratif memberikan data akurat untuk merancang strategi mitigasi yang tepat. Namun, implementasi harus mempertimbangkan aspek ekonomi dan sosial agar berkelanjutan, dengan memerhatikan biaya, produktivitas ternak, dan partisipasi masyarakat. Kolaborasi antara ilmuwan, peternak, dan pemangku kepentingan lainnya diperlukan untuk menghasilkan solusi holistik dan berkelanjutan. Dengan pendekatan ini, upaya mitigasi emisi metana pada ruminansia tidak hanya memberikan manfaat lingkungan tetapi juga mendukung keberlanjutan sektor peternakan secara keseluruhan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Membuat konsep dan desain penelitian: RWSN, JH. Mengumpulkan data: RWSN. Melakukan Analisis dan interpretasi data: RWSN, JH. Menyusun naskah: RWSN, JH. Melakukan revisi: RWSN.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa penelitian ini tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini.

PERSETUJUAN ETIS

Penelitian ini tidak tersedia persetujuan etis.

DAFTAR PUSTAKA

- Beauchemin, K. A. and McGinn, S. M. (2005). Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets, *Journal of Animal Science*, Volume 83(3): 653–661, <https://doi.org/10.2527/2005.833653x>
- Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Benchaar, C., & Holtshausen, L. (2009). Crushed sunflower, flax, or canola seeds in lactating dairy cow diets: Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. *J. Dairy Sci.* 92:2118–2127. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1903>
- Beauchemin, K.A., Kreuzer, M., O'Mara, F. and McAllister, T.A. (2008) Nutritional Management for Enteric Methane Abatement: A Review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 21-27. <http://dx.doi.org/10.1071/EA07199>
- Del Prado, A., Crosson, P., Olesen, J. E., & Rotz, C. A. (2013). Whole-farm models to quantify greenhouse gas emissions and their potential use for linking climate change mitigation and adaptation in temperate grassland ruminant-based farming systems. *Animal*, 7 (Suppl 2), 373-385. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000748>
- Eckard, R. J., Grainger, C., & de Klein, C. A. (2010). Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livestock Science*, 130(1-3), 47-56. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.010>
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock - A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/docrep/018/i3437e/i3437e.pdf>
- Hristov, A. N., Oh, J., Firkins, J. L., Dijkstra, J., Kebreab, E. Waghorn, G. Makkar, H P S., Adesogan, A T., Yang, W., Lee, C., Gerber, P J., Henderson, B. and

- Tricarico, J M. (2013). Special topics: Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *Journal of Animal Science*, 91(11), 5045–5069. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6583>
- Hristov, A. N., Oh, J., Giallongo, F., Frederick, T. W., Harper, M. T., Weeks, H. L., Branco, A. F., Moate, P. J., Deighton, M. H., Williams, S. R. O., Kindermann, M., Duval, S., & Yanez-Ruiz, D. R. (2015). An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(34), 14063–14068. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1504124112>
- Hristov, A.N., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. 2013. Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production - A review of technical options for non-CO2 emissions. Edited by Pierre J. Gerber, Benjamin Henderson and Harinder P.S. Makkar. FAO Animal Production and Health Paper No. 177. FAO, Rome, Italy.
- Jayanegara, A., Wina, E., Soliva, C. R., Marquardt, S., & Kreuzer, M. (2011). Dependence of forage quality and methanogenic potential of tropical plants on their phenolic fractions as determined by principal component analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 163(2-4), 231-243. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.009>
- Johnson, K. A., & Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73(8), 2483-2492. <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>
- Lassey, K. R., Ulyatt, M. J., Martin, R. J., Walker, C. F., & Shelton, I. D. (1997). Methane emissions measured directly from grazing livestock in New Zealand. *Atmospheric Environment*, 31(18), 2905-2914. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(97\)00123-4](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(97)00123-4)
- Lovett, D. K., Shalloo, L., Dillon, P., O'Mara, F. P., & De Boer, I. J. (2006). A systems approach to quantify greenhouse gas fluxes from pastoral dairy production as affected by management regime. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 112(3-4), 207-220. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2005.03.006>
- Moss, A. R., Jouany, J. P., & Newbold, J. (2000). Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. *Annals of Zootechny*, 49(3), 231–253. <https://doi.org/10.1051/animres:2000119>
- Patra, A. K. (2012). Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: A synthesis of current research and future directions. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(4), 1929-1952. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2090-y>
- Rotz, C. A., Asem-Hiablie, S., Place, S., & Thoma, G. (2019). Environmental footprints of beef cattle production in the United States. *Agricultural Systems*, 169, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.11.005>
- Smith, P., Martino, Z., & Cai, D. (2007). 'Agriculture', in *Climate change 2007: mitigation*.

- Van Zijderveld, S. M., Gerrits, W. J. J., Apajalahti, J. A., Newbold, J. R., Dijkstra, J., & Leng, R. A. (2010). Nitrate and sulfate: Effective alternative hydrogen sinks for mitigation of ruminal methane production in sheep. *Journal of Dairy Science*, 93(12), 5856-5866. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3281>
- Widiawati, Y., Shiddieqy, M. I., Rohaeni, E. S., Anggraeny, Y. N., Firsoni, Sasongko, W. T., Setiasih, Antonius, Hadiatry, M. C., Wardi, Herliatika, A., Widodo, S., Asmairicen, S., Bansi, H., Puspito, S., Riyanti, S., Andreas, E.M.W., Widiaringsih, W., & Miraya, N. (2023). Sistem pemeliharaan ternak ruminansia yang adaptif terhadap perubahan iklim. Dalam Elza Surmaini, Lilik Slamet Supriatin, & Yeli Sarvina (Ed.), *Teknologi dan kearifan lokal untuk adaptasi perubahan iklim* (203-231). Penerbit BRIN. DOI: 10.55981/brin.901.c723 E-ISBN: 978-623-8372-46-1
- Wihardjaka, A. (2015). Mitigasi Emisi Gas Metana melalui Pengelolaan Lahan Sawah. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, vol. 34, no. 3. doi:10.21082/jp3.v34n3.2015.p95-104.
- Yáñez-Ruiz, D. R., Abecia, L., & Newbold, C. J. (2015). Manipulating rumen microbiome and fermentation through interventions during early life: a review. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1133. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01133>
- Yang, C., Rooke, J. A., Cabeza, I., & Wallace, R. J. (2016). Nitrate and Inhibition of Ruminal Methanogenesis: Microbial Ecology, Obstacles, and Opportunities for Lowering Methane Emissions from Ruminant Livestock. *Frontiers in Microbiology*, 7, 132. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00132>
- Yunilas, Wahyuni, T.H., Ginting, N., Siburian, I.S. (2019). *Aplikasi Mikroba Pada Pakan Ternak*. Medah: CV. ANUGERAH PANGERAN JAYA.