

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan Global (*global warming*) adalah meningkatnya temperatur rata-rata bumi sebagai akibat dari akumulasi panas di atmosfer yang disebabkan oleh Efek Rumah Kaca. Perubahan iklim memberikan pengaruh signifikan terhadap kehidupan manusia di muka bumi, termasuk di Indonesia dan telah menyebabkan berubahnya pola hujan, naiknya muka air laut, terjadinya badai dan gelombang tinggi, serta dampak merugikan lainnya yang mengancam kehidupan masyarakat. Pemanasan global (*global warming*) merupakan permasalahan lingkungan utama yang dihadapi oleh umat manusia khususnya pada abad terakhir ini. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007* melaporkan bahwa suhu rata-rata permukaan bumi telah meningkat sebesar $0,74 \pm 0,18$ °C pada abad ke-20 dan merupakan kenaikan suhu terbesar dalam kurun waktu beberapa ribu tahun terakhir. Lebih dari itu, skenario pemodelan yang juga dikembangkan oleh IPCC menunjukkan bahwa suhu permukaan bumi dapat meningkat hingga 2.4 - 6.4 °C hingga tahun 2090-2099 (IPCC 2007). Jika hal ini terus terjadi maka akan sangat berdampak terhadap berbagai aspek kehidupan manusia.

Masalah pemanasan global berkaitan dengan sangat tingginya laju akumulasi sejumlah Gas Rumah Kaca (GRK) pada lapisan atmosfer seperti karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O) dan kloro fluoro karbon (CFC). Hal tersebut sebagai akibat semakin tingginya intensitas berbagai aktivitas manusia. Metana merupakan kontributor terbesar kedua gas rumah kaca (sebesar 16% dari total) setelah CO₂. Meskipun demikian, kemampuan gas metana untuk meretensi panas (*global warming potential*) adalah 28 kali lipat lebih besar dibandingkan dengan CO₂.

Peningkatan konsentrasi GRK menyebabkan bertambahnya radiasi panas yang terperangkap di atmosfer dan hal ini sebagai pemicu terjadinya pemanasan

global yang berdampak pada kenaikan suhu bumi dan perubahan iklim (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Perubahan iklim memberikan pengaruh signifikan terhadap kehidupan manusia di muka bumi, termasuk di Indonesia dan telah menyebabkan berubahnya pola hujan, naiknya muka air laut, terjadinya badai dan gelombang tinggi, serta dampak merugikan lainnya yang mengancam kehidupan masyarakat.

Komitmen Indonesia untuk menurunkan laju emisi GRK sebesar 26% sampai tahun 2020 harus dilaksanakan dengan disahkannya Peraturan Presiden No 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca serta Peraturan Presiden No.71 tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Pelaksanaan Perpres 61/2011 melibatkan keikutsertaan daerah secara aktif, karena dalam Perpres tersebut tercantum penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca. Efek Rumah Kaca adalah fenomena meningkatnya suhu bumi karena radiasi sinar matahari dan pantulan panas dari permukaan bumi. Pantulan panas dari permukaan bumi ke angkasa terperangkap oleh “selimut” dari gas-gas di atmosfer diantaranya karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), perfluorokarbon (PFC), hidrofluorokarbon (HFCS), sulfurheksafluorida (SF_6), dan uap air. Gas-gas tersebut dinamakan sebagai Gas Rumah Kaca (GRK) (Haryanto&Thalib, 2009). Energi sinar matahari yang panjang gelombangnya pendek, diterima permukaan bumi; sebagian dipantulkan kembali ke atmosfer sebagai radiasi *infra red* (IR), dengan panjang gelombang yang lebih panjang, kemudian radiasi IR ini diserap oleh gas-gas yang ada di atmosfer. Energi IR yang diserap oleh gas-gas atmosfer ini menyebabkan terjadi peningkatan materi atmosfer yang menyerap panas, sehingga suhu atmosfer bumi meningkat. (Pidwirny dalam Haryanto dan Thalib, 2009). Peningkatan konsentrasi GRK atmosfer dapat bersumber dari proses alami akibat aktivitas kimiawi di alam baik dalam kegiatan biologis maupun dalam bentuk proses alam lainnya (*natural sources*), dan dari akibat aktivitas manusia (*anthropogenic*).

Salah satu aktivitas manusia yang berdampak pada pemanasan global adalah sektor peternakan, yang menghasilkan gas karbondioksida (CO_2), metana

(CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O). CO₂ sebagian besar dilepaskan dari proses pembusukan oleh mikroba, pembakaran serasah tanaman, pernafasan dan dari bahan organik tanah. Metana adalah memiliki efek pemanasan global 28 kali lebih tinggi daripada karbon dioksida. Metana dihasilkan pada dekomposisi bahan organik dalam kondisi kekurangan oksigen (anaerob), terutama pada proses fermentasi pencernaan ruminansia, kotoran ternak yang bercampur sisa pakan, dan lahan persawahan. Dinitrooksida dihasilkan dari transformasi mikroba pada tanah dan penyimpanan kotoran serta penggunaan pupuk organik / anorganik. Gas ini memiliki potensi pemanasan global 265 kali lebih tinggi daripada karbon dioksida. Jumlah gas dinitrogen oksida meningkat apabila ketersediaan nitrogen pada lahan melebihi kebutuhan tanaman akan nitrogen, terutama pada kondisi basah. Gas karbon dioksida digunakan untuk unit standar pembandingan potensi pemanasan global. Potensi pemanasan global gas karbon dioksida adalah 1 (satu).

Pada tabel 1. Diperlihatkan waktu tinggal gas di atmosfer dan nilai potensi pemanasan global dari ketiga gas rumah kaca tersebut. Karbondioksida memiliki waktu tinggal di atmosfer paling lama di antara ketiga gas rumah kaca tersebut yaitu 5 hingga 2000 tahun. Meskipun demikian, N₂O memiliki nilai potensi pemanasan global paling tinggi yaitu 265 kali potensi CO₂. Jadi meskipun jumlah N₂O yang teremisikan ke atmosfer lebih kecil daripada CO₂, namun karena potensi pemanasan globalnya yang lebih besar maka akan menyebabkan efek pemanasan global yang lebih tinggi daripada CO₂ atau CH₄. (IPCC, 2013)

Tabel 1. Nilai Potensi Pemanasan Global dan Waktu Tinggal Gas Rumah Kaca

| Gas | Waktu Tinggal di Atmosfir (tahun) | Potensi Pemanasan Global (CO₂-eq) |
|------------------|--|---|
| CO ₂ | 5-2000 | 1 |
| CH ₄ | 12 | 28 |
| N ₂ O | 144 | 265 |

Sumber: IPCC 3rd Assesment report, 2013

Sektor peternakan menyumbang metana (CH_4), gas karbondioksida (CO_2), dinitrogen oksida (N_2O) dan ammonia. Emisi CO_2 dari sektor peternakan tidak dapat diestimasi karena asumsi tahunan dari emisi CO_2 sektor peternakan dianggap tidak ada (zero), hal ini disebabkan adanya proses fotosintesa pada tumbuh-tumbuhan.

Sehubungan dengan hal tersebut, perlu dievaluasi emisi gas CH_4 dan upaya mitigasi gas CH_4 dari ternak untuk mendapatkan gambaran yang lebih akurat. Emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan dihitung dari emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik ternak, serta gas dinitrogen oksida (N_2O) hasil dari pengelolaan kotoran ternak (Ishak *et al*, 2019).

Ternak ruminansia, seperti sapi, memiliki sistem pencernaan khusus, melalui empat macam kompartisi bagian perut (rumen, retikulum, omasum dan abomasum). Proses pencernaan dalam hewan ruminansia melalui proses fisik, enzimatik, mikroba dan kimiawi. Semua proses pencernaan tersebut terjadi dalam perut besar ruminansia yaitu rumen, yang di dalamnya terdapat beraneka ragam mikro organisme. Ekosistem di dalam rumen adalah ekosisten anaerob, sehingga metabolisme bahan pakan seperti karbohidrat dan protein, untuk menghasilkan energy, berlangsung melalui dehidrogenasi. Ternak melepaskan metana yang dihasilkan dari fermentasi mikroba, pada penguraian karbohidrat terutama dalam rumen, dan usus besar. CH_4 diproduksi dalam saluran pencernaan oleh mikroorganisme (metanogen) sebagai produk sampingan dari fermentasi anaerob. Terbentuknya metana mengakibatkan kehilangan energi sekitar 3-14% dari asupan energi kotor bagi ternak. Jumlah metana yang dihasilkan sebagian besar tergantung pada jumlah dan komposisi, asupan pakan. Emisi CH_4 oleh sapi perah bervariasi tergantung berat badan, asupan pakan, komposisi makanan dan jumlah susu yang dihasilkan (Mama&Seid, 2019). Konversi nutrisi dalam pakan menjadi metana (CH_4), dalam rumen melibatkan integrasi beberapa aktivitas spesies mikroorganisme dan berakhir pada aktivitas bakteri metanogenesis. Mikroorganisme utama dalam rumen melakukan hidrolisis protein, karbohidrat dan dinding sel tanaman menjadi asam amino dan gula yang lebih sederhana selanjutnya produk tersebut difermentasi menjadi asam lemak volatil (*Volatile*

Free Fatty Acid, VFA) dan hydrogen. VFA akan diserap oleh ternak sebagai sumber energi (Rofiq, 2014).

Menurut Thalib (dalam Gustiar *et al* 2014), CH₄ yang berasal dari peternakan mempunyai dua sumber emisi yaitu pencernaan dan feses. Teknologi untuk menurunkan produksi gas metan enterik telah banyak dilakukan, antara lain dengan pendekatan manajemen pemberian pakan dan penggunaan bahan pakan dan manipulasi rumen. Bahan pakan yang diberikan pada ternak selain mempengaruhi produksi gas metana dari pencernaan juga akan mempengaruhi kualitas kotoran ternak yang nantinya akan mempengaruhi produksi gas metana dari kotoran. Pakan ternak sapi dapat berupa hijauan (rumput-rumputan) dan konsentrat. Hijauan pakan ternak merupakan bahan pakan yang mengandung serat yang dibutuhkan oleh ternak untuk menjaga fungsi normal saluran pencernaan. Di Indonesia hijauan yang biasa digunakan adalah rumput gajah, limbah perkebunan jagung, limbah perkebunan tebu dan daun dari beberapa jenis tanam. Konsentrat adalah pakan yang mengandung nutrisi yang mudah dicerna dan dibutuhkan untuk mempercepat produktifitas. Pemberian pakan hanya berupa hijauan saja terkadang tidak cukup, sehingga perlu ditambahkan jenis pakan lain berupa konsentrat. Perbandingan hijauan dan konsentrat umumnya didasarkan kebutuhan sapi dan kemampuan peternak untuk menyediakan bahan tersebut.

Meburut Mitsumori *at al*, (dalam Gustiar *et al* 2014), Pembentukan gas metana dalam pencernaan sapi terjadi di dalam rumen, dimana gas metana terbentuk melalui reduksi CO₂ oleh H₂ yang dikatalisis oleh enzim yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik. Semakin banyak hidrogen terbentuk maka akan semakin banyak bahan untuk pembentukan gas metana sehingga untuk mengurangi produksi hidrogen menjadi metana dalam rumen maka hidrogen harus dialihkan ke produksi propionat melalui laktat atau fumarat. Meningkatnya pakan konsentrat akan menghasilkan lebih banyak propionat yang disebabkan karena adanya perubahan kelimpahan spesies mikroorganisme dalam saluran pencernaan. Pembentukan propionat oleh mikroorganisme rumen membutuhkan hidrogen yang dibutuhkan pula oleh bakteri metanogen sehingga mengakibatkan menurunnya produksi gas metana (Monteny *et al.*, dalam Gustiar *et al* 2014).

Islam dan Lee (2019) menyatakan produksi metana pada ruminansia dipengaruhi oleh komposisi pakan. Pencernaan dalam rumen tergantung pada aktivitas mikroorganisme, yang membutuhkan energi, nitrogen, dan mineral. Selanjutnya, kualitas hijauan mempengaruhi aktivitas mikroba rumen dan produksi CH₄ dalam rumen. Spesies, pengolahan, dan proporsi hijauan, dan sumber biji-bijian dari makanan juga mempengaruhi. Produksi CH₄ pada ruminansia cenderung berkurang bila kandungan protein pakan meningkat, dan CH₄ meningkat seiring peningkatan kandungan serat kasar pada pakan. Hijauan berkualitas tinggi, terutama tanaman muda, dapat mengurangi produksi CH₄ dengan menggeser jalur fermentasi (*fermentation pathway*) karena hijauan muda ini mengandung deterjen serat alami (*nature ditergen fibre*, NDF) dan juga bila lebih tinggi kandungan karbohidrat yang mudah difermentasi, mengarah pada peningkatan pencernaan. Sebaliknya, hijauan yang lebih tua menghasilkan CH₄ yang lebih tinggi karena dinding selnya banyak mengandung lignin yang sulit dicerna sehingga mengurangi pencernaan pakan pada ruminansia. Produksi metana juga signifikan dipengaruhi oleh cara pemrosesan dan pelestarian hijauan. Hijauan yang dipotong lebih halus atau digiling dibuat pelet lebih mudah didegradasi dalam rumen. Demikian pula, bila hijauan difermentasi sebagian sebelum di berikan kepada ternak, dapat mengurangi emisi CH₄ dari ruminansia.

Orskov (dalam Hindratiningrum *et al.* 2011) menyatakan bahwa ada saling ketergantungan. antara proses fermentasi enterik dengan produksi protein mikroba. Hasil akhir fermentasi tersebut berupa asam lemak volatil dan gas metana yang kemudian bergabung dengan Nitrogen Bukan Protein, NBP (*non protein nitrogen*, NPN) ke dalam sel mikroba. Pemberian jerami amoniasi sebagai sumber NBP perlu diimbangi dengan konsentrat sebagai sumber energi agar pertumbuhan mikroba rumen dapat optimal. Fermentasi protein menghasilkan produk akhir ammonia (NH₃), yang sangat penting untuk sintesis protein di dalam rumen. Amonia dalam rumen sebagian dimanfaatkan oleh mikroba untuk sintesis protein mikroba. Sumber amonia selain dari protein juga berasal dari NPN dan garam-garam amonium dapat digunakan untuk sintesis protein mikroba dan kondisi tersebut tergantung pada kecepatan pemecahan nitrogen makanan,

kecepatan absorpsi amonia dan asam-asam amino, kecepatan aliran bahan keluar dari rumen, kebutuhan mikroba akan asam-asam amino dan jenis fermentasi rumen berdasarkan jenis makanan.

Jerami padi merupakan salah satu limbah pertanian tersedia berlimpah di Indonesia dan dapat dipertimbangkan sebagai salah satu pakan ternak ruminansia yang cukup penting. Tingginya kandungan serat yang mengandung lignin selulosa menyebabkannya sulit dicerna (kecernaannya rendah). Selain itu jerami juga memiliki kandungan nitrogen yang rendah. Peningkatan kualitas jerami padi dapat dilakukan secara kimia melalui amoniasi menggunakan urea. Keuntungan amoniasi pada jerami padi menggunakan urea antara lain dapat meningkatkan kandungan nitrogen, palatabilitas, konsumsi dan kecernaan pakan (Hindratiningrum *et al.* 2011). Menurut hasil penelitian Mama & Seid (2019) intensitas emisi CH_4 dari ternak di negara-negara miskin intensitasnya sedang sampai tinggi karena produktivitas ternak yang rendah, kualitas pakan yang rendah, kurangnya pengetahuan, dan investasi terbatas.

Selain gas rumah kaca yang timbul dari fermentasi enterik dan penyimpanan kotoran, produksi pakan bersama dengan emisi karbon dioksida tanah dan dinitro oksida yang terkait merupakan hal penting lainnya untuk sektor peternakan. Tingkat emisi metana enterik bervariasi sesuai dengan asupan pakan dan kemudahan pakan untuk dicerna. (Goglio *et al.*, 2018). Meskipun kontribusi emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan masih relatif rendah yaitu < 1,5% dari total gas rumah kaca nasional. Namun program nasional yaitu peningkatan populasi ternak dalam rangka pemenuhan kebutuhan protein hewani bagi rakyat akan menyebabkan peningkatan emisi gas CH_4 dan N_2O .

Limbah peternakan merupakan sumber daya yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas dan kompos. Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan dari proses perombakan kotoran ternak sebagai bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi tanpa oksigen atau proses anaerobik. Teknologi umum yang digunakan untuk memperoleh biogas dari kotoran ternak adalah dengan memperlakukan fermentasi pada kotoran ternak menggunakan digester anaerobik. Menurut Al Sadi (dalam Tangkas &

Trihadiningrum,2016) produktivitas biogas yang dihasilkan dari kotoran ternak sapi yakni 0,24 m³ biogas/kg kotoran . Kompos merupakan pupuk organik yang berasal dari sisa tanaman dan kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi atau pelapukan. Selama proses pengomposan, mikroorganisme berkembang dan melepaskan gas karbon dioksida, air, produk organik lain serta energi. Sebagian energi digunakan untuk metabolisme dan sisanya dikeluarkan dalam bentuk panas. Pada saat suplai makanan habis, pertumbuhan mikroba dan pembentukan panas menurun dan akan dihasilkan bahan humus yang disebut kompos. Pemerintah Provinsi Bali telah mengintegrasikan kegiatan pertanian dan peternakan dengan program yang disebut Sistem Pertanian Terintegrasi atau Simantri berorientasi pada usaha pertanian dan peternakan tanpa limbah (*zero waste*) dengan menghasilkan 4 F (*food, feed, fertilizer* dan *fuel*). Kegiatan utamanya adalah integrasi budidaya tanaman dan ternak, limbah pertanian diolah untuk pakan ternak dan cadangan pakan pada musim kemarau. Selain itu, limbah padat ternak (feses) diolah menjadi biogas dan pupuk organik. Pengelolaan limbah padat yang dilakukan dengan prinsip pengurangan limbah padat yaitu melaksanakan 2R (*Reduce* dan *Recycle*) (Tangkas & Trihadiningrum,2016).

Kabupaten Boyolali yang dikenal sebagai New Zealandnya pulau jawa merupakan daerah dengan letak geografis yang mempunyai sumber daya alam yang melimpah dan mempunyai lahan yang subur sehingga daerah ini,menjadi tempat yang strategis untuk dijadikan sektor pertanian dan peternakan terpadu. Kabupaten Boyolali memiliki potensi GRK yang cukup besar dari sektor peternakan, tercatat total populasi ternak besar yang terdiri dari sapi potong, sapi perah, kerbau dan kuda sebesar 186.552 ekor. Sedangkan untuk populasi ternak kecil yang terdiri dari kambing, babi, dan domba mencapai 100.587 ekor, sementara untuk populasi ternak unggas mencapai 17.834.174 ekor (Dinas Peternakan Kabupaten Boyolali, 2016). Kabupaten Boyolali merupakan salah satu daerah penghasil sapi terbanyak di Jawa Tengah. Pada tahun 2016, populasi sapi yang dicatat oleh Dinas Peternakan Kabupaten Boyolali sebanyak 89.844 ekor sapi perah dan 95.651ekor sapi potong. Dari seluruh komoditas ternak, sapi perah merupakan penghasil CH₄ yang lebih banyak dibanding dengan ternak ruminansia

lainnya. Telah dilaporkan bahwa kontributor emisi gas CH₄ di Indonesia tertinggi pada subsektor peternakan adalah ternak sapi potong, yaitu sebesar 65,12% dari emisi ternak ruminansia, atau sebesar 58,84% dari total emisi gas CH₄ seluruh komoditas ternak (Widiawati 2013).

Menurut Martin *et al* (2010) mitigasi GRK dari sector peternakan dapat dilakukan dengan beberapa strategi :

1. Mitigasi melalui bioteknologi :
 - a. Imunisasi dan kontrol biologis
 - b. *Probiotic (acetogens, ragi)*
 - c. Membuang protozoa rumen
2. Mitigasi melalui aditiv: *Ionophores* dan organik
3. Mitigasi melalui modifikasi pakan:
 - a. Hijauan
 - b. Konsentrat
 - c. Lemak (*lipid*)

Selain itu Mama dan Seid (2019) merekomendasikan perbaikan atau modifikasi pakan yang mudah dicerna yang cukup mrngandung nutrisi dan memberi informasi peternak tentang emisi gas metan dari peternakan yakan menyebabkan pemanasan global..

Berdasarkan latarbelakang di atas, penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui emisi GRK dari sektor peternakan yang ada di Kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali serta serta strategi mitigasi emisi GRK. GRK yang perlu mendapat perhatian pada sektor peternakan adalah gas metana (CH₄) dan gas dinitrogen oksida (N₂O). Dengan adanya penelitian ini, akan diketahui total beban emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) di kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali serta tindakan mitigasi yang sesuai dan upaya adaptasi yang dapat dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana potensi beban emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak yang ada di Kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali?
2. Berapa jumlah emisi GRK (CH_4 dan N_2O) yang dihasilkan dari aktivitas peternakan di Kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali?
3. Bagaimana strategi mitigasi yang sesuai dilakukan untuk mengurangi emisi GRK di Kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penelitian ini bertujuan :

1. Mengkaji beban emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak yang ada di Kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali.
2. Mengetahui jumlah emisi GRK (CH_4 dan N_2O) yang dihasilkan dari aktivitas peternakan di Kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali;
3. Mengkaji strategi mitigasi pengurangan emisi GRK yang sesuai untuk diterapkan di Kecamatan Boyolali Kabupaten Boyolali.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi dan bahan masukan bagi masyarakat terkait jumlah emisi GRK yang dihasilkan dari sektor peternakan di Kabupaten Boyolali

2. Bagi Pemerintah

- a. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pengambilan keputusan maupun penentuan kebijakan dalam mengelola fermentasi enterik dan kotoran ternak sebagai penunjang kehidupan masyarakat sekitar.
- b. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai indikator pemerintah daerah dalam membatasi emisi GRK dari sektor peternakan dan strategi mitigasi terhadap fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak.

3. Bagi Akademisi

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya terkait dengan strategi mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi emisi GRK yang dihasilkan dari sektor peternakan.

1.5 Penelitian Terdahulu dan Keaslian Penelitian

Tabel 2. Penelitian terdahulu

| Nama / Tahun | Judul Penelitian | Tujuan | Hasil |
|------------------------------|--|---|---|
| 1. Akhadiarto & Rofiq (2017) | Estimasi Emisi Gas Metana dari Fermentasi Enterik Ternak Ruminansia Menggunakan Metode Tier-1 di Indonesia | Mendapatkan nilai estimasi emisi gas metana dari fermentasi enterik ternak di Indonesia menggunakan metode Tier-1 | Estimasi emisi gas CH ₄ dari fermentasi enterik ruminansia ternak menunjukkan bahwa ada hubungan positif antara populasi dengan nilai estimasi emisinya dan Nilai total estimasi emisi gas CH ₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia sebesar 1.066,63 Gg CH ₄ /tahun atau 22,40 Gg CO ₂ ekuivalen/ tahun pada tahun 2013 |
| 2. Ishak <i>et al</i> (2019) | Estimasi Emisi Gas Rumah kaca (GRK) dari Sektor Peternakan Tahun 2016 di Provinsi Sulawesi Tengah | Mengetahui sumbangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari sektor peternakan tahun 2016 di provinsi | Sapi potong kontributor utama dalam penyumbang emisi GRK dalam bentuk Fermentasi Enterik CH ₄ 483,9 (Gg CO ₂ e) yaitu sebanyak 76,42%, diikuti oleh kambing dalam bentuk N ₂ O,,sebesar |

- | | | | |
|----------------------------------|--|---|---|
| | | Sulawesi Tengah. | 108,428 (Gg CO ₂ e) atau setara dengan 17,12 %. |
| 3. Nurhayati & Widiawat (2017) | Emisi Gas Rumah Kaca dari Peternakan di Pulau Jawa yang Dihitung dengan Metode Tier-1 IPCC | Menampilkan gambaran emisi GRK dari setiap jenis ternak di setiap provinsi di Pulau Jawa yang diestimasi dengan menggunakan metode Tier-1 IPCC. | Provinsi Jawa Timur penyumbang emisi GRK yang terbesar yaitu sebanyak 37,15%, diikuti oleh Provinsi Jawa Barat sebesar 30,23% dan Provinsi Jawa Tengah sebanyak 25,18%. Di antara semua jenis ternak, sapi potong merupakan kontributor utama yaitu sebanyak 38,49%, diikuti oleh domba sebesar 26,90%. |
| 4. Rofiq MN (2014) | Estimasi gas metana CH ₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia | Menduga total emisi gas CH ₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia melalui metode Tier-1 IPCC | Hasil perhitungan estimasi gas CH ₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia menunjukkan adanya hubungan positif antara populasi dengan nilai estimasinya |
| 5. Aghsaghali & Maheri (2011) | Factor Affecting Mitigation of Methane Emission from Ruminants Feeding Strategies | Meneliti factor yang mempengaruhi mitigasi emisi metana dari fermentasi enterik | Nutrisi dan kualitas pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi metana seperti jenis dan umur hijauan |
| 6. Martin C, <i>et al</i> (2010) | Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale, | Memberi pilihan strategi yang potensial untuk mengurangi produksi metana enterik ruminansia | Pemberian spesies hijauan tertentu yang tidak terlalu tua dan kadar konsentrat yang optimal dapat mengurangi metana dari fermentasi enteric |