

Estimasi Emisi Gas Metana dari Fermentasi Enterik Ternak Ruminansia Menggunakan Metode Tier-1 di Indonesia

Estimate of Methane Emissions from Enteric Fermentation by Ruminant Animals Using Tier-1 Methods in Indonesia

SINDU AKHADIARTO DAN MUHAMAD N. ROFIQ

Pusat Teknologi Produksi Pertanian, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan 15314
akhadiarto@yahoo.com

ABSTRACT

Ruminant animals in animal husbandry, including cattle, goat, sheep and buffalo have a special digestive system that possible to emit methane outside to the atmosphere by their eructation. The aim of this research was to estimate methane (CH₄) emission or production from ruminant animal in Indonesia using Tier-1 Method (2007). Estimation of emission of CH₄ from enteric fermentation showed a positive correlation among the ruminant population and the emission. Indonesia has ruminant animal population growth 5.55%/year with 5.35% CH₄ emission from enteric fermentation. The total emission of CH₄ was 1.066,63 Gg CH₄/year or 22,40 Gg CO₂ equivalent/year in 2013. It was lower than total emissions from livestock in the word. As a conclusion, estimation of CH₄ emission from ruminant enteric fermentation in Indonesia should be developed by another method that was supported by certain data about sex and population age of ruminant and comprehensive of the digestion ruminant experiment.

Keywords: *emission, methane, ruminant, enteric fermentation.*

ABSTRAK

Ternak ruminansia seperti sapi, kambing, domba dan kerbau mempunyai sistem pencernaan khusus yang memungkinkan melepas gas metana (CH₄) keluar ke atmosfer melalui proses eruktasi. Tujuan dari penelitian ini adalah menduga total emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia melalui metode Tier-1 (2007). Hasil perhitungan estimasi emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia menunjukkan bahwa ada hubungan positif antara populasi dengan nilai estimasi emisinya. Indonesia mempunyai tingkat pertumbuhan ternak ruminansia sebesar 5.55% per tahun dengan nilai estimasi emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik sebesar 5.35%. Nilai total estimasi emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia adalah sebesar 1.066,63 Gg CH₄/tahun atau 22,40 Gg CO₂ ekuivalen/tahun pada tahun 2013. Nilai emisi tersebut sangat jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan total emisi gas CH₄ dari sektor peternakan di beberapa Negara di dunia. Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah estimasi emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia perlu dikembangkan melalui pendekatan metode estimasi lainnya (Tier-2 atau Tier-3) yang memerlukan dukungan data yang lengkap mengenai karakteristik ternak dan koefisien cerna energi ternak ruminansia dengan pakan yang berbeda di Indonesia.

Kata kunci : emisi, metana, ruminansia, fermentasi enterik

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global (*global warming*) adalah suatu proses meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi. Pemanasan global ini disebabkan oleh efek gas rumah kaca (*green house effect*), yaitu terjadinya peningkatan akumulasi gas rumah kaca, diantaranya berupa karbon dioksida (CO₂) dan beberapa jenis gas lainnya seperti metana. Peningkatan ini diakibatkan oleh aktivitas industri, sisa pembakaran bahan bakar minyak bumi dan juga sektor pertanian, yang termasuk didalamnya bidang peternakan, khususnya ternak ruminansia.

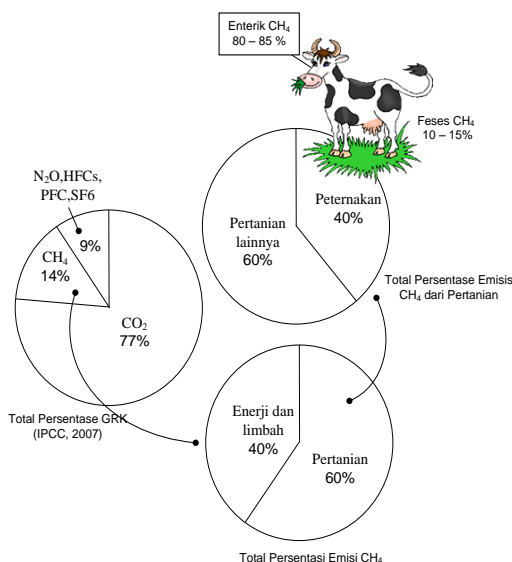
Sesuai dengan protokol Montreal, gas rumah kaca (GRK) yang terpenting dalam atmosfer adalah CO₂, CH₄ dan N₂O disamping CFC, HFC, dan PFC. Lembaga internasional "Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)" melalui *climate change 2007 synthesis report* menduga bahwa kontribusi sektor pertanian pada emisi GRK di atmosfer sebesar 13.5%⁽¹⁾, tetapi emisi gas CH₄ dan N₂O bertambah secara global dalam kisaran 17% dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2005⁽²⁾. Kontribusi global sektor peternakan terhadap GRK secara langsung sebesar 8,5 dan secara tidak langsung sebesar 16,5 Gt CO₂ per tahun,

yang dihitung berdasarkan estimasi global emisi GRK dari pertanian sebesar 17% sampai dengan 32% dari total emisi GRK dari aktivitas manusia (emisi antropogenik)⁽³⁾. Menurut laporan "Fourth assessment report (AR4)" dalam IPCC 2006⁽⁴⁾ dijelaskan bahwa gas metana (CH₄) memiliki potensi untuk pemanasan global (*global warming potential/GWP*) sebesar 25 kali emisi gas CO₂ ekuivalen, sedangkan gas N₂O memiliki gas GWP 298 CO₂ ekuivalen⁽⁴⁾.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai estimasi emisi gas metana dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia menggunakan metode Tier-1⁽⁴⁾.

1.1 Emisi GRK dari Sektor Pertanian.

Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari sektor pertanian utamanya terdiri dari gas CH₄ dan N₂O yang bersumber dari hewan dan eksretanya (manur), ladang pertanian (eksreta hewan ruminansia yang di gembalakan serta pupuk kimia) dan dari kandang yang menggunakan jerami atau *litter* sebagai alas kandang (*bedding*). Pada tahun 2005, estimasi fermentasi enterik hewan ruminansia yang menghasilkan gas CH₄ sekitar 32% dari total emisi Non CO₂ yang bersumber dari sektor pertanian⁽⁵⁾. Total emisi gas CH₄ yang berasal dari sektor pertanian sebesar 60% dengan 40 % berasal dari sektor peternakan. Gas metana CH₄ dari sektor peternakan umumnya bersumber dari hewan ruminansia melalui fermentasi enterik sebesar 80 – 89.5% dan manur sebesar 10%⁽¹⁾.



Gambar 1. Emisi gas Metana (CH₄) dari sektor pertanian dan peternakan (modifikasi dari IPCC, 2007).

Sektor peternakan secara rinci berkontribusi pada emisi GRK lebih besar pada emisi gas CH₄ sebesar 44%, kemudian gas N₂O 29% dan gas

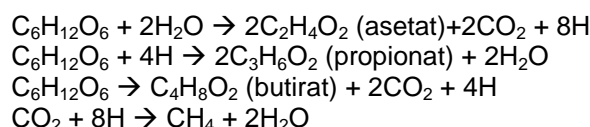
CO₂ 27%⁽¹⁾. Fermentasi enterik dari ternak ruminansia merupakan sumber emisi kedua terbesar sekitar 40% dari total emisi GRK dari sektor peternakan.

1.2 Emisi Gas Metana (CH₄) dari Fermentasi Enterik Ternak Ruminansia

Emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan yaitu emisi gas CH₄ yang bersumber dari fermentasi enterik ternak ruminansia dan gas N₂O yang bersumber dari manajemen manur (kotoran ternak). Emisi CO₂ dari sektor peternakan tidak dapat di estimasi karena asumsi tahunan dari emisis CO₂ dari sektor peternakan di anggap tidak ada (zero) karena fotosintesis tanaman⁽⁴⁾.

Ternak ruminansia yang antara lain sapi, kerbau, domba, dan kambing memiliki sistem cerna yang khusus melalui empat macam kompartisi bagian perut (rumen, retikulum, omasum dan abomasum). Oleh karena itu sistem cerna pada ternak ruminansia terdiri atas pencernaan fisik, enzimatik, mikroba dan kimia. Semua tipe pencernaan tersebut banyak terjadi di dalam bagian perut besar ruminansia yaitu rumen yang mengandung beranekaragam mikroorganisme. Ekosistem rumen merupakan ekosistem anaerob sehingga oksidasi atau metabolisme bahan pakan seperti karbohidrat dan protein untuk menghasilkan energi dilakukan melalui dehidrogenasi⁽⁶⁾.

Konversi nutrisi bahan pakan menjadi gas metana (CH₄) dalam rumen melibatkan integrasi beberapa aktifitas spesies mikroorganisme yang berakhir pada aktifitas bakteri metanaogenesis. Mikroorganisme utama dalam rumen melakukan hidrolisis protein, karbohidrat, dan polimer dinding sel tanaman menjadi asam amino dan gula yang lebih sederhana. Produk tersebut akan difermentasi menjadi asam lemak mudah terbang (*Volatile Fatty Acid = VFA*), hidrogen (H₂) sebagai produk sekunder dari sistem cerna mikroorganisme dalam rumen. Komponen utama VFA yaitu asam asetat, propionat dan butirat yang terbentuk akan digunakan dan diserap oleh ternak ruminansia sebagai sumber energi untuk produktivitasnya. Produk sekunder lainnya yaitu dihidrogen H₂ di hasilkan dari organisme melalui jalur fermentasi asam asetat⁽⁷⁾.



Laju produksi gas CH₄ dari fermentasi enterik pada ternak ruminansia sangat tergantung kepada jumlah konsumsi pakan serta jumlah energi yang dikonsumsi⁽¹⁾. Tiga faktor utama dalam pembentukan gas CH₄ dari fermentasi

enterik ruminansia adalah : 1) Laju fermentasi bahan organik dari pakan yang dikonsumsi; 2) Tipe VFA yang dihasilkan menunjukkan tingkat kelebihan sisa H_2 yang dihasilkan untuk di rubah menjadi gas CH_4 oleh bakteri metanaogenesis⁽⁸⁾. Oleh karena itu, emisi gas CH_4 yang dihasilkan dari fermentasi ternak ruminansia juga berpengaruh terhadap hilangnya produktifitas sebagai energi yang hilang disamping pengaruhnya terhadap sumbangan emisi GRK dari sektor pertanian.

Dilaporkan oleh Hagemann, et al.⁽⁹⁾, bahwa kontribusi total ternak perah terhadap emisi GRK masih belum pasti terhitung secara tepat sehubungan dengan pendekatan metode estimasi emisi tersebut pada setiap level fisiologis hewan ruminansia. Estimasi lain yang dihasilkan dari beberapa analisis silang terhadap 117 tipe kandang dan peternakan dari 38 negara memiliki hasil estimasi rata-rata emisi GRK sebesar 1,50 kg CO_2 equivalent (CO₂-eq.)/kg susu yang dihasilkan.

2. BAHAN DAN METODE

Estimasi perhitungan emisi gas CH_4 dari fermentasi enterik ternak ruminansia menggunakan data populasi dari statistik peternakan dan kesehatan hewan tahun 2013⁽¹⁰⁾. Data pertambahan populasi ternak ruminansia menggunakan konversi satuan unit ternak (ST).

Penggunaan faktor emisi didasarkan pada karakteristik ternak pada negara berkembang dengan data baku yang sudah ditetapkan oleh IPCC⁽⁴⁾.

2.1 Pemilihan Metode Estimasi Emisi Gas CH_4 dari Fermentasi Enterik Ternak Ruminansia.

Metode estimasi CH_4 dari peternakan dilakukan menggunakan beberapa metode estimasi yang disarankan oleh IPCC, 2006⁽⁴⁾ mengenai *guidelines for national greenhouse gas inventories*. Metode tersebut membutuhkan definisi dan kategori/subkategori jenis ternak, data populasi, konsumsi pakan dan karakteristiknya menggunakan metode Tier yang berjenjang (Tier-1, Tier-2 dan Tier-3). Prosedur estimasinya mendefinisikan subkategori ternak, perkembangan data populasi dan karakteristik pakan.

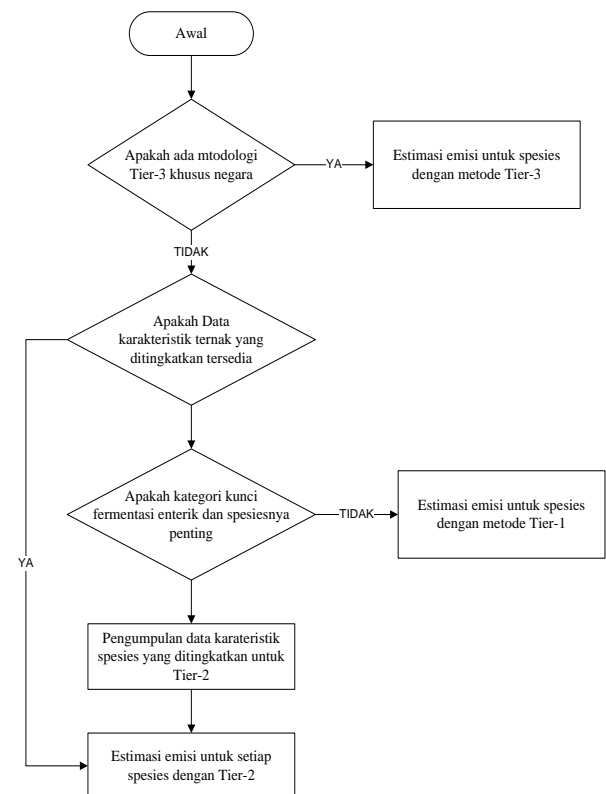
Ternak ruminansia adalah ternak yang secara anatomi mempunyai empat macam perut yaitu rumen, retikulum, omasum dan abomasum sehingga dapat mengkonsumsi pakan berserat lebih efisien. Ternak ruminansia contohnya adalah sapi, kerbau, kambing, domba dan kancil. Emisi gas metana dari fermentasi enterik ternak ruminansia diperoleh dari hasil metabolisme pakan berserat yang menghasilkan gas Hidrogen

bebas yang dapat berubah menjadi gas metana oleh mikroba yang ada dalam rumen. Oleh karena itu beberapa faktor yang mempengaruhi faktor emisi gas metana dari fermentasi enterik adalah populasi ternak ruminansia, jenis pakan yang dikonsumsi dan keseimbangan jenis mikroba yang ada di dalam rumen.

Langkah awal untuk melakukan kategori dan subkategori sebagai berikut :

- Identifikasi spesies ternak yang ada khususnya ruminansia
- Kaji ulang metode estimasi emisi untuk setiap kategori yang relevan untuk memilih metode yang tepat (Tier-1, Tier-2 atau Tier-3)

Tier-1 adalah metode estimasi emisi Gas CH_4 dari fermentasi enterik ternak ruminansia dengan membagi kelompok populasi ternak kedalam subkelompok.



Gambar 2. Diagram pohon keputusan untuk memilih metode estimasi emisi gas CH_4 dari fermentasi enterik ternak ruminansia⁽⁴⁾. Sumber: IPCC⁽⁴⁾.

Hasil analisis berdasarkan pohon keputusan untuk memilih metode estimasi emisi gas CH_4 dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia, maka metode Tier-1 merupakan metode yang dapat dilakukan pada kondisi Indonesia saat ini. Penggunaan metode Tier-2 dan Tier-3 memerlukan peningkatan pengkayaan

data karakteristik ternak, konsumsi pakan dan energi.

2.2 Metode Estimasi Tier-1 Emisi Gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia.

Metode estimasi Tier-1 untuk emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu :

- Perhitungan populasi ternak :
Estimasi perhitungan emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia menggunakan data populasi dari statistik peternakan dan kesehatan hewan tahun 2013⁽¹⁰⁾. Data pertambahan populasi ternak ruminansia menggunakan konversi satuan unit ternak (ST).
- Penggunaan faktor emisi :
Penggunaan faktor emisi didasarkan pada karakteristik ternak pada negara berkembang dengan data baku yang sudah ditetapkan oleh IPCC⁽⁴⁾ pada Annex 10A.1 *Guidelines for national greenhouse gas inventories* (Tabel 1).

Tabel 1. Faktor emisi CH₄ dari sistem cerna dan kotoran ternak.

Jenis Ternak	Faktor emisi pencernaan Kg CH ₄ /ek/thn	Faktor emisi kotoran ternak Kg CH ₄ /ek/thn
Sapi Potong	47	1,00
Sapi Perah	61	31,00
Domba	5	0,15
Kambing	5	0,70
Kerbau	55	2,00
Kuda	18	1,64
Unggas	0	0.03
Babi	1	7,00

Sumber: IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*⁽⁴⁾.

Faktor emisi pencernaan dari ternak ruminansia adalah faktor emisi CH₄ yang dihasilkan dari fermentasi enterik ternak ruminansia. Perhitungan total emisi gas CH₄ per kategori ternak ruminansia.

Total emisi dilakukan melalui perhitungan menggunakan formulasi di bawah ini :

$$\text{Emission} = EF_{(T)} \times [N_{(T)} / 10^6]$$

Emission = emisi CH₄ dari fermentasi enterik, (Gg CH₄/tahun)

EF_(T) = faktor emisi kategori ternak (tabel 1)

T = jenis ternak ruminansia

$$\text{Total CH}_{4\text{Enterik}} = \sum_i E_i$$

E_i = emisi untuk setiap jenis ternak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

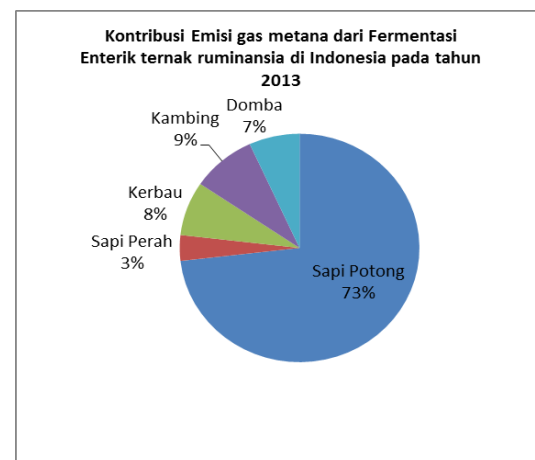
3.1 Estimasi Emisi Gas CH₄ dari Sektor Peternakan di Indonesia

Hasil perhitungan estimasi emisi gas CH₄ menggunakan pendekatan metode Tier-1⁽⁴⁾, menunjukkan bahwa emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia mempunyai kontribusi yang besar dari ternak sapi potong 780,53 Gg/thn atau sebesar 73,18% dari seluruh total kontribusi emisi CH₄ enterik dari ternak ruminansia di Indonesia pada tahun 2013 (Tabel 3 dan Gambar 3).

Tabel 2. Populasi ternak ruminansia di Indonesia pada tahun 2013⁽¹⁰⁾.

Jenis ternak	Populasi Ruminansia	
	ribu ekor	ribu ST
sapi Potong	16,607.00	16,607.00
Sapi Perah	636.00	890.40
Kerbau	1,484.00	1,484.00
Kambing	18,576.00	1,857.60
Domba	14,560.00	1,456.00
TOTAL	51,863.00	22,295.00

Keterangan : ST = Satuan Ternak.



Gambar 3. Kontribusi jenis ternak ruminansia terhadap emisi gas CH₄ fermentasi enterik di Indonesia tahun 2013 metode Tier-1

Hal ini sejalan dengan peningkatan populasi ternak sapi potong di Indonesia dalam rangka percepatan swasembada daging nasional (Tabel 2). Sementara kontribusi terkecil dari jenis ternak sapi perah 38,80 Gg/thn atau 3,64% dari total kontribusi emisi gas CH₄ ternak ruminansia di Indonesia (Tabel 3 dan Gambar 3). Hal ini berhubungan dengan populasinya yang rendah dan tidak menyebar pada seluruh wilayah

Indonesia karena kondisi lingkungan dan geografi.

Jumlah total emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia sebesar 1,07 Gg CH₄/tahun atau sebesar 22.40 Gg CO₂-eq/th. Nilai konversi emisi menjadi CO₂ ekuivalen (CO₂-eq) menunjukkan bahwa satuan emisi gas rumah kaca di standarkan dalam satuan CO₂ dengan nilai *global warming potential* yang berbeda diantara gas rumah kaca. Nilai GWP emisi gas CH₄ adalah sebesar 21 kali emisi dari emisi CO₂. Total nilai emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia pada tahun 2013 tersebut sangat jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai emisi gas CH₄ dari sektor peternakan dunia yaitu sebesar 0,72% dari total emisi CH₄ dari sektor peternakan dunia pada tahun 2005 (3.1 Gt CO₂-eq/tahun).

Tabel 3. Emisi Gas CH₄ dari Fermentasi Enterik Ternak Ruminansia di Indonesia tahun 2013

Jenis Ternak	Emisi Gas CH ₄ Fermentasi Enterik		
	Gg CH ₄ /thn	Gg CO ₂ -eq/thn	% Kontribusi
Sapi Potong	780,53	16.391,11	73,18
Sapi Perah	38,80	814,72	3,64
Kerbau	81,62	1.714,02	7,65
Kambing	92,88	1.950,48	8,71
Domba	72,80	1.528,80	6,83
TOTAL	1.066,63	22.399,13	100,00

Perkembangan populasi yang secara linear meningkatkan produksi gas CH₄ dari ternak ruminansia sudah seharusnya mulai dilakukan mitigasi untuk pengurangan emisi tersebut. Pertambahan populasi ternak ruminansia (satuan ternak) selama lima tahun (2009 sampai dengan 2013) sebesar 5.55%/tahun menyebabkan pertambahan emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia sebesar 5.35%/tahun (Gambar 4).

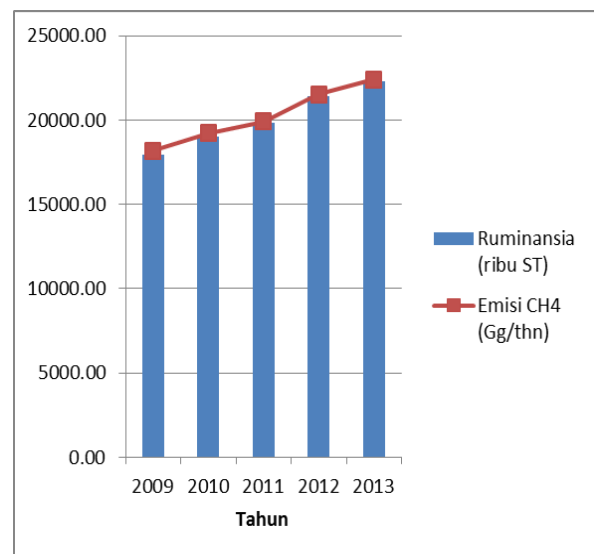
Usaha mitigasi yang dilakukan menggunakan prinsip efisiensi penggunaan energi pakan untuk di konversi menjadi produk ternak (daging dan susu). Sehingga tetap memenuhi faktor ekonomi usaha dalam budidaya ternak ruminansia yang berwawasan lingkungan. Mitigasi atau pengurangan emisi gas CH₄ dari kotoran ternak ruminansia dapat dilakukan dengan mudah dengan memanfaatkannya sebagai biogas. Tetapi mitigasi emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia sulit dilakukan karena terlepas melalui pernafasan ternak saat melakukan eruktasi (bersendawa).

Secara langsung emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia dipengaruhi oleh konsumsi pakan terutama konsumsi bahan kering pakan dengan kandungan serat kasar yang tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian

Ramin dan Huhtanen⁽¹¹⁾, bahwa konsumsi pakan adalah penentu utama dari total produksi CH₄.

Berdasarkan jumlah populasi ternak ruminansia di Indonesia⁽¹⁰⁾, maka total emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia mempunyai nilai yang besar di Propinsi Jawa Timur, Jawa Barat, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, NTB dan NTT (>1000 Gg CO₂ ekuivalen/tahun). Sedangkan estimasi emisi gas CH₄ terkecil pada Propinsi DKI Jakarta sebesar 5,74 Gg CO₂ ekuivalen/tahun dengan populasi ternak ruminansia.

Perbedaan populasi yang menyebabkan perbedaan emisi gas metana dari fermentasi enterik ternak ruminansia di sebabkan oleh perbedaan komposisi bahan baku pakan dan kandungan nutrisinya yang dikoreksi nilai emisinya jika menggunakan metode Tier yang berbeda. Nilai tersebut di koreksi menjadi lebih rendah karena pengaruh nilai konsumsi energi pada tier-2 dan pengaruh nilai hasil metabolisme fermentasi enterik (VFA, pH, n-NH₃) pada Tier-3⁽¹²⁾. Oleh karena itu hasil perhitungan emisi gas metana dari fermentasi enterik ternak ruminansia menggunakan Tier-1 juga menjadi bagian dari proses perhitungan emisi gas metana menggunakan metode Tier-2 dan Tier-3.



Gambar 4. Grafik hasil perhitungan emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia berdasarkan pertambahan populasi ruminansia selama 5 tahun (Gg/thn).

3.2 Peluang dan Strategi Mitigasi Gas CH₄ dari Sektor Peternakan di Indonesia

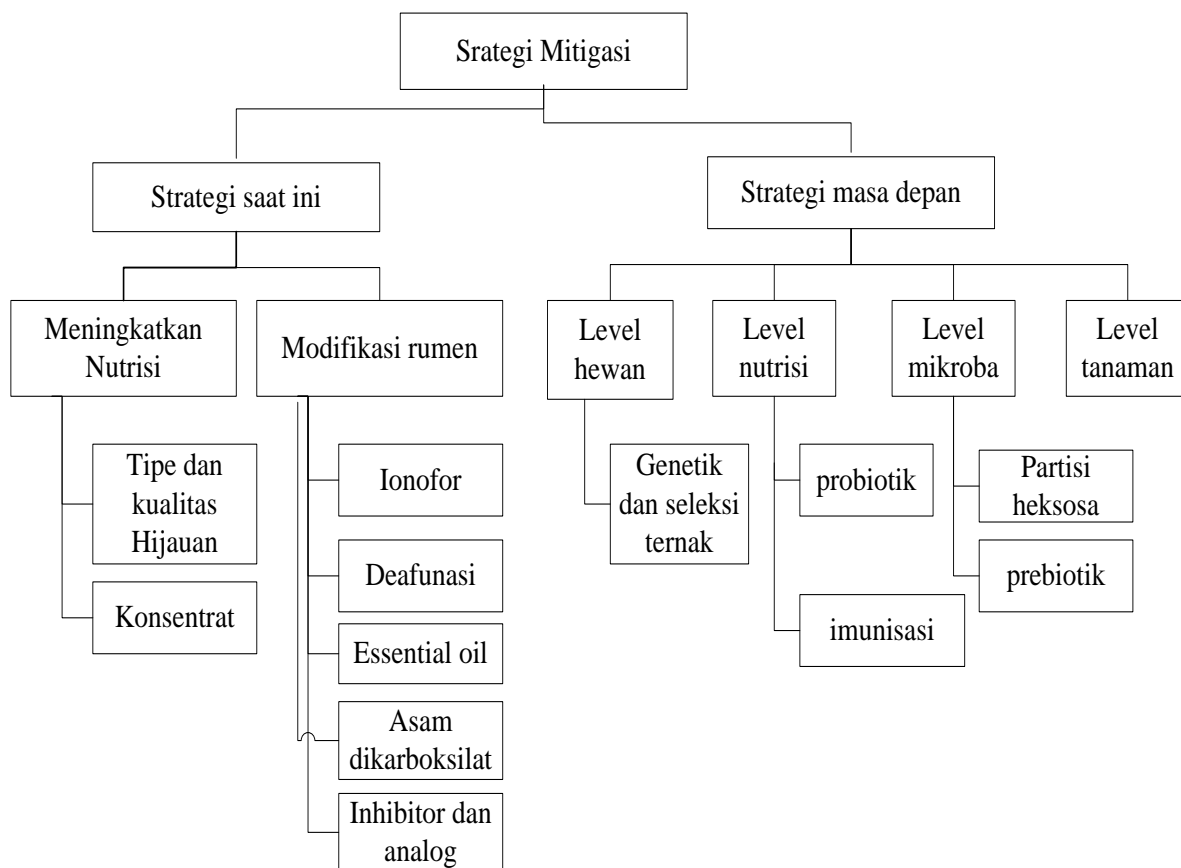
Sejak diketahuinya hubungan yang erat antara efisiensi konversi pakan dengan produksi rumen gas metana⁽¹³⁾, maka dilakukan beberapa penelitian untuk mengurangi atau mitigasi emisi gas CH₄ dari produksi fermentasi enterik ternak

ruminansia melalui manipulasi pakan untuk meningkatkan efisiensi konversi tersebut. Usaha mitigasi lainnya juga sudah dikembangkan melalui beberapa strategi mitigasi yang dihasilkan dari beberapa hasil penelitian terhadap ternak ruminansia secara *in vitro* ataupun *in vivo*.

Beberapa strategi mitigasi tersebut terangkum dalam diagram Gambar 5⁽¹⁴⁾. Strategi mitigasi yang banyak dilakukan saat ini melalui beberapa hasil penelitian untuk meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi dan energi pakan serta modifikasi rumen untuk mengurangi pemanfaatan gas H₂ menjadi CH₄ dalam rumen.

Strategi mitigasi masa depan terhadap pengurangan emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik di kembangkan pada level penelitian ternak ruminansia sebagai obyek melalui

rekayasa genetik, seleksi ternak. Selain itu juga penelitian pada level mikroorganisme rumen melalui teknik biomolekuler serta penelitian pada level tanaman sebagai sumber pakan ternak. Sedangkan penelitian pada level nutrisi atau manipulasi pakan dianggap sebagai strategi mitigasi yang sangat efisien. Strategi lainnya yang lebih efektif adalah penggunaan beberapa pakan tambahan yang dapat memanipulasi fermentasi enterik dari ternak ruminansia seperti minyak esensial yang tersedia sangat banyak di Indonesia. Penggunaan minyak esensial dari cengkeh dan kulit jeruk manis di laporkan dapat mengurangi emisi gas metana *in vitro* dari fermentasi enterik sebesar 12,31 ml/BK dan 14,90 ml/BK pakan yang dikonsumsi⁽¹⁵⁾.



Gambar 5. Strategi mitigasi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia⁽¹³⁾

Strategi mitigasi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak pada strategi manipulasi mikroba rumen telah diidentifikasi yang meliputi intervensi untuk mengurangi gas H₂ yang dihasilkan dari metabolisme nutrisi pakan, pengembangan alternatif penggunaan kelebihan gas H₂, pemberian anti metanaogen serta penghilangan atau pengurangan protozoa dalam rumen⁽¹⁶⁾.

Strategi modifikasi rumen dilakukan melalui suplementasi minyak esensial dari tanaman dan

senyawa aktif sekunder tanaman yang sudah dikaji oleh beberapa peneliti^(17,18). Kombinasi antara manajemen pakan dan peternakan merupakan opsi strategi terbaik yang dapat diimplementasikan untuk mengurangi emisi gas CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia tanpa mengurangi produktivitasnya⁽¹⁹⁾.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kalkulasi estimasi produksi gas CH₄ melalui metode Tier-1 (IPCC, 2006), kontribusi gas CH₄ dari sektor peternakan di Indonesia masih sangat kecil tetapi perlu dilakukan metode estimasi melalui metode yang lebih akurat dari beberapa hasil penelitian di Indonesia.

Dasar teori metode Tier-1 menggunakan faktor emisi CH₄ hasil penelitian yang dilakukan di luar kondisi fisiologis ternak dan jenis pakan yang dikonsumsi oleh ternak di Indonesia. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mendapatkan faktor emisi CH₄ yang menggunakan ternak lokal yang ada di Indonesia dengan jenis pakan yang umum di konsumsi di Indonesia.

Manajemen budidaya dan manipulasi pakan dapat dilakukan sebagai strategi mitigasi CH₄ dari fermentasi enterik ternak ruminansia di Indonesia sebagai strategi yang paling tepat berdasarkan kondisi sistem budidaya peternakan yang ada di Indonesia.

PERSANTUNAN

Makalah ini merupakan bagian dari kegiatan penelitian yang dibiayai oleh DIPA BPPT tahun 2015 WBS1 Perekrayaan Teknologi Produksi Peternakan, di Pusat Teknologi Produksi Pertanian (PTPP), Kedeputan Bidang Agroindustri dan Bioteknologi (TAB), BPPT. Hasil kajian ini merupakan bagian dari Keterpaduan antara ternak sapi dengan sawit pada Kegiatan Tekno Park di Pelalawan, Riau. Terima kasih disampaikan kepada Deputi Bidang TAB dan Direktur PTPP yang telah mengarahkan kegiatan penelitian ini dan mengizinkan makalah ini untuk diterbitkan dalam Jurnal.

DAFTAR PUSTAKA

1. IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Syntesis Report. A report of the intergovernmental panel on climate change.* UNEP and WMO.
2. Smith, P., O. Andre'n, T. Karlsson, P. Pera"la", K. Regina, M. Rounsevell, B. van Wesemael, (2005). Carbon sequestration potential in European croplands has been overestimated. *Global Change Biol.* 11, 2153–2163.
3. Bellabary J, B. Foereid, A. Hastings, P. Smith, (2008). *Cool Farming. Climate impacts of agriculture and mitigation potential.* Greenpeace International, Amsterdam.
4. IPCC. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.
5. Smith, P., O. Andre'n, T. Karlsson, P. Pera"la", K. Regina, M. Rounsevell, B. van Wesemael, (2005). Carbon sequestration potential in European croplands has been overestimated. *Global Change Biol.* 11, 2153–2163
6. Martin, C., J. Rouel, J. P. Jouany, M. Doreau and Y. Chilliard. (2008). Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. *J Anim. Sci.* 2008, 86:2642-2650.
7. Hegarty, R. S. (1999). Mechanism for competitively reducing ruminal methanogenesis. *Aus.J. of Agric.Res.* 50: 1299-1305.
8. Monteny, G., A. Bannink, D. Chadwick. (2006). Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agric. Eco. And ev.* 112 (2-3):163-70.
9. Hagemann, M., A. Ndambi, T. Hemme, U. Latacz-Lohmann. (2012). Contribution of milk production to global greenhouse gas emissions : An estimation sbased on typical farms. *Environ Sci Pollut Res.* 2012. 19:390–402.
10. Ditjen Peternakan dan Kesehatan Hewan, (2014). *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2013.* Kementerian Pertanian, Jakarta.
11. Ramin, M. and P. Huhtanen. (2013). Development of equation for predictiong methane emission from ruminants. *J. Dairy Sci.* 96 :1-18.
12. Zhou, J.B., M.M. Jiang, and G.Q. Chen, (2007). Estimation of methane and nitrous oxide emission from livestock and poultry in China during 1949–2003. *Energy Policy,* 35(7):3759-3767.
13. Waghorn, G.C. and R.S. Hegarty. (2011). Lowering ruminan methane emissions through improved feed conversion efficiency.
14. Iqbal M.F., Y. Cheng, W. Zhu, and B. Zeshan. (2008). Mitigation of ruminant methane production : current strategies, constraints and future options. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 24:2747-2755.
15. Rofiq, M.N., M. Gorgulu, O. Guney, and M. Boga (2012). Combination effects of clove and orange peel oils on rumen gas and methane production using in vitro gas production technique. *Emissionsof Gasand Dust from Livestock,* p.213

16. Joblin K.N. (1996). Options for reducing methane emissions from ruminants in New Zealand and Australia. In: Bouma WJ, Pearman GI, Manning MR eds.). Greenhouse: Coping with climate change, CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, pp. 437-449.
17. Calsamiglia, S., M. Busquet, P. W. Cardozo, L. Castillejos, and Ferret. (2007). Essential Oils for modifying rumen fermentation : A review, J. Dairy Sci. 90:2580-2595.
18. Rofiq, M. N., M. Gorgulu. (2014). Combination Effect of Clove and OrangePeel Oils on In Vitro and In Vivo RumenMethane Production in Goat. The 16th Asian Autsralian Animal Production Congress(AAAP) 10-14 Nov 2014. p. 1331-1334. ISBN: 978-602-8475-87-7.
19. Grainger C. dan K.A. Beauchemin. (2011). Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production?. Animal Feed Science and Technology 166–167:308–320.