



## Konversi Produksi Daging Sapi Potong terhadap Emisi Metana di Kabupaten Semarang

### *Conversion of Beef Production to Methane Emissions in Semarang Regency*

Vita Restitrisnani<sup>1\*</sup>, Ari Prima<sup>1</sup>, & Amalia Puji Rahayu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, Kampus Tembalang, Semarang 50275

<sup>2</sup>Dinas Pertanian, Perikanan, dan Pangan Kabupaten Semarang,  
Jl. LetjendSuprpto No. 9B Ungaran, Kab.Semarang 50514

\*Email korespondensi: [restitrisnani.vita@gmail.com](mailto:restitrisnani.vita@gmail.com)

• Diterima: 28 Desember 2021 • Direvisi: 07 Februari 2022 • Disetujui: 13 Februari 2022

**ABSTRAK.** Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi konversi produksi daging sapi potong terhadap emisi metana di Kabupaten Semarang berdasarkan data populasi dan produksi daging. Emisi metana dihitung menggunakan metode tier 1. Data populasi sapi potong dan produksi daging sapi di Kabupaten Semarang dari tahun 2015-2019 digunakan untuk menghitung konversi produksi daging dari sapi potong terhadap emisi metana. Populasi sapi potong jantan dewasa di Kabupaten Semarang dari tahun 2015-2018 mengalami penurunan secara berurutan menurun sebanyak 10,3%, 1,3%, 1,8% dan meningkat kembali tahun 2019 sebesar 7%. Produksi daging menurun pada tahun 2016-2018, secara berurutan menurun sebesar 11,42%, 0,30% dan 1,95%. Pada tahun 2019 produksi daging meningkat sebesar 7,04%. Produktivitas tertinggi terdapat pada tahun 2015 (163,86 kg/ekor). Emisi metana dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak pada tahun 2015-2018 menunjukkan penurunan, kemudian meningkat pada tahun 2019. Rata-rata emisi metana dari fermentasi enterik yaitu 0,466 Gg CH<sub>4</sub>/tahun, sedangkan dari pengelolaan limbah kotoran yaitu 0,009917 Gg CH<sub>4</sub>/tahun. Rata-rata produksi daging sapi potong per emaran metana yang dihasilkan di Kabupaten Semarang sebesar 1,94<sup>-7</sup>. Angka konversi terbaik di tunjukkan pada tahun 2018 adalah sebesar 1,42<sup>-7</sup>. Dapat disimpulkan bahwa meskipun populasi ternak menurun, namun produktivitas ternak meningkat sehingga produksi daging pun turut meningkat. Peningkatan produksi daging yang tidak selaras dengan populasi ternak, mengakibatkan jumlah emisi gas metan per unit daging yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Rendahnya angka konversi emisi metan per unit produksi daging menghasilkan sebuah peternakan yang ramah lingkungan.

**Kata Kunci:** Emisi metana, daging, sapi potong.

**ABSTRACT.** This study was aimed to evaluate the conversion between meat production and methane emission of beef cattle in Semarang Regency. Based on the data of beef cattle population and meat production. The data of methane emissions were calculated using Tier 1. Data of beef cattle population and meat production in Semarang Regency from 2015-2019 were used to calculate the conversion of meat production and methane emissions. The beef cattle population in Semarang Regency from 2015-2018 decreased sequentially by 10.3%, 1.3%, 1.8%, and increased in 2019 about 7%. A similar result was shown in meat production from 2016 to 2018. The meat production decreased sequentially by 11.42%, 0.30%, and 1.95%, but its increased 7.04% in 2019. The highest meat production was shown in 2015 (163.86 kg/head). Decreasing the beef cattle population led to reduced methane emissions on enteric fermentation and manure management, as shown in 2015-2018, and an increase in 2019. The average methane emission from enteric fermentation was 0.466 Gg CH<sub>4</sub>/year, while waste management was 0.009917 Gg CH<sub>4</sub>/year. The conversion value between meat production and methane emission in Semarang regency is about 1.94<sup>-7</sup>. The best conversion rate was shown in 2018, about 1.42<sup>-7</sup>. It can be concluded that although the livestock population decreases, the number of livestock productivity increases so that the meat production increases. The increase in meat production was not in line with the livestock population, resulting in lower methane gas emissions per unit of meat production. The low conversion rate of methane emissions per unit of meat production results in an environmentally friendly farm.

**Keywords:** Methane emission, meat, beef cattle.

## PENDAHULUAN

Peternakan adalah salah satu industri yang memiliki peran penting dalam kehidupan

masyarakat. Produk-produk peternakan merupakan sumber protein hewani yang sangat penting bagi kesehatan. Dewasa ini, meningkatnya taraf hidup masyarakat

meningkatkan kesadaran terhadap arti pentingnya pemenuhan kebutuhan gizi, termasuk didalamnya adalah pemenuhan kebutuhan protein hewani. Hal ini mendorong tingginya permintaan akan produk-produk peternakan, salah satunya adalah permintaan daging sapi. Tingginya permintaan akan daging sapi dapat dilihat dari meningkatnya impor daging sapi dari Australia pada tahun 2015 hingga 2019 sebesar 83.153,2 kg atau naik 210% dari impor tahun 2015 (Badan Pusat Statistik, 2019). Oleh karena itu, guna memenuhi kebutuhan daging nasional dan mewujudkan swasembada daging maka pemerintah berupaya penuh setiap tahunnya untuk meningkatkan sektor usaha peternakan sapi potong. Upaya yang digalakkan oleh pemerintah salah satunya dapat terlihat dari program UPSUS SIWAB (Upaya Khusus Sapi Indukan Wajib Bunting) yang tertuang dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 48/Permentan/PK.210/10/2016 yang dilanjutkan dengan program SIKOMANDAN (Sapi Kerbau Komoditas Andalan Negeri) mulai tahun 2019. Upaya tersebut merupakan usaha pemerintah untuk meningkatkan populasi ternak.

Di sisi lain, industri peternakan merupakan penyumbang terbesar cemaran gas metana di atmosfer. Industri peternakan menyumbangkan gas metana di atmosfer sebesar 89% (Steinfeld *et al.*, 2006). Gas metana yang berada di atmosfer memiliki daya tahan selama 9-15 tahun (Jiao *et al.*, 2014), sehingga memiliki daya rusak yang lebih besar dibandingkan gas rumah kaca (GRK) lainnya (Mc Court, 2006). Selain itu, gas metana yang berada di atmosfer turut serta dalam menyebabkan terjadinya pemanasan global sebesar 14,5% (Gerber *et al.*, 2013). Terjadinya pemanasan global yang salah satunya disebabkan oleh gas metana, dikhawatirkan dapat mengganggu kelangsungan hidup makhluk hidup.

Upaya yang dilakukan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan daging nasional dan

mewujudkan swasembada daging perlu diapresiasi. Namun, melihat fakta bahwa sektor peternakan adalah penyumbang salah satu GRK terbesar yaitu gas metana, maka kebijakan tersebut perlu dikaji lebih lanjut. Hal ini terkait dengan peningkatan populasi sapi potong juga akan berdampak terhadap meningkatnya emisi gas metana asal ternak.

Informasi mengenai sapi potong dan emisi metana yang dihasilkan sudah banyak dilaporkan. Namun, informasi tersebut terbatas pada kaitan antara populasi ternak dengan emisi metana yang dihasilkan. Sedangkan informasi mengenai efisiensi produksi daging terhadap cemaran yang dihasilkan belum banyak dilaporkan. Penyediaan informasi mengenai konversi produksi terhadap cemaran yang dihasilkan perlu dilakukan sebagai salah satu faktor untuk mengevaluasi upaya mitigasi gas metana. Dalam hal ini, Kabupaten Semarang dipilih menjadi wilayah yang dikaji karena Kabupaten Semarang memiliki populasi sapi potong yang cukup banyak di antara kabupaten lainnya di provinsi Jawa Tengah. BPS (2019) melaporkan bahwa populasi sapi potong di kabupaten Semarang sebesar 48.743 ekor. Dengan demikian, penelitian mengenai konversi produksi daging terhadap cemaran gas metana yang berasal dari sapi potong di Kabupaten Semarang perlu untuk dilakukan, guna memberikan gambaran tentang konversi produksi daging dan cemaran yang dihasilkan dari ternak sapi potong yang berada di Kabupaten Semarang.

## BAHAN DAN METODE

Data primer populasi sapi potong dan produksi daging sapi di Kabupaten Semarang dari tahun 2015 hingga tahun 2019 dalam penelitian diperoleh dari Dinas Pertanian, Perikanan, dan Pangan Kabupaten Semarang. Data sekunder emisi gas metana dan efisiensi produksi daging sapi terhadap cemaran gas metana yang dikeluarkan oleh sapi potong

merupakan hasil perhitungan menggunakan formulasi yang mengacu pada IPCC (2006).

**Emisi Gas Metana (CH<sub>4</sub>) Sapi Potong**

Data jumlah keluaran gas metana yang berasal dari sapi potong di Kabupaten Semarang dihitung dengan menggunakan metode perhitungan Tier 1 (IPCC, 2006). Metode tersebut dipilih karena adanya keterbatasan data yang spesifik mengenai jumlah konsumsi dan nutrisi pakan yang digunakan oleh peternak di Kabupaten Semarang. Metode Tier 1 merupakan metode yang dapat digunakan untuk menduga jumlah keluaran gas metana berdasarkan data populasi ternak. Berikut adalah formulasi yang digunakan untuk menduga jumlah emisi metana dari fermentasi enterik:

$$CH_4 \text{ Enterik} = EF(T) * N(T) * 10^{-6} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- CH<sub>4</sub> Enteric = Emisi gas metana dari fermentasi enterik, Gg CH<sub>4</sub>/tahun
- EF(T) = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH<sub>4</sub> ekor/tahun
- N(T) = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu (ekor)
- T = Jenis / kategori ternak

Faktor emisi metana dari fermentasi enterik untuk sapi potong menurut IPCC (2006) adalah 47 kg/ekor/tahun, sedangkan, faktor emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak untuk sapi potong adalah 1. Berikut adalah formulasi yang digunakan untuk menduga jumlah emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak:

$$CH_4 \text{ Manure} = EF(T) * N(T) * 10^{-6} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- CH<sub>4</sub> Manure = Emisi gas metana dari pengelolaan kotoran ternak, Gg CH<sub>4</sub>/tahun
- EF(T) = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH<sub>4</sub> /ekor/tahun

N(T) = Jumlah populasi jenis/ kategori ternak tertentu (ekor)

T = Jenis / kategori ternak

**Konversi Produksi Daging Sapi terhadap Emisi Gas Metana Sapi Potong dan Analisis Data**

Data konversi produksi daging sapi terhadap emisi gas metana yang dihasilkan sapi potong diperoleh dengan menggunakan formulasi yang mengacu pada Menezes *et al.* (2016) dan Prima *et al.* (2019). Selanjutnya, data-data tersebut dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Berikut adalah rumus untuk menghitung konversi produksi daging sapi terhadap cemaran yang dihasilkan:

$$\text{Konversi Produksi Daging terhadap Cemaran Gas Metana} = \frac{\text{Jumlah Cemaran Metana}}{\text{Produksi Daging Sapi}}$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Populasi Sapi Potong dan Produksi Daging Sapi di Kapaten Semarang**

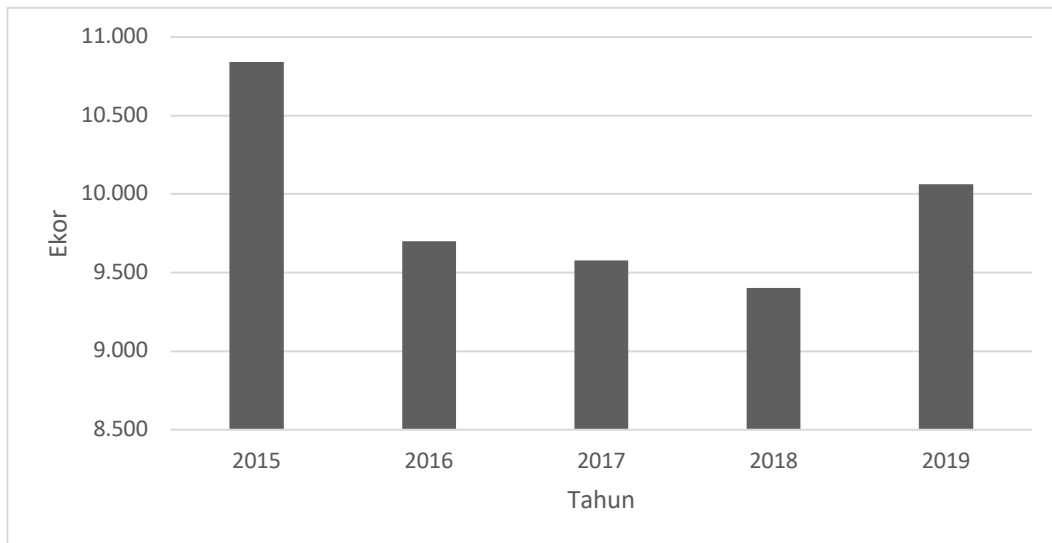
Data pendugaan emisi gas metana pada penelitian ini dihitung berdasarkan Tier 1. Tier 1 merupakan metode perhitungan dan asumsi sederhana yang menggunakan persamaan dan nilai parameter (Mahmud dan Prima, 2021) . Metode tier 1 merupakan metode perhitungan emisi metana yang termudah dan sederhana yang telah disesuaikan dan dibakukan oleh dunia melalui IPCC sehingga dapat digunakan oleh seluruh negara (Nurhayati dan Widiawati, 2017). Akhadiarto dan Rofiq (2017) menyatakan bahwa metode tier 1 merupakan metode yang dapat digunakan untuk menghitung estimasi emisi metana di Indonesia saat ini, hal ini dikarenakan penggunaan metode tier 2 dan 3 yang memerlukan peningkatan dan pengkayaan data karakteristik ternak, konsumsi pakan dan energi.

Pada penelitian ini populasi sapi potong jantan dewasa di Kabupaten Semarang dari tahun 2015 hingga 2018 mengalami penurunan

secara berurutan sebanyak 10,3%, 1,3% dan 1,8%. Penurunan populasi yang drastis pada tahun 2016 disebabkan karena peningkatan harga bibit, pakan ternak dan sarana produksi lainnya yang tinggi sehingga peternak mengurangi jumlah kepemilikan ternak untuk mengurangi beban biaya operasional. Peternak juga banyak yang menjual ternaknya untuk membayar kredit perbankan yang jatuh tempo. Selain itu, program SPR (Sentra Peternakan Rakyat) dan gertak birahi belum dapat berjalan sesuai yang diharapkan karena faktor pendanaan dan perubahan kebijakan dari kementerian pertanian.

Sejak adanya program UPSUS SIWAB tahun 2017, populasi sapi potong secara keseluruhan menunjukkan tren yang meningkat dari 46.238 ekor pada tahun 2016 menjadi 48.444 ekor pada tahun 2017, 48.541 ekor pada tahun 2018 dan 48.743 ekor pada tahun 2019.

Namun demikian, komposisi jantan dewasanya menurun dari tahun 2016-2018 dan baru meningkat kembali pada tahun 2019 (Gambar 1). Hal ini di sebabkan karena pada tahun 2018 kelahiran pedet jantannya meningkat dibandingkan pedet betina sehingga pada tahun 2019 populasi jantan dewasanya meningkat. Selain itu, terdapat perubahan tren pada sebagian peternak yang. Awalnya peternak cenderung lebih menyukai sapi betina untuk ditanakkan dengan sistem produksi induk anak, namun saat ini peternak cenderung memilih sapi jantan untuk penggemukan. Hal ini dikarenakan sapi jantan dianggap lebih menguntungkan secara ekonomis dan hasilnya lebih cepat diperoleh dibandingkan dengan memelihara sapi betina yang hasilnya baru diperoleh ketika sapinya bunting dan beranak.



Gambar 1. Ilustrasi sebaran populasi sapi potong dewasa di Kabupaten Semarang pada Tahun 2015 hingga 2019.

Tabel 1. menunjukkan bahwa produksi daging menurun pada tahun 2016 hingga 2018 seiring dengan menurunnya populasi berturut-turut sebesar 11,42%, 0,30% dan 1,95%. Pada tahun 2019 produksi daging sapi potong meningkat sebesar 7,04% seiring dengan meningkatnya populasi. Apabila dihitung produktivitas rata-ratanya, maka produktivitas

tertinggi terdapat pada tahun 2015 (163,86 kg/ekor) diikuti tahun 2017 (163,82 kg/ekor). Hal ini diantaranya karena pada tahun 2015 terdapat kegiatan Penguatan Pakan Sapi Potong dan pada tahun 2017 terdapat kegiatan Pengembangan Hijauan Pakan Ternak dari sumber dana anggaran pendapatan dan belanja negara (APBN).

Tabel 1. Populasi dan produksi daging sapi potong di Kabupaten Semarang tahun 2015-2019

Tahun	Populasi jantan dewasa (Ekor)	Produksi daging sapi (Kg)	Produktivitas Rata-rata (Kg/ekor)
2015	10.840	1.776.242	163,86
2016	9.702	1.573.380	162,17
2017	9.576	1.568.706	163,82
2018	9.402	1.538.100	163,59
2019	10.063	1.646.415	163,61
Rata-rata	9.916,6	1.620.568,60	163,41
Standar deviasi	570,3	95.681,51	0,70

Sumber : Dinas Pertanian, Perikanan, dan Pangan Kabupaten Semarang (2020).

### Konversi Produksi Daging Sapi Potong Terhadap Emisi Gas Metana

Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi metana dari fermentasi enterik dan dari pengelolaan kotoran ternak pada tahun 2015 hingga 2018 menunjukkan penurunan (Tabel 2). Namun, pada tahun 2019 emisi metana mengalami kenaikan kembali. Kondisi ini disebabkan karena jumlah emisi metana pada penelitian ini diestimasi menggunakan metode Tier 1. Metode Tier 1 menggunakan data populasi ternak sebagai dasar perhitungan Kementerian Lingkungan Hidup, (2012) sehingga apabila populasi ternak meningkat maka jumlah emisi metana terhitung meningkat pula. Pada penelitian ini diketahui bahwa pada tahun 2019 terjadi lonjakan populasi ternak sapi potong (Tabel 2).

Metana merupakan salah satu produk samping dari proses fermentasi pakan yang terjadi di dalam rumen (Zhong *et al.*, 2016). Rata-rata emisi metana dari fermentasi enterik menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan emisi metana yang berasal dari pengelolaan kotoran ternak, (Tabel 2). Rata-rata emisi metana dari fermentasi enterik pada penelitian ini yaitu 0,466 Gg CH<sub>4</sub>/tahun, sedangkan rata-rata emisi metana dari pengelolaan limbah kotoran ternak pada penelitian ini yaitu 0,009917 Gg CH<sub>4</sub>/tahun. Hal ini sesuai dengan pendapat Vlaming (2008) yang menyatakan bahwa 83% emisi metana asal ternak dihasilkan dari eruktasi, 16% berasal dari pernafasan dan 1% dari kotoran ternak.

Tabel 2. Populasi, emisi metana dan produksi daging sapi per cemaran metana dari peternakan sapi potong di Kabupaten Semarang tahun 2015-2019.

Tahun	<sup>1</sup> Animal Unit	Parameter			<sup>3</sup> Konversi Emisi Terhadap Produksi Daging Sapi
		Emisi Metana Fermentasi Enterik (Gg CH <sub>4</sub> /tahun)	Emisi Metana Pengelolaan Kotoran Ternak (Gg CH <sub>4</sub> /tahun)	<sup>2</sup> Emisi Total (Gg CH <sub>4</sub> /tahun)	
2015	7.804,8	0,509	0,010840	0,52	2,26 <sup>-7</sup>
2016	6.985,4	0,456	0,009702	0,47	2,70 <sup>-7</sup>
2017	6.894,7	0,450	0,009576	0,46	1,71 <sup>-7</sup>
2018	6.769,4	0,442	0,009402	0,45	1,42 <sup>-7</sup>
2019	7.245,4	0,473	0,010063	0,48	1,51 <sup>-7</sup>
Rata-rata	7.139,95	0,466	0,009917	0,48	1,94 <sup>-7</sup>
Standar deviasi	410,62	0,027	0,000570	0,03	5,39 <sup>-8</sup>

<sup>1</sup>populasi sapi potong × 0,75

<sup>2</sup>emisi metana fermentasi enterik + emisi metana pengelolaan kotoran ternak

<sup>3</sup>emisi total (CO<sub>2</sub>-e Gg/tahun) /produksi daging sapi (kg).

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa rata-rata produksi daging sapi potong per cemaran metana yang dihasilkan di Kabupaten Semarang sebesar 1,94<sup>7</sup>. Hasil tersebut diperoleh dari perhitungan produksi daging sapi yang dihasilkan dalam jangka waktu satu tahun dibagi dengan cemaran metana asal ternak sapi potong yang dihasilkan dalam kurun waktu satu tahun pula. Semakin kecil angka konversi yang dihasilkan semakin baik. Kecilnya angka konversi menggambarkan bahwa produksi daging sapi yang tinggi namun cemaran yang dihasilkan rendah. Angka konversi terbaik ditunjukkan pada tahun 2018 adalah sebesar 1,42<sup>7</sup>. Hal ini disebabkan karena pada tahun tersebut populasi sapi potong menunjukkan angka terendah dibandingkan tahun-tahun sebelumnya yaitu sebesar 9.402 ekor. Rendahnya jumlah ternak menyebabkan emisi metana yang dihasilkan menjadi rendah pula. Akan tetapi, meskipun pada tahun tersebut populasi ternak sedikit, namun daging sapi yang dihasilkan pada tahun 2018 sangat tinggi yaitu 3.171.115 kg. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan produktivitas ternak yang terjadi akibat perbaikan pakan yang dilakukan oleh peternak sehingga penambahan bobot badan ternak meningkat. Rendahnya populasi ternak yang berbanding terbalik dengan produktivitas ternak menyebabkan jumlah cemaran metana per produk yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Porsavathdy and Preston (2017) yang menyatakan tingginya produktivitas ternak dapat menurunkan emisi metana.

### SIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa meskipun populasi ternak menurun, namun produktivitas ternak meningkat sehingga produksi daging pun turut meningkat. Peningkatan produksi daging yang tidak selaras dengan populasi ternak, mengakibatkan

jumlah emisi gas metan per unit daging yang dihasilkan menjadi lebih rendah. Rendahnya angka konversi emisi metan per unit produksi daging menghasilkan sebuah peternakan yang ramah lingkungan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Pertanian, Perikanan, dan Pangan Kabupaten Semarang yang telah berkenan memberikan akses informasi data kepada penulis, sehingga makalah ini dapat terselesaikan.

### KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa pada artikel ini tidak terdapat konflik kepentingan yang berhubungan dengan keuangan, pribadi atau lainnya dengan orang maupun suatu organisasi terkait dengan materi yang terdapat dalam naskah.

### DAFTAR PUSTAKA

- Akhadiarto, S & M. N. Rofiq. 2017. Estimasi emisi gas metana dari fermentasi enteric ternak ruminansia menggunakan metode Tier-1 di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.18 (1): 1-8.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Impor Daging Sejenis Lembu 2010-2019. Diakses di <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/14/2011/impor-daging-sejenis-lembu-menurut-negara-asal-utama-2010-2019.html> (Diunduh pada 27 Maret 2021).
- Gerber, P., A. Hristov., B. Henderson., H. Makkar., J. Oh., C. Lee., R. Meinen., F. Montes., T. Ott & J. Firkins. 2013. Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal*. 7. 220-234.
- IPCC (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4. Agriculture, Forestry and Other Land Use. Eggleston H. S., Buendia L.,

- Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES. Japan.
- Jiao, H., T. Yan, D. A. Wills, A. F. Carson & D. A. McDowell. 2014. Development of prediction models for quantification of total methane emission from enteric fermentation of young Holstein cattle at various age. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 183: 160-166.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya. Kementerian Lingkungan Hidup Press. Jakarta.
- Mc Court, A., T. Yan, C. S. Mayne & M. G. Porter. 2006. Prediction of methane output in beef cattle from indirect respiration calorimetric data. *Intestinal Congress Series*. 1293: 46-49.
- Mahmud, A & A. Prima. 2021. Inventarisasi potensi emisi metana (CH<sub>4</sub>) pada peternakan sapi perah di Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. *Livest. Anim. Res.* 19 (3): 265-273.
- Menezes, A.C.B., S.C.V. Filho., L.F.C Silva., M.V.C Pacheco., J.M.V Pereira., P.P Rotta & L.N. Rennó. 2016. Does a reduction in dietary crude protein content affect performance, nutrient requirements, nitrogen losses, and methane emissions in finishing Nellore bulls?. *Agric. Ecosyst. Environ.* 223: 239-249.
- Nurhayati, I. S & Y. Widiawati. 2017. Emisi gas rumah kaca dari peternakan di pulau Jawa yang dihitung dengan metode tier -1 IPCC. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 292-300. DOI: <https://dx.doi.org/10.14334/Pros.Semnas.TP.V-2017-p.292-300>.
- Porsavathdy P, Do. H. Q & T. R. Preston. 2017. Growth rate and feed conversion were improved, and emissions of methane reduced, when goats fed a basal diet of pigeon wood foliage (*Trema orientalis*) were supplemented with sun-dried cassava foliage (*Manihot esculenta*, Crantz) or water spinach (*Ipomoea aquatica*). *Livestock Research for Rural Development*. 29. Diakses di <http://www.lrrd.org/lrrd29/4/phho29068.html>.
- Prima, A., E. Purbowati, E. Rianto & A. Purnomoadi. 2019. The effect of dietary protein levels on body weight gain, carcass production, nitrogen emission and efficiency of production related to emissions in thin tailed lambs. *Veterinary world*. 12: 72-78.
- Steinfeld, H., P. Gerber., T. Wassenaar., V. Castel., M. Rosales., Haan & C. De. 2006. *Livestock's Long Shadow*. Environmental Issues and Options. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Italy.
- Vlaming J. B. 2008. *Quantifying Variation in Estimated Methane Emission from Ruminants Using the SF6 Tracer Fechnique*. A Thesis of Doctor of Phylosophy in Animal Science. Palmerston North (New Zealand): Massey University.
- Zhong Rong-Zhen, Fang Yi, Sun Hai-Xia, Wang Min, & Zhou Dao-Wei. 2016. Rumen methane output and fermentation characteristics of gramineous forage and leguminous forage at differing harvest dates determined using an *in vitro* gas production technique. *Journal of Integrative Agriculture*. 15 (2): 414-423.