

## Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Sektor Peternakan Tahun 2016 di Provinsi Sulawesi Tengah

### *The Contribution of Livestock Sector for Greenhouse Gas Emission (GHG) on 2016 at Central Sulawesi Province*

A. B. L. Ishak, M. Takdir, dan Wardi\*

BPTP Sulawesi Tengah Badan Litbang Kementerian Pertanian

Jl. Lasoso No 62 Biromaru Sigi, Palu, Sulawesi Tengah

\*E-mail: wardiok1@gmail.com

(Diterima: 26 Desember 2018; Disetujui: 18 Januari 2019)

#### ABSTRAK

Peternakan adalah salah satu sektor yang berkontribusi dalam peningkatan pemanasan global yang berasal dari kotoran dan ekstraksi hewan. Sektor peternakan menyumbang gas metana ( $\text{CH}_4$ ), dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan amonia yang dapat menimbulkan hujan asam. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui sumbangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari sektor peternakan tahun 2016 di provinsi Sulawesi Tengah. Penelitian kajian ini menggunakan metodenya survei lapang dan study literatur untuk memperoleh data sekunder serta data primer tentang populasi ternak di provinsi Sulawesi Tengah yang selanjutnya data ditabulasi dengan menggunakan Software ALU Tool untuk menghitung emisi GRK dari sektor peternakan. Data yang digunakan yaitu data populasi ternak dan nilai Faktor Emisi (FE) gas  $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$  dari setiap jenis ternak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa provinsi Sulawesi Tengah memberikan sumbangan emisi GRK sebesar 633,178  $\text{CO}_2\text{-e}$  Gg/tahun. Kesimpulan dari kajian ini yaitu diantara semua jenis ternak, sapi potong merupakan kontributor utama dalam penyumbang emisi GRK dalam bentuk Fermentasi Enterik  $\text{CH}_4$  483,9 (Gg  $\text{CO}_2\text{e}$ ) yaitu sebanyak 76,42%, diikuti oleh kambing dalam bentuk  $\text{N}_2\text{O}$  sebesar 108,428 (Gg  $\text{CO}_2\text{e}$ ) atau setara dengan 17,12 %.

Kata kunci: *ALU tools*, dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ), emisi, gas rumah kaca, metana ( $\text{CH}_4$ )

#### ABSTRACT

*Livestock is one of the sectors that contribute to increasing global warming originates manure and animal eructation. Livestock sector accounted for carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ), methane ( $\text{CH}_4$ ), nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ), and ammonia that caused the acid rain. The objective of this research was to determine the contribution of the livestock sector for greenhouse gas emission (GHG) in 2016 at Central Sulawesi Province. The research was used ALU Tool software to calculate the emission of GHG. Data source were from the livestock population and emission factors (EF) of  $\text{CH}_4$  and  $\text{N}_2\text{O}$  of any livestock. The results showed that Central Sulawesi Province contributes to 633,178 (Gg  $\text{CO}_2\text{e}$ ) emission per year. Beef cattle is the main contributor on GHG emission in form of enteric fermentation  $\text{CH}_4$  483,9 (Gg  $\text{CO}_2\text{e}$ ), as much as 76,42%. The second is the production of  $\text{N}_2\text{O}$  from goats as much as 108,428 (Gg  $\text{CO}_2\text{e}$ ) or equivalent to 17,12%.*

*Key Word: ALU tool, dinitrogen oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ), emission, greenhouse gas, methane ( $\text{CH}_4$ )*

#### PENDAHULUAN

*Indonesia First Biennial Update Report* (1st BUR), melaporkan bahwa total emisi Gas Rumah Kaca dari semua sektor mengalami peningkatan sekitar 3,6% /tahun. Kontribusi

pertanian hanya sekitar 7,8% dari total emisi GRK dengan peningkatan per tahun dihitung sebesar 1,3% untuk sektor peternakan. Meskipun kontribusi sektor pertanian masih kecil namun program pemerintah untuk swasembada pangan termasuk

dari produk peternakan akan mendorong peningkatan luasan lahan pertanian maupun populasi ternak (Dirjen Pengendalian Iklim Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan Surmaini (2011) untuk emisi GRK diprediksi akan terus bertambah di masa mendatang dengan meningkatnya kebutuhan pangan yang disebabkan oleh penggunaan lahan marginal dan peningkatan konsumsi daging.

Merujuk Samiaji (2009) dalam Ratnia (2018) penambahan gas rumah kaca di atmosfer secara terus menerus akan menimbulkan pemanasan global. Pemanasan global adalah kejadian meningkatnya suhu rata-rata di atmosfer, laut dan daratan bumi yang dapat menyebabkan perubahan iklim yang sangat ekstrim, sehingga membuat pola musim semakin sulit diperkirakan. Dampak yang dapat dirasakan seperti longsor, kekeringan panjang, panas ekstrim pada saat turunnya kelembapan pada suatu kawasan tertentu, dan banjir akibat dari peningkatan intensitas curah hujan.

Kegiatan pertanian memberikan kontribusi emisi GRK sekitar 5% dari emisi nasional GRK (Widiawati, 2013). Peternakan adalah salah satu sektor yang berkontribusi dalam peningkatan pemanasan global, material penyumbang GRK yang berasal dari ternak yaitu berupa kotoran dan eruktasi hewan. Untuk aktivitas produksi ternak diperkirakan kontribusinya sebesar 12% terhadap total emisi rumah kaca (Dourmad *et al.*, 2008). Menurut Vlaming (2008) dalam Widiawati (2013) gas CH<sub>4</sub> mempunyai pengaruh yang lebih besar dibandingkan gas CO<sub>2</sub> terhadap pemanasan global, karena daya menangkap panas gas CH<sub>4</sub> adalah 25 × CO<sub>2</sub>. Begitu juga Widiawati (2013) menyatakan bahwa secara nasional, kontribusi GRK dari sektor peternakan masih relatif rendah yaitu <1,5% dari total GRK nasional. Sektor peternakan menyumbang metana (CH<sub>4</sub>), gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) dan amonia yang dapat menimbulkan hujan asam akibat campur tangan manusia. Sehubungan dengan hal tersebut, perlu dievaluasi emisi gas

CH<sub>4</sub> dan upaya mitigasi gas CH<sub>4</sub> dari ternak untuk mendapatkan gambaran yang lebih akurat (Shibata dan Terada, 2010). Emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan dihitung dari emisi gas metana (CH<sub>4</sub>) dari fermentasi enterik ternak, serta gas dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O) hasil dari pengelolaan kotoran ternak (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Populasi dan komposisi ternak di provinsi Sulawesi Tengah, menghasilkan jumlah emisi GRK yang berbeda dari setiap jenis ternak. Untuk dapat mengetahui sumbangan emisi GRK dari setiap ternak, maka dilakukan penghitungan dengan menggunakan Software ALU Tool dengan standar IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change* (Guidance IPCC, 2006). IPCC menyediakan metodologi untuk estimasi perhitungan emisi gas rumah kaca, terdiri dari lima jilid (IPCC, 2006). Jilid pertama menggambarkan langkah dasar dalam perkembangan inventaris dan petunjuk umum mengenai emisi gas rumah kaca berdasarkan pengalaman dari tahun 1980. Jilid dua sampai lima merupakan petunjuk untuk pendugaan dari berbagai sektor ekonomi. Terdapat 3 metode pendugaan emisi gas rumah kaca yaitu metode Tier-1, Metode Tier-2, Metode Tier-3. Aktivitas utama dari IPCC ialah mempublikasikan laporan khusus tentang topik-topik yang relevan dengan implementasi UN *Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). Tujuan dari IPCC adalah untuk menilai informasi ilmiah yang relevan dengan perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia, dampak perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia, serta pilihan untuk adaptasi dan mitigasi.

Menurut Buendia (2018) ALU Tool adalah metode untuk menghitung emisi GRK berdasarkan data populasi ternak dan beberapa faktor, yang dapat digunakan oleh semua negara. Kajian penelitian untuk menampilkan gambaran tentang sumbangan emisi GRK dari sektor peternakan di provinsi Sulawesi Tengah yang diestimasi dengan menggunakan ALU Tool.

Tabel 1. Jumlah Populasi Ternak di Sulawesi Tengah tahun 2016

No	Jenis Ternak	Populasi (ekor)
1	Sapi Potong	320.537
2	Sapi Perah	10
3	Kerbau	3.842
4	Kambing	402.124
5	Domba	6.735
6	Babi	200.524
7	Kuda	1.911
8	Ayam Pedaging	9.669.730
9	Unggas	4.593.106

Sumber: Dirjen PKH (2017)

### MATERI DAN METODE

Penelitian kajian ini menggunakan metodenya survei lapang dan study literatur untuk memperoleh data sekunder serta data primer tentang populasi ternak di provinsi Sulawesi Tengah selanjutnya data ditabulasi dengan menggunakan Software ALU Tool untuk menghitung emisi GRK dari sektor peternakan. Data yang digunakan yaitu data populasi ternak dan nilai Faktor Emisi (FE) gas CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O dari setiap jenis ternak. Pada metode ini data yang diperlukan adalah populasi ternak dalam satu tahun di satu Provinsi dan nilai faktor emisi (FE) setiap jenis GRK. Dalam buku panduan IPCC (2006) tersebut, telah ditetapkan nilai FE untuk setiap gas dari GRK (CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O) dari setiap jenis ternak.

Emisi GRK dari peternakan dihitung dengan menggunakan Software ALU Tool. Pada metode ini diperlukan dua data yaitu data populasi ternak (Dirjen PKH Kementerian Pertanian tahun 2017) dan nilai FE gas CH<sub>4</sub> dan N<sub>2</sub>O yang merujuk pada IPCC (2006) dari setiap jenis ternak. Penghitungan dan penggunaan FE untuk setiap jenis ternak perlu dilakukan, karena setiap jenis ternak mengemisikan jenis dan jumlah GRK yang berbeda.

Menurut Buendia (2018) tahapan dalam menyelesaikan inventarisasi GRK, langkah

pertama yang harus dilakukan adalah dengan meng *install* Aplikasi Software ALU Tool di komputer selanjutnya untuk mengakses ALU Tool, maka langkah-langkah berikut yang harus dilakukan:

1. Membuat database inventaris, nama pengguna, negara/wilayah, dan tahun data ternak
2. Memasukkan data aktivitas di Modul I untuk data aktivitas primer (Data Populasi Ternak).
3. Masukkan data aktivitas di Modul I untuk data aktivitas sekunder/pendukung. Tentukan faktor perubahan emisi/stok di Modul II menurut kategori sumber.
4. Perkirakan emisi dan perubahan stok C (dengan nilai ketidakpastian) di Modul III.
5. Jaminan kualitas dan kontrol kualitas lengkap (QA/ QC).
6. Data hasil perubahan emisi dan C (juga untuk ekspor ke File Excel)
7. Hasil dan analisis mitigasi.

### Data Populasi Ternak di Sulawesi Tengah Tahun 2016

Data populasi yang diperlukan dalam penghitungan emisi GRK dengan menggunakan ALU Tool adalah populasi dari setiap jenis ternak dalam setahun. Data yang digunakan haruslah merupakan data

Tabel 2. Faktor Emisi (FE) gas CH<sub>4</sub> dari Fermentasi Enterik dan Pengelolaan Kotoran Ternak

Jenis Ternak	Proses pencernaan (kg/ekor/tahun)	Pengelolaan kotoran (kg/ekor/tahun)
Sapi potong	47	1,00
Sapi perah	61	31,00
Kerbau	55	2,00
Kambing	5	0,22
Domba	1	0,20
Babi	18	7,00
Kuda	-	2,19
Ayam buras	-	0,02
Ayam pedaging	-	0,02

Sumber: IPCC (2006)

Tabel 3. Faktor Emisi (FE) Gas CH<sub>4</sub> dari Fermentasi Enterik dan Pengelolaan Kotoran Ternak

Jenis ternak	Faktor emisi kg N <sub>2</sub> O/ekor/hari	Lama pemeliharaan (hari)
Sapi potong	0,34	365
Sapi perah	0,47	365
Domba	1,17	365
Kambing	1,37	365
Kerbau	0,32	365
Kuda	0,46	365
Babi	0,82	365
Unggas	0,05	365

Sumber: IPCC (2006)

resmi yang dikeluarkan oleh suatu lembaga pemerintah. Oleh karena itu digunakan data populasi yang dikeluarkan Dirjen PKH Kementerian Pertanian tahun 2017. Data populasi untuk setiap jenis ternak disajikan pada Tabel 1.

#### **Faktor Emisi (FE) untuk Enterik dan Pengelolaan Kotoran**

Dalam penghitungan emisi GRK dengan menggunakan ALU Tool, telah ditetapkan oleh IPCC besarnya default faktor untuk FE setiap jenis ternak. Untuk wilayah Indonesia digunakan default faktor FE untuk region Asia. Nilai FE untuk gas CH<sub>4</sub> dari enterik dan kotoran ternak disajikan pada Tabel 2. Sedangkan nilai FE untuk gas N<sub>2</sub>O dari kotoran ternak dan bobot badan ternak

disajikan pada Tabel 3.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Nilai emisi GRK yang dihasilkan sektor peternakan di provinsi Sulawesi Tengah pada tahun 2016 berdasarkan perhitungan menggunakan ALU Tools dengan standar IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2006 ditunjukkan pada Tabel 4.

Berdasarkan data yang dihasilkan angka yang tertinggi adalah dari sapi potong sebesar 15,885 (Gg CH<sub>4</sub>) yang setara dengan emisi CH<sub>4</sub> sebesar 397,125 ( Gg CO<sub>2</sub>e). Hal ini sangat relevan dengan kondisi di lapangan dimana untuk wilayah Sulawesi Tengah mendukung untuk peternakan sapi potong sehingga

Tabel 4. Hasil Emisi Gas CH<sub>4</sub> Fermentasi Enterik

Jenis Ternak	CH <sub>4</sub> (Gg CH <sub>4</sub> )	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> e)	Uncertainty (%)
Sapi Potong	15,885	397,125	0
Sapi Perah	0,001	0,025	40
Kerbau	0,211	5,275	40
Kambing	2,011	50,275	40
Domba	0,034	0,85	40
Kuda	0,034	27,25	40
Babi	0,124	3,1	40
Ayam Pedaging	0	0	0
Total	18,300	483,900	30

Sumber: Data diolah (2018)

Tabel 5. Emisi Gas CH<sub>4</sub> dari Kotoran Ternak

Kategori Ternak	CH <sub>4</sub> (Gg CH <sub>4</sub> )	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> e)	Uncertainty (%)
Sapi Potong	0,569	14,225	5,628
Sapi Perah	0	0	30
Kerbau	0,008	0,2	30
Kambing	0	0	0
Domba	0,001	0,025	30
Kuda	0,004	0,1	30
Babi	0,865	21,625	30
Unggas	0,092	2,3	30
Ayam Pedaging	0,095	2,375	0
Total	1,634	40,850	22,5

Sumber: Data diolah (2018)

jumlah populasi sangat tinggi dibandingkan dengan ternak ruminansia lainnya. Sehingga untuk ternak sapi potong menyumbang gas emisi dari pencernaan rumen paling tinggi daripada jenis ternak lainnya. Hasil penelitian Widiawati (2013) menunjukkan bahwa dari seluruh komoditas ternak ruminansia, sapi merupakan penghasil CH<sub>4</sub> yang lebih banyak dibanding dengan ternak ruminansia lainnya. Telah dilaporkan bahwa kontributor emisi gas CH<sub>4</sub> di Indonesia tertinggi pada subsektor peternakan adalah ternak sapi potong sebesar 65,12% dari emisi ternak ruminansia, atau sebesar 58,84% dari total emisi gas CH<sub>4</sub> yang disumbang oleh seluruh komoditas ternak.

Tinggi nilai gas emisi yang dihasilkan kemungkinan besar dipengaruhi dengan hijauan pakan ternak yang dimakan ternak sapi. Gambaran wilayah Sulawesi Tengah yang didominasi dengan rumput lapang yang berserat tinggi karena sapi banyak yang digembalakan serta legume yang ada di wilayah padang gembala. Hal ini sejalan yang dilaporkan oleh Prayitno *et al.* (2014) menyatakan bahwa emisi CH<sub>4</sub> dari pengelolaan kotoran salah satunya dipengaruhi oleh jenis pakan yang diberikan. Umumnya kotoran ternak yang mengkonsumsi pakan berserat akan menghasilkan CH<sub>4</sub> lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran ternak yang mengkonsumsi pakan asal biji-bijian. Jenis

Tabel 6. Emisi Gas N<sub>2</sub>O dari Sistem Pengelolaan Kotoran

Kategori Ternak	CH <sub>4</sub> (Gg CH <sub>4</sub> )	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> e)	Uncertainty (%)
Sapi Potong	0,035	10,467	34,734
Sapi Perah	0	0,001	90,692
Kerbau	0,001	0,2	90,139
Kambing	0,32	95,315	95
Domba	0	0,038	95
Kuda	0	0,045	95
Babi	0	0	0
Unggas	0,004	1,159	95
Ayam Pedaging	0,004	1,203	75
Total	0,364	108,428	79,479

Sumber: Data diolah (2018)

Tabel 7. Total Emisi Gas dari Ternak dan kotoran

Kategori Emisi	CH <sub>4</sub> (Gg CH <sub>4</sub> )	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2</sub> e)	Total (Gg CO <sub>2</sub> e)
Fermentasi Entrik	18,3	483,9	483,9
Emisi Gas CH <sub>4</sub> Kotoran	1,634	40,85	40,85
N <sub>2</sub> O Manure Sistem	0,364	108,428	108,428
Total	20,298	633,178	633,178

Sumber: Data diolah (2018)

pakan yang bernutrisi tinggi cenderung menghasilkan produksi metana dalam jumlah yang rendah (Bamualim *et al.*, 2008) seperti pakan konsentrat sedangkan pakan hijauan menyumbangkan emisi gas rumah kaca yang lebih tinggi terutama pakan hijauan yang tinggi serat kasar. Selain itu faktor lingkungan juga mendukung terjadinya potensi emisi yang dihasilkan dari proses fermentasi pakan dari rumen sapi yaitu masyarakat biasanya mencombor pakannya seperti dedak dari padi.

Data emisi dari kotoran dan urin (tabel 5) yang dihasilkan angka yang tertinggi adalah dari sapi potong sebesar 0,569 (Gg CH<sub>4</sub>) yang setara dengan Emisi CH<sub>4</sub> sebesar 14,225 (Gg CO<sub>2</sub>e). Masyarakat mengelola kotoran ternak masih secara tradisional dan di buang ke pekarangan. Hasil dari emisi GRK gas N<sub>2</sub>O Dari Sistem pengelolaan kotoran dapat dilihat di Tabel 5.

Berdasarkan data Tabel 6 untuk manure (pupuk kandang) emisi gas N<sub>2</sub>O yang

dihasilkan angka yang tertinggi adalah dari kambing sebesar 0,32 (Gg N<sub>2</sub>O) yang setara dengan emisi CH<sub>4</sub> sebesar 95,315 (Gg CO<sub>2</sub>e). Hal ini disebabkan karena Faktor emisi (FE) ternak kambing untuk N<sub>2</sub>O sebesar 1,37 lebih tinggi dibandingkan dengan ternak sapi yaitu 0,34 - 0,47. N<sub>2</sub>O dihasilkan dari transformasi mikroba pada tanah dan kotoran ternak, sehingga meningkat apabila ketersediaan nitrogen melebihi kebutuhan tanaman, terutama pada kondisi basah (IPCC, 2006), sehingga emisi gas N<sub>2</sub>O yang dihasilkan lebih tinggi daripada jenis ternak yang lain. Hasil survai lapangan memperlihatkan bahwa manajemen pengelolaan kotoran ternak yang belum dikelola dengan baik sebagai penyumbang GRK. Hal ini sejalan dengan kebiasaan umumnya masyarakat di Sulawesi Tengah membuang kotoran dengan menumpuk di tempat terbuka dan tersebar di pekarangan. Hal ini sama dengan yang dilaporkan Lintangrino *et al.* (2016) bahwa

pengelolaan kotoran kambing dengan sistem *dry lot* yang dikelola dengan cara ditumpuk hingga kering penyumbang GRK. Selain itu juga tidak ada pengelolaan kotoran menjadi pupuk organik dan biogas yang ramah lingkungan. Hasil total estimasi untuk Emisi GRK dari ternak dan kotoran selama tahun 2016 di provinsi Sulawesi Tengah terlihat dalam Tabel 7.

Berdasarkan data Tabel 7 total emisi gas rumah kaca di Sulawesi Tengah pada tahun 2016 menunjukkan hasil terbesar disumbang oleh gas CH<sub>4</sub> dari hasil buangan kegiatan Fermentasi enterik pakan pada jenis ternak ruminansia yang sebesar 483,9 (Gg CO<sub>2</sub>e) disusul dengan N<sub>2</sub>O yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran kambing sebesar 108,428 (Gg CO<sub>2</sub>e). Faktor yang mempengaruhi antara lain jumlah populasi ternak ruminansia lebih tinggi daripada jumlah ternak lainnya. Faktor lain yang mempengaruhi tingginya gas emisi GRK adalah kultur budaya masyarakat Sulawesi Tengah yaitu sistem pemeliharaan ikat lepas dimana masyarakat masih melepas sapi untuk digembalakan di ladang, kebun dan tempat terbuka, sehingga mengakibatkan kotoran ternak terbuang begitu saja ditempat terbuka dan tidak dikelola dengan baik. Hal ini yang menyumbang N<sub>2</sub>O dari kotoran ternak langsung terlepas di udara. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Samiaji (2012) bahwa Gas N<sub>2</sub>O memiliki dampak 298 kali lebih banyak menyerap panas per satuan berat daripada karbon dioksida sehingga menjadi bagian penyumbang GRK.

### KESIMPULAN

Provinsi Sulawesi Tengah memberikan sumbangan emisi GRK sebesar 633,178 CO<sub>2</sub>-e Gg/tahun. Di antara semua jenis ternak, sapi potong merupakan kontributor utama dalam penyumbang emisi GRK dalam bentuk Fermentasi Enterik CH<sub>4</sub> 483,9 (Gg CO<sub>2</sub>e) yaitu sebanyak 76,42 %, diikuti oleh kambing dalam bentuk N<sub>2</sub>O sebesar 108,428 (Gg CO<sub>2</sub>e) atau setara dengan 17,12 %.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bamualim, A.M., Thalib, A., Anggraeni, Y.N., dan Mariyono. 2008. Teknologi peternakan sapi potong berwawasan lingkungan. *Wartazoa*. 18:149-156.
- Buendia. L. 2018. "ALU Tool "Seminar Workshop ALU Tool yang diselenggarakan oleh Puslitbannak Kementerian Pertanian . Bogor
- Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2017. Data Jumlah Populasi Ternak Tahun 2016. Jakarta
- Dirjen Perubahan Iklim Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. Indonesia First Biennial Update Report (1st BUR). Jakarta.
- Dourmad, J.Y., Rigolot, C., and Van der Werf, H. 2008. Emission of greenhouse gas, developing management and animal farming systems to assist mitigation. In: *Livestock and Global Climate Change: British Society of Animal Science*. Hammamet, Tunisia, 17-20 May 2008. Cambridge (UK): Cambridge University Press. p. 36-39.
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories-A primer, Prepared by the national greenhouse gas inventories programme. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K, editors. Hayama (Japan): Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Lintangrino, M.C. dan R. Boedisantoso. 2016. Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Pertanian Dan Peternakan Di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS* Vol. 5, No. 2, (2016).
- Prayitno, C.H., Fitria, R., and Samsi, M. 2014. Suplementasi heit-chrose pada pakan sapi perah pre-partum ditinjau dari profil darah dan recovery bobot tubuh postpartum. *Agripet* .14:89-95.
- Ratnia, D. 2018. Inventarisasi Emisi Gar Rumah Kaca Inventarisasi Emisi Gas

- Rumah ( $\text{CH}_4$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ ) dari Sektor Peternakan Kabupaten Sleman Bagian Selatan D.I Yogyakarta. Skripsi.UII
- Samiaji, T. 2009. "Upaya Mengurangi  $\text{CO}_2$  di Atmosfer." Berita Dirgantara (Peneliti Pusat Iklim, LAPAN) 10 (3): 92-95.
- Samiaji, T. 2012. Karakteristik gas  $\text{N}_2\text{O}$  (nitrogen oksida) di atmaosfer Indonesia. Berita Dirgantara. 13:144-154.
- Surmaini, E., Runtunuwu, E., dan Las,I. 2011.Upaya Sektor Pertanian Dalam Menghadapi Perubahan Iklim".Jurnal Litbang Pertanian, 30(1).
- Shibata, M and Terada, F. 2010. Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. Anim Sci J. 81:2-10.
- Vlaming, J. B. 2008. Quantifying Variation in Estimated Methane Emission From Ruminants Using the  $\text{SF}_6$  Tracer Technique [Thesis]. [Palmerston North (New Zealand)]: Massey University.
- Widiawati, Y. 2013. Current and future mitigaion activities on methane emission from ruminant in Indonesia. In: Tiesnamurti B, Ginting SP, Las I, Apriastuti D, editors. Data Inventory and Mitigation on Carbon Emission and Nitrogen Recycling from Livestock in Indonesia. Jakarta (Indonesia): IAARD Press. p. 33-44.