

TA/TL/2018/0819

TUGAS AKHIR
INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA
(CH₄ DAN N₂O) DARI SEKTOR PETERNAKAN
KABUPATEN SLEMAN BAGIAN SELATAN
D.I YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



DESTY RATNIA
13513157

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018

TUGAS AKHIR
INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA
(CH₄ DAN N₂O) DARI SEKTOR PETERNAKAN
KABUPATEN SLEMAN BAGIAN SELATAN
D.I YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:

Desty Ratnia
13513157

Disetujui :
Dosen Pembimbing :

Oorry Nugrahayu, S.T., M.T

Tanggal : 12 - 02 - 2018

Mengetahui :
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Hudori, S.T., M.T

Tanggal : 12 - 02 - 2018

HALAMAN PENGESAHAN
INVENTARISASI EMISI GAS RUMAH KACA
(CH₄ DAN N₂O) DARI SEKTOR PETERNAKAN
KABUPATEN SLEMAN BAGIAN SELATAN
D.I YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis
Tanggal : 08 Februari 2018

Disusun Oleh:

Desty Ratnia
13 513 157

Tim Penguji :

Oorry Nugrahayu, S.T., M.T.

()

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T.

()

Nelly Marlina, S.T., M.T.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. (*apabila menggunakan software khusus*)
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 12 Februari 2018

Yang membuat pernyataan,



DESTY RATNIA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga umatnya hingga akhir zaman.

Penulisan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Judul yang penulis ajukan adalah “Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca (CH₄ dan NO₂) Dari Sektor Peternakan Kabupaten Sleman Bagian Selatan D.I Yogyakarta”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih atas bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak dan Mama atas jasa-jasanya, kesabaran, do'a dan tidak pernah lelah dalam mendidik dengan tulus dan ikhlas kepada penulis semenjak kecil.
2. Bapak Hudori, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan UII.
3. Bapak Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng selaku Koordinator tugas akhir.
4. Ibu Qorry Nugrahayu, S.T., M.T selaku Pembimbing 1 tugas akhir.
5. Teman-teman dan semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Demi perbaikan dalam penulisan tugas akhir ini, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun serta berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan para pembacanya.

Yogyakarta, 12 Februari 2018

Desty Ratnia

ABSTRACT

Cattle with Ruminant's type, non ruminants and poultry can potentially generate greenhouse gas emissions such as methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) gases through enteric fermentation and it's feces. The purpose of this research is to know the total emission of methane gas (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) from enteric fermentation and cattle manure management and to know mitigation and adaptation action that can be done to face climate change that happened in Sleman Regency south of Yogyakarta with using Tier-1 IPCC method (2006). The calculation results of methane gas emission (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) shows that there is a correlation between the number of livestock population to the value of greenhouse gas emissions produced. The southern Sleman Regency has 2,333,705 head of cattle with total methane gas (CH₄) value of enteric fermentation of 17,3971 Gg CO₂-eq / year and 11,0753 Gg CO₂-eq / year from cattle manure management. Direct and indirect emissions of nitrous oxide (N₂O) of 332,878.44 kg CO₂-eq / year and 55,704.93 kg CO₂-eq / year from cattle manure management in 2016. The conclusion of this research is to obtain the total of greenhouse gas emissions generated from the cattle's sector and mitigation actions that can be done to reduce greenhouse gas emissions and adaptation efforts to face the climate change that occurred in the southern district of Sleman.

Keywords : Methane, Greenhouse Gases, Livestock, Ruminants

ABSTRAK

Ternak ruminansia, non ruminansia, dan unggas berpotensi untuk menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) melalui fermentasi enterik dan kotoran ternak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui total emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak serta mengetahui tindakan mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan untuk menghadapi perubahan iklim yang terjadi di Kabupaten Sleman bagian selatan D.I Yogyakarta dengan menggunakan metode Tier-1 IPCC (2006). Hasil perhitungan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) menunjukkan bahwa ada hubungan antara jumlah populasi ternak dengan nilai emisi gas rumah kaca yang dihasilkan. Kabupaten Sleman bagian selatan mempunyai jumlah ternak sebesar 2.333.705 ekor dengan nilai total emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik sebesar 17,3971 Gg CO₂-eq/tahun dan 11,0753 Gg CO₂-eq/tahun dari pengelolaan kotoran ternak. Emisi dinitrogen oksida (N₂O) secara langsung dan tidak langsung sebesar 332.878,44 kg CO₂-eq/tahun dan 55.704,93 kg CO₂-eq/tahun dari pengelolaan kotoran ternak pada tahun 2016. Kesimpulan dari penelitian ini adalah diperoleh total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari sektor peternakan dan tindakan mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca serta upaya adaptasi untuk menghadapi perubahan iklim yang terjadi di Kabupaten Sleman bagian selatan.

Kata Kunci : Metana, Gas Rumah Kaca, Peternakan, Ruminansia

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Gas Rumah Kaca.....	6
2.2 Efek Rumah Kaca	7
2.3 Dampak Rumah Kaca	7
2.4 Pedoman IPCC untuk Inventarisasi Gas Rumah Kaca	8
2.5 Emisi GRK dari Sektor Peternakan	10
2.5.1 Fermentasi Enterik.....	11
2.5.2 Pengelolaan Kotoran Ternak	12
2.6 Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak di Indonesia	13
2.7 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	14
2.7.1 Kecamatan Gamping	16
2.7.2 Kecamatan Mlati.....	17

2.7.3 Kecamatan Sleman	17
2.7.4 Kecamatan Ngemplak.....	18
2.7.5 Kecamatan Ngaglik.....	18
2.7.6 Kecamatan Depok.....	19
2.8 Emisi CH ₄ dari Peternakan.....	19
2.9 Emisi N ₂ O di Peternakan	20
2.9.1 Emisi N ₂ O Langsung	21
2.9.2 Emisi N ₂ O Tidak Langsung.....	22
2.10 Metode Perhitungan IPCC	22
2.11 Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim.....	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Tahapan Penelitian.....	25
3.2 Lokasi Penelitian.....	26
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	26
3.4 Metode Analisis Data.....	28
3.4.1 Faktor Koreksi Penentuan Jumlah Populasi (Animal Unit)	28
3.4.2 Penentuan Jumlah Populasi (Animal Unit)	29
3.4.3 Perhitungan Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik.....	29
3.4.4 Perhitungan Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Ternak.....	30
3.4.5 Perhitungan Emisi N ₂ O dari Pengelolaan Kotoran Ternak	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Populasi Ternak di Kabupaten Sleman Bagian Selatan.....	34
4.2 Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik.....	37
4.3 Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak	40
4.4 Emisi N ₂ O Secara Langsung dan Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak	43
4.5 Upaya Mitigasi pada Pengelolaan Kotoran Ternak.....	48
4.5.1 Tindakan Mitigasi pada Fermentasi Enterik Ternak.....	48
4.5.2 Tindakan Mitigasi pada Pengelolaan Kotoran Ternak.....	51
4.5.3 Tindakan Mitigas dengan Kegiatan Sosialisasi Gas Rumah Kaca.....	52
4.5.4 Upaya Adaptasi pada Sektor Peternakan.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56

5.2	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA	59
	LAMPIRAN.....	59

DAFTAR NOTASI

AFOLU	= Agriculture, Forest and Other Land Use systems
BPS	= Badan Pusat Statistik
GRK	= Gas Rumah Kaca
GWP	= Global Warming Potential
IPCC	= Intergorvermental Panel on Climate Change
MMS	= Manure Management System

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis Gas Rumah Kaca dan Nilai Potensi Pemanasan Global	6
Tabel 2.2 Faktor Emisi Gas Metana (CH ₄) dari Fermentasi Enterik	12
Tabel 2.3 Faktor Emisi Gas Metana (CH ₄) dari Pengelolaan Kotoran Ternak	13
Tabel 2.4 Faktor Emisi Untuk Menghitung Emisi Langsung dan Tidak Langsung Gas Dinitrogen Oksida dari Pengelolaan Kotoran Ternak.....	14
Tabel 2.5 Deskripsi Administrasi dan Luas Wilayah Kabupaten Sleman	15
Tabel 3.1 Jumlah Desa dan Luas Wilayah Kabupaten Sleman Bagian Selatan.....	26
Tabel 3.2 Aktivitas Sumber Emisi (Data Primer)	27
Tabel 3.3 Aktivitas Sumber Emisi (Data Sekunder)	27
Tabel 4.1 Populasi Ternak Kecil.....	34
Tabel 4.2 Populasi Ternak Besar	35
Tabel 4.3 Populasi Ternak Unggas	35
Tabel 4.4 Jumlah Ternak dalam <i>Animal Unit</i> (N _(T))	36
Tabel 4.5 Emisi Gas Metana (CH ₄) dari Fermentasi Enterik.....	38
Tabel 4.6 Emisi Gas Metana (CH ₄) dari Pengelolaan Kotoran Ternak	41
Tabel 4.7 Emisi N ₂ O Secara Langsung dan Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak.....	45
Tabel 4.8 Jenis Tanaman Pakan Konsentrat	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sumber Utama Emisi Gas Rumah Kaca di Sektor AFOLU	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian	25
Gambar 4.1 Total Populasi Ternak Kecil, Ternak Besar, dan Ternak Unggas	36
Gambar 4.2 Emisi Gas Metana dari Fermentasi Enterik.....	40
Gambar 4.3 Emisi Gas Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak	43
Gambar 4.4 Emisi Gas Dinitrogen Oksida Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak	46
Gambar 4.5 Emisi Gas Dinitrogen Oksida Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak	46

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Data Hasil dari Kuesioner dan Wawancara Peternak
- Lampiran 2 : Hasil Perhitungan Berat Rata-Rata Ternak dari Hasil Kuisisioner Dan Wawancara Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak
- Lampiran 3 : Koefisien Untuk Menghitung Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) Langsung dan Tidak Langsung
- Lampiran 4 : Perhitungan Emisi Gas Metana (CH_4) Dari Sektor Peternakan Kabupaten Sleman Bagian Selatan
- Lampiran 5 : Perhitungan Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) Langsung Dari Sektor Peternakan Kabupaten Sleman Bagian Selatan Sektor Peternakan Kabupaten Sleman Bagian Selatan
- Lampiran 6 : Perhitungan Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) Tidak Langsung Dari Sektor Peternakan Kabupaten Sleman Bagian Selatan
- Lampiran 7 : Dokumentasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca menjadi salah satu pemicu terjadinya pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim. Perubahan iklim memberikan pengaruh signifikan terhadap kehidupan manusia di muka bumi, termasuk di Indonesia. Perubahan iklim telah menyebabkan berubahnya pola hujan, naiknya muka air laut, terjadinya badai dan gelombang tinggi, serta dampak merugikan lainnya yang mengancam kehidupan masyarakat. Peningkatan konsentrasi GRK yaitu karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitrogen oksida (N₂O), sulfur heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFC), dan perfluorokarbon (PFC) yang dihasilkan dari beragam aktivitas manusia menyebabkan bertambahnya radiasi yang terperangkap di atmosfer dan berdampak pada kenaikan suhu bumi sehingga terjadi pemanasan global (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Sebagian besar mata pencaharian masyarakat Kabupaten Sleman khususnya Kabupaten Sleman bagian selatan adalah sektor peternakan. Peternakan adalah salah satu sektor yang berkontribusi dalam peningkatan gas rumah kaca yang berasal dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak. Sektor peternakan menghasilkan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O). Emisi gas metana (CH₄) berasal dari fermentasi enterik ternak dan pengelolaan kotoran ternak, sedangkan emisi dinitrogen oksida (N₂O) berasal dari pengelolaan kotoran ternak. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2012), peningkatan suhu global saat ini dapat berpengaruh terhadap proses fisik dan kimia yang ada di bumi maupun atmosfer yang akan berdampak terhadap perubahan iklim yang telah dirasakan di berbagai wilayah di Indonesia. Kurangnya pengetahuan masyarakat dengan istilah gas rumah kaca dalam perkembangan isu pemanasan global menjadi salah satu penyebab semakin meningkatnya suhu bumi, dikarenakan masyarakat yang kurang mengerti akan dampak dari aktivitas mereka tersebut.

Dalam sektor peternakan, ternak dapat dibagi menjadi ternak ruminansia, ternak non ruminansia, dan unggas. Sapi, kambing, domba, kuda, dan kerbau

termasuk dalam ternak ruminansia, kemudian babi, kelinci dan kuda termasuk dalam golongan ternak non ruminansia. Sedangkan ayam dan itik digolongkan sebagai ternak unggas. Ternak ruminansia dan non ruminansia memiliki perbedaan yang dapat dilihat dari sistem pencernaanya, kebutuhan nutrisi, pakan serta cara memanfaatkan pakan tersebut untuk berproduksi. Di dalam sektor peternakan, permintaan akan produk pangan yang berasal dari ternak akan terus meningkat sehingga emisi gas rumah kaca dari bidang peternakan juga akan terus meningkat (M. Sodik 2013).

Kabupaten Sleman 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. Kabupaten Sleman 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 57.880 ekor. Dan untuk populasi ternak kecil yang terdiri dari kambing, babi, dan domba mencapai 125.378 ekor. Sedangkan untuk populasi ternak unggas mencapai 7.172.824 ekor (Dinas Pertanian Kabupaten Sleman, 2016).

Oleh karena itu, Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah emisi GRK dari sektor peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan yang terdiri dari Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok, Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 serta pengendaliannya. GRK yang perlu mendapat perhatian pada sektor peternakan adalah gas metana (CH_4) dan gas dinitrogen oksida (N_2O). Emisi karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan dianggap nol karena gas karbon dioksida (CO_2) berperan dalam proses fotosintesis tanaman dimana gas karbon dioksida (CO_2) diserap oleh tanaman dan dilepaskan kembali ke atmosfer menjadi oksigen (O_2). Dengan adanya penelitian ini, akan diketahui total beban emisi gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) di Kabupaten Sleman bagian selatan serta tindakan mitigasi dan upaya adaptasi yang dapat dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa potensi emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas fermentasi enterik yang ada di peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 ?
2. Berapa potensi emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas pengelolaan kotoran ternak yang ada di peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 ?
3. Berapa potensi emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung yang dihasilkan dari aktivitas pengelolaan kotoran ternak yang ada di peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 ?
4. Bagaimana tindakan mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca di Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan jumlah potensi emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas fermentasi enterik yang ada di peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016.
2. Mendapatkan jumlah potensi emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas pengelolaan kotoran ternak yang ada di peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016.
3. Mendapatkan jumlah potensi emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung yang dihasilkan dari aktivitas pengelolaan kotoran ternak yang ada di peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016.
4. Mengetahui tindakan mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca di Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait jumlah emisi GRK yang dihasilkan dari sektor peternakan di Kabupaten Sleman bagian selatan (Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok) Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016.
2. Sebagai mahasiswa dapat memberikan informasi terkait tindakan mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari sektor peternakan.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan lingkungan khususnya terhadap pengendalian emisi gas rumah kaca yang ada di Provinsi D.I Yogyakarta.
4. Sebagai mahasiswa dapat mengetahui kondisi beban emisi yang dihasilkan oleh sektor peternakan di Kabupaten Sleman bagian selatan (Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok) Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 dan menambah wawasan serta pengetahuan tentang menginventarisasi emisi GRK sektor peternakan dan juga sebagai sumber informasi dan referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan maka batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengamatan pada emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak yang dihasilkan oleh peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan (Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok) Provinsi D.I Yogyakarta.
2. Pengamatan pada emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung yang dihasilkan dari aktivitas pengelolaan kotoran ternak yang dihasilkan oleh sektor peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan (Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan

Ngemplak, Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok) Provinsi D.I Yogyakarta.

3. Pengamatan emisi gas rumah kaca gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) dilakukan pada jenis hewan ternak kecil (kambing, domba, babi), ternak besar (sapi pedaging, sapi perah, kuda, kerbau) dan ternak unggas (ayam buras, ayam petelur, ayam boiler, itik).
4. Lokasi pengambilan data emisi GRK yaitu di wilayah peternakan Kecamatan Sleman bagian selatan (Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok) Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016.
5. Pengukuran emisi GRK sektor peternakan menggunakan perhitungan rumus IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2006.
6. Emisi GRK dari sektor peternakan dihitung dari emisi gas metana (CH_4) yang berasal dari fermentasi enterik ternak dan pengelolaan kotoran ternak, serta emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak.
7. Penelitian ini menggunakan data wawancara dari narasumber terkait dan Dinas Pertanian Kabupaten Sleman D.I Yogyakarta tahun 2016.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca adalah sejumlah gas yang dapat menimbulkan efek rumah kaca. Jenis yang digolongkan sebagai gas rumah kaca yaitu karbon dioksida (CO_2), dinitrogen oksida (N_2O), metana (CH_4), sulfur HeksafLOURIDA (SF_6), perflorokarbon (PFC), dan hidrofLOUROKARBON (HFC). Sebagian radiasi matahari dalam bentuk gelombang pendek yang diterima permukaan bumi dipancarkan kembali ke atmosfer dalam bentuk radiasi gelombang panjang (radiasi infra merah). Radiasi gelombang panjang yang dipancarkan ini oleh gas rumah kaca yang ada pada lapisan atmosfer bawah, dekat dengan permukaan bumi akan diserap dan menimbulkan efek panas yang dikenal sebagai efek rumah kaca (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Gas rumah kaca juga disebabkan oleh sejumlah gas yang menimbulkan efek rumah kaca yang terdapat di atmosfer bumi. Baik itu gas alami maupun dari kegiatan manusia (antropogenik) yang dapat menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. Gas rumah kaca ini berfungsi seperti kaca yang meneruskan cahaya matahari tetapi menangkap energi panas dari dalamnya (Samiaji, 2009).

Sumber emisi gas rumah kaca dikelompokkan menjadi enam kategori sumber oleh IPCC yang diantaranya adalah energi, proses industri, penggunaan zat pelarut dan produk-produk lainnya, pertanian, tata guna lahan dan kehutanan, dan limbah (IPCC, 2006). Jenis-jenis gas rumah kaca dan nilai potensi pemanasan global dapat dilihat di Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis-jenis Gas Rumah Kaca dan Nilai Potensi Pemanasan Global

Gas Rumah Kaca	Rumus Kimia	Nilai Potensi Pemanasan Global
Karbon dioksida	CO_2	1
Metana	CH_4	23
Dinitrogen oksida	N_2O	296

Sumber: IPCC 2006

2.2 Efek Rumah Kaca

Secara alamiah cahaya matahari (radiasi gelombang pendek) yang menyentuh permukaan bumi akan berubah menjadi panas dan menghangatkan bumi. Sebagian dari panas ini akan dipantulkan kembali oleh permukaan bumi ke angkasa luar sebagai radiasi infra merah gelombang panjang. Sebagian panas sinar matahari yang dipantulkan itu akan diserap oleh gas-gas di atmosfer yang menyelimuti bumi. Peristiwa ini dikenal dengan “Efek Rumah Kaca” karena peristiwanya sama dengan rumah kaca, dimana panas yang masuk akan terperangkap di dalamnya, tidak dapat menembus ke luar kaca, sehingga dapat menghangatkan seisi rumah kaca tersebut (Samiaji, 2009).

Efek yang ditimbulkan oleh molekul-molekul gas rumah kaca dilapisan troposfir dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global. Pemanasan global yang terjadi dapat menyebabkan mencairnya es dari kutub utara maupun kutub selatan. Dengan demikian akan terjadi peningkatan volume air laut yang berdampak pada meningkatnya permukaan air laut tersebut. Pemanasan global juga menyebabkan intensifnya penguapan dari permukaan bumi sehingga suhu lingkungan menjadi lebih tinggi sehingga gas-gas yang mempunyai efek rumah kaca harus dapat ditekan melalui upaya mitigasi (Amlius Thalib, 2011).

2.3 Dampak Rumah Kaca

Peningkatan efek gas rumah kaca berdampak pada perubahan iklim yang sangat ekstrem di bumi. Hal ini dapat mengakibatkan dampak nyata seperti terganggunya ekosistem, sehingga mengurangi kemampuannya untuk menyerap karbon dioksida di atmosfer dan mencairnya gunung-gunung es di daerah kutub utara yang dapat menimbulkan naiknya permukaan air laut (N.C.Ahmad El Zein, 2015).

Pertambahan 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. Pemanasan global yang terjadi 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 (Samiaji, 2009).

2.4 Pedoman IPCC untuk Inventarisasi Gas Rumah Kaca

IPCC adalah internasional terkemuka untuk penilaian perubahan iklim yang tersusun dari 195 anggota negara yang ada di dunia, serta ribuan ilmuwan pakar internasional yang secara sukarela menganalisis perubahan iklim di bumi dan menyarankan tindakan penanggulangan. IPCC merupakan pedoman yang digunakan untuk menyusun inventarisasi gas rumah kaca. Selain itu juga dilengkapi dengan dua pedoman lainnya yaitu IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories yang diterima IPCC tahun 2000 dan the Good Practice Guidance on Land Use, Land-Use Change and Forestry (GPG for LULUCF) yang diterima IPCC tahun 2003 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

IPCC (2006) menyediakan metodologi untuk estimasi perhitungan emisi gas rumah kaca, terdiri dari lima jilid. 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 (IPCC, 2006).

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.

Berdasarkan IPCC (2006), ketelitian penghitungan emisi gas rumah kaca dikelompokkan dalam 3 tingkat ketelitian. Dalam kegiatan inventarisasi gas rumah kaca, tingkat ketelitian perhitungan dikenal dengan istilah “Tier”. Tingkat

ketelitian perhitungan terkait dengan data dan metode perhitungan yang digunakan sebagaimana dijelaskan berikut ini:

a) Tier-1

Estimasi berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi default IPCC. Tier 1 seringkali ada sumber data aktivitas yang tersedia secara global (misalnya, laju deforestasi, statistik produksi pertanian, peta tutupan lahan global, pemakaian pupuk, data populasi ternak, dan lain-lain), meskipun biasanya data kasar.

b) Tier-2

Estimasi berdasarkan data aktifitas yang lebih akurat dan faktor emisi default IPCC atau faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (country specific/plant specific). Data aktivitas yang digunakan dalam Tier-2 lebih terperinci sesuai dengan besaran-besaran yang ditetapkan untuk daerah tertentu dan kategori penggunaan lahan sumber emisi yang lebih rinci (misalnya berbagai sumber N seperti pupuk anorganik, pupuk organik, sisa tanaman, mineralisasi N dan tanah organik) atau untuk populasi ternak sudah menggunakan sub kategori khusus berdasarkan umur, pemberian pakan, pengelolaan limbah. Misalnya, berdasarkan umur sapi dibedakan atas sapi anakan, muda, dan dewasa, berdasarkan pemberian pakan, yang dikandangkan dengan pakan kandungan biji-bijian tinggi atau dilepas di padang rumput.

c) Tier-3

Estimasi berdasarkan metoda spesifik suatu negara dengan data aktifitas yang lebih akurat (pengukuran langsung) dan faktor emisi spesifik suatu negara atau suatu pabrik (country specific/plant specific). Pengelompokan lebih rinci tentang populasi ternak menurut hewan, usia, berat badan, dan lain-lain dapat digunakan. Model-model pada Tier-3 ini harus menjalani pemeriksaan kualitas, audit, dan validasi dan didokumentasikan.

Penentuan Tier dalam inventarisasi GRK sangat ditentukan oleh ketersediaan data dan tingkat kemajuan suatu negara atau pabrik dalam hal penelitian untuk menyusun metodologi atau menentukan faktor emisi yang spesifik dan berlaku bagi negara atau pabrik tersebut. Sumber emisi sektor pada

inventarisasi GRK menggunakan Tier-1 yaitu berdasarkan data aktifitas dan faktor emisi default IPCC (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Secara umum, penggunaan Tier yang lebih tinggi meningkatkan akurasi dan mengurangi ketidakpastian, tetapi kompleksitas dan sumber daya yang diperlukan untuk melakukan inventarisasi juga meningkat untuk Tier yang lebih tinggi. Jika diperlukan, kombinasi dari Tier dapat digunakan, misalnya Tier-2 dapat digunakan untuk biomassa dan Tier-1 untuk karbon tanah (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

2.5 Emisi Gas Rumah Kaca dari Sektor Peternakan

Peternakan adalah salah satu sektor yang berkontribusi dalam peningkatan suhu global yang berasal dari kotoran dan ekstraksi hewan. Sektor peternakan menyumbang gas karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), dan amonia yang dapat menimbulkan hujan asam akibat campur tangan manusia. Emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan dihitung dari emisi gas metana (CH_4) yang berasal dari fermentasi enterik ternak dan gas dinitrogen oksida (N_2O) yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak. (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

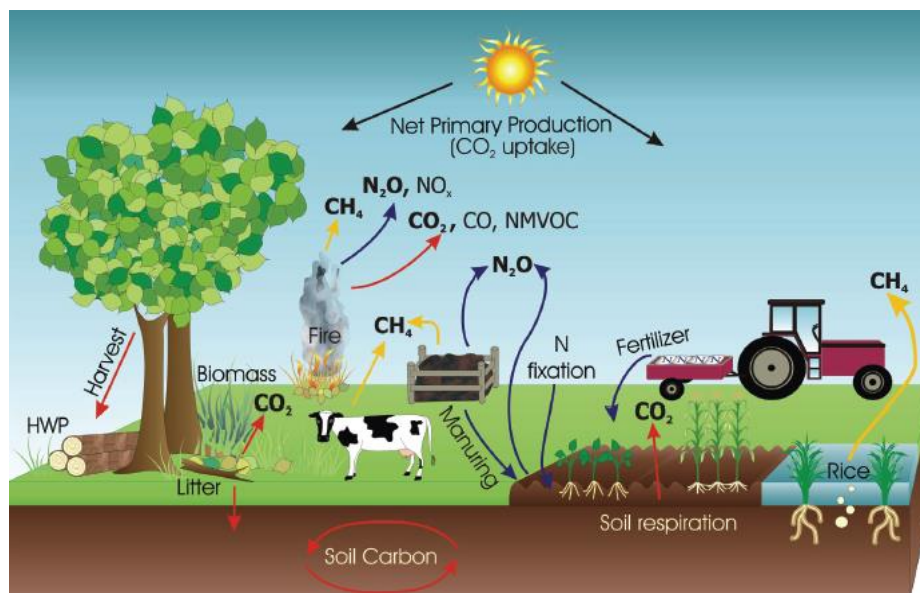
Dalam IPCC (2006), sektor peternakan masuk ke dalam sektor *AFOLU* (*Agriculture, Forest and Other Land Use systems*). Dalam sektor *AFOLU* ada banyak proses yang menyebabkan emisi dan penyerapan gas rumah kaca yang tersebar luas di luar angkasa salah satunya bersumber dari sektor peternakan (IPCC, 2006).

Sumber utama emisi gas rumah kaca di sektor *AFOLU* dan proses perpindahannya di ekosistem dapat dilihat pada Gambar 2.1. Emisi gas non-karbon dioksida (CO_2) yang menjadi fokus untuk sektor *AFOLU* (*Agriculture, Forest and Other Land Use systems*) adalah gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

sumber utama emisi gas rumah kaca dari sektor peternakan adalah gas metana (CH_4) dan gas dinitrogen oksida (N_2O). Emisi gas metana (CH_4) berasal dari fermentasi enterik ternak dan pengelolaan kotoran ternak, sedangkan emisi

gas dinitrogen oksida (N_2O) secara langsung maupun tidak langsung hanya berasal dari pengelolaan kotoran ternak (Moss dkk, 2000).

Dalam penelitian ini, tidak menghitung jumlah emisi gas karbon dioksida (CO_2). hal ini dikarenakan emisi gas karbon dioksida (CO_2) dianggap nol karena gas karbon dioksida (CO_2) berperan dalam proses fotosintesis tanaman dimana gas karbon dioksida (CO_2) diserap oleh tanaman dan dilepaskan kembali ke atmosfer menjadi O_2 melalui respirasi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).



Gambar 2.1 Sumber Utama Emisi Gas Rumah Kaca di Sektor AFOLU

Sumber: IPCC, 2006

2.5.1 Fermentasi Enterik

Fermentasi enterik adalah proses dari bagian pencernaan ternak yang menghasilkan gas metana (CH_4). Ternak yang menghasilkan gas metana (CH_4) adalah ternak ruminansia seperti sapi, domba, dan hewan herbivora lainnya. Ternak ruminansia ini menghasilkan gas metana (CH_4) lebih tinggi dibandingkan ternak non ruminansia seperti kuda, kelinci dan babi. Selain itu, sistem pengelolaan kotoran ternak juga dapat menghasilkan gas metana (CH_4) dan gas dinitrogen oksida (N_2O). Gas metana (CH_4) yang dihasilkan ini berasal dari karbohidrat yang dipecah menjadi molekul sederhana oleh mikroorganisme yang

kemudian diserap ke dalam aliran darah. Metode yang digunakan untuk memperkirakan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) yang dihasilkan dari peternakan memerlukan informasi sub kategori ternak dan populasi tahunan. Populasi ternak dan faktor emisi fermentasi enterik berbagai jenis ternak merupakan data aktivitas yang diperlukan untuk Tier-1 (IPCC, 2006).

Jumlah gas metana (CH₄) yang dihasilkan dalam fermentasi enterik berkorelasi positif dengan jenis saluran pencernaan, umur, berat hewan, dan kualitas dan kuantitas asupan makanan. Metode untuk mengetahui beban emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik memerlukan beberapa data tentang subkategori ternak, populasi tahunan, dan untuk ketelitian lebih tinggi, konsumsi pakan ternak dan karakterisasi ternak. Data aktivitas yang diperlukan untuk Tier-1 adalah populasi ternak dan faktor emisi metana dari fermentasi enterik untuk berbagai jenis ternak (Tabel 2.2) (IPCC, 2006).

Tabel 2.2 Faktor Emisi Gas Metana (CH₄) dari Fermentasi Enterik

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Gas Metana (CH ₄) (kg/ekor/tahun)
1	Sapi Pedaging	47
2	Sapi Perah	61
3	Kerbau	55
4	Domba	5
5	Kambing	5
6	Babi	1
7	Kuda	18

Sumber: IPCC 2006

2.5.2 Pengelolaan Kotoran Ternak

Kotoran ternak padat maupun cair memiliki potensi menghasilkan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) selama proses penyimpanan, pengolahan, dan penumpukan. Kotoran ternak yang dapat mempengaruhi jumlah emisi gas rumah kaca adalah bagian kotoran didekomposisi secara anorganik dan jumlah kotoran yang dihasilkan.

Perbedaan pakan pada ternak juga mempengaruhi kotoran yang dihasilkan, seperti pakan ternak berbasis jagung memproduksi lebih sedikit emisi metana

dibandingkan dengan rumput yang berstruktur kasar dan kayak serat di dalam lambung akan lebih banyak memproduksi gas metana (CH₄). Hal ini dikarenakan jenis pakan ternak yang berbasis jagung relatif kaya pati sehingga diolah secara berbeda diperut. Perkiraan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) dari pengelolaan kotoran ternak dihitung menggunakan IPCC 2006.

Faktor emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dapat dilihat pada Tabel 2.2. Metode untuk memperkirakan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) diperlukan faktor emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak. Faktor emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dapat dilihat pada Tabel 2.3. Beberapa data aktivitas seperti subkategori ternak, populasi tahunan, dan untuk ketelitian lebih tinggi, konsumsi pakan ternak dan karakterisasi ternak juga dibutuhkan dalam perkiraan gas rumah kaca (IPCC, 2006).

Tabel 2.3 Faktor Emisi Metana (CH₄) dari Pengelolaan Kotoran Ternak

No	Jenis Ternak	Faktor Emisi Metana (CH ₄) (kg/ekor/tahun)
1	Sapi Pedaging	1,0
2	Sapi Perah	31,0
3	Kerbau	2,0
4	Domba	0,20
5	Kambing	0,22
6	Babi	7,0
7	Kuda	2,19
8	Ayam Buras	0,02
9	Ayam Boiler	0,02
10	Ayam Petelur	0,02
11	Bebek	0,02

Sumber: IPCC 2006

2.6 Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak di Indonesia

Sistem pengelolaan kotoran ternak ruminansia dan non-ruminansia di Indonesia terdiri dari pengelolaan padang rumput (*pasture management*), tumpuk kering (*dry lot*), dan sistem tebar harian (*daily spread system*). Sedangkan sistem

pengelolaan kotoran untuk unggas terdiri dari sistem tadah (*litter system*) untuk ayam pedaging (boiler), serta tanpa penadahan (*without litter system*) untuk ayam buras, ayam petelur, dan bebek atau itik (IPCC, 2006). Faktor emisi untuk emisi langsung dan tidak langsung gas dinitrogen oksida (N₂O) dari pengelolaan ternak sebagaimana disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor Emisi Untuk Menghitung Emisi Langsung dan Tidak Langsung Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) dari Pengelolaan Kotoran Ternak di Indonesia (IPCC 2006)

No	Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Faktor emisi metana (CH ₄) (kg/ekor/tahun)	Faktor emisi untuk emisi gas dinitrogen oksida (N ₂ O) dari penguapan N
1	Padang Rumput	-	-
2	Tebar Harian	0	0,01
3	Tumpuk Kering	0,02	0,01
4	Unggas dengan penadahan	0,01	0,01
5	Unggas tanpa penadahan	0,01	0,01

Sumber: Pedoman AFOLU

2.7 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Sleman adalah salah satu Kabupaten yang berada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Wilayah Kabupaten Sleman terbentang mulai 11013'00" Bujur Timur, dan mulai 7°34'51" sampai dengan 7 °47'03" Lintang Selatan, dengan ketinggian antara 100 - 2500 meter di atas permukaan air laut. Secara administratif, Kabupaten Sleman terdiri dari 17 Kecamatan, 86 desa, dan 1212 padukuhan. Jarak terjauh Utara-Selatan kira-kira 32 km, kemudian dari Timur-Barat kira-kira 35 km. Kabupaten Sleman terbagi menjadi 4 bagian yaitu:

- a. Bagian Utara : Berbatasan dengan Boyolali, Provinsi Jawa Tengah
- b. Bagian Timur : Berbatasan dengan Klaten, Provinsi Jawa Tengah

- c. Bagian Selatan : Berbatasan dengan Kabupaten Bantul dan Kota Yogyakarta, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta
- d. Bagian Barat : Berbatasan dengan Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah

Pembagian wilayah administratif Kabupaten Sleman dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2.5 Deskripsi Administrasi dan Luas Wilayah Kabupaten Sleman

No	Kecamatan	Luas (km ²)	Desa	Padukuhan
1	Moyudan	27,62	4	65
2	Minggir	27,27	5	133
3	Sayegan	26,63	5	200
4	Godean	26,84	7	77
5	Gamping	29,25	5	59
6	Mlati	38,52	5	274
7	Depok	35,55	3	58
8	Berbah	22,99	4	58
9	Prambanan	41,35	6	68
10	Kalasan	35,84	4	80
11	Ngemplak	35,71	5	82
12	Ngaglik	38,52	6	87
13	Sleman	31,32	5	83
14	Tempel	32,49	8	98
15	Turi	43,09	4	54
16	Pakem	43,04	5	61
17	Cangkringan	47,99	5	73
Jumlah/Total		584,02	86	16120

Sumber: Kabupaten Sleman Dalam Angka, BPS 2016

Berdasarkan data BPS Tahun 2016 Kabupaten Sleman terbagi menjadi 4 wilayah, yaitu:

1. Kawasan lereng Gunung Merapi (utara), dimulai dari jalan yang menghubungkan kota Tempel, Turi, Pakem dan Cangkringan (ringbelt) sampai dengan puncak gunung Merapi.
2. Kawasan Timur yang meliputi Kecamatan Prambanan, sebagian Kecamatan Kalasan dan Kecamatan Berbah.
3. Wilayah Selatan yaitu wilayah aglomerasi Kota Yogyakarta yang meliputi Kecamatan Ngaglik, Sleman, Ngemplak, Depok, Mlati dan Gamping.
4. Wilayah Barat meliputi Kecamatan Godean, Minggir, Seyegan dan Moyudan.

2.7.1 Kecamatan Gamping

Gamping adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan ini menjadi kawasan penyangga pengembangan Kota Yogyakarta ke arah barat. Pusat Kecamatan ini berada di Dusun Patukan, Kelurahan Ambarketawang. Secara topografi, Kecamatan Gamping memiliki luas wilayah 29.25 km² dan berada pada daerah yang relatif datar kecuali di sebagian wilayah selatan Desa Balecatur dan Ambarketawang yang berupa pegunungan. Kecamatan ini terdiri dari 5 desa, yaitu Desa Balecatur, Desa Ambarketawang, Desa Banyuraden, Desa Nogotirtro, dan Desa Trihanggo. Secara administratif, Kecamatan Gamping terbagi menjadi 59 padukuhan, 188 Rukun Warga (RW), dan 553 Rukun Tetangga (RT). Jumlah penduduk yang mendiami kecamatan ini sebesar 91.743 jiwa (BPS Kabupaten Sleman 2016).

Batas-batas wilayah Kecamatan Gamping adalah sebagai berikut:

- Utara : Kecamatan Mlati, Kecamatan Godean
- Timur : Kabupaten Bantul
- Selatan : Kabupaten Bantul
- Barat : Kabupaten Bantul

2.7.2 Kecamatan Mlati

Mlati adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan Mlati berada di sebelah Selatan dari Ibukota Kabupaten Sleman. Secara topografi, kecamatan ini memiliki luas 38.52 km² yang berada di dataran rendah dengan keadaan tanah yang relatif datar. Kecamatan ini juga menjadi daerah yang berkembang dengan adanya fasilitas pendidikan perguruan tinggi, usaha perdagangan dan jasa, olahraga dan rekreasi, perumahan, dan pasar tradisional. Kecamatan mlati terdiri dari 5 desa, yaitu Tirtoadi, Sumberadi, Tlogoadi, Sendangadi, dan Sinduadi. Secara administratif, Kecamatan Mlati terbagi menjadi 74 padukuhan, 203 Rukun Warga (RW), dan 554 Rukun Tetangga (RT). Jumlah penduduk yang mendiami kecamatan ini sebesar 95.134 jiwa (BPS Kabupaten Sleman 2016).

Batas-batas wilayah Kecamatan Mlati adalah sebagai berikut:

- Utara : Kecamatan Sleman
- Timur : Kecamatan Depok, Kecamatan Ngaglik
- Selatan : Kecamatan Godean, Kecamatan Gamping
- Barat : Kecamatan Seyegan

2.7.3 Kecamatan Sleman

Sleman adalah sebuah Kecamatan di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan Sleman memiliki luas wilayah 31,32 km², dan terbagi menjadi 5 desa, yaitu Desa Caturharjo, Desa Triharjo, Desa Tridadi, Desa Pandwoharjo, dan Desa Trimulyo. Secara administratif, kecamatan ini terdiri dari 83 padukuhan, 209 Rukun Warga (RW), dan 489 Rukun Tetangga. Jumlah penduduk yang mendiami kecamatan ini sebesar 67.389 jiwa (BPS Kabupaten Sleman , 2016).

Batas-batas wilayah Kecamatan Sleman adalah sebagai berikut:

- Utara : Kecamatan Turi
- Timur : Kecamatan Ngaglik
- Selatan : Kecamatan Tempel
- Barat : Kecamatan Sleman

2.7.4 Kecamatan Ngemplak

Ngemplak adalah sebuah kecamatan yang berada di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan Ngemplak memiliki luas wilayah 35.71 km² dan terbagi menjadi 5 desa, yaitu Desa Wedomartani, Desa Umbulmartani, Desa Widodomartani, Desa Bimomartani, dan Desa Sindumartani. Secara administratif, kecamatan ini terdiri dari 82 padukuhan, 191 Rukun Warga (RW), 459 Rukun Tetangga (RT). Jumlah penduduk yang mendiami kecamatan ini sebesar 60.096 jiwa. (BPS Kabupaten Sleman , 2016).

Batas-batas wilayah Kecamatan Ngemplak adalah sebagai berikut:

- Utara : Kecamatan Pakem, Kecamatan Cangkringan
- Timur : Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah
- Selatan : Kecamatan Kalasan
- Barat : Kecamatan Ngaglik

2.7.5 Kecamatan Ngaglik

Ngaglik merupakan sebuah Kecamatan di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara topografi, Kecamatan Ngaglik memiliki luas wilayah 38.52 km², terletak di lereng terbawah bagian selatan Gunung Merapi, dan struktur wilayahnya miring dengan dataran rendah di bagian selatan. Pusat pemerintahan Kecamatan Ngaglik berada di Jalan Kaliurang Km.9, Gondangan, Desa Sardonoarjo. Kecamatan Ngaglik terbagi menjadi 6 desa, yaitu Desa Sariharjo, Desa Sinduharjo, Desa Minomartani, Desa Sukoharjo, Desa Sardonoarjo, dan Desa Donoharjo. Secara administratif, kecamatan ini terdiri dari 87 padukuhan, 214 Rukun Warga (RW), dan 570 Rukun Tetangga (RT). Jumlah penduduk yang mendiami kecamatan ini sebesar 95.179 jiwa (BPS Kabupaten Sleman , 2016).

Batas-batas wilayah Kecamatan Ngaglik adalah sebagai berikut:

- Utara : Kecamatan Pakem
- Timur : Kecamatan Ngemplak
- Selatan : Kecamatan Depok
- Barat : Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman

2.7.6 Kecamatan Depok

Depok adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan Depok berada di kawasan utara aglomerasi Kota Yogyakarta dengan keberadaan kawasan pemukiman baru dan berbagai perguruan tinggi sehingga menjadi kecamatan yang mengalami pertumbuhan paling pesat di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan Depok memiliki luas wilayah 35.55 km² dan terbagi menjadi 3 desa, yaitu Desa Caturtunggal, Desa Condongcatur, dan Desa Maguwoharjo. Secara administratif, kecamatan ini terdiri dari 58 padukuhan, 228 Rukun Warga (RW), 704 Rukun Tetangga (RT). Jumlah penduduk yang mendiami kecamatan ini sebesar 123.152 jiwa (BPS Kabupaten Sleman 2016).

Batas-batas wilayah Kecamatan Depok adalah sebagai berikut :

- Utara : Kecamatan Ngaglik, Kecamatan Ngemplak
- Timur : Kabupaten Depok, Kecamatan Ngemplak
- Selatan : Kecamatan Gondokusuman, Kecamatan Berbah
- Barat : Kecamatan Mlati, Kecamatan Ngaglik

2.8 Emisi Gas Metana (CH₄) di Sektor Peternakan

Gas metana (CH₄) merupakan GRK yang diemisi pada sektor peternakan, terutama dari ternak ruminansia, yakni sebagai hasil kerja bakteri metanogenik dalam rumen. Gas metana (CH₄) mempunyai pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan gas karbon dioksida (CO₂) terhadap pemanasan global, karena daya menangkap panas gas metana adalah 25 kali gas karbon dioksida (CO₂) (Vlaming, 2008 dalam Thalib, 2009).

Hal ini dapat dijelaskan dengan berbagai mekanisme, antara lain berdasarkan interaksi IR dengan suatu molekul (Peters et al., 1974 dalam Thalib, 2009) bahwa absorpsi IR oleh gas metana (CH₄) menimbulkan vibrasi stretching C-H dengan intensitas kuat pada bilangan gelombang sekitar 2850-3000 cm⁻¹, sedangkan absorpsi IR oleh CO₂ menimbulkan vibrasi stretching C=O dengan intensitas kuat terjadi pada bilangan gelombang yang lebih rendah (1650-1850

cm^{-1}); sehingga dengan demikian metana (CH_4) menyerap tingkat energi yang lebih tinggi daripada yang diserap karbon dioksida (CO_2), dan begitupun sebaliknya pada saat reemisi energi terserap dalam masing-masing gas tersebut, maka nilai energi yang direemisi oleh gas metana (CH_4) lebih tinggi daripada yang direemisi oleh karbon dioksida (CO_2). Pada metana (CH_4), selain terjadi vibrasi stretching C-H juga diikuti oleh vibrasi bending C-H dengan intensitas sedang sampai kuat pada bilangan gelombang 1350 – 1480 cm^{-1} (Thalib 2009).

Pada ternak ruminansia yaitu sapi, kerbau, domba dan kambing, senyawa-senyawa organik bahan pakan difermentasi oleh mikroba rumen menghasilkan asam-asam lemak mudah terbang (volatile fatty acids), karbon dioksida (CO_2), hidrogen (H_2) dan massa mikroba (Thalib, 2009)

Menurut Blaxter, (1962) dalam Pérez-Barbería, (2017), metana adalah produk akhir dari fermentasi mikroba dari makanan yang masuk ke dalam rumen atau usus mamalia herbivora, terutama ternak ruminansia, dan telah diperkirakan oleh penelitian yang dilakukan Stocker et al., 2013 bahwa sepertiga emisi metana di seluruh dunia berasal dari fermentasi enterik ruminansia. Crutzen dan rekan kerjanya menetapkan faktor emisi metana 55 kg/tahun untuk ternak yang tinggal di negara maju dan 35 kg/tahun di negara-negara berkembang.

2.9 Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) di Sektor Peternakan

menurut Cicerone (1989), gas dinitrogen oksida (N_2O) mempunyai waktu tinggal di atmosfer yang lama, mencapai 150 tahun dan lebih stabil serta potensi pemanasan rumah kaca 300 kali lebih besar dibandingkan dengan gas karbon dioksida (CO_2). Gas dinitrogen oksida (N_2O) merupakan senyawa alami dan keberadaannya di atmosfer mempunyai dua peranan, yaitu sebagai gas rumah kaca, dan penipisan lapisan ozon stratosfer. Gas dinitrogen oksida (N_2O) mampu menyerap radiasi gelombang panjang infra merah di atmosfer. Emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu lingkungan (iklim, kandungan C organik, tekstur tanah, drainase dan pH tanah), pengelolaan lahan (aplikasi pemupukan N dan jenis tanaman), dan faktor yang berhubungan

dengan pengukuran emisi (lamanya waktu pengambilan sampel dan frekuensinya) (Franz Weiss dan Adrian Leip, 2010).

Emisi dinitrogen oksida (N_2O) dari sistem manajemen kotoran ternak sangat berbeda antara tipe penggunaan sistem manajemen dan emisi tidak langsung dari bentuk nitrogen lain yang hilang dari sistem. Pendugaan produksi dinitrogen oksida (N_2O), baik langsung maupun tidak langsung, adalah dengan melihat penyimpanan maupun perlakuan yang dilakukan terhadap kotoran ternak. Emisi dinitrogen oksida secara langsung terjadi melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi nitrogen yang terkandung dalam kotoran ternak. Besarnya emisi dinitrogen oksida dari kotoran ternak selama penyimpanan dan perlakuan tergantung dari kandungan nitrogen dan karbon dalam kotoran ternak serta lamanya proses itu terjadi (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010).

Emisi dinitrogen oksida (N_2O) secara tidak langsung dihasilkan dari nitrogen volatile hilang yang terjadi dari bentuk amonia dan NO_x . Fraksi dari ekskresi nitrogen organik memberikan proses mineralisasi terhadap nitrogen amonia selama pengoleksian dan penyimpanan kotoran ternak tergantung dari waktu dan rata-rata derajat temperatur (IPCC Report, 2006). Besar emisi dinitrogen oksida (N_2O) secara langsung dari manajemen ternak di Indonesia lebih besar dibandingkan emisi secara tidak langsung, dengan ternak sapi potong sebagai penghasil emisi tertinggi (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010).

2.9.1 Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) Langsung

Emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung (*direct*) terjadi melalui gabungan nitrifikasi dan denitrifikasi nitrogen yang terkandung di dalam kotoran ternak. Emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) dari kotoran ternak yang ditimbulkan selama penyimpanan dan perlakuan kotoran ternak bergantung pada kandungan nitrogen dan karbon yang terkandung dalam kotoran itu sendiri, berapa lama waktu penyimpanan, dan tipe pengelolaan kotoran yang dilakukan. Nitrifikasi (proses oksidasi nitrogen amonia menjadi nitrat nitrogen) merupakan prasyarat penting untuk emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) yang berasal dari kotoran hewan yang disimpan. Nitrifikasi cenderung terjadi pada kotoran yang tersimpan asalkan

terdapat persediaan oksigen yang cukup. Nitrifikasi tidak terjadi pada kondisi anaerob. Denitrifikasi alami (proses anaerob) adalah proses dimana nitrit dan nitrat ditransformasikan ke dinitrogen oksida (N_2O) dan N_2 . Terdapat kesepakatan umum dalam literatur ilmiah bahwa rasio dinitrogen oksida (N_2O) terhadap N_2 meningkat seiring dengan meningkatnya keasaman, konsentrasi nitrat, dan penurunan kelembaban. Singkatnya, produksi dan emisi dinitrogen oksida (N_2O) dari pengelolaan kotoran memerlukan adanya nitrit atau nitrat dalam lingkungan anaerobik yang didahului oleh kondisi aerobik yang diperlukan untuk pembentukan nitrogen yang teroksidasi ini (IPCC, 2006).

2.9.2 Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) Tidak Langsung

Emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) secara tidak langsung dihasilkan dari nitrogen *volatile* hilang yang terjadi dari bentuk amonia dan NO_x . Fraksi dari ekskresi nitrogen organik memberikan proses mineralisasi terhadap nitrogen amonia selama pengumpulan dan penyimpanan kotoran ternak tergantung dari waktu dan rata-rata derajat temperatur. Besar emisi dinitrogen oksida secara langsung dari manajemen ternak di Indonesia lebih besar dibandingkan emisi secara tidak langsung, dengan ternak sapi pedaging sebagai penghasil emisi tertinggi. *Nitrogen losses* dimulai pada titik ekskresi di peternakan dan area produksi hewan lainnya (misalnya tempat pemerahan susu) dan berlanjut pada saat proses pengelolaan kotoran ternak. Nitrogen juga hilang melalui limpasan dan pencucian tanah pada sistem pengelolaan kotoran ternak disimpan padatan di daerah luar, di tempat pemberian makanan, dan di tempat hewan digembalakan (IPCC, 2006).

2.10 Metode Perhitungan IPCC

Pada IPCC 2006 terdapat 3 metode perhitungan atau Tier berdasarkan tingkat ketelitian untuk menghitung beban emisi GRK yang dihasilkan dari sektor peternakan. Semakin tinggi Tier yang digunakan, maka akan semakin akurat hasil perhitungan beban emisi gas rumah kaca yang dilakukan. Tier pada dibagi menjadi 3 tingkat ketelitian yaitu Tier-1, Tier-2, dan Tier-3 (IPCC, 2006).

1. Tier-1

Tier-1 menggunakan ternak muda sebagai standar semua ternak. Persamaan dan nilai-nilai parameter default seperti faktor emisi dan perubahan karbon telah disediakan dan dapat digunakan. Selain itu, Tier-1 digunakan sebagai perhitungan sederhana yang membutuhkan data aktivitas berupa populasi ternak (IPCC, 2006).

2. Tier-2

Tier-2 menggunakan perubahan simpanan dan faktor-faktor emisi yang lebih spesifik disuatu negara atau wilayah tertentu. Faktor-faktor emisi yang digunakan lebih spesifik karna menyesuaikan dengan iklim wilayah dan kategori ternak tersebut. Data aktifitas yang digunakan lebih lengkap sesuai dengan besaran-besaran yang ditetapkan untuk populasi ternak yang menggunakan subkategori berdasarkan pengelolaan kotoran, umur, dan pemberian pakan (IPCC, 2006).

3. Tier-3

Tier-3 menggunakan perhitungan inventarisasi yang diulangi dari waktu ke waktu dengan menggunakan data aktifitas yang memiliki resolusi tinggi dan dikelompokkan pada subnasional. Hasil perhitungan menggunakan Tier-3 harus dilakukan validasi, audit, pemeriksaan kualitas dan harus didokumentasikan. Pada umumnya, Tier-3 digunakan untuk mengatasi keadaan nasional, dengan tingkat keakuratan yang lebih tinggi dibanding Tier-1 dan Tier-2. Data populasi ternak yang digunakan lebih detail berdasarkan spesies, usia, produksi susu dan berat badan (IPCC, 2006).

Berdasarkan data yang diperoleh, penelitian ini menggunakan Tier-1 dengan petunjuk dan data-data default perhitungan IPCC (2006). Penggunaan Tier dalam perhitungan beban emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari sektor peternakan ditentukan dari data yang diperoleh dari narasumber dan data-data penunjang dari instansi-instansi terkait.

2.11 Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

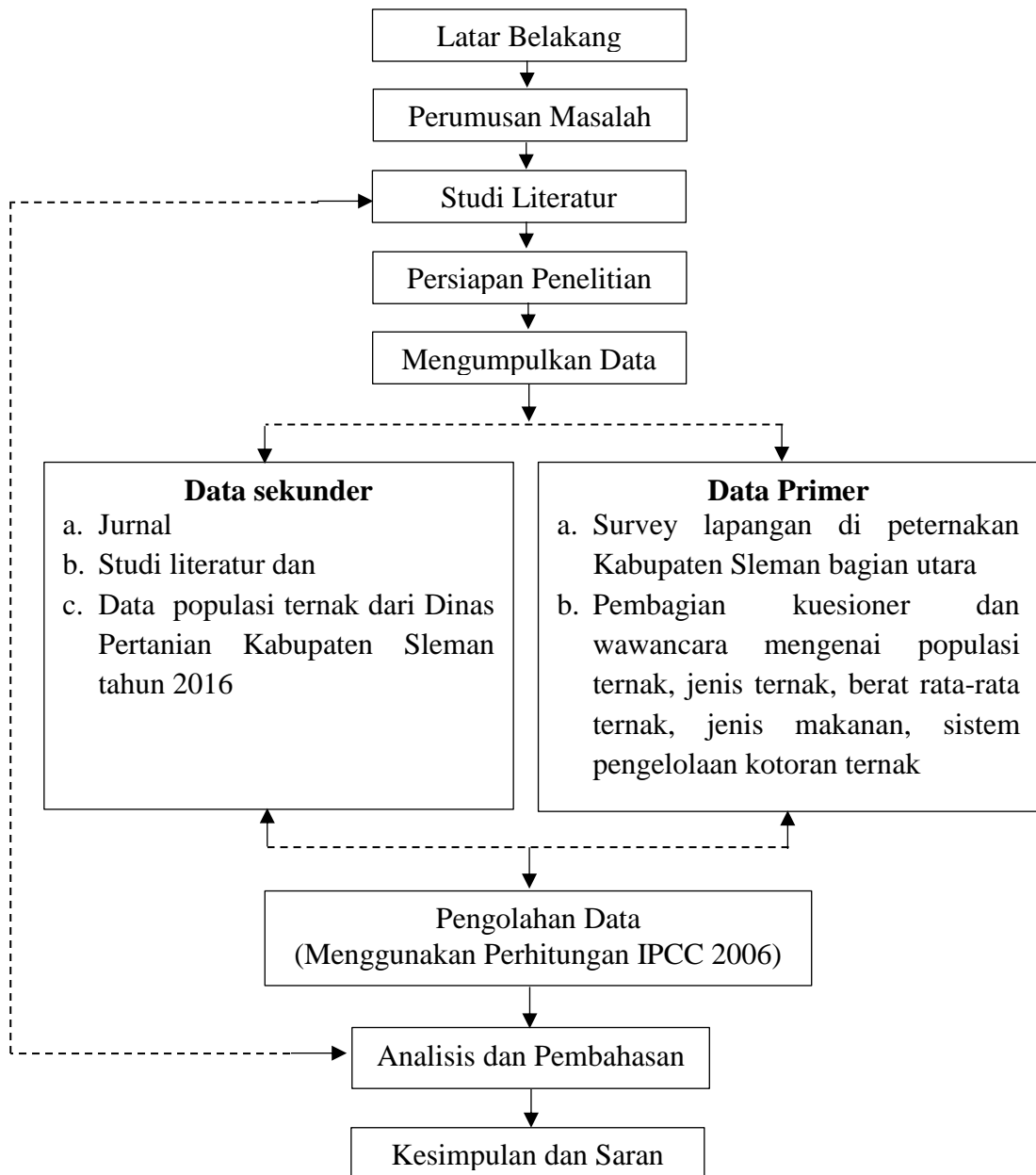
Pemanasan global dan perubahan iklim adalah sebuah fenomena meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akibat berbagai aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar fosil, perubahan tata guna lahan dan hutan, serta kegiatan pertanian dan peternakan. Salah satu penyumbang terbesar gas rumah kaca adalah sektor peternakan. Dampak perubahan iklim yang terjadi dapat menyebabkan bencana, timbulnya penyakit, serta naiknya curah hujan dan temperatur suhu bumi yang dapat mempengaruhi produktivitas ternak. Untuk mengendalikan dampak perubahan iklim dikembangkan program yang mendorong peningkatan kapasitas mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Mitigasi perubahan iklim adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan dalam upaya menurunkan tingkat emisi gas rumah kaca sebagai bentuk upaya penanggulangan dampak perubahan iklim. Sedangkan Adaptasi perubahan iklim adalah upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kemampuan dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan iklim, termasuk keragaman iklim dan kejadian iklim ekstrim sehingga potensi kerusakan akibat perubahan iklim berkurang, peluang yang ditimbulkan oleh perubahan iklim dapat dimanfaatkan, dan konsekuensi yang timbul akibat perubahan iklim dapat diatasi (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2012).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat diagram alir penelitian yang secara sistematis diuraikan pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di wilayah Kabupaten Sleman bagian selatan yang terdiri dari Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik, dan Kecamatan Depok Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016. Kecamatan-kecamatan yang terdapat di Kabupaten Sleman bagian selatan ini berada di dataran rendah yang subur dan beriklim tropis. Jumlah desa dan luas wilayah di kecamatan yang berada di wilayah Kabupaten Sleman bagian selatan ditampilkan dalam tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Jumlah Desa dan Luas Wilayah Kecamatan di Kabupaten Sleman Bagian Selatan

No	Kecamatan	Jumlah Desa	Luas Wilayah
1	Gamping	5	29,25 km ²
2	Mlati	5	38,52 km ²
3	Sleman	5	31,32 km ²
4	Ngemplak	5	35,71 km ²
5	Ngaglik	6	38,52 km ²
6	Depok	3	35,55 km ²

Sumber: Kabupaten Sleman Dalam Angka, BPS 2016

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari hasil wawancara, pengamatan fisik langsung di lapangan dan data kuesioner. Sedangkan data sekunder merupakan data yang mendukung data primer yang diambil dari jurnal, studi literatur, buku yang berhubungan dengan penelitian, dan data dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman.

Data primer berupa pengamatan fisik di lapangan ditampilkan dalam Tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3.2 Aktivitas Sumber Emisi (Data Primer)

No	Sumber Data Masing-Masing Aktivitas (Data Primer)		
	Aktivitas Sumber Emisi	Jenis Data	Sumber Data
1	Fermentasi Enterik	-	-
2	Pengelolaan Kotoran	Jenis makanan, berat rata-rata ternak, dan pengelolaan kotoran ternak	Kuesioner dan Wawancara

Data kuesioner yang digunakan yaitu beberapa pertanyaan yang akan diberikan kepada peternak seperti data identitas peternak, kemudian jenis ternak yang dibudidayakan, populasi ternak, berat rata-rata ternak, jenis makanan yang diberikan serta pengelolaan kotoran ternak yang dihasilkan.

Dalam menentukan jumlah sampel kuesioner digunakan metode Slovin dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \dots\dots\dots 3.1$$

Dimana,

n = Jumlah sampel

N = Jumlah populasi yaitu jumlah total peternak pada wilayah penelitian (data Dinas Pertanian Kabupaten Sleman tahun 2016)

e = Batas toleransi kesalahan (*error tolerance*) yaitu 15%

Data sekunder adalah data yang mendukung data primer yang ditampilkan pada Tabel 3.3:

Tabel 3.3 Aktivitas Sumber Emisi (Data Sekunder)

No	Sumber Data Masing-masing Aktivitas (Data Sekunder)		
	Aktivitas Sumber Emisi	Jenis Data	Sumber Data
1	Fermentasi Enterik	Populasi ternak (jenis dan jumlah)	Dinas Pertanian Kabupaten Sleman
		Faktor emisi gas metana (CH ₄) dari fermentasi enterik	IPCC (2006)
2	Pengelolaan Kotoran	Populasi ternak (jenis dan jumlah)	Dinas Pertanian Kabupaten Sleman

No	Sumber Data Masing-masing Aktivitas (Data Sekunder)		
	Aktivitas Sumber Emisi	Jenis Data	Sumber Data
2	Pengelolaan Kotoran	<ul style="list-style-type: none"> - Faktor emisi CH₄ dari pengelolaan kotoran ternak - Nilai default laju eksresi N - Fraksi N yang dieksresikan untuk setiap jenis kategori ternak berdasarkan jenis pengelolaan kotoran ternak - Faktor emisi untuk emisi N₂O langsung, % limbah N yang tervolatilisasi menjadi NH₃ dan NO_x dari pengelolaan kotoran ternak - Faktor emisi gas dinitrogen oksida dari deposisi atmosfer N di tanah dan permukaan air 	IPCC (2006)

3.4 Metode Analisis Data

Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan metode Tier-1 pada Pedoman IPCC 2006. Adapun tahapan dalam pengerjaan perhitungan emisi gas metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O) adalah sebagai berikut ini.

3.4.1 Faktor Koreksi Penentuan Jumlah Populasi (*Animal Unit*)

Dalam pedoman Kementerian Lingkungan Hidup (2012), khusus untuk jenis ternak seperti sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau, jumlah populasi yang didapatkan harus dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 0,75 untuk sapi perah, 0,72 untuk sapi pedaging dan kerbau. Faktor koreksi ini didapatkan berdasarkan struktur populasi ternak di Indonesia pada tahun 2006.

3.4.2 Penentuan Jumlah Populasi (*Animal Unit*)

Jumlah populasi (*Animal Unit*) didapatkan dari hasil perkalian jumlah populasi dengan faktor koreksi yang ditetapkan pada ketiga jenis ternak sapi pedaging, sapi perah dan kerbau yang dapat diasumsikan sebagai *Animal Unit* (*AU*) dengan persamaan di bawah ini.

$$N_{(T)} \text{ in } Animal \text{ Unit} = N_{(X)} * k_{(T)} \dots\dots\dots 3.2$$

Dimana,

$N_{(T)}$ = Jumlah ternak dalam *Animal Unit*

$N_{(X)}$ = Jumlah populasi ternak dalam ekor (data Dinas Pertanian Kabupaten Sleman tahun 2016)

$k_{(T)}$ = Faktor koreksi (sapi pedaging = 0,72, sapi perah = 0,75, kerbau = 0,72)

T = Jenis/kategori ternak (sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau)

3.4.3 Perhitungan Emisi Gas Metana (CH_4) dari Fermentasi Enterik

Perhitungan emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik menggunakan metode Tier-1 pada IPCC (2006). Dalam perhitungan emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enteri ternak, metode Tier-1 membutuhkan data aktivitas berupa data populasi ternak dalam *Animal Unit* dan faktor emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik yang bisa dilihat di Tabel 2.2. Emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CH_{4Enteric} = EF_{(T)} * N_{(T)} * 10^{-6} \dots\dots\dots 3.3$$

Dimana,

$CH_{4Enteric}$ = Emisi gas metana dari fermentasi enterik, Gg CH_4 /tahun

$EF_{(T)}$ = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH_4 ekor/tahun (Tabel 2.2)

$N_{(T)}$ = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, *Animal Unit*

T = Jenis/kategori ternak

3.4.4 Perhitungan Emisi Gas Metana (CH₄) dari Pengelolaan Ternak

Perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dilakukan dengan menggunakan metode Tier-1 pada IPCC (2006). Dalam perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak, metode Tier-1 yang digunakan membutuhkan data aktivitas berupa data populasi ternak dalam *Animal Unit*, dan faktor emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dari setiap jenis ternak yang disajikan dalam Tabel 2.3. Perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CH_{4Manure} = EF_{(T)} * N_{(T)} * 10^{-6} \dots\dots\dots 3.4$$

Dimana,

$CH_{4Manure}$ = Emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak, Gg CH₄/tahun

$EF_{(T)}$ = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH₄ ekor/tahun
(Tabel 2.3)

$N_{(T)}$ = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, *Animal Unit*

T = Jenis/kategori ternak

3.4.5 Perhitungan Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak (tinja dan urin) menggunakan metode Tier-1 pada IPCC (2006). Emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) dari kotoran ternak ada yang terbentuk secara langsung (*direct*) dan tidak langsung (*indirect*) pada saat kotoran disimpan, pengolahan dan pengelolaan kotoran sebelum diaplikasikan ke lahan.

Dalam perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak membutuhkan data aktivitas berupa data populasi ternak dalam *Animal Unit*, berat rata-rata ternak dan sistem pengelolaan kotoran ternak (tinja dan urin) berdasarkan hasil wawancara dari narasumber terkait dan kuesioner yang dapat dilihat di Lampiran , serta data-data *default* IPCC seperti nilai *default* laju eksresi N, fraksi N yang dieksresikan untuk setiap jenis

kategori ternak berdasarkan jenis pengelolaan kotoran ternak, faktor emisi untuk emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung, % limbah N yang ter volatilisasi menjadi NH₃ dan NO_x dari pengelolaan kotoran ternak, dan faktor emisi dinitrogen oksida (N₂O) dari deposisi atmosfer N di tanah dan permukaan air yang dapat dilihat di Lampiran 3.

a. Estimasi Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dari pengelolaan kotoran ternak dilakukan dengan persamaan berikut:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{T.S} *) \right] * EF_{3(S)} \right] * \frac{44}{28} \dots\dots\dots 3.5$$

Dimana,

- N₂O_{D(mm)} = Emisi langsung N₂O dari pengelolaan kotoran ternak, kg N₂O/tahun
- N_(T) = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, *Animal Unit*
- Nex_(T) = Rata-rata tahunan ekskresi N per ekor jenis/kategori ternak, kg N ternak/tahun
- MS_(T.S) = Fraksi dari total ekskresi nitrogen tahunan dari jenis ternak tertentu yang dikelola pada sistem pengelolaan kotoran ternak (Lampiran 2)
- EF_{3(S)} = Faktor emisi langsung N₂O dari sistem pengelolaan kotoran tertentu S, kg N₂O-N/kg N (Lampiran 3)
- S = Sistem pengelolaan kotoran ternak
- T = Jenis/kategori ternak
- 44/28 = Konversi emisi ((N₂O)-N)(mm) ke dalam bentuk N₂O(mm)

Rata-rata tahunan ekskresi N per ekor jenis/kategori ternak (Nex_(T)) dilakukan dengan persamaan berikut ini :

$$Nex_{(T)} = Nrate_{(T)} * \frac{TAM}{1000} * 365 \dots\dots\dots 3.6$$

Dimana,

- $N_{ex(T)}$ = Eksresi N tahunan untuk jenis ternak T, kg N/ekor/tahun
- $N_{rate(T)}$ = Nilai *default* laju ekskresi N, kg N/1000 kg berat ternak/hari
(Lampiran)
- TAM = Berat ternak untuk jenis ternak T, kg/ekor (Lampiran)

b. Estimasi Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) secara tidak langsung dari penguapan N dalam bentuk amonia (NH₃) dan NO_x (N₂O_{G(mm)}) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$N_{2}O_{G(mm)} = (N_{volatisation-MMS} * EF_{4}) * \frac{44}{28} \dots\dots\dots 3.7$$

Dimana,

- $N_{2}O_{G(mm)}$ = Emisi tidak langsung N₂O akibat dari penguapan N dari pengelolaan kotoran ternak, kg N₂O/tahun
- $N_{volatilization-MMS}$ = Jumlah kotoran ternak yang hilang akibat volatilisasi NH₃ dan NO_x, kg N/tahun.
- EF_{4} = Faktor emisi N₂O dari deposisi atmosfer nitrogen di tanah dan permukaan air, kg N₂O-N/(kg NH₃-N + Nox-N tervolatilisasi) (Lampiran)

Jumlah kotoran ternak yang hilang akibat volatilisasi NH₃ dan NO_x ($N_{volatilization-MMS}$) dilakukan dengan persamaan berikut ini:

$$N_{volatiasi-mms} = \sum_S \left[\sum_T \left[(N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{T,S}) * \left(\frac{FracGasMS}{100} \right)_{T,S} \right] \right] \dots 3.8$$

$$N_{volatiasi-mms} = \sum_S \left(NE_{mms} * \left(\frac{FracGasMS}{100} \right) \right) \dots\dots\dots 3.9$$

Dimana,

- $N_{(T)}$ = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, *Animal Unit*

- $N_{ex(T)}$ = Rata-rata tahunan N yang dieksresikan per jenis/kategori ternak tertentu, kg N/ternak/tahun
- $MS_{(T,S)}$ = Fraksi N yang dieksresikan untuk setiap jenis kategori ternak berdasarkan jenis pengelolaan limbah ternak (Lampiran 3)
- $Frac_{GasMS}$ = % limbah N yang tervolatiasi untuk jenis ternak tertentu yang tervolatiasi menjadi NH_3 dan NO_x pada sistem pengelolaan kotoran ternak (S) (Lampiran 3)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Populasi Ternak di Kabupaten Sleman Bagian Selatan

Data populasi ternak di Kabupaten Sleman Selatan yang bersumber dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman merupakan data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Kabupaten Sleman bagian selatan terdiri dari 6 kecamatan yaitu Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik, dan Kecamatan Depok. Populasi ternak yang terdapat di Kabupaten Sleman bagian selatan cukup banyak yaitu terdiri dari ternak ruminansia (sapi potong, sapi perah, kambing, domba, kerbau) dan ternak non ruminansia (babi, kuda, unggas). Hal ini dikarenakan sektor peternakan merupakan salah satu mata pencaharian utama bagi sebagian masyarakat yang berada di Kabupaten Sleman bagian selatan. Dari data yang didapatkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman populasi ternak dibagi menjadi 3 bagian yaitu populasi ternak kecil (Tabel 4.1), populasi ternak besar (Tabel 4.2), dan populasi ternak unggas (Tabel 4.3).

Tabel 4.1 Populasi Ternak Kecil

No	Kecamatan	Jenis Ternak		
		Kambing	Domba	Babi
1	Gamping	1.570	3.941	3.256
2	Mlati	1.872	5.416	144
3	Sleman	1.206	4.273	261
4	Ngemplak	833	4.307	14
5	Ngaglik	2.089	5.023	162
6	Depok	388	1.840	-
Total		7.958	24.800	3.837

Sumber: Dinas Pertanian Kabupaten Sleman, 2016

Tabel 4.2 Populasi Ternak Besar

No	Kecamatan	Jenis Ternak			
		Sapi Pedaging	Sapi Perah	Kuda	Kerbau
1	Gamping	1.819	3	29	16
2	Mlati	3.735	16	26	6
3	Sleman	4.040	21	16	8
4	Ngemplak	3.360	-	18	44
5	Ngaglik	3.514	29	27	3
6	Depok	717	42	15	-
Total		17.185	111	131	77

Sumber: Dinas Pertanian Kabupaten Sleman, 2016

Tabel 4.3 Populasi Ternak Unggas

No	Kecamatan	Jenis Ternak			
		Ayam Buras	Ayam Petelur	Ayam Boiler	Itik
1	Gamping	89.767	37.903	84.541	6.342
2	Mlati	82.635	48.434	123.009	9.582
3	Sleman	120.659	103.689	158.292	8.001
4	Ngemplak	93.686	184.215	281.263	17.350
5	Ngaglik	149.590	308.226	252.923	8.513
6	Depok	43.059	26.613	33.679	5.064
Total		579.396	709.080	933.707	54.852

Sumber: Dinas Pertanian Kabupaten Sleman, 2016

Berdasarkan data di atas, untuk populasi ternak kecil yang paling banyak adalah domba, dengan total populasi mencapai 24.800 ekor, kemudian total populasi kambing sebanyak 7.958 ekor, dan yang paling sedikit adalah babi dengan total populasi sebanyak 3.837 ekor. Untuk populasi ternak besar yang paling banyak yaitu sapi pedaging dengan total populasi sebanyak 17.185 ekor, kemudian total populasi kuda dengan jumlah sebanyak 131 ekor, sapi perah sebanyak 111 ekor dan yang paling sedikit adalah kerbau dengan total populasi 77 ekor. Pada ternak unggas populasi paling banyak adalah ayam boiler dengan total populasi sebanyak 933.707 ekor, kemudian total populasi ayam petelur sebanyak 709.080 ekor, ayam buras sebanyak 579.396 ekor, dan yang paling sedikit adalah

itik dengan total populasi sebanyak 54.852 ekor. Jumlah total populasi ternak kecil, ternak besar, dan ternak unggas dapat dilihat di Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Total Populasi Ternak Kecil, Ternak Besar, dan Ternak Unggas

Berdasarkan pedoman dari Kementerian Lingkungan Hidup (2012) di sektor peternakan, jumlah populasi ternak sapi pedaging, sapi perah dan kerbau diasumsikan sebagai *Animal Unit* (AU) dengan nilai faktor koreksi ($k_{(T)}$) masing-masing 0.72, 0.75, dan 0.72. Untuk mengetahui berapa jumlah ternak dalam *Animal Unit* $N_{(T)}$ maka jumlah ternak dalam ekor $N_{(x)}$ harus dikali dengan faktor koreksi $k_{(T)}$. Hasil dari perhitungan ini akan digunakan sebagai jumlah ternak dalam *Animal Unit* $N_{(T)}$ untuk perhitungan emisi gas metana (CH_4) dan gas dinitrogen oksida (N_2O) pada sektor peternakan. Jumlah ternak dalam *Animal Unit* ($N_{(T)}$) disajikan dalam tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Jumlah Ternak dalam *Animal Unit* ($N_{(T)}$)

No	Kecamatan	Jumlah Ternak dalam <i>Animal Unit</i> ($N_{(T)}$)		
		Sapi Pedaging	Sapi Perah	Kerbau
1	Gamping	1.309,68	2,25	11,52
2	Mlati	2.689,20	12,00	4,32
3	Sleman	2.908,80	15,75	5,76
4	Ngemplak	2.419,20	-	31,68
5	Ngaglik	2.530,08	21,75	2,16
6	Depok	516,24	31,50	-

4.1 Emisi Gas Metana (CH₄) dari Fermentasi Enterik

Emisi gas yang dapat menimbulkan efek rumah kaca pada ternak ruminansia sebagian besar berasal dari gas metana (CH₄) yang dihasilkan dari fermentasi enterik. Untuk mengetahui emisi gas metana (CH₄) yang dihasilkan, maka telah dilakukan perhitungan beban emisi gas metana (CH₄) di setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan (Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik, dan Kecamatan Depok). Perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik membutuhkan data aktivitas berupa data populasi ternak Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 yang bisa dilihat di tabel 4.1 hingga tabel 4.3 yang didapatkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman dan faktor emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik yang terdapat di pedoman IPCC (2006) (tabel 2.1). Dari hasil perhitungan beban emisi metana (CH₄) yang dihasilkan dapat dilakukan perbandingan penyumbang emisi gas metana (CH₄) terbesar dan terkecil.

Hewan ternak seperti sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau termasuk hewan ternak dalam *Animal Unit* yang bisa dilihat di tabel 4.4. Masing-masing memiliki nilai faktor koreksi 0.72, 0.75, 0.72. Hasil perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik di setiap kecamatan pada setiap kategori/jenis ternak di Kabupaten Sleman bagian selatan dapat dilihat di Lampiran 4. Satuan jenis gas yang digunakan untuk menyatakan beban emisi adalah Gg CH₄ per tahun yang kemudian akan dikonversikan ke dalam bentuk Gg CO₂- ekuivalen dengan menggunakan nilai *Global Warming Potential* (Tabel 2.1), yaitu CH₄ sebesar 23 (IPCC, 2006).

Hasil perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi gas enterik dari jumlah populasi seluruh hewan ternak (termasuk hewan *Animal Unit*) yang terdapat di setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Emisi Gas Metana (CH₄) dari Fermentasi Enterik

No	Kecamatan	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Emisi gas metana (CH ₄) dari Fermentasi Enterik
		(ekor)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)
1	Gamping	228.672	2,0793
2	Mlati	273.824	3,7815
3	Sleman	399.327	3,8165
4	Ngemplak	584.137	3,2541
5	Ngaglik	729.107	3,6010
6	Depok	111.206	0,8647
Total		2.326.273	17,3971

Dari tabel 4.5 didapatkan hasil total jumlah emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik Kabupaten Sleman bagian selatan sebesar 17,3971 Gg CO₂-eq atau 17.397,1 ton CO₂-eq pertahun dari jumlah populasi hewan ternak sebesar 2.326.273 ekor pada tahun 2016. Kecamatan Sleman menjadi kecamatan yang menyumbang emisi gas metana (CH₄) paling besar dari fermentasi enterik yaitu sebanyak 3,8165 Gg CO₂-eq dan penyumbang terkecil emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik adalah Kecamatan Depok dengan total emisi gas metana (CH₄) sebanyak 0,8647 Gg CO₂-eq. Perhitungan yang digunakan untuk menghitung emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik yang ada di sektor peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan menggunakan metode Tier-1.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sindu Akhadiarto dan Muhammad N. Rofiq (2017) di Pusat Teknologi Produksi Pertanian, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi yang berada di Tangerang Selatan bahwa emisi gas metana (CH₄) dari sektor peternakan umumnya lebih besar bersumber dari ternak ruminansia melalui fermentasi enterik sebesar 38,80 Gg CO₂-eq sedangkan dari pengelolaan kotoran ternak hanya menghasilkan lebih sedikit emisi gas metana (CH₄) yaitu sebesar 22.40 Gg CO₂-eq.

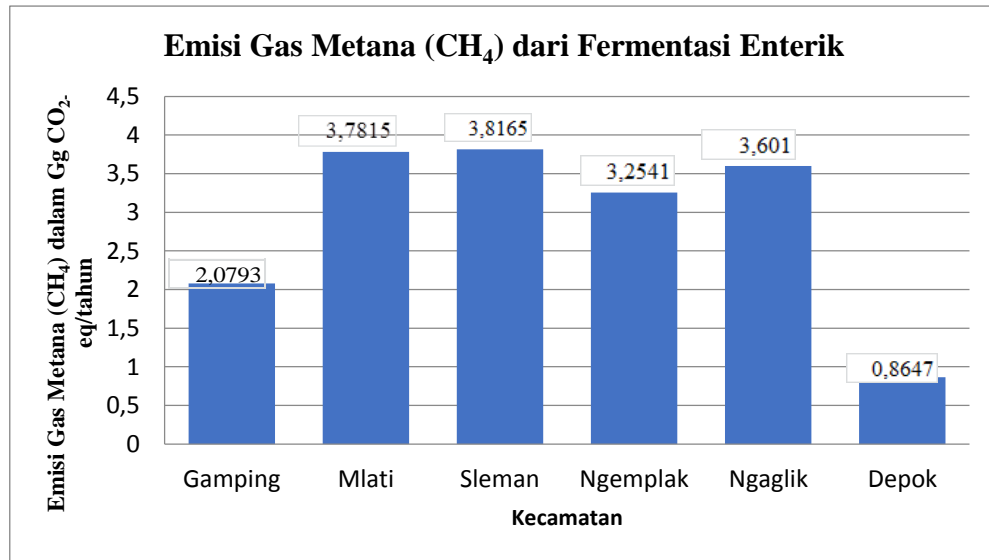
Dari hasil penelitian emisi gas metana (CH₄) yang dihasilkan dari fermentasi enterik jumlahnya lebih besar jika dibandingkan dengan hasil gas metana (CH₄) yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak dengan menggunakan metode Tier-1 (Sindu Akhadiarto dan Muhammad N. Rofiq, 2017).

Sedangkan hasil perhitungan emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik di seluruh sektor peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan menggunakan metode Tier-1 adalah sebesar 17,3971 Gg CO_2 -eq atau 17.397,1 ton CO_2 -eq per tahun dan 11,0753 Gg CO_2 -eq atau 11.075,3 ton CO_2 -eq per tahun dari pengelolaan kotoran ternak dengan jumlah populasi terbanyak dari jenis ternak ruminansia. Dari hasil perhitungan, membuktikan bahwa emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik lebih besar dibandingkan dengan emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak di Kabupaten Sleman bagian selatan. Hal ini tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sindu Akhadiarto dan Muhammad N. Rofiq (2017) pada sektor peternakan yang umumnya bersumber dari ternak ruminansia karena memiliki sistem pencernaan khusus yang mengandung beranekaragaman mikroorganisme yang dapat mengubah H_2 yang dihasilkan menjadi gas metana (CH_4).

Hasil yang didapat membuktikan bahwa proses fermentasi enterik yang terjadi berpotensi besar menghasilkan emisi gas metana (CH_4) dibandingkan dengan proses pengelolaan kotoran ternak. Selain hasil yang didapat tidak jauh berbeda, terdapat kesamaan pada metode yang digunakan. metode yang digunakan oleh Sindu Akhadiarto dan Muhammad N. Rofiq (2017) dan penelitian di Kabupaten Sleman bagian selatan untuk menghitung emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak yaitu menggunakan metode *Tier-1*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sindu Akhadiarto dan Muhammad N. Rofiq (2017), terdapat beberapa perbedaan jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan di sektor peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan. Perhitungan emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik yang dilakukan oleh Sindu Akhadiarto dan Muhammad N. Rofiq (2017) berfokus pada emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik yang dihasilkan dari ternak ruminansia, sedangkan perhitungan emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik yang dilakukan di sektor peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan menghitung semua emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik yang dihasilkan semua jenis ternak.

Perbandingan total emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik yang ada di sektor peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan dapat dilihat di Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Emisi Gas Metana (CH₄) dari Fermentasi Enterik

4.3 Emisi CH₄ (Metana) dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Selain dari fermentasi enterik, emisi gas metana (CH₄) juga berasal dari pengelolaan kotoran ternak. Data populasi ternak dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 (Tabel 4.1 hingga Tabel 4.3) dan faktor emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak yang telah disediakan IPCC (2006) (Tabel 2.2) juga dibutuhkan dalam perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak. Data populasi ternak yang digunakan dalam perhitungan khusus untuk hewan ternak seperti sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau, menggunakan jumlah ternak dalam *Animal Unit* yang bisa dilihat di Tabel 4.4.

Perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak juga dihitung pada setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan yang terdiri dari Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik, dan Kecamatan Depok. Kemudian dilakukan perbandingan hasil perhitungan beban emisi gas metana yang

dihasilkan di setiap kecamatan untuk mengetahui kecamatan yang menjadi penyumbang terbesar dan terkecil emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak. Hasil emisi gas metana (CH₄) yang didapatkan berupa Gg CH₄ pertahun yang dikonversikan menjadi Gg CO₂- ekuivalen pertahun dengan menggunakan nilai *Global Warming Potential* sebesar 23 untuk CH₄ (Tabel 2.1) (IPCC, 2006).

Hasil perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran dari seluruh jenis ternak di setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan dapat dilihat di Tabel 4.6. Populasi hewan ternak yang terdapat di Tabel 4.6 sudah termasuk jumlah populasi ternak dalam *Animal Unit*. Untuk perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat di Lampiran 4.

Tabel 4.6 Emisi Gas Metana (CH₄) dari Pengelolaan Kotoran Ternak

No	Kecamatan	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Emisi gas metana (CH ₄) dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(ekor)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)
1	Gamping	228.672	1,0651
2	Mlati	273.824	1,3423
3	Sleman	399.327	1,9439
4	Ngemplak	584.137	2,7363
5	Ngaglik	729.107	3,4435
6	Depok	111.206	0,5442
Total		2.326.273	11,0753

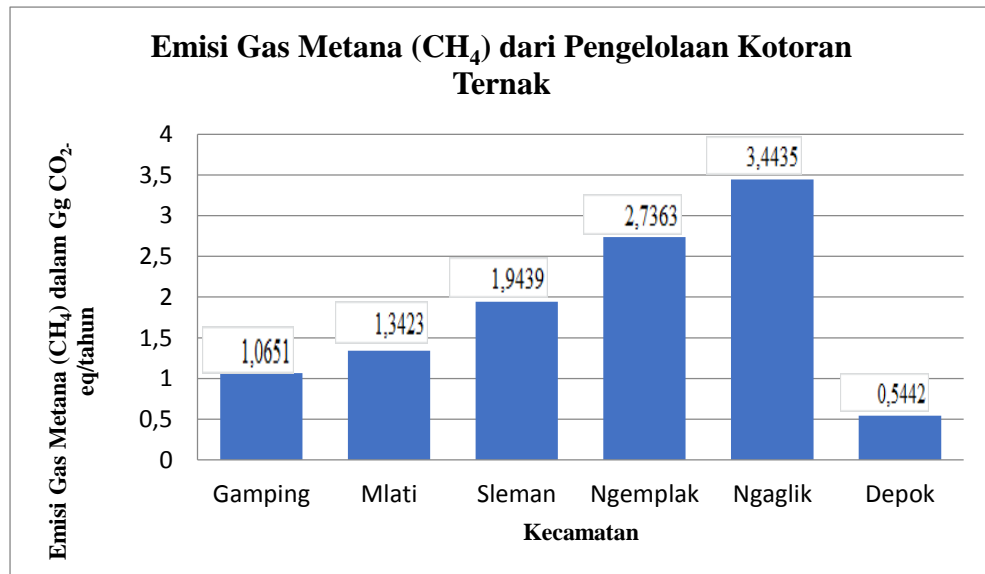
Dari tabel 4.6 dapat dilihat bahwa hasil total emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dari seluruh sektor peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan yaitu sebesar 11,0753 Gg CO₂-eq atau 11.075,3 ton CO₂-eq pertahun. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh sektor peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan menyumbang emisi gas metana (CH₄) yang berasal dari pengelolaan kotoran ternak sebesar 11,0753 Gg CO₂-eq pada tahun 2016. Kecamatan Ngaglik menjadi penyumbang terbanyak emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dengan total emisi gas metana (CH₄) yang dihasilkan sebesar 3,4435 Gg CO₂-eq pertahun dan yang paling sedikit adalah

Kecamatan Depok dengan menyumbang emisi gas metana (CH₄) sebesar 0,5442 Gg CO₂-eq pertahun.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Manggar C. Lintangrino dan Rachmat Boedisantoso (2016) tentang besar emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak di Kota Surabaya, perhitungan beban emisi gas rumah kaca di kota surabaya menggunakan metode perhitungan yang dikeluarkan oleh IPCC (2006). Penelitian ini menggunakan metode Tier-3 pada IPCC (2006) untuk menghitung emisi gas metana (CH₄) dari pertanian dan pengelolaan kotoran ternak. Dalam penelitian ini didapatkan hasil emisi gas metana (CH₄) dari peternakan yang ada di Kota Surabaya sebesar 86,922 Gg CO₂-eq pada tahun 2016 dengan penyumbang emisi terbesar adalah Kecamatan Semampir dengan total emisi sebesar 63,58137 Gg CO₂-eq atau 63.581,37 ton CO₂-eq pertahun. Jika total emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan diubah satuannya menjadi Tg CO₂-eq maka hasilnya menjadi 0,0111 Tg CO₂-eq.

Hasil perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak yang dilakukan oleh Manggar C. Lintangrino, dan Rachmat Boedisantoso (2016) di Kota Surabaya dengan perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran Kabupaten Sleman bagian selatan perbedaannya sangat jauh. Hal ini disebabkan karena perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak yang dilakukan oleh Manggar C. Lintangrino dan Rachmat Boedisantoso (2016) mencakup semua sektor peternakan yang berada di 31 kecamatan yang ada di Kota Surabaya sehingga populasi ternaknya juga lebih banyak. Sedangkan perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan hanya mencakup 6 kecamatan yang ada di Kabupaten Sleman sehingga populasi ternaknya juga lebih sedikit sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah populasi ternak di suatu kawasan sangat berpengaruh pada jumlah emisi gas metana (CH₄) yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak. Selain itu metode perhitungan yang digunakan juga berbeda, perhitungan yang digunakan oleh Manggar C. Lintangrino dan Rachmat Boedisantoso (2016) adalah metode Tier-3 IPCC (2006), sedangkan pada penelitian ini menggunakan

perhitungan metode Tier-1 IPCC (2006). Perbandingan total emisi gas metana (CH_4) dari fermentasi enterik yang ada di sektor peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan dapat dilihat di Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Emisi Gas Metana (CH_4) dari Pengelolaan Kotoran Ternak

4.4 Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N_2O) Secara Langsung dan Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Data populasi ternak (Tabel 4.1 hingga Tabel 4.3) dan data-data default IPCC (2006) yang tertera pada Lampiran 1 dan Lampiran 3 merupakan data yang dibutuhkan dalam perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) secara langsung dan tidak langsung pada pengelolaan kotoran ternak. Pada perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) secara langsung dan tidak langsung pada pengelolaan kotoran ternak memiliki kesamaan pada jumlah populasi yang digunakan yaitu jumlah populasi ternak dalam *Animal Unit* yang bisa dilihat di Tabel 4.4. Jenis ternak yang termasuk dalam *Animal Unit* adalah sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau. Dalam penelitian ini dibutuhkan data primer berupa kuesioner dan wawancara langsung kepada peternak untuk mengetahui berat rata-rata ternak dan pengelolaan kotoran ternak yang dilakukan yang tertera pada lampiran 2. Data tersebut akan digunakan untuk menentukan penggunaan data-data *default* IPCC

(2006) yang tertera pada lampiran 3 dan untuk perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) secara langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak.

Dari hasil kuesioner dan wawancara yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa pengelolaan kotoran ternak yang diterapkan pada ternak sapi perah, sapi pedaging, kerbau, kambing, domba, dan kuda adalah tumpuk kering (kotoran yang dihasilkan dari ternak ditumpuk hingga kering untuk beberapa jangka waktu tertentu). Kotoran yang ditumpuk ini biasanya akan digunakan para pemilik ternak untuk dijual dan sebagai pupuk tanaman.

Dari kotoran yang telah ditumpuk kering, cukup banyak masyarakat yang berminat membeli kotoran tersebut untuk sektor pertanian. Jangka waktu penyimpanan kotoran yang di tumpuk kering ini bisa satu sampai tiga bulan bahkan lebih tergantung kebutuhan dari pemilik itu sendiri maupun permintaan dari luar. Pada ternak babi, sistem pengelolaan kotoran yang digunakan adalah dengan cara disebar harian. Untuk ternak unggas seperti itik, ayam buras dan ayam petelur sistem pengelolaan kotorannya dengan sistem tanpa penadahan, sedangkan ayam pedaging (boiler) menggunakan sistem dengan penadahan.

Beban emisi untuk gas dinitrogen oksida (N_2O) dinyatakan dalam satuan kg N_2O pertahun yang kemudian akan dikonversikan menjadi kg CO_2 - ekuivalen dengan menggunakan nilai *GWP* sebesar 296 untuk N_2O (Tabel 2.1) (IPCC,2006). Emisi dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak dihitung pada setiap kecamatan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan yang terdiri dari Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok dan menggunakan metode Tier-1 IPCC (2006).

Hasil dari perhitungan, dilakukan perbandingan pada setiap kecamatan sehingga dapat diketahui kecamatan yang menjadi penyumbang terbesar dan terkecil emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak. Hasil perhitungan total emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung di kecamatan-kecamatan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 dapat dilihat di Tabel 4.7. Populasi hewan ternak yang terdapat di Tabel 4.7 sudah termasuk jumlah populasi

ternak dalam *Animal Unit*. Untuk perhitungan gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan untuk emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung yang lebih lengkap dan detail dapat dilihat di lampiran 5.

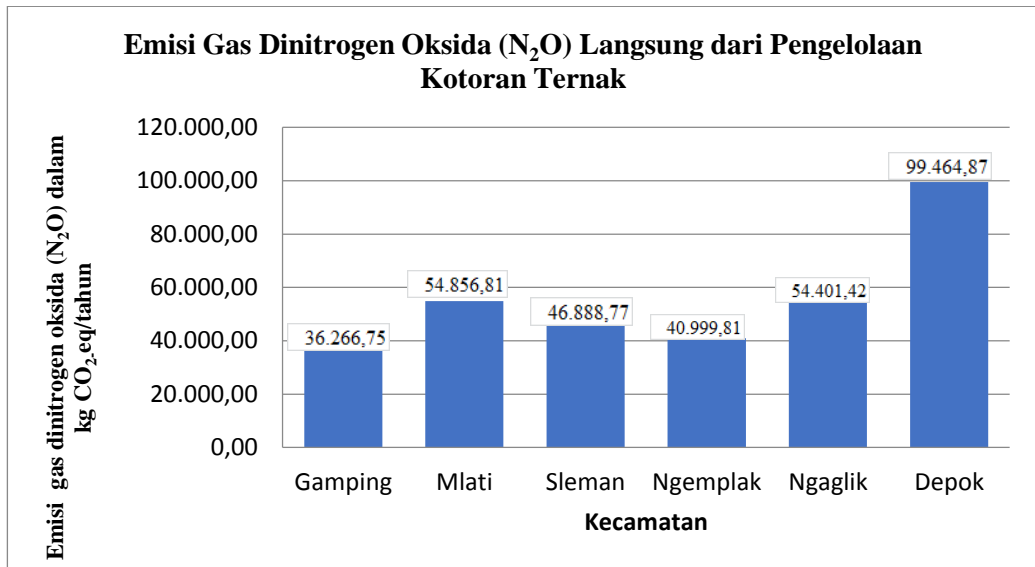
Tabel 4.7 Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Secara Langsung dan Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak

No	Kecamatan	Populasi Hewan Ternak	Emisi gas dinitrogen oksida (N ₂ O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak	Emisi gas dinitrogen oksida (N ₂ O) Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(ekor)	(kg CO ₂ -eq/tahun)	(kg CO ₂ -eq/tahun)
1	Gamping	228.672	36.266,75	5.588,03
2	Mlati	273.824	54.856,81	7.387,38
3	Sleman	399.327	46.888,77	8.763,65
4	Ngemplak	584.137	40.999,81	10.946,48
5	Ngaglik	729.107	54.401,42	15.082,75
6	Depok	111.206	99.464,87	7.936,64
Total		2.326.273	332.878,44	55.704,93

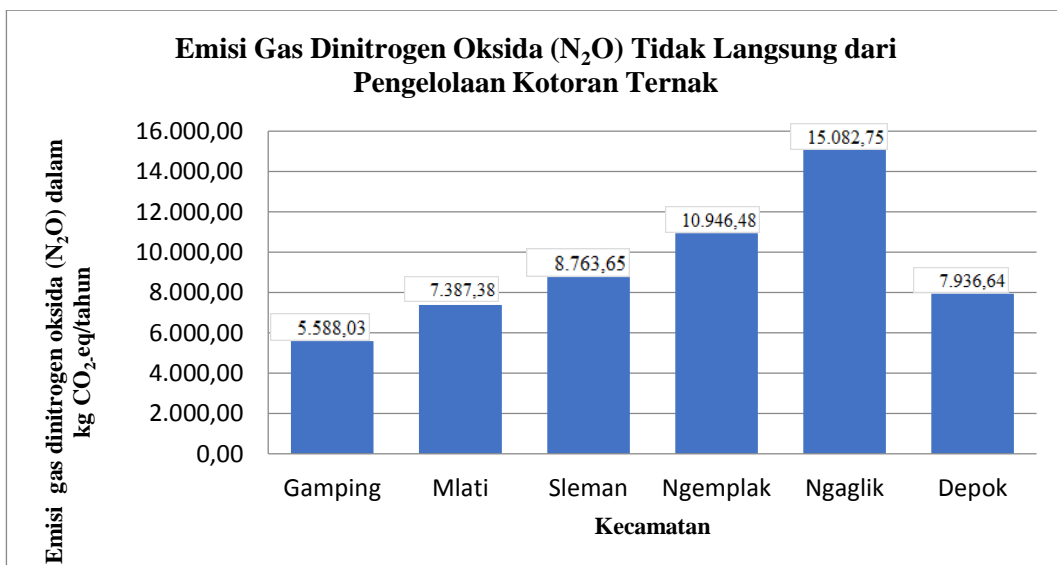
Berdasarkan Tabel 4.7 di atas, hasil beban emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dari pengelolaan kotoran ternak yang dihasilkan dari sektor peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan menyumbang emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung sebesar 332.878,44 kg CO₂-eq pertahun. Berdasarkan hasil perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dari pengelolaan kotoran ternak, penyumbang terbanyak emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung adalah Kecamatan Depok dengan total emisi sebesar 99.464,87 kg CO₂-eq dan yang paling sedikit adalah Kecamatan Gamping dengan total emisi sebesar 36.266,75 kg CO₂-eq.

Untuk emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak yang dihasilkan dari sektor peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan menyumbang emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung sebesar 55.704,93 kg CO₂-eq pertahun. Berdasarkan hasil perhitungan emisi dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak, penyumbang terbanyak adalah Kecamatan Ngaglik dengan total emisi yang disumbangkan mencapai 15.082,75 kg CO₂-eq dan yang paling sedikit adalah

Kecamatan Gamping dengan total emisi sebesar 5.588,03 kg CO₂-eq. Perbandingan total emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak yang ada di sektor peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan dapat dilihat di Gambar 4.4 dan Gambar 4.5



Gambar 4.4 Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak



Gambar 4.4 Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Perhitungan besar emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak babi dan unggas juga pernah dilakukan oleh WANG Li-zhi dkk (2017) pada tahun 2010 di Cina. Besar emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) dari pengelolaan kotoran ternak babi di Cina pada tahun 2010 mencapai 11.847 Gg CO_2 -eq dan untuk ternak unggas sebesar 12.153 Gg CO_2 -eq, hasil ini sudah mencakup emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung. Sedangkan hasil perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) secara langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak yang dilakukan di seluruh sektor peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan sebesar 388.583,37 kg CO_2 -eq atau jika dirubah ke dalam satuan Gg CO_2 -eq hasilnya menjadi 0,39 Gg CO_2 -eq.

Berdasarkan hasil perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung yang dilakukan oleh WANG Li-zhi dkk (2017) pada sektor peternakan babi dan unggas di Cina pada tahun 2010, terdapat perbedaan yang jauh jika dibandingkan dengan hasil perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung di seluruh sektor peternakan yang ada di kabupaten Sleman bagian selatan pada tahun 2016. Perbedaan hasil ini disebabkan oleh jumlah populasi ternak yang digunakan dalam perhitungan dan jenis ternak yang diteliti. Pada perhitungan yang dilakukan WANG Li-zhi dkk (2017) menggunakan populasi ternak babi dan ternak unggas yang ada di Negara Cina yang merupakan salah satu negara produsen daging babi dan ayam terbesar di dunia, dimana total populasinya bisa mencapai ratusan juta ekor. Sedangkan populasi ternak yang digunakan dalam perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung di seluruh sektor peternakan yang ada di kabupaten Sleman bagian selatan pada tahun 2016 hanya mencakup 6 kecamatan (Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik, dan Kecamatan Depok) dengan total populasi dari seluruh jenis ternak hanya mencapai jutaan ekor saja. Meskipun emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung di Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan perhitungan hasil emisi yang dilakukan oleh WANG Li-zhi dkk (2017) pada

sektor peternakan babi dan unggas di Cina pada tahun 2010, jumlah populasi ternak yang besar dapat berkontribusi secara besar juga terhadap akumulasi gas rumah kaca diseluruh dunia (WANG Li-zhi dkk 2017).

4.5 Upaya Mitigasi dan Adaptasi pada Sektor Peternakan

Gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) memiliki berbagai fungsi, tetapi apabila emisi gas yang dihasilkan dari sektor peternakan ini dilepas ke atmosfer dapat menjadi gas rumah kaca yang dapat menyebabkan pemanasan global. Oleh karena itu, perlu adanya tindakan dan upaya untuk mengurangi emisi gas metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O) yang dihasilkan dari proses aktivitas peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan khususnya Kecamatan Gamping, Kecamatan Mlati, Kecamatan Sleman, Kecamatan Ngemplak, Kecamatan Ngaglik dan Kecamatan Depok. Berikut ini merupakan tindakan mitigasi dan adaptasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan sebagai bentuk upaya dalam menghadapi perubahan iklim yang terjadi di Kabupaten Sleman bagian selatan.

4.5.1 Tindakan Mitigasi pada Fermentasi Enterik Ternak

Mitigasi gas rumah kaca pada fermentasi enterik ternak dilakukan untuk mengurangi produksi gas rumah kaca. Pengurangan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh ternak dapat dilakukan dengan meningkatkan efisiensi penggunaan pakan pada ternak. Pemilihan jenis pakan rendah emisi dan penambahan konsentrat pada pakan merupakan mitigasi gas rumah kaca pada fermentasi enterik yang dapat dilakukan. Pembentukan gas rumah kaca dalam pencernaan ternak terjadi didalam rumen, dimana gas rumah kaca terbentuk melalui reduksi CO_2 oleh H_2 yang dikatalisis oleh enzim yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik. Semakin banyak hidrogen yang terbentuk maka akan semakin banyak bahan untuk pembentukan gas rumah kaca. Sehingga untuk mengurangi produksi hidrogen yang menjadi gas rumah kaca dalam rumen, maka hidrogen harus dialihkan ke produksi propionat melalui laktat atau fumarat.

Pemilihan jenis pakan sangat menentukan besar kecilnya gas rumah kaca yang dihasilkan oleh ternak. Peningkatan efisiensi penggunaan pakan pada ternak

yaitu dengan meningkatkan pemanfaatan hara dalam rumen sehingga dapat menekan dan menurunkan populasi pertumbuhan protozoa rumen dan bakteri. Penambahan komposisi konsentrat pada pakan ternak juga menjadi salah satu cara menurunkan gas rumah kaca yang bersumber dari pencernaan ternak karena dapat meningkatkan daya cerna pakan (Wardhana, 2010)

Peningkatan daya cerna pakan dengan penambahan konsentrat dapat dilakukan dengan penambahan tanaman leguminosa dalam pakan ternak sehingga dapat mengurangi kandungan serat pada pakan tetapi meningkatkan kandungan protein sehingga produksi gas rumah kaca dapat berkurang karena adanya perubahan kelimpahan spesies mikroorganisme dalam saluran pencernaan. Tanaman leguminosa adalah tanaman kacang-kacangan yang termasuk hijauan makanan ternak yang memiliki kandungan nutrisi seperti protein tinggi, asam amino dan mineral yang sangat dibutuhkan oleh ternak (Tati Herawati, 2012).

Pembentukan propionat oleh mikroorganisme rumen membutuhkan hidrogen yang dibutuhkan pula oleh bakteri metanogen sehingga mengakibatkan menurunnya produksi gas rumah kaca. Berikut ini merupakan jenis-jenis tanaman pakan hasil penelitian Badan Penelitian ternak (BALITNAK) tahun 2011 yang telah dapat digunakan dalam mitigasi gas rumah kaca (Tati Herawati, 2012).

Tabel 4.8 Jenis Tanaman Pakan Konsentrat

Ramban (Daun-daunan)	Leguminosa
<p>Biji lerak (<i>Sapindus rarak</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengandung saponin tinggi - Menekan pertumbuhan protozoa rumen - Gunakan 0,2-0,5% dalam konsentrat 	<p>Lamtoro (<i>Leucaena leucocephala</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kandungan protein cukup tinggi (22%) - Meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan ternak - Gunakan 30% dalam campuran hijauan

Ramban (Daun-daunan)	Leguminosa
<p>Kedelai (<i>Glycine max</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kandungan protein cukup tinggi (16%) - Gunakan 10% dalam campuran konsentrat 	<p>Turi (<i>Sesbania grandiflora</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kandungan protein cukup tinggi (24%) - Meningkatkan pertumbuhan ternak - Meningkatkan pencernaan serat - Gunakan 20% dalam campuran hijau
<p>Bunga sepatu (<i>Hibiscus rosasinensis</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengandung saponin - Menurunkan populasi protozoa rumen - Gunakan 5% dalam campuran pakan hijauan 	<p>Kaliandra (<i>Calliandra callothyrsus</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kandungan protein tinggi (24%) - Meningkatkan suplai protein pasca rumen - Layukan sebelum diberikan kepada ternak
<p>Papaya (<i>Carica papaya</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengandung papain - Digunakan sebagai anti bakteri - Gunakan 1-5% dalam campuran hijauan 	<p>Stylo (<i>Stylosanthes guyanensis</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kandungan protein cukup tinggi (15%) - Meningkatkan pertumbuhan ternak - Sebagai pakan hijauan hingga 50%
<p>Pisang (<i>Musa paradisiaca</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mengandung saponin dan wax - Menekan pertumbuhan protozoa rumen - Gunakan 10% dalam campuran hijau 	<p>Kalopo (<i>Calopogonium mucunoides</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kandungan protein cukup tinggi (14%) - Meningkatkan pertumbuhan ternak - Gunakan 30% dalam campuran hijauan

<p>Singkong (<i>Manihot esculenta</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kandungan protein cukup tinggi (20%) - Layukan untuk mengurangi kandungan HCN - Meningkatkan pertumbuhan ternak - Gunakan hingga 30% dalam campuran hijauan 	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Sumber : Badan Penelitian Ternak (BALITNAK) (2011)

4.5.2 Tindakan Mitigasi pada Pengelolaan Kotoran Ternak

Dibawah ini merupakan beberapa tindakan mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi beban emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari kotoran ternak ruminansia, non ruminansia, dan unggas.

1. Biogas

Pembuatan biogas merupakan salah satu kegiatan ramah lingkungan yang memanfaatkan energi hijau dan dapat menjadi sumber bahan bakar sehingga mengurangi produksi gas rumah kaca ke atmosfer. Gas yang dihasilkan berasal dari aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik salah satunya adalah kotoran ternak.

Proses pembuatan biogas dapat dilakukan dengan menggunakan biodigester. Kotoran ternak yang telah ditambahkan air dimasukkan kedalam digester, kemudian ditutup dan didiamkan selama 30 hari sehingga akan terjadi proses anaerobik yang menghasilkan biogas. Gas yang dihasilkan dalam biogas dapat digunakan untuk kebutuhan bahan bakar yaitu semakin tinggi kandungan gasnya maka semakin besar kandungan energinya (nilai kalor) dan sebaliknya apabila kandungan gas dalam biogas semakin kecil maka semakin kecil juga energi (nilai kalor) yang dihasilkan. Jika kegiatan ini terus dilakukan oleh banyak peternak, maka daerah tersebut bisa menjadi kecamatan atau desa mandiri energi yang mampu

mengatasi kemiskinan, menciptakan lapangan kerja baru, dan menyelamatkan lahan kritis menjadi lahan produktif (F. Gustiar dkk, 2014).

2. Kompos

Pengomposan adalah proses bahan organik yang mengalami penguraian secara biologis dan pembuatannya dapat dilakukan secara aeorob di tempat yang terlindungi dari sinar matahari dan hujan. Pembuatan kompos dapat dilakukan hanya dengan menggunakan kotoran ternak, tidak menggunakan campuran bahan lainnya. Kegiatan proses pengkomposan berupa pengadukan dan pembalikan yang dilakukan setiap satu minggu sekali selama 30 hari. Dengan demikian, dari kotoran ternak yang dihasilkan juga dapat bermanfaat dalam pemeliharaan ternak serta dapat digunakan sebagai pupuk (F. Gustiar dkk, 2014).

4.5.3 Tindakan Mitigasi dengan Kegiatan Sosialisasi Gas Rumah Kaca

Pada survei dan wawancara yang telah dilakukan, diperoleh gambaran bahwa pada umumnya para peternak tidak mengerti akan adanya hubungan antara perubahan iklim yang terjadi dengan budidaya ternak yang mereka biasa lakukan. Belum adanya sosialisasi pada peternak menjadi penyebab utama pada kasus ini. Seharusnya perlu diadakan penyuluhan dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman pada perangkat-perangkat desa seperti ketua RT, RW, Kelurahan serta peternak didaerah Kabupaten Sleman bagian selatan.

Penyuluhan atau sosialisasi yang dilakukan dapat berupa pengetahuan tentang gas rumah kaca yang dihasilkan dari sektor peternakan kemudian tindakan mitigasi dan adaptasi apa saja yang dapat dilakukan seperti penambahan tanaman pakan konsentrat sebagai suplemen pada ternak serta pembuatan kompos dan pembuatan biogas dari kotoran ternak. Bentuk penghargaan kepada peternak yang telah menerapkan tindakan mitigasi tersebut juga diperlu dilakukan agar dapat memotivasi peternak yang lain untuk ikut serta dalam mengurangi emisi gas rumah kaca didaerah Kabupaten Sleman bagian selatan. Hal ini apabila dilakukan, para peternak

juga dapat mengetahui dan membantu menanggulangi atau mengurangi percepatan dampak gas rumah kaca. Oleh karena itu, perlu dilakukan sosialisasi dari petugas yang berwenang seperti Badan Litbang Pertanian dan Dinas Pertanian Kabupaten Sleman (Tati Herawati, 2012).

4.5.4 Upaya Adaptasi pada Sektor Peternakan di Kabupaten Sleman bagian selatan

Perubahan iklim yang menyebabkan kekeringan dan banjir dapat membatasi pertumbuhan tanaman khususnya hijauan pakan ternak. Hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya kuantitas dan kualitas makanan yang tersedia. Penyakit dan stres pada hewan ternak juga dapat terjadi dalam 4 kondisi yaitu cuaca panas, cuaca ekstrem, adaptasi sistem produksi ternak terhadap lingkungan yang baru, serta penyakit hewan yang baru muncul. Sementara itu, penyakit-penyakit yang berkaitan dengan cuaca panas tidak hanya mengakibatkan ternak mengalami stres, tetapi juga menurunkan produktivitas dan fertilitas.

Beberapa jenis penyakit yang berkaitan dengan perubahan iklim dan perubahan lingkungan yang terjadi adalah tuberkulosis, rabies, pasteurelosis, antrax, avian influenza, dan parasit. Terkait dengan kondisi tersebut adaptasi di sektor peternakan yang dapat dilakukan, terdapat beberapa adaptasi yang telah diterapkan oleh Kementerian Pertanian sebagai upaya mengurangi dampak perubahan iklim (Edvin Aldrian dkk, 2011).

a. Membenahi sistem perkandangan

Perkandangan adalah salah satu upaya untuk melindungi ternak dari pengaruh iklim yang negatif serta menciptakan kondisi iklim mikro yang optimal. Ketika suhu udara meningkat, mekanisme fisiologis mengharuskan alokasi energi untuk kinerja produksi dan reproduksi dipakai guna mempertahankan keseimbangan panas tubuh. Hal ini akan berdampak buruk, yakni produktivitas ternak menurun (Edvin Aldrian dkk, 2011).

Salah satu upaya untuk mengatasinya adalah dengan mengendalikan panas yang diterima dan meningkatkan panas yang terbuang oleh ternak. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan menciptakan kondisi yang kondusif pada kandang

sehingga lebih efektif bagi ternak untuk berproduksi seperti penggunaan bahan bangunan kandang yang tidak memantulkan panas (genteng kepingan, genteng berbahan bitumen dan pvc) dan pengaturan ventilasi kandang, menempatkan bangunan kandang didaerah yang leluasa terkena angin, dan menanam pohon-pohon disekitar kandang (Edvin Aldrian dkk, 2011)

b. Memperbaiki mutu pada pakan ternak

Memperbaiki mutu pakan ternak. Perubahan iklim juga dapat memicu selera ternak dalam mengonsumsi pakan. Karena itu, pakan ternak selayaknya diperbaiki mutunya sehingga dapat meningkatkan produktivitas ternak (Edvin Aldrian dkk, 2011)

c. Penampungan ternak komunal dan pengelolaan peternakan terpadu

Peternak dapat menerapkan berbagai integrasi seperti ternak dengan kelapa sawit, ternak dengan padi, serta ternak dengan komoditas lainnya. Melalui integrasi semacam ini, dapat diperoleh hasil optimal tanpa menyisakan limbah (*zero waste*). Penampungan ternak komunal juga dapat dilakukan dengan menyediakan tempat pakan hijauan dan tempat air minum yang terpisah agar dapat meminimalisir penyebaran penyakit dari masing-masing ternak. Pola integrasi ternak dengan tanaman pangan mampu menjamin keberlanjutan produktivitas lahan, melalui perbaikan mutu dan kesuburan tanah dengan cara pemberian kotoran ternak secara kontinu sebagai pupuk organik sehingga kesuburan tanah terpelihara. Ternak dengan padi merupakan salah satu upaya meningkatkan pendapatan petani, melalui peningkatan produksi padi yang diintegrasikan secara sinergis dengan pemeliharaan ternak sapi. Pola integrasinya adalah memanfaatkan jerami padi untuk pakan sapi dan kotoran sapi untuk pupuk tanaman (Edvin Aldrian dkk, 2011).

Perubahan pada sistem tanaman ternak campuran merupakan suatu langkah adaptasi yang dapat meningkatkan ketahanan pangan dan efisiensi dengan memproduksi lebih banyak makanan dengan menggunakan sumber daya yang lebih sedikit. Pengelolaan lahan agroforestri juga dapat membantu dan menjaga keseimbangan antara produksi pertanian, perlindungan lingkungan, dan penyerapan karbon untuk mengimbangi emisi gas rumah kaca. Agroforestri yaitu

dengan mengkombinasikan tumbuhan berkayu dengan tanaman pertanian dan atau hewan ternak. Agroforestri dapat meningkatkan produktivitas, kualitas udara, tanah, air, keanekaragaman hayati, dan siklus hara (Timothy Harrigan dan Sean A. Woznicki, 2017)

d. Vaksinasi pada ternak

Vaksinasi pada ternak juga menjadi salah satu upaya agar ternak dapat beradaptasi dengan perubahan iklim dan perubahan lingkungan sekitarnya. Pemberian vaksin bertujuan untuk meningkatkan kekebalan, daya tahan tubuh, dan kesehatan ternak sebagai upaya mengurangi kemungkinan serangan penyakit dan mencegah terjangkitnya suatu penyakit (Aprilia Kusumastuti, 2015).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Jumlah emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas fermentasi enterik pada sektor peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 sebesar 17,3971 Gg CO_2 -eq atau 17.397,1 ton CO_2 -eq pertahun dengan jumlah emisi gas metana (CH_4) pada masing-masing kecamatan adalah Kecamatan Sleman sebesar 3,8165 Gg CO_2 -eq pertahun, Kecamatan Mlati 3,7815 Gg CO_2 -eq pertahun, Kecamatan Ngaglik 3,6010 Gg CO_2 -eq pertahun, Kecamatan Ngemplak sebesar 3,2541 Gg CO_2 -eq pertahun, Kecamatan Gamping sebesar 2,0793 Gg CO_2 -eq pertahun, dan Kecamatan Depok 0,8647 Gg CO_2 -eq pertahun.
2. Jumlah emisi gas metana (CH_4) yang dihasilkan dari aktivitas pengelolaan kotoran ternak yang ada di peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 sebesar 11,0753 Gg CO_2 -eq pertahun dengan jumlah emisi gas metana (CH_4) pada masing-masing kecamatan adalah Kecamatan Ngaglik sebesar 3,4435 Gg CO_2 -eq pertahun, Kecamatan Ngemplak sebesar 2,7363 Gg CO_2 -eq pertahun, Kecamatan Sleman sebesar 1,9439 Gg CO_2 -eq pertahun, Kecamatan Mlati sebesar 1,3423 Gg CO_2 -eq pertahun, Kecamatan Gamping sebesar 1,0651 Gg CO_2 -eq pertahun dan Kecamatan Depok sebesar 0,5442 Gg CO_2 -eq pertahun.
3. Jumlah emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) yang dihasilkan dari aktivitas pengelolaan kotoran ternak yang ada di peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan Provinsi D.I Yogyakarta tahun 2016 sebesar 332.878,44 kg CO_2 -eq pertahun untuk emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan 55.704,93 kg CO_2 -eq pertahun untuk emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung. Untuk emisi dinitrogen oksida (N_2O) langsung, jumlah emisi pada

masing-masing kecamatan adalah Kecamatan Depok sebesar 99.464,87 kg CO₂-eq pertahun, Kecamatan Mlati 54.856,81 kg CO₂-eq pertahun, Kecamatan Ngaglik sebesar 54.401,42 kg CO₂-eq pertahun, Kecamatan Sleman sebesar 46.888,77 kg CO₂-eq pertahun, Kecamatan Ngemplak sebesar 40.999,81 kg CO₂-eq pertahun, dan Kecamatan Gamping sebesar 36.266,75 kg CO₂-eq pertahun. Kemudian jumlah emisi dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung pada masing-masing kecamatan adalah Kecamatan Ngaglik sebesar 15.082,75 kg CO₂-eq pertahun, Kecamatan Ngemplak sebesar 10.946,48 kg CO₂-eq pertahun, Kecamatan Sleman sebesar 8.763,65 kg CO₂-eq pertahun, Kecamatan Depok sebesar 7.936,64 kg CO₂-eq pertahun, Kecamatan Mlati sebesar 7.387,38 kg CO₂-eq pertahun, dan Kecamatan Gamping sebesar 5.588,03 kg CO₂-eq pertahun.

4. Tindakan mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari fermentasi enterik dan pengeloaan kotoran ternak dapat dilakukan dengan menambahkan jenis tanaman daun-daunan dan tanaman leguminosa sebagai pakan konsentrat pada ternak serta pembuatan biogas dan kompos dari kotoran ternak yang dihasilkan. Kemudian untuk upaya adaptasi perubahan iklim yang terjadi akibat gas rumah kaca pada sektor peternakan juga dapat dilakukan dengan membenahi sistem perkandangan, memperbaiki mutu pada pakan ternak, vaksinasi, penampungan ternak komunal dan pengelolaan peternakan terpadu seperti penerapan sistem peternakan campuran.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berikut beberapa saran yang dapat diberikan:

1. Dibutuhkan kualitas data tentang peternakan yang lebih lengkap dari dinas terkait seperti data populasi ternak berdasarkan jenis dan umurnya sehingga dapat memberikan perkiraan hasil perhitungan emisi gas rumah kaca dengan keakuratan yang lebih tinggi pada tempat penelitian yang dilakukan.

2. Dibutuhkan adanya kerjasama yang baik antara instansi terkait dengan peternak terkait pengetahuan gas rumah kaca dan dampak yang dihasilkan serta komitmen untuk sama-sama melaksanakan tindakan mitigasi dan adaptasi yang sudah ada sehingga produksi emisi gas rumah kaca dapat berkurang dan dapat menyesuaikan dengan perubahan iklim yang terjadi.
3. Untuk penelitian lebih lanjut mengenai inventarisasi gas rumah kaca, dibutuhkan tindakan mitigasi terbaru untuk mengurangi produksi emisi gas rumah kaca seiring dengan bertambahnya kebutuhan masyarakat terhadap sektor peternakan.
4. Untuk penelitian lebih lanjut, dibutuhkan inovasi adaptasi untuk menghadapi pengaruh perubahan iklim yang terjadi baik secara langsung maupun tidak langsung akibat dari peningkatan gas rumah kaca khususnya pada sektor peternakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad El Zein dan Nour Chehayeb. 2015. "The Effect of Greenhouse Gases on Earth's Temperature." *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis* 3 (2): 74-79. Diakses April 26, 2017. doi:10.11648/j.ijema.20150302.16.
- Amlius Thalib. 2011. "Perkembangan Teknologi Peternakan Terkait Perubahan Iklim: Teknologi Mitigasi Gas Metan Enterik Pada Ternak Ruminansia." Badan Penelitian Ternak. Diakses Maret 28, 2011.
- Aprilia Kusumastuti. 2015. "*Respon Antibodi Terhadap Penyakit Tetelo pada Ayam yang di Vaksin Tetelo dan Tetelo Flu Burung.*" Laporan Penelitian. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana. Denpasar
- BPS Kabupaten Sleman. 2016. *Kabupaten Sleman Dalam Angka 2016*. Yogyakarta: BPS Kabupaten Sleman.
- BPS Kabupaten Sleman . 2016. *Kecamatan Depok Dalam Angka 2016*. Yogyakarta: BPS Kabupaten Sleman.
- BPS Kabupaten Sleman. 2016. *Kecamatan Gamping Dalam Angka 2016*. Yogyakarta: BPS Kabupaten Sleman.
- BPS Kabupaten Sleman. 2016. *Kecamatan Mlati Dalam Angka 2016*. Yogyakarta: BPS Kabupaten Sleman.
- BPS Kabupaten Sleman. 2016. *Kecamatan Ngaglik Dalam Angka 2016*. Yogyakarta: BPS Kabupaten Sleman.
- BPS Kabupaten Sleman. 2016. *Kecamatan Ngemplak Dalam Angka 2016*. Yogyakarta: BPS Kabupaten Sleman.
- BPS Kabupaten Sleman. 2016. *Kecamatan Sleman Dalam Angka 2016*. Yogyakarta: BPS Kabupaten Sleman.
- Budi Haryanto dan A. Thalib. 2009. "Emisi Metana dari Fermentasi Enterik: Kontribusinya Secara Nasional dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya pada Ternak." *Emisi Metana dari Fermentasi Enterik: Kontribusinya secara Nasional* (Balai Penelitian Ternak) 19 (4): 157-165. Diakses April 27, 2017.
- Cunha C.S., Lopes N.L., Veloso C.M., Jacovine L.A.G., Tomich T.R., Pereira L.G.R., dan Marcondes M.I. 2016. "Greenhouse Gases Inventory and Carbon Balance of Two Dairy Systems Obtained From Two Methane-

- Estimation Methods.” *Science of the Total Environment* xxx: 1-11. Diakses April 23, 2017.
- Edvin Aldrian dkk. 2011. “*Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim di Indonesia.*” Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara. Kedeputan Bidang Klimatologi. BMKG.
- Franz Weiss, dan Adrian Leip. 2012. “Greenhouse Gas Emissions from the EU Livestock Sector: A Life Cycle Assessment.” *Agriculture, Ecosystems and Environment* (149): 124-134. Diakses April 23, 2017.
- IPCC 2006, 2006 *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku I Pedoman Umum*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume 3 Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi dan Penyerapan Gas Rumah Kaca Pertanian Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Manggar C. Lintangrino dan Rachmat Boedisantoso. 2016. “Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Pada Sektor Pertanian Dan Peternakan Di Kota Surabaya.” *Institut Teknologi Sepuluh November* 29 (1): 36-41. Diakses April 27, 2016.
- Moss A.R., Jouany J.P., dan Newbold J. 2000. “Methane Production by Ruminants: its Contribution to Global Warming.” *Ann. Zootech.* 49 231-253. Diakses November 9, 2017.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku I Pedoman Umum*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Pérez-Barbería, F.J. 2016. “Scaling Methane Emissions in Ruminants and Global Estimates in Wild Populations.” *Science of the Total Environment* 579: 1572–1580. Diakses April 27, 2017.
- Samiaji, Toni. 2009. “Upaya Mengurangi CO2 di Atmosfer.” *Berita Dirgantara* (Peneliti Pusat Iklim, LAPAN) 10 (3): 92-95. Diakses April 25, 2017.

- Sindu Akhadianto dan Muhammad N. Rofiq. 2017. "Estimasi Emisi Gas Metana Dari Fermentasi Enterik Ternak Ruminansia Menggunakan Metode Tier-1 Di Indonesia ." Pusat Teknologi Produksi Pertanian dan Teknologi. Diakses April 27, 2016.
- Sodiq, Moch. 2013. *Pemanasan Global Dampak Terhadap Kehidupan Manusia dan Usaha Penanggulangannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tati Herawati. 2012. "Refleksi Sosial dari Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca pada Sektor Peternakan di Indonesia." Balai Penelitian Ternak. Bogor. 2017.
- Timothy Harrigan dan Sean A. Woznicki. 2017. "Climate Change And Livestock: Impacts, Adaptation, And Mitigation." *Journal of Climate Risk Management* (16): 145-163. Diakses February 12, 2017.
- WANG Li-zhi, XUE Bai, dan Tianhai Yan. 2017. "Greenhouse Gas Emissions from Pig and Poultry Production Sectors in China from 1960 to 2010." *Journal of Integrative Agriculture* I (16): 221-228. Diakses November 1, 2017.
- Wardhana, W.A. 2010. *Dampak Pemanasan Global Bencana Mengancam Umat Manusia. Sebab, Akibat dan Usaha Penanggulangannya*. Yogyakarta: C.V Andi Offset (Penerbit Andi).

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Data Hasil dari Kuesioner dan Wawancara Peternak

Hasil Kuesioner dan Wawancara Berat Ternak di Kecamatan Gamping

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Gamping	Ambarketawang	Cinde Laras	Ayam Buras	524	2
		CS Jaya Bersama	Kambing	22	60
		Rukun Makmur	Kambing	21	40
		Sumber Mulyo	Sapi Potong	34	300
	Balecatur	Karya Tunggal	Sapi Potong	32	400
		Tunas Harapan	Sapi Potong	29	350
		Sumber Makmur	Sapi Potong	25	300
		Manunggal B	Ayam Buras	400	2
	Banyuraden	Ngudi Mukti	Sapi Potong	14	300
		Guyup Rukun	Sapi Potong	34	250
		Sido Maju	Sapi Potong	42	350
		Mendo Ngremboko	Domba	39	65
	Nogotirto	Guyub	Ayam Buras	208	2
		Ngudi Makmur	Domba	396	50
	Trihanggo	Ngudi Rejeki	Sapi Potong	49	300
		Arum Sani	Sapi Potong	56	350
Lembu Suro II		Sapi Potong	32	250	
Karya Manunggal		Sapi Potong	38	300	

Hasil Kuesioner dan Wawancara Berat Ternak di Kecamatan Mlati

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Mlati	Tirtoadi	Perkasa	Sapi Potong	56	300
		Dwi Andini Sakti	Sapi Potong	24	300
		Ngudi Makmur	Sapi Potong	38	350
		Sido Makmur	Domba	51	60
		Manunggal Karyo	Kambing	46	45
	Tlogoadi	Bayu Andini	Sapi Potong	38	350
		Andini Makmur	Sapi Potong	66	250
		Andini Mulyo	Sapi Potong	35	300

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Mlati	Tlogoadi	Margobakti	Sapi Potong	11	350
		Andini Sri Mulyo	Sapi Potong	38	250
		Ngudi Makmur	Sapi Potong	18	300
	Sendangadi	Tani Manunggal	Sapi Potong	19	300
		Ngudi Lestari	Sapi Potong	26	250
		Ngudi Rejeki	Sapi Potong	22	300
		Mendo Murthodo	Domba	64	60
	Sumberadi	Bulu Andini	Sapi Potong	20	350
		Sido Rukun	Sapi Potong	22	300
		Rukun Andini	Sapi Potong	34	400
		Hewan Lestari	Sapi Potong	23	300
		Sumber Makmur	Ayam Buras	909	2
		Ngudi Mulyo	Sapi Potong	25	350
	Sinduadi	Mesan Sembada	Sapi Potong	25	250
		Guyup Rukun	Sapi Potong	13	400

Hasil Kuesioner dan Wawancara Berat Ternak di Kecamatan Sleman

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Sleman	Caturharjo	Sedyo Raharjo	Sapi Potong	50	350
		Andini Harjo	Sapi Potong	36	250
		Handoko Mulyo	Sapi Potong	32	250
		Andini Manteb	Sapi Potong	19	350
		Ngudi Makmur	Sapi Potong	53	350
		Lurik Sekul	Ayam Buras	85	2
	Triharjo	Gumarang Rejo	Sapi Potong	24	300
		Andini Sari	Sapi Potong	8	400
		Murakabi	Sapi Potong	18	300
		Sedyo Mulyo	Sapi Potong	28	300
		Cinde Laras	Ayam Buras	543	2
	Tridadi	Subur	Sapi Potong	33	300
		Andini Makmur	Sapi Potong	6	400
		Sidodadi	Sapi Potong	12	300
		Andini Manunggal	Sapi Potong	21	350
		Ngudi Makmur	Sapi Potong	24	350
		Andini Mulyo	Sapi Potong	33	300
		Ternak Makmur	Sapi Potong	20	350

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Sleman	Pandowoharjo	Subur Makmur	Sapi Potong	8	350
		Andini Mukti	Sapi Potong	33	300
		Guyup Rukun	Sapi Potong	6	400
	Trimulyo	Sapta Utama	Sapi Potong	18	300
		Suka Makmur	Sapi Potong	17	350
		Setia Maju	Sapi Potong	17	300
		Manteb	Kambing	75	50

Hasil Kuesioner dan Wawancara Berat Ternak di Kecamatan Ngemplak

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Ngemplak	Umbulmartani	Ngudi Makmur	Sapi Potong	13	300
			Domba	18	50
		Sedyo Makmur	Sapi Potong	124	300
			Sedyo Rukun	Sapi Potong	24
		Sedyo Mulyo	Kambing	27	50
			Sapi Potong	49	300
		Ngudi Raharjo	Domba	25	60
	Sapi Potong		14	350	
	Widodomartani	Tandes	Domba	18	55
			Sapi Potong	17	300
		Prasaja	Sapi Potong	17	250
			Domba	39	50
		Wilujeng	Sapi Potong	18	250
			Domba	30	45
		Handhini Mulyo	Sapi Potong	29	300
	Domba		23	50	
	Taruna Mandiri	Sapi Potong	59	350	
		Ngudi Makmur	Sapi Potong	42	250
	Bimomartani	Dombo Kuncoro	Domba	46	55
			Kambing	38	45
		Sedyo Mulyo	Sapi Potong	36	300
			Domba	56	45
		Mulyo Lestari	Sapi Potong	57	250
Domba			16	50	
Purwo Mulyo	Sapi Potong	34	250		
Wedomartani	Lembu Prakoso	Sapi Potong	22	300	

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Ngemplak	Wedomartani	Ngudi Makmur	Sapi Potong	31	250
			Domba	25	60
		Sido Dadi	Sapi Potong	51	300
		Sepon	Sapi Potong	31	250
		Ngudi Rejeki	Sapi Potong	26	300
	Sindumartani	Pingin Mulyo	Sapi Potong	13	350
		Karyo Upoyo	Sapi Potong	27	250
		Manunggal Jaya	Sapi Potong	24	300

Hasil Kuesioner dan Wawancara Berat Ternak di Kecamatan Ngaglik

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Ngaglik	Sariharjo	Andini Mulyo	Sapi Potong	45	300
		Andini Makmur	Sapi Potong	23	250
		Andini Rejo I	Sapi Potong	28	250
		Ngudi Makmur	Sapi Potong	58	300
		Ngudi Sampurna	Sapi Potong	22	300
	Sardonoharjo	Pencarsari	Sapi Perah	34	400
		Sido Dadi	Sapi Potong	37	250
		Andini Mukti	Sapi Potong	9	250
		Manunggaling Rajakaya	Sapi Potong	32	300
			Domba	21	60
		Muda Jaya	Sapi Potong	10	250
	Donoharjo	Tanjung Mekar	Sapi Potong	18	350
		Danu Mulyo	Sapi Potong	50	250
		Mina Andhini	Sapi Potong	24	300
		Arum Mekar	Ayam Buras	225	2
		Andini Mukti	Sapi Potong	22	350
	Sinduharjo	Dadi Makmur	Sapi Potong	10	250
		Lancar	Sapi Potong	19	350
		Usaha Makmur	Sapi Potong	12	300
		Krido Andoko	Sapi Potong	12	300
		Cinde Laras	Ayam Buras	202	2
	Minomartani	Mendo Waras	Domba	7	60
		Giat	Sapi Potong	13	350
	Sukoharjo	Andini Lestari	Sapi Potong	44	300

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Ngaglik	Sukoharjo	Amrih Mulyo	Sapi Potong	29	45
		Ngudi Mulyo	Sapi Potong	9	400
			Domba	13	60
		Maju Makmur	Sapi Potong	28	250
Puntuk	Sapi Potong	17	300		

Hasil Kuesioner dan Wawancara Berat Ternak di Kecamatan Depok

Kecamatan	Desa	Nama Kelompok	Komoditas Usaha	Jumlah Ternak (Ekor)	Berat Ternak (Kg)
Depok	Condongcatur	Sembada	Sapi Potong	47	300
		Ngudi Rejo	Sapi Potong	13	350
			Kambing	35	50
			Domba	36	55
	Maguwoharjo	Singosutan	Sapi Potong	21	300
			Kambing	9	40
			Domba	6	60
		Sapi Putih	Sapi Potong	5	350
			Kambing	68	45
			Domba	20	55
		Rejo Mulyo	Sapi Potong	27	350
	Kambing		4	40	
	Caturtunggal	Rejosari	Sapi Potong	33	250
			Kambing	33	50
			Domba	30	60
		Manunggal Karso	Sapi Potong	3	250
			Domba	37	45
		Sumber Rejo	Sapi Potong	26	250
			Domba	35	55
		Ngudi Remboko	Kambing	14	45
Domba			11	50	
Tambak Bayan		Kambing	16	45	
	Domba	21	50		

Lampiran 2 : Hasil Perhitungan Berat Rata-rata Ternak dan Hasil Kuesioner dan Wawancara Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak

Kecamatan Gamping

No	Jenis Ternak	Berat Rata-rata	Pengelolaan Kotoran	Lama Penyimpanan
1	Ayam Buras	2,0	Tanpa Pewadahan	1 Bulan
2	Domba	57,5	Tumpuk Kering	1 Bulan
3	Kambing	50,0	Tumpuk Kering	1 Bulan
4	Sapi Potong	313,6	Tumpuk Kering	1 Bulan

Kecamatan Mlati

No	Jenis Ternak	Berat Rata-rata	Pengelolaan Kotoran	Lama Penyimpanan
1	Ayam Buras	2,0	Tanpa Pewadahan	1 Bulan
2	Domba	57,5	Tumpuk Kering	1 Bulan
3	Kambing	50,0	Tumpuk Kering	1 Bulan
4	Sapi Potong	313,6	Tumpuk Kering	1 Bulan

Kecamatan Sleman

No	Jenis Ternak	Berat Rata-rata	Pengelolaan Kotoran	Lama Penyimpanan
1	Ayam Buras	2,0	Tanpa Pewadahan	1 Bulan
2	Kambing	50,0	Tumpuk Kering	1 Bulan
3	Sapi Potong	327,3	Tumpuk Kering	3 Bulan

Kecamatan Ngemplak

No	Jenis Ternak	Berat Rata-rata	Pengelolaan Kotoran	Lama Penyimpanan
1	Domba	52,0	Tumpuk Kering	1 Bulan
2	Kambing	47,5	Tumpuk Kering	1 Bulan
3	Sapi Potong	290,9	Tumpuk Kering	1 - 2 Bulan

Kecamatan Ngaglik

No	Jenis Ternak	Berat Rata-rata	Pengelolaan Kotoran	Lama Penyimpanan
1	Domba	60,0	Tumpuk Kering	1 Bulan
2	Kambing	45,0	Tumpuk Kering	1 Bulan
3	Ayam Buras	2,0	Tanpa Pewadahan	1 Bulan
4	Sapi Potong	297,6	Tumpuk Kering	1 - 2 Bulan
5	Sapi Perah	400	Tumpuk Kering	2 - 3 Bulan

Kecamatan Depok

No	Jenis Ternak	Berat Rata-rata	Pengelolaan Kotoran	Lama Penyimpanan
1	Domba	53,8	Tumpuk Kering	1 Bulan
2	Kambing	45,0	Tumpuk Kering	1 Bulan
3	Sapi Potong	300,0	Tumpuk Kering	1 Bulan

Keterangan:

Dalam penelitian ini, data mengenai berat rata-rata ternak dan sistem pengelolaan kotoran ternak dibutuhkan untuk menghitung emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak. Data-data tersebut didapatkan melalui pembagian kuesioner dan wawancara langsung kepada peternak. Oleh karena itu perlu ditentukan jumlah sampel yang akan digunakan untuk pembagian kuesioner dan wawancara.

Data-data informasi mengenai peternak dan peternakan yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 didapatkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman. Untuk menentukan jumlah sampel kuesioner digunakan metode Slovin dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1+Ne^2}$$

Dimana,

n = Jumlah Sampel

N = Jumlah populasi yaitu jumlah total peternak pada wilayah penelitian
(Data Dinas Pertanian)

e = Batas Toleransi Kesalahan (*error tolerance*) yaitu 15%

Perhitungan penentuan jumlah sampel:

1. Kecamatan Gamping

$$n = \frac{31}{1+(31 \times 0.15^2)}$$

$$n = 18$$

2. Kecamatan Mlati

$$n = \frac{47}{1+(47 \times 0.15^2)}$$

$$n = 23$$

3. Kecamatan Sleman

$$n = \frac{56}{1+(56 \times 0.15^2)}$$

$$n = 25$$

4. Kecamatan Ngemplak

$$n = \frac{47}{1+(47 \times 0.15^2)}$$

$$n = 23$$

5. Kecamatan Ngaglik

$$n = \frac{66}{1+(66 \times 0.15^2)}$$

$$n = 27$$

6. Kecamatan Depok

$$n = \frac{13}{1+(13 \times 0.15^2)}$$

$$n = 10$$

Keterangan:

Dari data yang didapatkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman, jumlah peternak dalam kelompok ternak yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan sebanyak 260 kelompok ternak dengan berbagai macam komoditas hewan ternak.

Jumlah kelompok ternak pada Kecamatan Gamping sebanyak 31 kelompok ternak, Kecamatan Mlati sebanyak 47 kelompok ternak, Kecamatan Sleman sebanyak 56 kelompok ternak, Kecamatan Ngemplak sebanyak 47 kelompok ternak, Kecamatan Ngaglik sebanyak 66 kelompok ternak, Kecamatan Depok sebanyak 13 kelompok ternak.

Dari hasil perhitungan didapatkan 125 sampel atau 125 kelompok ternak yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan dengan jumlah sampel pada masing-masing kecamatan yaitu Kecamatan Gamping sebanyak 18 kelompok ternak, Kecamatan Mlati sebanyak 23 kelompok ternak, Kecamatan Sleman sebanyak 25 kelompok ternak, Kecamatan Ngemplak sebanyak 23 kelompok ternak, Kecamatan Ngaglik sebanyak 27 kelompok ternak, Kecamatan Depok sebanyak 10 kelompok ternak. Jumlah sampel ini akan digunakan untuk pembagian kuesioner dan wawancara dilokasi penelitian. Dari 125 kelompok ternak ini dipilih jenis ternak yang berbeda-beda dari setiap kelompoknya dan dipilih berdasarkan jumlah populasi terbanyak pada setiap Kecamatan.

Lampiran 3 : Koefisien Untuk Menghitung Emisi Gas Dinitro Oksida (N₂O) Langsung dan Tidak Langsung

Koefisien Untuk Menghitung Emisi N₂O Langsung dan Tidak Langsung

No	Jenis Ternak	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Manajemen Kotoran ternak (<i>Management Manure System/MMS</i>)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air
		[kg N/(1000 kg hewan)/hari]		%	[kg N ₂ O- N/(kg N in MMS)]	%	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x - N tervolatilisasi)]
		T		N_{rate(T)}	S	MS_(T,S)	EF_{3(S)}
1	Sapi Perah	0,47	Disimpan Padatan	5	0,005	30	0,01
			Tumpuk Kering	2	0,02	20	0,01
			Kompos	1,5	0,006	20	0,01
			Disebar Harian	1	0	7	0,01
			Pastura	2	0	0	0,01

No	Jenis Ternak	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Manajemen Kotoran ternak (<i>Management Manure System/MMS</i>)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air
		[kg N/(1000 kg hewan)/hari]		%	[kg N ₂ O- N/(kg N in MMS)]	%	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x - N tervolatilisasi)]
	T	N_{rate(T)}	S	MS_(T,S)	EF_{3(S)}	Frac_(GasMS)	EF_{4(S)}
2	Sapi Pedaging	0,34	Disimpan Padatan	5	0,005	30	0,01
			Tumpuk Kering	2	0,02	20	0,01
			Kompos	1,5	0,006	20	0,01
			Disebar Harian	1	0	7p	0,01
			Pastura	2	0	0	0,01
3	Kerbau	0,32	Disimpan Padatan	5	0,005	30	0,01
			Tumpuk Kering	2	0,02	20	0,01
			Kompos	1,5	0,006	20	0,01
			Disebar Harian	1	0	7	0,01
			Pastura	2	0	0	0,01

No	Jenis Ternak	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Manajemen Kotoran ternak (<i>Management Manure System/MMS</i>)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air
		[kg N/(1000 kg hewan)/hari]		%	[kg N ₂ O- N/(kg N in MMS)]	%	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]
		T		S	MS_(T,S)	EF_{3(S)}	Frac_(GasMS)
4	Babi	0,24	Disimpan Padatan	5	0,005	30	0,01
			Tumpuk Kering	2	0,02	20	0,01
			Kompos	1,5	0,006	20	0,01
			Disebar Harian	1	0	7	0,01
			Pastura	2	0	0	0,01
			Bentuk Cairan	80	0	48	0,01
5	Kuda	0,46	Disimpan Padatan	5	0,005	30	0,01
			Tumpuk Kering	2	0,02	20	0,01
			Kompos	1,5	0,006	20	0,01
			Disebar Harian	1	0	7	0,01
			Pastura	2	0	0	0,01

No	Jenis Ternak	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Manajemen Kotoran ternak (<i>Management Manure System/MMS</i>)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air
		[kg N/(1000 kg hewan)/hari]		%	[kg N ₂ O- N/(kg N in MMS)]	%	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]
	T	N_{rate(T)}	S	MS_(T,S)	EF_{3(S)}	Frac_(GasMS)	EF_{4(S)}
6	Kambing	1,37	Disimpan Padatan	5	0,005	30	0,01
			Tumpuk Kering	2	0,02	20	0,01
			Kompos	1,5	0,006	20	0,01
			Disebar Harian	1	0	7	0,01
			Pastura	2	0	0	0,01
7	Domba	1,17	Disimpan Padatan	5	0,005	30	0,01
			Tumpuk Kering	2	0,02	20	0,01
			Kompos	1,5	0,006	20	0,01
			Disebar Harian	1	0	7	0,01
			Pastura	2	0	0	0,01

No	Jenis Ternak	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Manajemen Kotoran ternak (<i>Management Manure System/MMS</i>)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air
		[kg N/(1000 kg hewan)/hari]		%	[kg N ₂ O- N/(kg N in MMS)]	%	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]
		T		N_{rate(T)}	S	MS_(T,S)	EF_{3(S)}
Unggas							
8	Itik	0,83	Tanpa Penadahan	1,5	0,001	55	0,01
9	Ayam Boiler	1,1	Dengan Penadahan	1,5	0,001	40	0,01
10	Ayam Petelur	0,82	Tanpa Penadahan	1,5	0,001	55	0,01
11	Ayam Buras	0,7	Tanpa Penadahan	1,5	0,001	55	0,01

Sumber: IPCC, 2006

Keterangan:

Koefisien yang ada di tabel atas digunakan untuk menghitung emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak. Penggunaan koefisien didasarkan pada jenis ternak dan sistem pengelolaan kotoran ternaknya.

MMS : *Manure Management System* (Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak)

Lampiran 4 : Perhitungan Emisi Gas Metana (CH₄) dari Sektor Peternakan Kabupaten Sleman Bagian Selatan

Perhitungan Emisi Gas Metana (CH₄) dari Sektor Peternakan Kecamatan Gamping

Sektor <i>Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)</i>					
Kategori Emisi Metana dari Fermentasi Enterik dan Pengelolaan Kotoran Ternak					
Kecamatan Gamping					
Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Faktor Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Faktor Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak	Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak
	(ekor)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)
	Data Dinas Pertanian 2016	Tabel 2.2	$CH_{4\text{ Enteric}} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6} * 23$	Tabel 2.3	$CH_{4\text{ Manure}} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-3} * 23$
T	N_(T)	EF_(T)	CH₄ Enteric	EF_(T)	CH₄ Manure
Sapi Perah	2,25	61	0,0032	31	0,0016
Sapi Pedaging	1.309,68	47	1,4158	1	0,0301
Kerbau	11,52	55	0,0146	2	0,0005
Domba	3.941	5	0,4532	0,2	0,0181
Kambing	1.570	5	0,1806	0,22	0,0079
Kuda	29	18	0,0120	2,19	0,0015
Babi	3.256	-	-	-	-
Unggas	218.553	0	0	0,2	1,0053
Total	228.672		2,0793		1,0651

Perhitungan Emisi Gas Metana (CH₄) dari Sektor Peternakan Kecamatan Mlati

Sektor	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)</i>				
Kategori	Emisi Metana dari Fermentasi Enterik dan Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan	Mlati				
Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Faktor Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Faktor Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak	Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak
	(ekor)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)
	Data Dinas Pertanian 2016	Tabel 2.2	$CH_4_{Enteric} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6} * 23$	Tabel 2.3	$CH_4_{Manure} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-3} * 23$
T	N_(T)	EF_(T)	CH₄ Enteric	EF_(T)	CH₄ Manure
Sapi Perah	12,00	61	0,0168	31	0,0086
Sapi Pedaging	2.689,20	47	2,9070	1	0,0619
Kerbau	4,32	55	0,0055	2	0,0002
Domba	5.416	5	0,6228	0,2	0,0249
Kambing	1.872	5	0,2153	0,22	0,0095
Kuda	26	18	0,0108	2,19	0,0013
Babi	144	1	0,0033	7	0,0232
Unggas	263.660	0	0	0,2	1,2128
Total	273.824		3,7815		1,3423

Perhitungan Emisi Gas Metana (CH₄) dari Sektor Peternakan Kecamatan Sleman

Sektor	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)</i>				
Kategori	Emisi Metana dari Fermentasi Enterik dan Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan	Sleman				
Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Faktor Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Faktor Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak	Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak
	(ekor)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)
	Data Dinas Pertanian 2016	Tabel 2.2	$CH_4_{Enteric} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6} * 23$	Tabel 2.3	$CH_4_{Manure} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-3} * 23$
T	N_(T)	EF_(T)	CH₄ Enteric	EF_(T)	CH₄ Manure
Sapi Perah	15,75	61	0,0221	31	0,0112
Sapi Pedaging	2.908,80	47	3,1444	1	0,0669
Kerbau	5,76	55	0,0073	2	0,0003
Domba	4.273	5	0,4914	0,2	0,0197
Kambing	1.206	5	0,1387	0,22	0,0061
Kuda	16	18	0,0066	2,19	0,0008
Babi	261	1	0,0060	7	0,0420
Unggas	390.641	0	0	0,2	1,7969
Total	399.327		3,8165		1,9439

Perhitungan Emisi Gas Metana (CH₄) dari Sektor Peternakan Kecamatan Ngeplak

Sektor	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)</i>				
Kategori	Emisi Metana dari Fermentasi Enterik dan Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan	Ngeplak				
Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Faktor Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Faktor Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak	Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak
	(ekor)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)
	Data Dinas Pertanian, 2016	Tabel 2.2	$CH_4_{Enteric} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6} * 23$	Tabel 2.3	$CH_4_{Manure} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-3} * 23$
T	N_(T)	EF_(T)	CH₄ Enteric	EF_(T)	CH₄ Manure
Sapi Perah	0,00	61	0,0000	31	0,0000
Sapi Pedaging	2.419,20	47	2,6152	1	0,0556
Kerbau	31,68	55	0,0401	2	0,0015
Domba	4.307	5	0,4953	0,2	0,0198
Kambing	833	5	0,0958	0,22	0,0042
Kuda	18	18	0,0075	2,19	0,0009
Babi	14	1	0,0003	7	0,0023
Unggas	576.514	0	0	0,2	2,6520
Total	584.137		3,2541		2,7363

Perhitungan Emisi Gas Metana (CH₄) dari Sektor Peternakan Kecamatan Ngaglik

Sektor	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)</i>				
Kategori	Emisi Metana dari Fermentasi Enterik dan Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan	Ngaglik				
Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Faktor Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Faktor Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak	Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak
	(ekor)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)
	Data Dinas Pertanian, 2016	Tabel 2.2	$CH_{4\text{ Enteric}} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6} * 23$	Tabel 2.3	$CH_{4\text{ Manure}} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-3} * 23$
T	N _(T)	EF _(T)	CH ₄ Enteric	EF _(T)	CH ₄ Manure
Sapi Perah	21,75	61	0,0305	31	0,0155
Sapi Pedaging	2.530,08	47	2,7350	1	0,0582
Kerbau	2,16	55	0,0027	2	0,0001
Domba	5.023	5	0,5776	0,2	0,0231
Kambing	2.089	5	0,2402	0,22	0,0106
Kuda	27	18	0,0112	2,19	0,0014
Babi	162	1	0,0037	7	0,0261
Unggas	719.252	0	0	0,2	3,3086
Total	729.107		3,6010		3,4435

Perhitungan Emisi Gas Metana (CH₄) dari Sektor Peternakan Kecamatan Depok

Sektor	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)</i>				
Kategori	Emisi Metana dari Fermentasi Enterik dan Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan	Depok				
Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Faktor Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Emisi CH ₄ dari Fermentasi Enterik	Faktor Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak	Emisi CH ₄ dari Pengelolaan Kotoran Ternak
	(ekor)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)	(kg/ekor/tahun)	(Gg CO ₂ -eq/tahun)
	Data Dinas Pertanian 2016	Tabel 2.2	$CH_{4\text{ Enteric}} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6} * 23$	Tabel 2.3	$CH_{4\text{ Manure}} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-3} * 23$
T	N_(T)	EF_(T)	CH₄ Enteric	EF_(T)	CH₄ Manure
Sapi Perah	31,50	61	0,0442	31	0,0225
Sapi Pedaging	516,24	47	0,5581	1	0,0119
Kerbau	0,00	55	0,0000	2	0,0000
Domba	1.840	5	0,2116	0,2	0,0085
Kambing	388	5	0,0446	0,22	0,0020
Kuda	15	18	0,0062	2,19	0,0008
Babi	0	1	0,0000	7	0,0000
Unggas	108.415	0	0	0,2	0,4987
Total	111.206		0,8647		0,5442

Keterangan:

Perhitungan emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik dan dari pengelolaan kotoran ternak hanya membutuhkan data aktivitas berupa populasi ternak di Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 yang didapatkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman yang bisa dilihat di Tabel 4.1 - 4.3. Selain data aktivitas, dibutuhkan juga faktor emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik dan dari pengelolaan kotoran ternak yang sudah disediakan di metode perhitungan Tier-1 IPCC (2006) yang bisa dilihat di Tabel 2.2 dan Tabel 2.3.

Dalam pedoman Kementerian Lingkungan Hidup (2012), khusus untuk jenis ternak seperti sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau, jumlah populasi yang didapatkan harus dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 0,72 untuk sapi pedaging dan kerbau, dan 0,75 untuk sapi perah. Faktor koreksi ini didapatkan berdasarkan struktur populasi ternak di Indonesia pada tahun 2006.

Contoh Perhitungan:

Jumlah populasi ketiga jenis ternak untuk sapi pedaging, sapi perah dan kerbau dapat diasumsikan sebagai *Animal Unit (AU)* dengan persamaan di bawah ini:

$$N_{(T)} \text{ in animal unit} = N_{(x)} * k_{(T)}$$

$$\begin{aligned} N_{(T)} \text{ in animal unit} &= 3 \text{ (populasi sapi perah di Kecamatan Gamping)} * 0,75 \\ &\text{(faktor koreksi sapi perah)} \\ &= 2,25 \text{ ekor} \end{aligned}$$

Emisi gas metana (CH₄) dari fermentasi enterik dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} CH_{4\text{enteric}} &= EF_{(T)} \text{ (faktor emisi } CH_4 \text{ dari fermentasi enterik sapi perah)} * N_{(T)} * 10^{-6} \\ &\quad * 23 \text{ (nilai konversi ke } CO_2\text{-ekuivalen/Tabel 2.1)} \end{aligned}$$

$$CH_{4\text{enteric}} = 61 \text{ kg/ekor/tahun} * 2,25 * 10^{-6} * 23$$

$$CH_{4\text{enteric}} = 0,0032 \text{ Gg } CO_2\text{-eq/tahun}$$

Jadi, emisi CH₄ yang dihasilkan dari fermentasi enterik di Kecamatan Gamping untuk jenis ternak sapi perah sebesar 0,0032 Gg CO₂-eq/tahun.

Emisi gas metana (CH₄) dari pengelolaan kotoran ternak dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{CH}_{4\text{manure}} = \text{EF}_{(\text{T})} (\text{faktor emisi CH}_4 \text{ dari pengelolaan kotoran ternak sapi perah}) * \text{N}_{(\text{T})} * 10^{-6} * 23 \text{ (nilai konversi ke CO}_2\text{- ekuivalen/Tabel 2.1)}$$

$$\text{CH}_{4\text{enteric}} = 31 \text{ kg/ekor/tahun} * 2,25 * 10^{-6} * 23$$

$$\text{CH}_{4\text{enteric}} = 0,0016 \text{ Gg CO}_2\text{-eq/tahun}$$

Jadi, emisi CH₄ yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak di Kecamatan Tempel untuk jenis ternak sapi perah sebesar 0,0016 Gg CO₂-eq/tahun

Lampiran 5 : Perhitungan Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Sektor Peternakan Kabupaten Sleman bagian selatan
Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Gamping

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)							
Kategori		Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak							
Kecamatan		Gamping							
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, Animal Unit	Nilai Default Laju Eksresi N	Berat Rata-rata Ternak	Eksresi N Tahunan untuk Jenis Ternak (T)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan Jenis Pengelolaan Kotoran Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(ekor)	[kg N/(1000 kg	(kg)	kg N/hewan/tahun	(-)	(kg N/tahun)	[kg N ₂ O-N/(kg N in	kg CO ₂ -eq/tahun
		Data Dinas Pertanian 2016	Lampiran 3	Lampiran 2	$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} * TAM * 10^{-3} * 365$	Lampiran 3	$NE_{MMS} = N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)}$	Lampiran 3	$N_{2}O_{D(mm)} = NE_{MMS} * EF_{3(S)} * 44/28 * 296$
S	T	N _(T)	N _{rate(T)}	TAM	N _{ex(T)}	MS _(T,S)	NE _{MMS}	EF _{3(S)}	N ₂ O _{D(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	2,25	0,47	400	68,62	0,02	3,09	0,02	28,73
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	1.309,68	0,34	313,64	38,92	0,02	1.019,51	0,02	9.484,40
Tumpuk Kering	Kerbau	11,52	0,32	350	40,88	0,02	9,42	0,02	87,62
Tumpuk Kering	Domba	3.941	1,17	57,5	24,56	0,02	1.935,45	0,02	18.005,26
Tumpuk Kering	Kambing	1.570	1,37	50	25	0,02	785,08	0,02	7.303,47
Tumpuk Kering	Kuda	29	0,46	300	50,37	0,02	29,21	0,02	271,78
Sebar Harian	Babi	3.256	0,24	250	21,90	0,01	713,06	0	0
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	89.767	0,70	2	0,51	0,02	917,42	0,001	426,73
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	37.903	0,82	2	0,60	0,015	340,33	0,001	158,30
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	84.541	1,10	2	0,80	0,015	1.018,30	0,001	473,65
Tanpa Penadahan	Itik	6.342	0,83	2	0,61	0,015	57,64	0,001	26,81
Total		228.672			272,77		6.828,52		36.266,75

Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Mlati

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)							
Kategori		Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak							
Kecamatan		Mlati							
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Berat Rata-rata Ternak	Eksresi N Tahunan untuk Jenis Ternak (T)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan Jenis Pengelolaan Kotoran Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(ekor)	[kg N/(1000 kg	(kg)	kg N/hewan/tahun	(-)	(kg N/tahun)	[kg N ₂ O-N/(kg N in	kg CO ₂ -eq/tahun
		Data Dinas Pertanian, 2016	Lampiran 3	Lampiran 2	$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} * TAM * 10^{-3} * 365$	Lampiran 3	$NE_{MMS} = N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)}$	Lampiran 3	$N_2O_{(mm)} = NE_{MMS} * EF_{3(S)} * 44/28 * 296$
S	T	N _(T)	N _{rate(T)}	TAM	N _{ex(T)}	MS _(T,S)	NE _{MMS}	EF _{3(S)}	N ₂ O _{D(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	12	0,47	400	68,62	0,02	16,47	0,02	153,21
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	2.689,20	0,34	313,16	38,86	0,02	2.090,20	0,02	19.444,85
Tumpuk Kering	Kerbau	4,32	0,32	350	40,88	0,02	3,53	0,02	32,86
Tumpuk Kering	Domba	5.416	1,17	60	25,62	0,02	2.775,48	0,02	25.819,93
Tumpuk Kering	Kambing	1.872	1,37	45	22,50	0,02	842,48	0,02	7.837,51
Tumpuk Kering	Kuda	26	0,46	300	50,37	0,02	26,19	0,02	243,66
Sebar Harian	Babi	144	0,24	250	21,9	0,01	31,54	0	0
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	82.635	0,7	2	0,51	0,02	844,53	0,001	392,83
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	48.434	0,82	2	0,60	0,015	434,89	0,001	202,29
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	123.009	1,1	2	0,80	0,015	1.481,64	0,001	689,18
Tanpa Penadahan	Itik	9.582	0,83	2	0,61	0,015	87,09	0,001	40,51
Total		273.824			271,28		8.634,05		54.856,81

Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Sleman

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)							
Kategori		Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak							
Kecamatan		Sleman							
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Berat Rata-rata Ternak	Eksresi N Tahunan untuk Jenis Ternak (T)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan Jenis Pengelolaan Kotoran Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(ekor)	[kg N/(1000 kg	(kg)	kg N/hewan/tahun	(-)	(kg N/tahun)	[kg N ₂ O-N/(kg N in	kg CO ₂ -eq/tahun
		Data Dinas Pertanian, 2016	Lampiran 3	Lampiran 2	$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} * TAM * 10^{-3} * 365$	Lampiran 3	$NE_{MMS} = N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)}$	Lampiran 3	$N_2O_{(mm)} = NE_{MMS} * EF_{3(S)} * 44/28 * 296$
S	T	N _(T)	N _{rate(T)}	TAM	N _{ex(T)}	MS _(T,S)	NE _{MMS}	EF _{3(S)}	N ₂ O _{D(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	15,75	0,47	400	68,62	0,02	21,62	0,02	201,08
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	2.908,80	0,34	327,27	40,61	0,02	2.362,79	0,02	21.980,71
Tumpuk Kering	Kerbau	5,76	0,32	350	40,88	0,02	4,71	0,02	43,81
Tumpuk Kering	Domba	4.273	1,17	50	21,35	0,02	1.824,78	0,02	16.975,71
Tumpuk Kering	Kambing	1.206	1,37	50	25,00	0,02	603,06	0,02	5.610,18
Tumpuk Kering	Kuda	16	0,46	300	50,37	0,02	16,12	0,02	149,95
Sebar Harian	Babi	261	0,24	250	21,9	0,01	57,16	0	0,00
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	120.659	0,7	2	0,51	0,02	1.233,13	0,001	573,58
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	103.689	0,82	2	0,60	0,015	931,02	0,001	433,06
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	158.292	1,1	2	0,80	0,015	1.906,63	0,001	886,85
Tanpa Penadahan	Itik	8.001	0,83	2	0,61	0,015	72,72	0,001	33,82
Total		399.327			271,26		9.033,74		46.888,77

Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Ngemplak

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)							
Kategori		Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak							
Kecamatan		Ngemplak							
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Berat Rata-rata Ternak	Eksresi N Tahunan untuk Jenis Ternak (T)	Fraksi N yang Diekskresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan Jenis Pengelolaan Kotoran Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(ekor)	[kg N/(1000 kg	(kg)	kg N/hewan/tahun	(-)	(kg N/tahun)	[kg N ₂ O-N/(kg N in	kg CO ₂ -eq/tahun
		Data Dinas Pertanian, 2016	Lampiran 3	Lampiran 3	$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} * TAM * 10^{-3} * 365$	Lampiran 3	$N_{E_{MMS}} = N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)}$	Lampiran 3	$N_2O_{(mm)} = NE_{MMS} * EF_{3(S)} * 44/28 * 296$
S	T	N _(T)	N _{rate(T)}	TAM	N _{ex(T)}	MS _(T,S)	NE _{MMS}	EF _{3(S)}	N ₂ O _{D(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	0	0,47	400	68,62	0,02	0	0,02	0
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	2.419,20	0,34	290,91	36,10	0,02	1.746,75	0,02	16.249,77
Tumpuk Kering	Kerbau	31,68	0,32	350	40,88	0,02	25,90	0,02	240,96
Tumpuk Kering	Domba	4.307	1,17	52	22,21	0,02	1.912,88	0,02	17.795,22
Tumpuk Kering	Kambing	833	1,37	47,5	23,75	0,02	395,71	0,02	3.681,28
Tumpuk Kering	Kuda	18	0,46	300	50,37	0,02	18,13	0,02	168,69
Sebar Harian	Babi	14	0,24	250	21,9	0,01	3,07	0	0
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	93.686	0,7	2	0,51	0,02	957,47	0,001	445,36
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	184.215	0,82	2	0,60	0,015	1.654,07	0,001	769,38
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	281.263	1,1	2	0,80	0,015	3.387,81	0,001	1.575,82
Tanpa Penadahan	Itik	17.350	0,83	2	0,61	0,015	157,69	0,001	73,35
Total		584.137			266,35		10.259,48		40.999,81

Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Ngaglik

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)							
Kategori		Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak							
Kecamatan		Ngaglik							
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Berat Rata-rata Ternak	Eksresi N Tahunan untuk Jenis Ternak (T)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan Jenis Pengelolaan Kotoran Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(ekor)	[kg N/(1000 kg	(kg)	kg N/hewan/tahun	(-)	(kg N/tahun)	[kg N ₂ O-N/(kg N in	kg CO ₂ -eq/tahun
		Data Dinas Pertanian, 2016	Lampiran 3	Lampiran 2	$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} * TAM * 10^{-3} * 365$	Lampiran 3	$NE_{MMS} = N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)}$	Lampiran 3	$N_{2}O_{D(mm)} = NE_{MMS} * EF_{3(S)} * 44/28 * 296$
S	T	N _(T)	N _{rate(T)}	TAM	N _{ex(T)}	MS _(T,S)	NE _{MMS}	EF _{3(S)}	N ₂ O _{D(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	21,75	0,47	400	68,62	0,02	29,85	0,02	277,69
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	2.530,08	0,34	297,62	36,93	0,02	1.868,95	0,02	17.386,54
Tumpuk Kering	Kerbau	2,16	0,32	350	40,88	0,02	1,77	0,02	16,43
Tumpuk Kering	Domba	5.023	1,17	60	25,62	0,02	2.574,09	0,02	23.946,36
Tumpuk Kering	Kambing	2.089	1,37	45	22,50	0,02	940,14	0,02	8.746,03
Tumpuk Kering	Kuda	27	0,46	300	50,37	0,02	27,20	0,02	253,04
Sebar Harian	Babi	162	0,24	250	21,9	0,01	35,48	0	0,00
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	149.590	0,7	2	0,51	0,02	1.528,81	0,001	711,11
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	308.226	0,82	2	0,60	0,015	2.767,56	0,001	1.287,31
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	252.923	1,1	2	0,80	0,015	3.046,46	0,001	1.417,04
Tanpa Penadahan	Itik	8.513	0,83	2	6,06	0,015	773,70	0,001	359,88
Total		729.107			274,80		13.594,00		54.401,42

Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Depok

Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)									
Kategori Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak									
Kecamatan Depok									
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Jumlah populasi Jenis/Kategori Ternak Tertentu, <i>Animal Unit</i>	Nilai <i>Default</i> Laju Eksresi N	Berat Rata-rata Ternak	Eksresi N Tahunan untuk Jenis Ternak (T)	Fraksi N yang Dieksresikan untuk Setiap Jenis Kategori Ternak Berdasarkan Jenis Pengelolaan Kotoran Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari MMS (S)	Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(ekor)	[kg N/(1000 kg	(kg)	kg N/hewan/tahun	(-)	(kg N/tahun)	[kg N ₂ O-N/(kg N in	kg CO ₂ -eq/tahun
		Data Dinas Pertanian, 2016	Lampiran 3	Lampiran 2	$N_{ex(T)} = N_{rate(T)} * TAM * 10^{-3} * 365$	Lampiran 3	$NE_{MMS} = N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)}$	Lampiran 3	$N_{2}O_{D(mm)} = NE_{MMS} * EF_{3(S)} * 44/28 * 296$
S	T	N _(T)	N _{rate(T)}	TAM	N _{ex(T)}	MS _(T,S)	NE _{MMS}	EF _{3(S)}	N ₂ O _{D(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	31,50	0,47	400	68,62	0,02	43,23	0,02	402,17
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	516,24	0,34	300	37,23	0,02	384,39	0,02	3.575,95
Tumpuk Kering	Kerbau								
Tumpuk Kering	Domba	1.840	1,17	53,75	229,54	0,02	8.447,05	0,02	78.581,69
Tumpuk Kering	Kambing	388	1,37	45	225,02	0,02	1.746,17	0,02	16.244,41
Tumpuk Kering	Kuda	15	0,46	300	50,37	0,02	15,11	0,02	140,58
Sebar Harian	Babi								
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	43.059	0,7	2	0,51	0,02	440,06	0,001	204,69
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	26.613	0,82	2	0,60	0,015	238,96	0,001	111,15
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	33.679	1,1	2	0,80	0,015	405,66	0,001	188,69
Tanpa Penadahan	Itik	5.064	0,83	2	0,44	0,015	33,41	0,001	15,54
Total		111.206			613,13		11.754,06		99.464,87

Keterangan:

Perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dari pengelolaan kotoran ternak membutuhkan data aktivitas berupa populasi ternak di Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 yang didapatkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman yang bisa dilihat di Tabel 4.1 - 4.3 dan dibutuhkan data-data mengenai berat rata-rata ternak dan sistem pengelolaan kotoran ternak yang dilakukan yang bisa dilihat di Lampiran 2. Selain data aktivitas, dibutuhkan juga data-data *default* IPCC (2006) untuk perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dari pengelolaan kotoran ternak yang bisa dilihat di Lampiran 3. Dalam pedoman Kementerian Lingkungan Hidup (2012), khusus untuk jenis ternak seperti sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau, jumlah populasi yang didapatkan harus dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 0,72 untuk sapi pedaging dan kerbau, dan 0,75 untuk sapi perah. Faktor koreksi ini didapatkan berdasarkan struktur populasi ternak di Indonesia pada tahun 2006.

Contoh Perhitungan:

Jumlah populasi ketiga jenis ternak untuk sapi pedaging, sapi perah dan kerbau dapat diasumsikan sebagai *Animal Unit (AU)* dengan persamaan di bawah ini:

$$N_{(T)} \text{ in animal unit} = N_{(x)} * k_{(T)}$$

$$\begin{aligned} N_{(T)} \text{ in animal unit} &= 1.819 \text{ (populasi sapi pedaging di Kecamatan Gamping)} * \\ &0,72 \text{ (faktor koreksi untuk sapi pedaging)} \\ &= 1.309,68 \text{ ekor} \end{aligned}$$

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menghitung emisi dinitrogen oksida (N₂O) langsung adalah dengan menentukan ekskresi N tahunan untuk jenis ternak (N_{ex}) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} N_{ex} &= N_{rate} \text{ (nilai } default \text{ laju ekskresi N sapi pedaging/Lampiran 3)} * TAM \\ &\text{(berat rata-rata ternak sapi pedaging di Kecamatan Gamping/Lampiran} \\ &\text{2)} * 10^{-3} * 365 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{ex} &= 0,34 \text{ kg N/(1000 kg hewan)/hari} * 313,64 \text{ kg} * 10^{-3} * 365 \\ &= 38,92 \text{ kg N/hewan/tahun} \end{aligned}$$

Setelah hasil ekskresi N tahunan untuk jenis ternak (N_{ex}) telah didapatkan, langkah selanjutnya adalah menghitung total ekskresi nitrogen untuk MMS (NE_{MMS}) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$NE_{MMS} = N_{(T)} * N_{ex} * MS_{(TS)} \text{ (fraksi N yang diekskresikan untuk sapi pedaging di Kecamatan Gamping/Lampiran 3)}$$

$$NE_{MMS} = 1.309,68 \text{ ekor} * 38,92 \text{ kg N/hewan/tahun} * 0,02 \\ = 1.019,51 \text{ kg N/tahun}$$

Total ekskresi nitrogen untuk MMS (NE_{MMS}) dibutuhkan untuk menghitung emisi N_2O langsung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$N_{2O_{D(mm)}} = NE_{MMS} * EF_3 \text{ (faktor emisi } N_2O \text{ langsung untuk sapi pedaging /Lampiran 3)} * 44/28 \text{ (konversi emisi } ((N_2O)-N)(mm) \text{ ke dalam bentuk } N_2O(mm))} * 296 \text{ (nilai konversi ke } CO_2\text{- ekuivalen/Tabel 2.1)}$$

$$N_{2O_{D(mm)}} = 1.019,51 \text{ kg N/tahun} * 0,02 \text{ kg } N_2O\text{-N}/(\text{kg N in MMS}) * 44/8 * 296$$

$$N_{2O_{D(mm)}} = 9.484,40 \text{ kg } CO_2\text{-eq/tahun}$$

Jadi, emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak di Kecamatan Gamping untuk jenis ternak sapi pedaging sebesar 9.484,40 kg CO_2 -eq/tahun.

Lampiran 6 : Perhitungan Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) Tidak Langsung dari Sektor Peternakan Kabupaten Sleman Bagian Selatan

Emisi N₂O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Gamping

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)				
Kategori		Emisi N ₂ O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan		Gamping				
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Jumlah Kotoran Ternak yang Hilang Akibat Volatilisasi NH ₃ dan NO _x	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air	Emisi Tidak Langsung N ₂ O Akibat dari Penguapan N dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(kg N/tahun)	(-)	kg N/tahun	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]	kg CO ₂ -eq/tahun
		NE _{MMS} =	Lampiran 2	N _{volatilization-MMS} =	Lampiran 2	N ₂ O _{G(mm)} = N _{volatilization-MMS} * EF ₄ * 296
		N _(T) * Nex _(T) * MS _(T,S)		NE _{MMS} * Frac _(GasMS)		
S	T	NE_{MMS}	Frac_(GasMS)	N_{volatilization-MMS}	EF₄	N₂O_{G(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	3,09	0,2	0,62	0,01	1,83
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	1.019,51	0,2	203,90	0,01	603,55
Tumpuk Kering	Kerbau	9,42	0,2	1,88	0,01	5,58
Tumpuk Kering	Domba	1.935,45	0,2	387,09	0,01	1.145,79
Tumpuk Kering	Kambing	785,08	0,2	157,02	0,01	464,77
Tumpuk Kering	Kuda	29,21	0,2	5,84	0,01	17,30
Sebar Harian	Babi	713,06	0,00	0,71	0,01	2,11
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	917,42	0,55	504,58	0,01	1.493,56
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	340,33	0,55	187,18	0,01	554,06
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	1.018,30	0,4	407,32	0,01	1.205,66
Tanpa Penadahan	Itik	57,64	0,55	31,70	0,01	93,84
Total		6.828,52		1.887,85		5.588,03

Emisi N₂O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Mlati

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)				
Kategori		Emisi N ₂ O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan		Mlati				
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Jumlah Kotoran Ternak yang Hilang Akibat Volatilisasi NH ₃ dan NO _x	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air	Emisi Tidak Langsung N ₂ O Akibat dari Penguapan N dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(kg N/tahun)	(-)	kg N/tahun	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]	kg CO ₂ -eq/tahun
		NE _{MMS} =	Lampiran 2	N _{volatilization-MMS} =	Lampiran 2	N ₂ O _{G(mm)} = N _{volatilization-MMS} * EF ₄ * 296
		N _(T) * Ne _{x(T)} * MS _(T,S)		NE _{MMS} * Frac _(GasMS)		
S	T	NE_{MMS}	Frac_(GasMS)	N_{volatilization-MMS}	EF₄	N₂O_{G(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	16,47	0,2	3,29	0,01	9,75
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	2.090,20	0,2	418,04	0,01	1.237,40
Tumpuk Kering	Kerbau	3,53	0,2	0,71	0,01	2,09
Tumpuk Kering	Domba	2.775,48	0,2	555,10	0,01	1.643,09
Tumpuk Kering	Kambing	842,48	0,2	168,50	0,01	498,75
Tumpuk Kering	Kuda	26,19	0,2	5,24	0,01	15,51
Sebar Harian	Babi	31,54	0,02	0,63	0,01	1,87
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	844,53	0,55	464,49	0,01	1.374,89
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	434,89	0,55	239,19	0,01	708,00
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	1.481,64	0,4	592,66	0,01	1.754,27
Tanpa Penadahan	Itik	87,09	0,55	47,90	0,01	141,78
Total		8.634,05		2.495,74		7.387,38

Emisi N₂O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Sleman

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)				
Kategori		Emisi N ₂ O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan		Sleman				
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Jumlah Kotoran Ternak yang Hilang Akibat Volatilisasi NH ₃ dan NO _x	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air	Emisi Tidak Langsung N ₂ O Akibat dari Penguapan N dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(kg N/tahun)	(-)	kg N/tahun	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]	kg CO ₂ -eq/tahun
		NE _{MMS} =	Lampiran 2	N _{volatilization-MMS} =	Lampiran 2	N ₂ O _{G(mm)} = N _{volatilization-MMS} * EF ₄ * 296
		N _(T) * Nex _(T) * MS _(T,S)		NE _{MMS} * Frac _(GasMS)		
S	T	NE_{MMS}	Frac_(GasMS)	N_{volatilization-MMS}	EF₄	N₂O_{G(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	21,62	0,2	4,32	0,01	12,80
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	2.362,79	0,2	472,56	0,01	1.398,77
Tumpuk Kering	Kerbau	4,71	0,2	0,94	0,01	2,79
Tumpuk Kering	Domba	1.824,78	0,2	364,96	0,01	1.080,27
Tumpuk Kering	Kambing	603,06	0,2	120,61	0,01	357,01
Tumpuk Kering	Kuda	16,12	0,2	3,22	0,01	9,54
Sebar Harian	Babi	57,16	0,02	1,14	0,01	3,38
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	1.233,13	0,55	678,22	0,01	2.007,54
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	931,02	0,55	512,06	0,01	1.515,71
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	1.906,63	0,4	762,65	0,01	2.257,45
Tanpa Penadahan	Itik	72,72	0,55	39,99	0,01	118,38
Total		9.033,74		2.960,69		8.763,65

Emisi N₂O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Ngemplak

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)				
Kategori		Emisi N ₂ O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan		Ngemplak				
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Jumlah Kotoran Ternak yang Hilang Akibat Volatilisasi NH ₃ dan NO _x	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air	Emisi Tidak Langsung N ₂ O Akibat dari Penguapan N dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(kg N/tahun)	(-)	kg N/tahun	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]	kg CO ₂ -eq/tahun
		NE _{MMS} =	Lampiran 2	N _{volatilization-MMS} =	Lampiran 2	N ₂ O _{G(mm)} = N _{volatilization-MMS} * EF ₄ * 296
		N _(T) * Ne _{x(T)} * MS _(T,S)		NE _{MMS} * Frac _(GasMS)		
S	T	NE_{MMS}	Frac_(GasMS)	N_{volatilization-MMS}	EF₄	N₂O_{G(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	0	0,2	0,00	0,01	0,00
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	1.746,75	0,2	349,35	0,01	1.034,08
Tumpuk Kering	Kerbau	25,90	0,2	5,18	0,01	15,33
Tumpuk Kering	Domba	1.912,88	0,2	382,58	0,01	1.132,42
Tumpuk Kering	Kambing	395,71	0,2	79,14	0,01	234,26
Tumpuk Kering	Kuda	18,13	0,2	3,63	0,01	10,73
Sebar Harian	Babi	3,07	0,02	0,06	0,01	0,18
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	957,47	0,55	526,61	0,01	1.558,76
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	1.654,07	0,55	909,74	0,01	2.692,82
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	3.387,81	0,4	1355,13	0,01	4.011,17
Tanpa Penadahan	Itik	157,69	0,55	86,73	0,01	256,71
Total		10.259,48		3.698,13		10.946,48

Emisi N₂O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Ngaglik

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)				
Kategori		Emisi N ₂ O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan		Ngaglik				
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Jumlah Kotoran Ternak yang Hilang Akibat Volatilisasi NH ₃ dan NO _x	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air	Emisi Tidak Langsung N ₂ O Akibat dari Penguapan N dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(kg N/tahun)	(-)	kg N/tahun	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]	kg CO ₂ -eq/tahun
		NE _{MMS} =	Lampiran 2	N _{volatilization-MMS} =	Lampiran 2	N ₂ O _{G(mm)} = N _{volatilization-MMS} * EF ₄ * 296
		N _(T) * Ne _{X(T)} * MS _(T,S)		NE _{MMS} * Frac _(GasMS)		
S	T	NE_{MMS}	Frac_(GasMS)	N_{volatilization-MMS}	EF₄	N₂O_{G(mm)}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	29,85	0,2	5,97	0,01	17,67
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	1.868,95	0,2	373,79	0,01	1.106,42
Tumpuk Kering	Kerbau	1,77	0,2	0,35	0,01	1,05
Tumpuk Kering	Domba	2.574,09	0,2	514,82	0,01	1.523,86
Tumpuk Kering	Kambing	940,14	0,2	188,03	0,01	556,57
Tumpuk Kering	Kuda	27,20	0,2	5,44	0,01	16,10
Sebar Harian	Babi	35,48	0,00	0	0,01	0
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	1.528,81	0,55	840,85	0,01	2.488,90
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	2.767,56	0,55	1522,16	0,01	4.505,59
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	3.046,46	0,4	1218,58	0,01	3.607,01
Tanpa Penadahan	Itik	773,70	0,55	425,54	0,01	1.259,59
Total		13.594,00		5.095,52		15.082,75

Emisi N₂O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak Kecamatan Depok

Sektor		Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)				
Kategori		Emisi N ₂ O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak				
Kecamatan		Depok				
Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Jenis Hewan Ternak	Total Ekskresi Nitrogen untuk MMS	% Limbah N yang Tervolatilisasi menjadi NH ₃ dan NO _x pada MMS (S)	Jumlah Kotoran Ternak yang Hilang Akibat Volatilisasi NH ₃ dan NO _x	Faktor Emisi N ₂ O dari Deposisi Atmosfer N di Tanah dan Permukaan Air	Emisi Tidak Langsung N ₂ O Akibat dari Penguapan N dari Pengelolaan Kotoran Ternak
		(kg N/tahun)	(-)	kg N/tahun	[kg N ₂ O-N/(kg NH ₃ -N + NO _x -N tervolatilisasi)]	kg CO ₂ -eq/tahun
		NE _{MMS} = N _(T) * Ne _{x(T)} * MS _(T,S)	Lampiran 2	N _{volatilization-MMS} = NE _{MMS} * Frac _(GasMS)	Lampiran 2	N ₂ O _{G(mm)} = N _{volatilization-MMS} * EF ₄ * 296
		S		T		NE_{MMS}
Tumpuk Kering	Sapi Perah	43,23	0,2	8,65	0,01	25,59
Tumpuk Kering	Sapi Pedaging	384,39	0,2	76,88	0,01	227,56
Tumpuk Kering	Kerbau					
Tumpuk Kering	Domba	8.447,05	0,2	1689	0,01	5.000,65
Tumpuk Kering	Kambing	1.746,17	0,2	349,23	0,01	1.033,74
Tumpuk Kering	Kuda	15,11	0,2	3	0,01	8,95
Sebar Harian	Babi					
Tanpa Penadahan	Ayam Buras	440,06	0,55	242,03	0,01	716,42
Tanpa Penadahan	Ayam Petelur	238,96	0,55	131,43	0,01	389,02
Dengan Penadahan	Ayam Pedaging	405,66	0,4	162,27	0,01	480,31
Tanpa Penadahan	Itik	33,41	0,55	18,38	0,01	54,40
Total		11.754,06		2.681,30		7.936,64

Keterangan:

Perhitungan emisi dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak membutuhkan data aktivitas berupa populasi ternak di Kabupaten Sleman bagian selatan tahun 2016 yang didapatkan dari Dinas Pertanian Kabupaten Sleman yang bisa dilihat di Tabel 4.1 - 4.3 dan dibutuhkan data-data mengenai berat rata-rata ternak dan sistem pengelolaan kotoran ternak yang dilakukan yang bisa dilihat di Lampiran 2. Selain data aktivitas, dibutuhkan juga data-data *default* IPCC (2006) untuk perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dari pengelolaan kotoran ternak yang bisa dilihat di Lampiran 3.

Dalam pedoman Kementerian Lingkungan Hidup (2012), khusus untuk jenis ternak seperti sapi pedaging, sapi perah, dan kerbau, jumlah populasi yang didapatkan harus dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 0,72 untuk sapi pedaging dan kerbau, dan 0,75 untuk sapi perah. Faktor koreksi ini didapatkan berdasarkan struktur populasi ternak di Indonesia pada tahun 2006.

Contoh Perhitungan :

Pada dasarnya perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung hanya meneruskan perhitungan dari emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dari pengelolaan kotoran ternak karena pada perhitungan ini hasil total ekskresi nitrogen untuk MMS (NE_{MMS}) sudah dihitung di perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dari pengelolaan kotoran ternak. Pada perhitungan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung sudah didapatkan hasil total ekskresi nitrogen untuk MMS (NE_{MMS}) sebesar 1.019,51 kg N/tahun (lihat perhitungan Lampiran 5) untuk sapi pedaging di Kecamatan Gamping. Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah kotoran ternak yang hilang akibat volatilisasi NH₃ dan NO_x (N_{volatilization-MMS}) dengan persamaan sebagai berikut:

$$N_{\text{volatilization-MMS}} = NE_{\text{MMS}} * \text{Frac}_{(\text{GasMS})} \text{ (\% limbah N yang tervolatilisasi menjadi NH}_3 \text{ dan NO}_x \text{ pada MMS untuk sapi pedaging/Lampiran 3)}$$
$$N_{\text{volatilization-MMS}} = 1.019,51 \text{ kg N/tahun} * 0,2 = 203,90 \text{ kg N/tahun}$$

Jumlah kotoran ternak yang hilang akibat volatilisasi NH₃ dan NO_x (N_{volatilization-MMS}) dibutuhkan untuk menghitung emisi dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$N_2O_{G(mm)} = N_{volatilization-MMS} * EF_4 \text{ (faktor emisi } N_2O \text{ dari deposisi atmosfer N di tanah dan permukaan air/Lampiran 3) * 296 (nilai konversi ke } CO_2\text{-ekuivalen)}$$

$$N_2O_{G(mm)} = 203,90 \text{ kg N/tahun} * 0,01 \text{ kg } N_2O\text{-N}/(\text{kg } NH_3\text{-N} + NO_x\text{-N tervolatilisasi}) * 296$$

$$N_2O_{G(mm)} = 603,55 \text{ kg } CO_2\text{-eq/tahun}$$

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) tidak langsung yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak di Kecamatan Gamping untuk jenis ternak sapi pedaging sebesar 603,55 kg CO₂-eq/tahun.

Lampiran 7 : Dokumentasi wawancara dan pembagian kuesioner kepada peternak yang ada di Kabupaten Sleman bagian selatan











