

TA/TL/2024/[nomor admin]*

TUGAS AKHIR
INVENTARISASI GAS RUMAH KACA PADA
SEKTOR LAHAN HIJAU DI DUKUH NGEBO,
KABUPATEN SLEMAN, D.I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



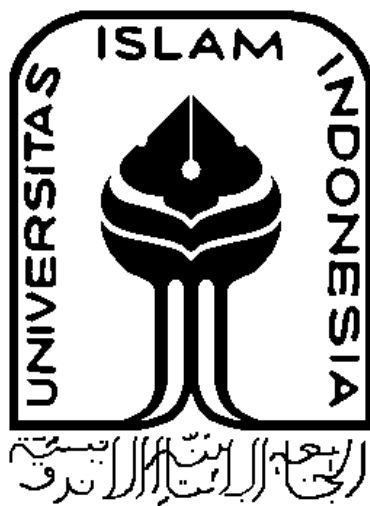
PUSPITA KUMALA
20513216

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024

TUGAS AKHIR

INVENTARISASI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR LAHAN HIJAU DI DUKUH NGEBO KABUPATEN SLEMAN D.I. YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



PUSPITA KUMALA
20513216

Disetujui,
Dosen Pembimbing:



Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

NIK. 195130102

Tanggal: 21 Juni 2024

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M. Sc. (Res.Eng.), Ph.D.

NIK. 045130401

Tanggal: 24 Juni 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**INVENTARISASI GAS RUMAH KACA PADA
SEKTOR LAHAN HIJAU DI DUKUH NGEBO,
KABUPATEN SLEMAN, D.I. YOGYAKARTA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari : Senin
Tanggal : 24 Juni 2024**

Disusun Oleh:


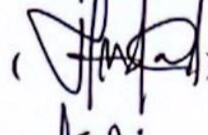
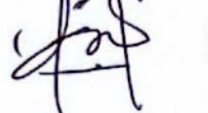
**PUSPITA KUMALA
20513216**

Tim Penguji :

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Fina Binazir Maziva, S.T., M.T.

Ir. Eko Siswovo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.

()
()
()

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.
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, 25 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



Puspita Kumaha

NIM: 20513216

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak November 2023 ini ialah “Inventarisasi Gas Rumah Kaca pada Sektor Lahan Hijau di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta”. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1) dari Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan ini, penulis turut mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak yang membantu dan memberikan bimbingan, semangat serta dukungan dalam menyelesaikan laporan ini. Sehingga, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, kemampuan dan kemudahan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua saya Bapak Dimiyati dan Ibu Supriyati, adik saya Wiky Pangguh Binathara, serta keluarga besar saya yang selalu memberi doa dan dukungan agar diberikan kelancaran dalam menjalankan masa studi ini.
3. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Elita Nurfitriyani Sulisty, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing awal yang membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan proposal. Kemudian dengan sabar membantu memberikan arahan sampai laporan selesai.
5. Ibu Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang sudah berkenan menggantikan dosen sebelumnya. Kemudian dengan sabar

membimbing, memberikan arahan dan dukungan dalam penyusunan serta memperbaiki kekurangan dalam penyusunan laporan.

6. Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. selaku dosen penguji I yang telah memberikan masukan yang sangat membantu dalam penelitian dan penyusunan laporan.
7. Bapak Ir. Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D. selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan yang sangat membantu dalam penelitian dan penyusunan laporan.
8. Seluruh dosen staf dan keluarga besar Teknik Lingkungan FTSP UII, yang sudah membantu, mengajar, dan mendukung selama menempuh masa studi ini.
9. Teman-teman saya, Maharani Fitrah Sawala dan Nurhayati yang sudah bekerja sama bersama penulis sejak awal pembentukan proposal Tugas Akhir hingga selesai.
10. Seluruh petani atau pemilik lahan yang telah memberikan izin pengambilan data dan membantu dalam penyelesaian laporan ini.
11. Seluruh teman-teman dekat saya yang selalu memberikan doa, dukungan serta semangat kepada penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu selama pengerjaan laporan ini.

Semoga kebaikan dan seluruh bantuan yang telah diberikan akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diharapkan sehingga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca dan penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 29 April 2024



Puspita Kumala

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

Puspita Kumala. Inventarisasi Gas Rumah Kaca pada Sektor Lahan Hijau di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta. Dibimbing oleh Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

Aktivitas pertanian di lahan hijau menjadi salah satu sektor yang menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK). Menurut data dari Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) sektor pertanian memiliki kontribusi emisi gas rumah kaca 13% terhadap total emisi GRK di Indonesia. Seiring berjalannya waktu peningkatan emisi GRK dapat berdampak pada pemanasan global. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui angka potensi emisi GRK yang dihasilkan lahan hijau dari aktivitas pertanian di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sebagai upaya mengurangi GRK dilakukan inventarisasi yang memerlukan data primer berupa wawancara langsung kepada pemilik lahan atau petani dan data sekunder berupa literatur terkait GRK. Metode penentuan jumlah titik sampel menggunakan metode Slovin. Data tersebut dianalisis untuk menentukan nilai potensi GRK yang dihasilkan dengan menggunakan metode perhitungan IPCC 2006. Hasil analisis dari aktivitas pertanian di Dukuh Ngebo menunjukkan bahwa nilai total gas karbon dioksida (CO₂) dari penggunaan pupuk urea menghasilkan 382,05 Kg CO₂eq/tahun. Nilai total emisi gas metana (CH₄) pada lahan sawah padi menghasilkan 21.112,34 Kg CO₂eq/tahun. Sedangkan nilai total emisi dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan tidak langsung dari pengelolaan tanah menghasilkan 1.180,62 Kg CO₂eq/tahun dan 868,53 Kg CO₂eq/tahun. Total keseluruhan untuk emisi GRK dari lahan hijau menghasilkan 23.543,54 Kg CO₂eq/tahun.

Kata kunci: Dukuh Ngebo, emisi, gas rumah kaca, inventarisasi, lahan hijau

ABSTRACT

Puspita Kumala. *Greenhouse Gas Inventory on Green Land Sector in Dukuh Ngebo, Sleman Regency, D.I. Yogyakarta. Supervised by Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.*

Agricultural activities on green land are one of the sectors that produce greenhouse gas (GHG) emissions. According to data from the Ministry of National Development Planning (BAPPENAS), the agricultural sector contributes 13% of greenhouse gas emissions to total GHG emissions in Indonesia. Over time, increasing GHG emissions can have an impact on global warming. Therefore, this research aims to determine the potential number of GHG emissions produced by green land from agricultural activities in Dukuh Ngebo, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta. As an effort to reduce GHG, an inventory is carried out which requires primary data in the form of direct interviews with landowners or farmers and secondary data in the form of literature related to GHG. The method for determining the number of sample points uses the Slovin method. This data was analyzed to determine the potential value of GHG produced using the IPCC 2006 calculation method. The results of analysis of agricultural activities in Dukuh Ngebo show that the total value of carbon dioxide gas (CO₂) from the use of urea fertilizer produces 382.05 Kg CO₂eq/year. The total value of methane gas emissions (CH₄) in rice fields produces 21,112.34 Kg CO₂eq/year. Meanwhile, the total value of direct and indirect nitrous oxide (N₂O) emissions from land management produces 1,180.62 Kg CO₂eq/year and 868.53 Kg CO₂eq/year. The total GHG emissions from green land produce 23,543.54 Kg CO₂eq/year.

Keywords: Dukuh Ngebo, emission, greenhouse gas, inventory , green land

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Asumsi Penelitian.....	4
1.6 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Emisi Gas Rumah Kaca.....	7
2.2 Gas Rumah Kaca dari Sektor Lahan Hijau.....	7
2.3 <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	11
2.4 <i>Pembagian Scope The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)</i>	12
2.5 Inventarisasi Emisi	13
2.6 Metodologi Perhitungan Emisi.....	15
2.6.1 Perhitungan Beban Emisi Gas Rumah Kaca	15
2.6.2 Perhitungan Beban Emisi Sektor Lahan Hijau	16
2.7 Penelitian Terdahulu	18
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Kerangka Penelitian.....	23
3.2 Waktu dan Lokasi.....	23

3.3 Metode Populasi dan Sampel	24
3.4 Prosedur Analisis Data	27
3.4.1 Pengumpulan Data.....	27
3.4.2 Analisis Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Gambaran Umum Kondisi Lahan Hijau.....	41
4.2 Sebaran Emisi Gas Rumah Kaca pada Sektor Lahan Hijau.....	41
4.2.1 Aktivitas Emisi Gas Karbondioksida (CO ₂) dari Pemupukan pada Lahan Hijau	42
4.2.2 Aktivitas Emisi Gas Metana (CH ₄) pada Budidaya Lahan Padi Sawah	45
4.2.3 Aktivitas Emisi N ₂ O Langsung dari Pengelolaan Tanah.....	47
4.2.4 Aktivitas Emisi N ₂ O Tidak Langsung dari Pengelolaan Tanah	49
4.3 Perhitungan Emisi GRK pada Sektor Lahan Hijau	49
4.3.1 Hasil Potensi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO ₂) dari Pemakaian Pupuk Urea Pada Lahan Hijau	49
4.3.2 Hasil Potensi Emisi Gas Metana (CH ₄) dari Hasil Dekomposisi Bahan Organik Pada Lahan Padi Sawah.....	52
4.3.3 Hasil Potensi Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N ₂ O) Langsung dari Aktivitas Pengelolaan Tanah	54
4.3.4 Hasil Potensi Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N ₂ O) Tidak Langsung dari Aktivitas Pengelolaan Tanah	57
4.3.5 Beban Emisi GRK Total dari Sektor Lahan Hijau	60
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Simpulan.....	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	68
RIWAYAT HIDUP	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Emisi N ₂ O Langsung dari Subsektor Pengelolaan Tanah	17
Tabel 2. 2 Faktor Emisi N ₂ O Tidak Langsung Subsektor Pengelolaan Tanah	18
Tabel 2. 3 Emisi NH ₃ yang dihasilkan per ton N pupuk sintetis	18
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	19
Tabel 3. 1 Lokasi Sampel Lahan Hijau	26
Tabel 3. 2 Kebutuhan Data Primer	28
Tabel 3. 3 Kebutuhan Data Sekunder	28
Tabel 3. 4 Aktivitas Emisi Gas Rumah Kaca	30
Tabel 3. 5 Dosis Anjuran Pupuk Urea Beberapa Komoditas	31
Tabel 3. 6 Faktor Skala berdasarkan Rejim Air	33
Tabel 3. 7 Faktor Koreksi untuk Jenis Tanah	33
Tabel 3. 8 Default Faktor Skala Emisi CH ₄ untuk Rejim Air Sebelum Periode Penanaman	34
Tabel 3. 9 Default Faktor Konversi untuk Penggunaan Berbagai Bahan Organik	35
Tabel 3. 10 Faktor emisi dan faktor koreksi emisi metana (CH ₄) dari lahan sawah untuk berbagai varietas padi	35
Tabel 3. 11 Kandungan N dalam pupuk	38
Tabel 4. 1 Nilai GWP	42
Tabel 4. 2 Data Primer CO ₂	44
Tabel 4. 3 Data Primer CH ₄	46
Tabel 4. 4 Data Primer N ₂ O	48
Tabel 4. 5 Emisi GRK pada CO ₂	50
Tabel 4. 6 Hasil Emisi GRK CH ₄	53
Tabel 4. 7 Hasil Emisi GRK N ₂ O Langsung	56
Tabel 4. 8 Hasil Emisi GRK N ₂ O Tidak Langsung	59
Tabel 4. 9 Total Emisi GRK pada Lahan Hijau	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Karbon.....	9
Gambar 2. 2 Siklus Nitrogen.....	11
Gambar 2. 3 <i>Scope GHG Protocol</i>	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	23
Gambar 3. 2 Dusun Ngebo.....	24
Gambar 3. 3 Peta Lokasi Sampel Lahan Hijau	27
Gambar 4. 1 Diagram Hasil Emisi GRK CO ₂	51
Gambar 4. 2 Hasil Emisi GRK CH ₄	54
Gambar 4. 3 Diagram Hasil Emisi GRK N ₂ O Langsung.....	57
Gambar 4. 4 Diagram Hasil Emisi GRK N ₂ O Tidak Langsung	60
Gambar 4. 5 Diagram Total Emisi GRK di Dusun Ngebo	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner Penelitian	68
Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan Wawancara	69
Lampiran 3 Dokumentasi Jenis Tanaman Lahan Hijau di Dukuh Ngebo	71
Lampiran 4 Data Kelompok Tani Dukuh Ngebo.....	76

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemanasan global (*global warming*) adalah suatu bentuk ketidakseimbangan ekosistem di bumi akibat terjadinya proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan di bumi. Peningkatan suhu yang terjadi saat ini disebabkan oleh beberapa alasan seperti laju pencairan es di kutub lebih cepat, terjadi perubahan iklim yang ekstrim dan penurunan permukaan (Bamber et al., 2019). Dari isu pemanasan global yang semakin memprihatinkan maka dibuat Persetujuan Paris tahun 2015 yang menggantikan *Kyoto Protocol to the UNFCCC*. Dengan adanya persetujuan ini setiap negara harus berkontribusi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK), termasuk Indonesia (Wahyuni, 2018).

GRK adalah gas atmosfer yang menyerap radiasi infra merah dan juga menentukan suhu atmosfer. GRK terdiri dari gas-gas karbon, terutama gas karbondioksida (CO₂), dinitrogen oksidasi (N₂O) dan metana (CH₄). Indonesia merupakan negara yang turut menyumbang emisi dari berbagai sektor, salah satunya sektor lahan hijau yang didalamnya mencakup pertanian dan perkebunan. Sektor lahan hijau merupakan salah satu sektor yang menjadi prioritas nasional. Hal ini tercantum dalam Peraturan Presiden Nomor 18 tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2020-2024. Target penurunan GRK dari sektor lahan hijau sebesar 58,3% pada tahun 2024.

Menurut data dari Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) sektor pertanian memiliki kontribusi emisi gas rumah kaca 13% terhadap total emisi gas rumah kaca di Indonesia, meskipun demikian sektor pertanian merupakan sektor yang paling rentan dan sensitif terhadap perubahan iklim. Proyeksi emisi gas rumah kaca pada Sektor Pertanian terhadap emisi gas rumah kaca di Indonesia diperkirakan pada tahun 2030 diperkirakan sebesar 478.503,66 Gg CO₂ eq. Adapun capaian potensi penurunan emisi GRK pada tahun 2019 untuk sektor pertanian mencapai 13.395,76 Gg CO₂ eq.

Emisi GRK terus meningkat di masa mendatang seiring bertambahnya penduduk, permintaan pangan juga meningkat. Hal ini mendorong sektor lahan hijau untuk lebih banyak memproduksi pangan. Maka dari itu, produksi GRK dari sektor lahan hijau perlu diperhatikan. Langkah awal untuk mengurangi emisi GRK dengan menyelenggarakan inventarisasi emisi (Hanarisanty & Pratama, 2022). Inventarisasi emisi adalah suatu proses pengumpulan, pengolahan, dan pelaporan data mengenai jumlah emisi GRK yang dihasilkan oleh berbagai sektor ekonomi dalam suatu wilayah atau negara. Inventarisasi ini memiliki tujuan untuk memahami kontribusi berbagai kegiatan manusia terhadap perubahan iklim dan memberikan dasar untuk mengembangkan strategi pengurangan emisi.

Pada salah satu penelitian emisi GRK pada padi sawah di sektor pertanian Kabupaten Sleman Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta meliputi Kecamatan Berbah, Kecamatan Kalasan dan Kecamatan Prambanan menggunakan metode perhitungan IPCC 2006. Pada tahun 2016 menyumbangkan emisi CH₄ paling besar secara berturut-turut adalah Kecamatan Kalasan sebesar 1,35 Gg CO₂ eq/tahun, Kecamatan Berbah sebesar 0,95 Gg CO₂ eq/tahun dan Kecamatan Prambanan sebesar 0,93 Gg CO₂ eq/tahun yang menyumbangkan emisi paling kecil. Sehingga total emisi CH₄ dari ketiga kecamatan sebesar 3,23 Gg CO₂ eq/tahun. Salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan hasil emisi gas CH₄ antar kecamatan yaitu karena perbedaan luas wilayah panen total setiap kecamatan.

Emisi CO₂ dari penggunaan pupuk urea tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian Selatan menunjukkan nilai yang relatif berbeda, yaitu Kecamatan Gamping sebesar 0,13 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Mlati sebesar 0,11 Gg CO₂/tahun, Kecamatan Depok sebesar 0,05 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Ngemplak sebesar 0,2 Gg CO₂eq/tahun dan Kecamatan Sleman 0,22 Gg CO₂eq/tahun. Sehingga total keseluruhan emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 1,06 Gg CO₂eq/tahun. Perbedaan emisi menunjukkan penggunaan pupuk urea dapat mempengaruhi jumlah potensi emisi CO₂ yang dihasilkan. Kemudian hasil perhitungan emisi gas N₂O langsung dari pengelolaan tanah untuk masing-masing Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian Selatan yaitu untuk Kecamatan Gamping

sebesar 0,58 Gg CO₂ eq/tahun, Kecamatan Mlati sebesar 0,7 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Depok sebesar 0,21 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Ngemplak sebesar 1,21 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Ngaglik sebesar 1,02 Gg CO₂eq/tahun dan Kecamatan Sleman sebesar 0,994 Gg CO₂eq/tahun (Khairana, 2006).

Dalam membantu pemerintah mencapai target penurunan emisi GRK dengan melakukan inventarisasi emisi salah satunya akan dilakukan di Dukuh Ngebo. Dukuh Ngebo terletak di wilayah Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dukuh Ngebo nantinya akan menjadi salah satu desa kota yang memiliki potensi lahan hijau yang cukup besar dikarenakan ketersediaan lahan hijau yang luas. Dari hal itu membuat sebagian besar masyarakat Dukuh Ngebo memiliki mata pencaharian sebagai petani. Sehingga jika ditarik kesimpulan Dukuh Ngebo memiliki potensi persentase lahan hijau yang cukup besar untuk menimbulkan GRK. Untuk mempermudah penetapan kebijakan mengenai pengendalian GRK, maka dilakukan inventarisasi emisi. Dengan adanya inventarisasi emisi, maka terjadi pengendalian GRK yang efisien pada wilayah tersebut. Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beban GRK dari sektor lahan hijau di Dukuh Ngebo

1.2 Perumusan Masalah

- 1) Bagaimana aktivitas lahan hijau yang berkontribusi menghasilkan emisi GRK di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta?
- 2) Bagaimana perhitungan emisi GRK yang dihasilkan dari sektor lahan hijau di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisis aktivitas lahan hijau yang berkontribusi menghasilkan emisi GRK di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta.
- 2) Menghitung emisi GRK yang dihasilkan dari sektor lahan hijau di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1) Sebagai data beban emisi GRK dari sektor lahan hijau di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman.
- 2) Sebagai informasi tingkat penyebaran emisi GRK dari sektor lahan hijau di Dukuh Ngebo, Kabupaten Sleman.
- 3) Sebagai rekomendasi untuk menentukan strategi penurunan GRK di Dukuh Ngebo pada sektor lahan hijau.
- 4) Sebagai referensi untuk melaksanakan inventarisasi emisi GRK dari sektor lahan hijau di tahun berikutnya maupun di daerah lain.

1.5 Asumsi Penelitian

- 1) Jumlah pupuk urea (M_{Urea}) yang digunakan
- 2) Faktor emisi (EF_{Urea}) Default IPCC (Tier 1) untuk faktor emisi urea
- 3) Faktor koreksi varietas
- 4) Faktor konversi untuk penggunaan berbagai jenis bahan organik
- 5) Faktor skala rejim air
- 6) Faktor koreksi jenis tanah
- 7) Faktor emisi sawah irigasi
- 8) Fraksi pupuk N sintetis
- 9) Faktor emisi N_2O dari deposit N pada tanah dan permukaan air

1.6 Ruang Lingkup

- 1) Titik lokasi penelitian ini adalah Kawasan lahan hijau yang berada di Dukuh Ngebo, Sukoharjo, Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- 2) Waktu penelitian dilakukan dari bulan awal Desember 2023 sampai akhir Februari 2024.
- 3) Metode perhitungan penelitian ini mengacu pada pedoman IPCC *Guidelines* 2006 dan PerMen LHK No. P.73 Tahun 2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional
- 4) Penelitian ini memerlukan data kuisisioner dan wawancara dari beberapa responden kelompok tani.

- 5) Parameter yang digunakan adalah emisi karbon dioksida (CO_2), gas metana (CH_4) dan gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung maupun tidak langsung.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Emisi Gas Rumah Kaca

Emisi gas rumah kaca (GRK) merujuk pada pelepasan gas-gas yang dapat menyebabkan efek rumah kaca di atmosfer bumi. Efek rumah kaca sendiri merupakan fenomena alamiah dimana gas-gas tertentu di atmosfer menangkap dan mempertahankan panas, menjaga suhu permukaan bumi tetap hangat. Namun, aktivitas manusia telah meningkatkan konsentrasi gas-gas ini, menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim.

Bagi sektor lahan hijau, perubahan cuaca dapat mengakibatkan perubahan pola bertani dikarenakan adanya perubahan iklim, terutama banyaknya curah hujan, angin dan intensitasnya. Perubahan iklim merupakan sebab yang ditimbulkan dari pemanasan global. Pemanasan global juga menyebabkan lebih intensifnya penguapan dari permukaan bumi sehingga suhu lingkungan menjadi lebih tinggi dan produksi gas terutama H₂O meningkat. Apabila pemanasan tersebut menyebabkan kebakaran hutan, maka akan mengakibatkan adanya peningkatan produksi gas CO₂, CH₄ dan N₂O ke udara. Selain gas tersebut ada gas yang tergolong kedalam GRK yaitu gas flouorinasi (SF₆, PFC, HFC, NF₃) dan CFC. Oleh karena itu, produksi gas-gas yang mempunyai efek rumah kaca harus dapat ditekan melalui upaya mitigasi yang tepat. Kegiatan pertanian memberikan kontribusi emisi GRK sekitar 5% dari emisi nasional GRK.

Sumber GRK terbagi dua, yaitu sumber alami dan sumber antropogenik (aktivitas manusia). Secara alami dihasilkan dari letusan gunung berapi, kebakaran hutan, pembusukan sampah di TPA, dan penguraian nitrogen dari dalam tanah. Kemudian sumber antropogenik diantaranya dari pembakaran bahan bakar fosil, penggunaan listrik, penggunaan transportasi, penggunaan pendingin ruangan (AC), proses pemupukan di lahan pertanian, peternakan, dan aktivitas industri (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013).

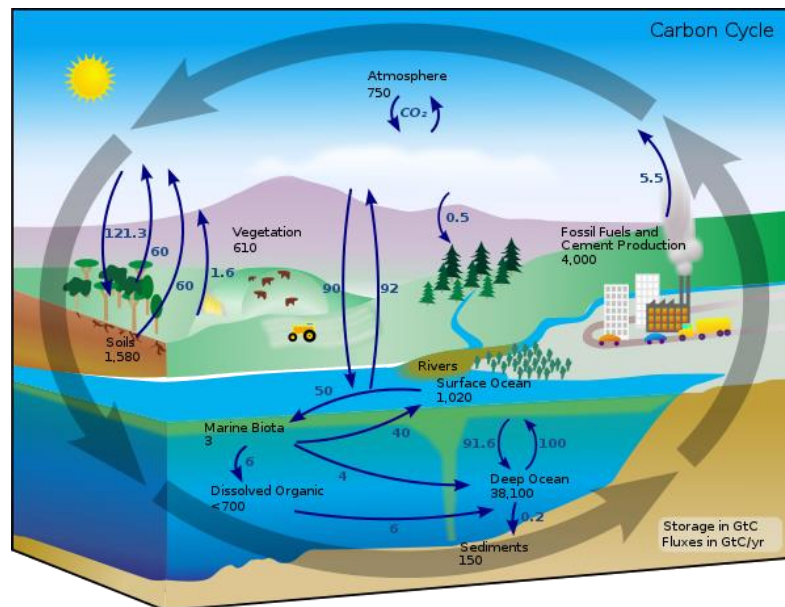
2.2 Gas Rumah Kaca dari Sektor Lahan Hijau

Dalam pertanian, karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan dinitrogen oksida (N₂O) adalah GRK yang harus diperhatikan. Penjelasan lebih lanjut dapat ditemukan di bawah ini.

a.) CO₂

Sumber karbon tetap pada makhluk hidup adalah CO₂ dan fosil tersimpan dalam bentuk CO₂ ditemukan pada atmosfer dan terlarut dalam air. Proses fotosintesis dan aliran energi dapat menjelaskan siklus CO₂ pada ekosistem. Dengan kehadiran cahaya matahari karbon diubah menjadi glukosa (C₆H₁₂O₆). Hewan memakan tanaman yang menghasilkan sebagai sumber energi, menghasilkan kembali senyawa karbon melalui proses respirasi (CO₂) dan sebagian senyawa karbon digunakan untuk menyusun tulang. Mikroorganisme dekomposer biasanya melepas karbon ke atmosfer dari kotoran hewan, protoplasma tumbuhan dan hewan-hewan. Siklus ini terjadi di air permukaan maupun laut.

Karbon yang terdapat di atmosfer berdifusi dengan air, Fitoplankton mengkonsumsi karbon terlarut dalam bentuk karbonat dan mengubahnya menjadi karbohidrat. Invertebrata dan ikan melepaskan karbondioksida dari Fitoplankton ke air, selanjutnya dilepaskan ke atmosfer melalui difusi. Penggunaan karbondioksida oleh Fitoplankton diganti dengan pembusukan bahan organik di permukaan laut yang paling dalam. Batu bara, minyak dan gas, serta gambut adalah bentuk fosil karbon yang ditemukan di bangkai hewan yang sudah mati. Selanjutnya manusia menggunakannya dalam aktivitasnya, sehingga menghasilkan karbondioksida dan gas yang dilepaskan ke atmosfer (Astuti et al., 2023). Siklus karbon dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Siklus Karbon

Sumber: rimbakita.com

Ketika CO₂ berlebihan, itu dapat berkontribusi pada peningkatan efek rumah kaca. Dibandingkan dengan GRK lainnya CO₂ memiliki dampak paling besar terhadap pemanasan global. Dengan penebangan dan pembakaran hutan, terutama dari negara-negara berkembang di sekitar khatulistiwa menyumbang sekitar 50% dari total pemanasan global.

b.) Metana (CH₄)

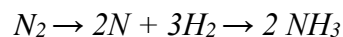
Metana umumnya berasal dari sumber antropogenik yaitu hasil kegiatan manusia di bidang pertanian, peternakan, dan pembakaran biomassa, yang masing-masing bertanggung jawab atas 21%, 15%, dan 8% emisi dunia. Ini terbentuk dari metabolisme jasad renik dalam kondisi tergenang (anaerob) di dasar rawa, sawah, lambung manusia atau hewan, dan dalam tumpukan sampah di TPA. Emisi metana terbanyak berasal dari lahan pertanian seperti sawah.

c.) Dinitrogen Oksidasi (N₂O)

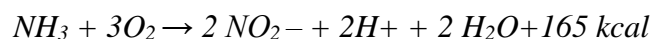
Organisme hidup menggunakan nitrogen untuk membuat berbagai molekul organik kompleks seperti asam amino, protein, dan asam nukleat. N₂ adalah simpanan nitrogen utama atmosfer, dengan sebagian kecil lainnya tersimpan sebagai senyawa organik di tanah dan laut. Tumbuhan hanya dapat

menangkap nitrogen dalam bentuk padat yaitu: ion ammonium (NH_4^+) dan ion nitrat (NO_3^-). Sebagian besar tanaman mendapatkan nitrogen yang dibutuhkan sebagai nitrat anorganik dari larutan tanah.

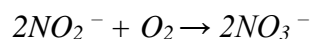
Nitrogen yang ada di atmosfer difiksasi oleh energi tinggi seperti radiasi kosmik dan petir. Kemudian fiksasi dengan cara biologis terjadi melalui bakteri yang bersimbiosis dengan akar tanaman, yaitu *Cyanobacteria*, *Rhizobia*, *Azotobacteria* dengan reaksi:



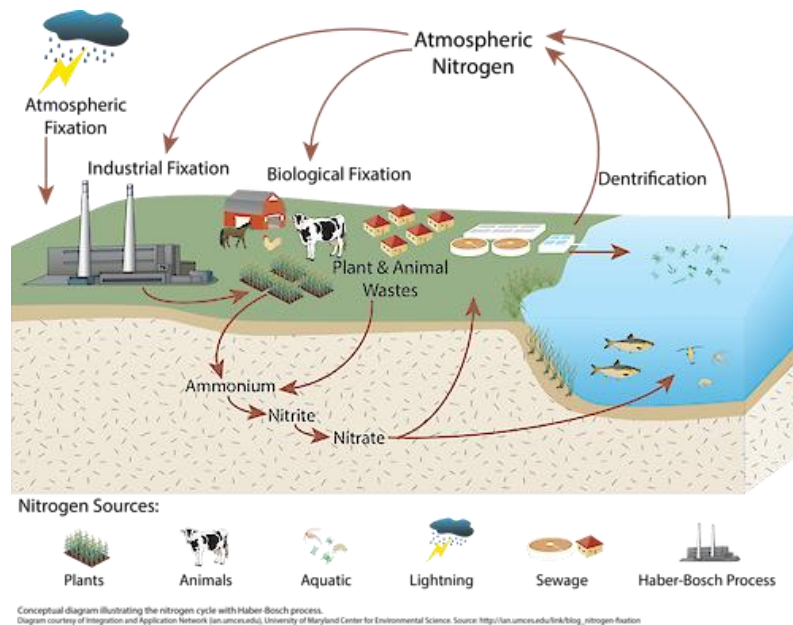
Amonifikasi adalah siklus biogeokimia berikutnya dimana amonia diubah menjadi bentuk inorganik. Dekomposer ditemukan di lapisan atas tanah dan mengubah amonia (NH_3) menjadi garam amonium (NH_4^+). Berbagai bakteri, *actinomycetes*, dan fungi melakukan proses ini yang disebut mineralisasi. Reaksi nitrifikasi terjadi antara amonium yang dilepaskan dan bakteri *Nitrosomonas* yang merupakan bakteri autotrof:



Karena kemampuan mereka mengoksidasi amonium menjadi nitrit dan air, bakteri *Nitrosomonas* menggunakan amonium yang ada di tanah sebagai sumber energi. Bakteri nitrobacter kemudian dapat mengoksidasi ion nitrit menjadi nitrat untuk menghasilkan energi.



Pada kondisi di mana ada banyak nitrat (lebih banyak dari yang diserap oleh akar tanaman) nitrat akan berubah menjadi gas. Proses ini disebut denitrifikasi, dimana nitrogen dalam bentuk nitrat berubah menjadi bentuk gas N_2 atau N_2O dan dibantu oleh bakteri *pseudomonas*. Proses ini terjadi pada kondisi fakultatif anaerob, di mana bakteri lebih senang pada kondisi aerob. Siklus nitrogen dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Siklus Nitrogen

Sumber: Nuttle, Bill. 2013

Penggunaan pupuk, baik pupuk organik maupun anorganik terutama nitrogen, terkait dengan proses denitrifikasi dan nitrifikasi. Jumlah pupuk yang digunakan terutama pupuk anorganik berkaitan dengan peningkatan emisi N_2O . Kondisi tanah, suhu, curah hujan, dan jenis tanaman juga berpengaruh terhadap laju emisi N_2O .

2.3 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) adalah kelompok yang bertanggung jawab untuk menetapkan kebijakan tentang perubahan iklim dan memberikan informasi yang objektif mengenai perubahan iklim. Namun, IPCC tidak ditugaskan untuk melakukan penelitian mengenai perubahan iklim atau memonitor data-data iklim ataupun parameter-parameter terkait dengan perubahan iklim (Hanarisanty & Pratama, 2022). Organisasi Meteorologi Dunia (WMO) dan Lembaga PBB dalam program lingkungan (UNEP /*United Nation Environment Program*) membentuk IPCC.

Dibutuhkan organisasi netral untuk memberikan pencerahan mengenai adaptasi dan mitigasi perubahan iklim karena sangat kompleks dan memerlukan penanganan serius. Perubahan iklim global memerlukan kebijakan menyeluruh

yang mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial ekonomi masyarakat. Dalam hal keputusan kebijakan, IPCC berada dalam posisi netral yang berarti bahwa segala hal keputusan yang dibuat oleh IPCC dapat diterima dan diakui oleh semua negara (Lintangrino & Boedisantoso, 2016).

2.4 Pembagian Scope The Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)

Dampak *Carbon footprint* yang ditimbulkan dari kegiatan manusia di suatu tempat mempunyai cakupan yang luas. Pemanfaatan lahan hijau sebagai salah satu kegiatan bagi masyarakat sebagai mata pencaharian dapat berkontribusi besar terhadap emisi karbon yang ditimbulkan. Emisi karbon tersebut dapat ditimbulkan secara langsung (*direct*) maupun tidak langsung (*indirect*). Oleh sebab itu, perlu dilakukan gambaran menyeluruh tentang dampak yang ditimbulkan dan mengklasifikasikan *Carbon footprint* berdasarkan sumbernya. Berdasarkan sumber *Carbon footprint* dibagi ke dalam tiga *scope* menurut *The Greenhouse Gas Protocol* (Sprangers, 2008) sebagai berikut :

a) Scope 1

Pada *scope 1* merupakan sumber emisi yang berasal dari sumber ataupun kegiatan yang menghasilkan sumber emisi tersebut. Sumber emisi yang berasal dari *scope 1* adalah sumber emisi langsung (*direct*) dan dapat dikontrol langsung pihak yang terkait. *Scope* ini terdiri dari emisi langsung yang ditimbulkan dari proses pertanian melalui penggunaan bahan kimia, penggunaan bahan kimia yang menimbulkan gas metan (CH₄) serta penggunaan pupuk pada sektor pertanian yang menimbulkan emisi CO₂ dan *nitrous oxide* (N₂O).

b) Scope 2

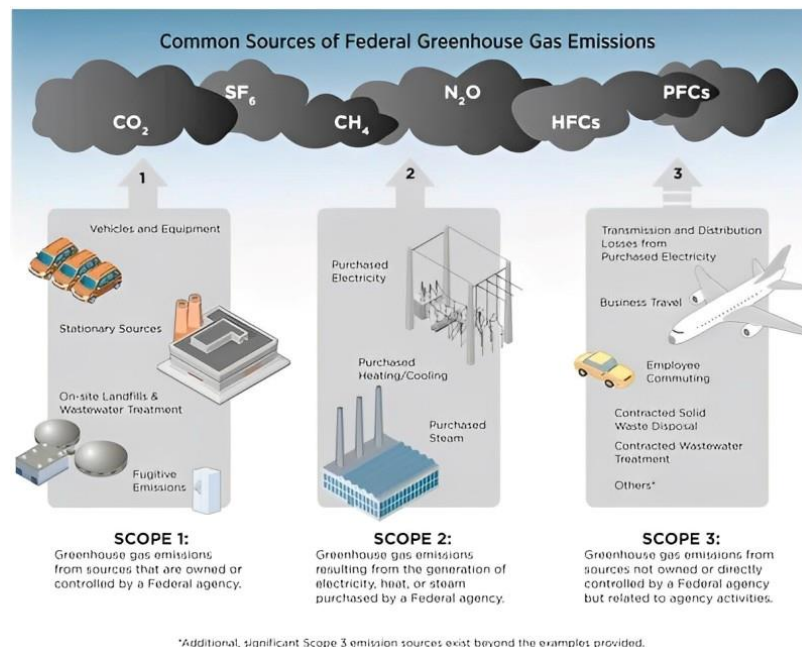
Pada *scope 2* merupakan sumber emisi tidak langsung (*indirect*) yang berasal dari kegiatan pembangkit listrik saat ini, yang tidak berasal dari kegiatan manusia secara langsung. Pembangkit tenaga listrik dapat berasal dari berbagai sumber energi seperti batu bara, panas bumi dan nuklir. Adapun, *Scope* ini mencakup penggunaan energi listrik untuk keperluan alat elektronik

dan pencahayaan untuk manusia. Penggunaan energi listrik pada *scope 2* berasal dari beberapa aktivitas operasional maupun non operasional.

c) Scope 3

Sumber emisi yang dihasilkan secara tidak langsung (*indirect*) dan bukan berasal dari kegiatan secara langsung pada suatu perusahaan. Akan tetapi, sumber emisi tersebut berasal di luar kontrol perusahaan. Namun, sumber ini berasal dari beberapa kegiatan seperti pengelolaan limbah di IPAL dan perjalanan bisnis wisata.

Untuk tujuan yang lebih terukur dan jelas, setiap *scope* yang berasal dari berbagai jenis sumber kegiatan saat ini dibagi menjadi tiga *scope* sesuai dengan *The Greenhouse Gas Protocol (GHG protocol)*. Sumber emisi yang diklasifikasikan ini berdasarkan pada sumber emisi saat ini. Adapun terkait gambaran mengenai *scope* menurut *GHG Protocol*, dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Scope GHG Protocol*

Sumber: *U.S. Enviromental Protection Agency*

2.5 Inventarisasi Emisi

Inventarisasi emisi mencakup informasi mengenai pencemaran udara dari keseluruhan sumber di suatu wilayah selama periode waktu tertentu. Inventarisasi

emisi menyediakan informasi tentang lokasi, ukuran, frekuensi, selang waktu, serta kontribusi relatif dari masing-masing emisi. Inventarisasi emisi tersebut nantinya dapat digunakan sebagai dasar tindakan pencegahan terhadap pencemaran udara yang akan datang serta membantu dalam menganalisis aktivitas yang berkontribusi terhadap peningkatan pencemaran di wilayah dalam studi yang dilakukan. Selain itu, inventarisasi emisi bermanfaat untuk:

- a. Mengukur beban pencemaran udara
- b. Mengukur perkembangan atau perubahan kualitas udara
- c. Sebagai data dasar untuk perencanaan/ pengelolaan udara yang lebih bersih
- d. Untuk keperluan pembuatan peraturan perundangan di bidang lingkungan
- e. Sebagai data dasar untuk pemodelan kualitas udara khususnya model dispersi udara
- f. Terkait dengan *long-range transport*, studi inventarisasi emisi bermanfaat untuk memahami penyebaran pencemar udara yang melewati batasan wilayah (*transboundary*).

Dalam inventarisasi emisi, metodologi dasar menggunakan rata-rata emisi untuk setiap aktivitas yang didasarkan pada jumlah penggunaan material yang digunakan seperti bahan bakar. Perlu diperhatikan bahwa inventarisasi emisi menunjukkan perhitungan rata-rata untuk periode waktu tertentu, bukan mengindikasikan emisi yang sebenarnya dalam satuan hari. Sasaran utama dari inventarisasi emisi adalah untuk mempelajari sumber buangan yang mengeluarkan kontaminan ke atmosfer.

Inventarisasi emisi dapat memberikan indikator tentang kondisi udara di lingkungan dan gambaran kualitas udara saat ini. Dalam kaitannya dengan instrumen pengelolaan kualitas udara, inventarisasi emisi juga dapat digunakan untuk mengindikasikan sumber pencemaran udara dan membantu dalam menentukan metode pengelolaan alternatif pengelolaan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah pencemaran udara (Kementerian Lingkungan Hidup, 2013). Ada banyak strategi pengelolaan kualitas udara yang bergantung pada inventarisasi emisi antara lain pemantauan, pembuatan tujuan kualitas udara, analisa dampak meteorologi, serta analisa biaya manfaat. (Inventory et al., 2006)

mengungkapkan bahwa inventarisasi emisi diperlukan untuk memberikan izin suatu kegiatan yang dapat berdampak terhadap lingkungan di suatu wilayah tertentu seperti penentuan terhadap pencapaian status suatu wilayah.

Selain itu, inventarisasi emisi diperlukan untuk menyediakan informasi umum mengenai status kondisi kualitas udara dan sebagai alat untuk melacak emisi sepanjang waktu. Perhitungan emisi yang dihasilkan dapat dihitung menggunakan data dasar atau indeks dari operasi suatu sistem seperti jumlah dan kandungan material dari energi yang digunakan, proses alamiah, sistem yang digunakan untuk mengontrol emisi, perhitungan keseimbangan massa, dan perhitungan berdasarkan faktor emisi. Data inventarisasi emisi biasanya terdiri dari dua komponen data penting yaitu mencakup data kategori polutan dan data kategori sumber emisi (U.S.EPA).

2.6 Metodologi Perhitungan Emisi

UNFCCC menggunakan metodologi yang digunakan oleh IPCC untuk menjalankan inventarisasi yang berprinsip transparan, akurat, lengkap, konsisten dan kompatibel. Perbedaan IPCC *Guidelines* 2006 dengan pedoman sebelumnya yaitu IPCC *Guidelines* 1996 sebagai berikut:

- Lebih akurat: metode telah diperbaharui dan nilai default telah diperbaiki berdasarkan penelitian terbaru.
- Lebih komplit dan konsisten dari aspek jenis sumber dan riset, khususnya sektor penggunaan lahan dan kehutanan.
- Mengurangi sumber kesalahan: kategori sumber emisi telah ditata ulang sehingga mengurangi kemungkinan *double counting*.
- Lebih jelas dan relevan.

2.6.1 Perhitungan Beban Emisi Gas Rumah Kaca

Metode perhitungan GRK yang ada pada pedoman IPCC berbeda dalam kompleksitas mulai dari metode sederhana Tier 1; metode Tier 2 bergantung pada faktor emisi/serapan lokal; dan metode Tier 3 menggunakan pemodelan atau pendekatan berbasis inventarisasi. Metode perhitungan yang diikuti dalam Pedoman IPCC untuk menghitung beban emisi GRK adalah perkalian antara

informasi aktivitas manusia dalam jangka waktu tertentu (data aktivitas, DA) dengan emisi/serapan per unit aktivitas (faktor emisi/serapan, FE). Oleh karena itu,

$$\text{Emisi GRK} = \text{DA} \times \text{FE}$$

dimana:

- DA : Data aktivitas, yaitu informasi terhadap pelaksanaan suatu kegiatan yang melepaskan atau menyerap gas rumah kaca yang dipengaruhi oleh kegiatan manusia, sedangkan
- FE : Faktor Emisi, yaitu besaran yang menunjukkan jumlah emisi gas rumah kaca yang akan dilepaskan atau diserap dari suatu aktivitas tertentu (KLHK, 2017).

2.6.2 Perhitungan Beban Emisi Sektor Lahan Hijau

Emisi GRK dari sektor lahan hijau diduga berasal dari emisi CO₂ karena penambahan batu kapur dan pupuk urea serta CH₄ dari pertanian dan perkebunan. Penjelasan lebih lanjut sebagai berikut:

a.) Emisi CO₂ dari Penggunaan Pupuk Urea

Penggunaan pupuk urea dalam budidaya pertanian, CO₂ yang diikat dilepaskan selama proses pembuatan pupuk. Urea (CO(NH₂)₂) diubah menjadi amonium (NH₄⁺), ion hidroksil (OH⁻), dan bikarbonat (HCO₃⁻) dengan adanya air dan enzim urease. Mirip dengan reaksi tanah terhadap penambahan kapur, bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO₂ dan air. Faktor emisi urea adalah 0,2 ton C/ ton urea (KLHK, 2017).

b.) Emisi Metana (CH₄) dari Lahan Sawah

Dekomposisi bahan organik secara anaerobik pada lahan sawah mengemisikan gas metana ke atmosfer. Faktor- faktor seperti umur tanaman, rejim air sebelum dan selama periode budidaya, dan penggunaan bahan organik dan anorganik mempengaruhi emisi CH₄. Selain itu, emisi CH₄ juga dipengaruhi oleh jenis tanah, suhu, dan varietas padi. Emisi CH₄ dapat dihitung dengan mengalikan faktor emisi harian dengan lama budidaya padi sawah dan luas panen (KLHK, 2017).

c.) Emisi Dinitrogen Oksidasi (N₂O)

Proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang terjadi secara alami dalam tanah

menghasilkan dinitrogen oksidasi (N_2O). Nitrifikasi adalah oksidasi amonia oleh mikroba aerobik menjadi nitrat, dan denitrifikasi adalah reduksi nitrat oleh mikroba anaerob menjadi gas nitrogen (N_2). Dinitrogen oksida ini adalah gas antara dalam urutan reaksi denitrifikasi dan hasil dari reaksi nitrifikasi yang lepas dari sel-sel mikroba ke dalam tanah dan akhirnya ke atmosfer. Ketersediaan N anorganik dalam tanah merupakan faktor pengendali utama dalam reaksi ini .

Memungkinkan emisi N_2O melalui penambahan N ke dalam tanah (misalnya, pupuk sintetis atau organik, deposit kotoran ternak, sisa tanaman, limbah lumpur), atau mineralisasi N dalam bahan organik tanah melalui drainase/pengelolaan tanah organik, atau budidaya/perubahan penggunaan pada tanah mineral (misalnya, *Forest Land/ Grass Land/ Settlement* dikonversi menjadi lahan pertanian).

Emisi dari N_2O yang dihasilkan dari penambahan N antropogenik atau mineralisasi N dapat terjadi secara langsung (yaitu, langsung dari tanah dimana N ditambahkan/ dilepaskan), dan tidak langsung melalui :

- (i) volatilisasi NH_3 dan NO_x dari tanah yang dikelola dan dari pembakaran bahan bakar fosil serta biomassa, yang kemudian gas-gas ini beserta produknya NH_4^+ dan NO_3^- diendapkan kembali ke tanah dan air; dan
- (ii) pencucian dan *run off* dari N terutama sebagai NO_3^- dari tanah yang dikelola (KLHK, 2017).

Faktor emisi N_2O Langsung untuk tanah terkelola dapat dilihat pada Tabel 2.1, sedangkan faktor emisi N_2O tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 1 Faktor Emisi N_2O Langsung dari Subsektor Pengelolaan Tanah

No	Faktor	Nilai
1	EF1 untuk faktor emisi untuk emisi N_2O penambahan pupuk, residu tanaman, bahan organik, dan mineralisasi N dari tanah kg N_2O -N per kg N input	0.01
2	EF1 _{FR} untuk faktor emisi N_2O dari input N untuk sawah irigasi (kg N_2O -N/kg N input)	0,003

Sumber: IPCC 2006

Tabel 2. 2 Faktor Emisi N₂O Tidak Langsung Subsektor Pengelolaan Tanah

No	Faktor	Nilai
1	EF4 (Volatilisasi dan penambahan N) (Kg N ₂ O-N / kg NH ₃ -N + NO _x -N ter volatilisasi)	0,01
2	EF5 (Volatilisasi dan penambahan N karena aliran air) (Kg N ₂ O-N / kg N run off)	0,0075
3	FracGASM [Volatilisasi dari semua pupuk N organik, urin dan kotoran yang dideposit ternak], kg N NO _x -N per kg N yang digunakan atau dideposit	0,2
4	Frac Leach (jumlah N yang hilang karena pencucian/run off pada area yang tergenang) [kg N ter aplikasi]	0,3

Sumber: IPCC 2006

Untuk produksi NH₃ yang ter volatilisasi karena penambahan N pupuk sintetis (berdampak pada emisi N₂O secara tidak langsung) dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Emisi NH₃ yang dihasilkan per ton N pupuk sintetis

Jenis Pupuk	Kg NH ₃ /ton N pupuk
Urea	242
ZA (amonium sulfat)	182
NPK	48

Sumber: USEPA, 2003

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya mengenai inventarisasi gas rumah kaca pada lahan hijau dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

Judul Penelitian	Hasil Penelitian
<p>Potensi Gas Rumah Kaca Pada Lahan Padi Sawah di Kabupaten Sleman Bagian Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta</p>	<p>Dalam sebuah penelitian yang dilakukan di sektor pertanian Kabupaten Sleman bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Kecamatan Berbah, Kecamatan Kalasan, dan Kecamatan Prambanan, digunakan metode IPCC 2006 untuk mengukur beban emisi CH₄ dari padi sawah. Pada tahun 2016, Kecamatan Kalasan menyumbang emisi CH₄ tertinggi sebesar 1,35 Gg CO₂ eq/tahun, Kecamatan Berbah sebesar 0,95 Gg CO₂ eq/tahun, dan Kecamatan Prambanan sebesar 0,93 Gg CO₂ eq/tahun. Perbedaan luas wilayah panen total per kecamatan adalah salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan hasil emisi gas CH₄ antar kecamatan.</p> <p>Emisi CO₂ dari penggunaan pupuk urea tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian Selatan berupa Kecamatan Gamping sebesar 0,13 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Mlati sebesar 0,11 Gg CO₂/tahun, Kecamatan Depok sebesar 0,05 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Ngemplak sebesar 0,2 Gg CO₂eq/tahun dan Kecamatan Sleman 0,22 Gg CO₂eq/tahun. Sehingga total keseluruhan emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 1,06 Gg CO₂eq/tahun. Kemudian hasil perhitungan emisi gas N₂O langsung dari pengelolaan tanah untuk masing-masing Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian Selatan yaitu untuk Kecamatan Gamping sebesar 0,58 Gg CO₂ eq/tahun, Kecamatan Mlati sebesar 0,7 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Depok sebesar 0,21 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Ngemplak sebesar 1,21 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Ngaglik sebesar 1,02 Gg CO₂eq/tahun dan Kecamatan Sleman sebesar 0,994 Gg CO₂eq/tahun (Khairana, 2006).</p>

Judul Penelitian	Hasil Penelitian
<p>Potensi Gas Rumah Kaca Pada Lahan Padi Sawah di Kabupaten Sleman Bagian Barat Daerah Istimewa Yogyakarta</p>	<p>Hasil emisi gas CH₄ di 4 Kecamatan Kabupaten Sleman bagian barat sebesar 18,35 Gg CO₂eq/tahun. Kecamatan Godean sebesar 4,76 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Minggir sebesar 5,61 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 4,27 Gg CO₂eq/tahun, dan Kecamatan Seyegan sebesar 3,71Gg CO₂eq/tahun.</p> <p>Emisi CO₂ dari penggunaan pupuk urea tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian barat menunjukkan nilai yang relatif berbeda, yaitu Kecamatan Godean sebesar 0,13 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Minggir sebesar 0,20 Gg CO₂/tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 0,24 Gg CO₂eq/tahun, dan Kecamatan Seyegan sebesar 0,19 Gg CO₂eq/tahun. Sehingga total keseluruhan emisi CO₂ sebesar 0,76 Gg CO₂eq/tahun.</p> <p>Hasil perhitungan emisi gas N₂O langsung dari pengelolaan tanah untuk masing-masing Kecamatan di Kabupaten Sleman Barat yaitu untuk Kecamatan Godean sebesar 1,70 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Minggir sebesar 2,07 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 1,96 Gg CO₂eq/tahun, dan Kecamatan Seyegan sebesar 1,82 Gg CO₂eq/tahun. Sehingga total emisi sebesar 7,55 Gg CO₂eq/tahun (Safitri, 2018).</p>

Judul Penelitian	Hasil Penelitian
<p>Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pertanian di Kabupaten Tuban: Inventarisasi dan Potensi Aksi Mitigasi</p>	<p>Hasil perhitungan menunjukkan bahwa total emisi GRK sektor pertanian di Kabupaten Tuban mencapai 1.092,50 Gg CO₂-eq. Tertinggi pada emisi CH₄ dari budidaya padi yang menyumbang 675,17 Gg CO₂-eq atau 62 persen dari total emisi. Sedangkan emisi GRK terendah disumbangkan oleh emisi N₂O tidak langsung dari pengelolaan lahan sawah sebesar 14,14 Gg CO₂-eq. Luas lahan sawah irigasi sebagai penyumbang emisi CH₄ di Kabupaten Tuban mencapai 101.460 Ha.</p> <p>Berdasarkan sebaran lokasi, emisi GRK di sektor pertanian tertinggi dihasilkan Kecamatan Plumpang dengan total emisi sebesar 98,32 Gg CO₂-eq, sedikit lebih tinggi daripada Kecamatan Soko dengan total emisi sebesar 96,32 Gg CO₂-eq dan Kecamatan Widang dengan total emisi sebesar 95,72 Gg CO₂-eq. Emisi GRK terendah dihasilkan pada Kecamatan Tuban dengan total emisi sebesar 13,03 Gg CO₂-eq (Mustikaningrum et al., 2021).</p>

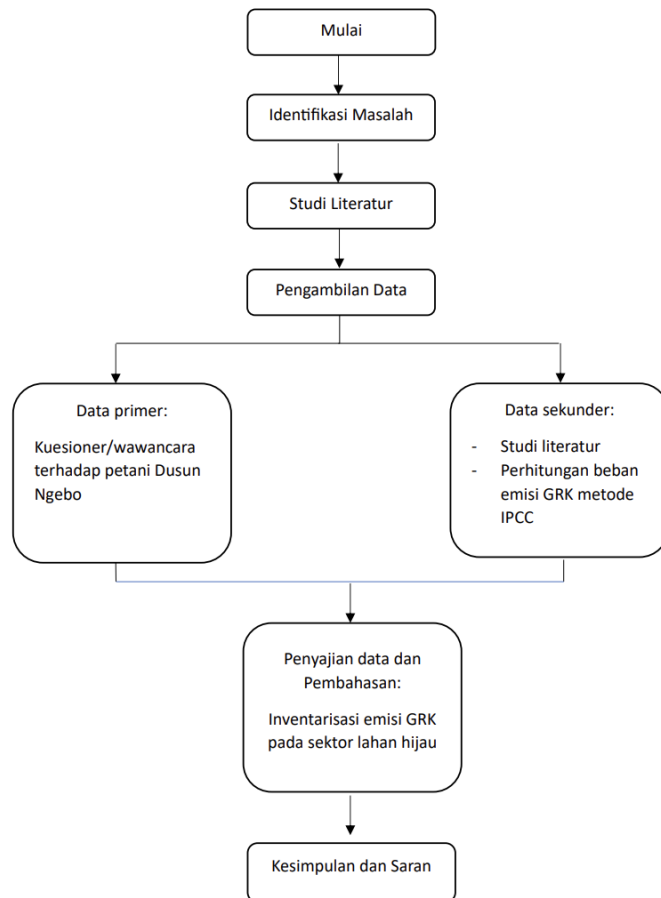
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian merupakan gambaran umum pelaksanaan penelitian, yang disusun secara berurut berdasarkan tahapan pelaksanaan penelitian untuk mencapai tujuan akhir yang diinginkan. Adapun kerangka penelitian yang akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian kali ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

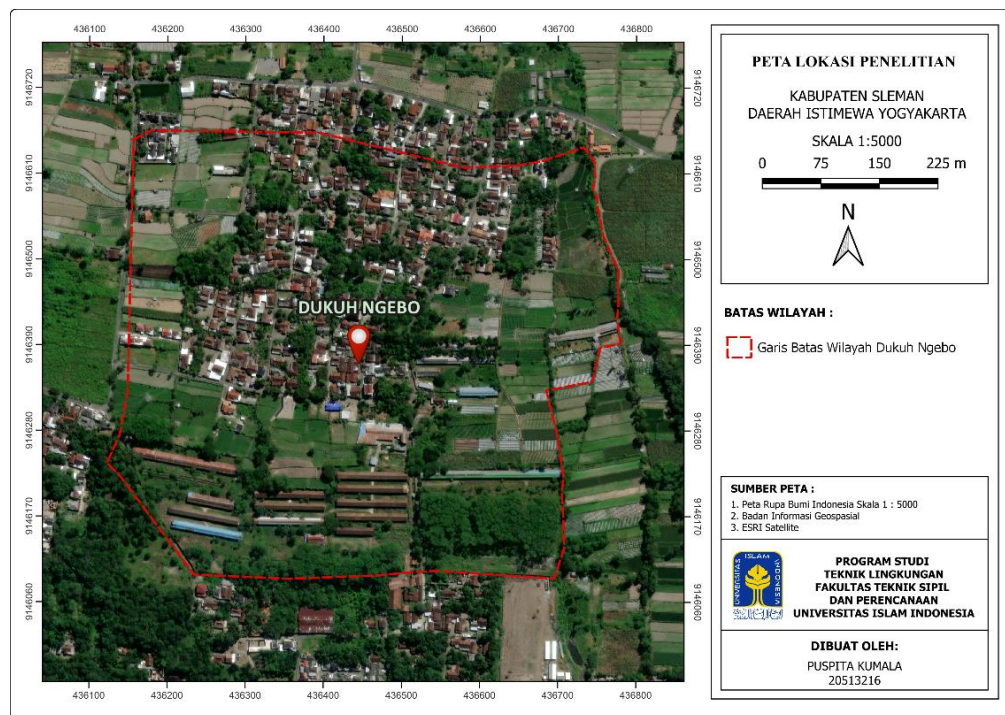


Gambar 3. 1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan pada bulan Desember tahun 2023 sampai Februari tahun 2024. Penelitian ini berlokasi di Dukuh Ngebo, Sukoharjo, Kecamatan

Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi tersebut dipilih berdasarkan masih minimnya inventarisasi di lahan hijau khususnya di kawasan padukuhan dan kedepannya direncanakan Dukuh Ngebo akan beralih fungsi menjadi Desa Kota yang memungkinkan pertambahan penduduk semakin pesat diiringi aktivitas masyarakat yang semakin tinggi sehingga memungkinkan menghasilkan emisi GRK. Lokasi sampel penelitian tidak menggunakan seluruh lahan hijau yang berada di Dukuh Ngebo melainkan sebagian sesuai dengan perhitungan sampel yang dilakukan menggunakan metode slovin. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Dukuh Ngebo

Sumber: *QGIS*

3.3 Metode Populasi dan Sampel

Dalam menentukan jumlah sampel kuesioner yang ada di Dukuh Ngebo, Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta yang akan menjadi data primer berupa kuesioner dan wawancara. Oleh karena itu, penentuan sampel menggunakan rumus penentuan jumlah sampel dari populasi

yang dikembangkan dari metode Slovin. Berikut merupakan rumus dari metode Slovin:

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

Dimana,

n = Jumlah sampel dalam wilayah studi

N = Jumlah Populasi (jumlah total kelompok tani)

e = Batas toleransi kesalahan (20 %)

Pada rumus slovin ada ketentuan sebagai berikut:

Nilai e = 0,1 (10%) untuk populasi dalam jumlah besar

Nilai e = 0,2 (20%) untuk populasi dalam jumlah kecil

Jadi rentang sampel yang dapat diambil dari teknik Slovin adalah antara 10-20% dari populasi penelitian.

Berikut merupakan hasil penentuan jumlah sampel lahan hijau menggunakan metode Slovin:

Jumlah anggota kelompok tani = 70

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

$$n = \frac{70}{1+70.(0.2)^2}$$

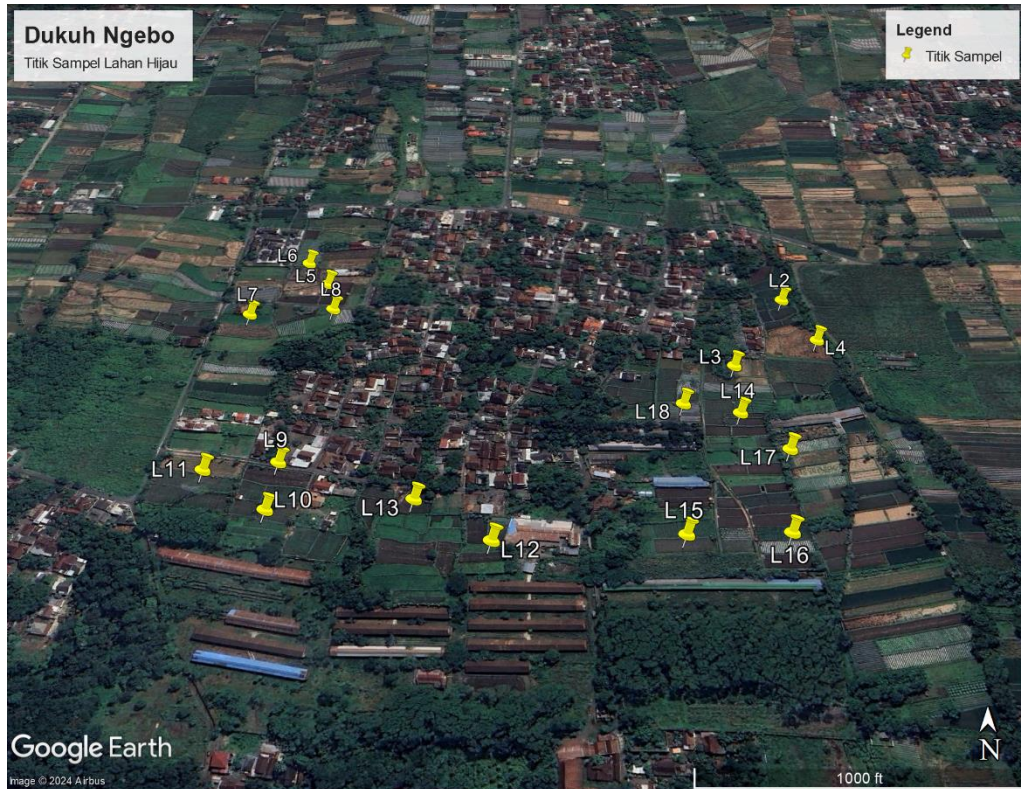
$$n = 18$$

Berdasarkan hasil perhitungan metode slovin didapatkan jumlah sampel sebanyak 18 anggota kelompok tani. Adapun untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Lokasi Sampel Lahan Hijau

No	Sampel	Pemilik Lahan	Titik Koordinat
1	L1	Bapak Romadhon	7°43'12"S 110°25'34"E
2	L2	Bapak Sarjiyo	7°43'13"S 110°25'34"E
3	L3	Bapak Sumardi	7°43'17"S 110°25'32"E
4	L4	Ibu Surti Juwartin	7°43'15"S 110°25'34"E
5	L5	Bapak Gunadi	7°43'13"S 110°25'18"E
6	L6	Bapak Tugiyono	7°43'12"S 110°25'18"E
7	L7	Bapak Suharna	7°43'14"S 110°25'16"E
8	L8	Ibu Ana	7°43'14"S 110°25'19"E
9	L9	Bapak M. Ada	7°43'21"S 110°25'18"E
10	L10	Bapak Ponija	7°43'22"S 110°25'18"E
11	L11	Bapak Sukardi	7°43'21"S 110°25'16"E
12	L12	Bapak Suparji	7°43'23"S 110°25'24"E
13	L13	Bapak Ngabadi	7°43'22"S 110°25'22"E
14	L14	Bapak Samidi	7°43'19"S 110°25'32"E
15	L15	Bapak Martono	7°43'23"S 110°25'29"E
16	L16	Bapak Suseno	7°43'23"S 110°25'32"E
17	L17	Bapak Musana	7°43'20"S 110°25'33"E
18	L18	Bapak Marjiyanto	7°43'18"S 110°25'30"E

Kemudian peta lokasi sampel lahan hijau di Dukuh Ngebo dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Peta Lokasi Sampel Lahan Hijau

Sumber: Google Earth

3.4 Prosedur Analisis Data

3.4.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode data primer, yang terdiri dari kuesioner dan data langsung dari lapangan. Kemudian metode data sekunder, yang terdiri dari penelitian literatur dan data dari instansi yang relevan, juga digunakan.

a. Data Primer

Data primer didapatkan melalui kuisioner, wawancara kepada petani Dukuh Ngebo sebagai pemilik lahan terkait sektor lahan hijau. Pertanyaan-pertanyaan kuesioner lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Kebutuhan Data Primer

No.	Jenis	Sumber Data
1	Luas lahan yang ditanami	Wawancara pemilik lahan
2	Jenis tanaman yang ditanami di lahan tersebut	Wawancara pemilik lahan
3	Jenis varietas padi yang ditanam	Wawancara pemilik lahan
4	Frekuensi tanam dan frekuensi panen setiap tanaman dalam satu tahun	Wawancara pemilik lahan
5	Tanaman yang ditanami apakah bergantung musim	Wawancara pemilik lahan
6	Sistem pengairan lahan sawah	Wawancara pemilik lahan
7	Jenis pupuk yang digunakan pada lahan tersebut	Wawancara pemilik lahan
8	Jumlah panen padi per tahun	Wawancara pemilik lahan

b. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari literatur dan data dari instansi terkait dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Kebutuhan Data Sekunder

No.	Jenis Data	Sumber Data
1	Jumlah pupuk urea (M_{Urea}) yang digunakan dapat dihitung melalui dua pendekatan, yaitu berdasarkan data konsumsi urea nasional untuk sektor pertanian yang dikeluarkan oleh APPI atau berdasarkan luas tanam dan dosis rekomendasi	Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2022 Tentang Penggunaan Dosis Pupuk N, P, K, Untuk Padi, Jagung Dan Kedelai Pada Lahan Sawah
2	Faktor emisi (EF_{Urea}) yaitu <i>default</i> IPCC (Tier 1) untuk faktor emisi urea adalah 0.20	IPCC 2006

No.	Jenis Data	Sumber Data
3	Faktor koreksi varietas	Khairana, U. (2006). <i>Potensi Gas Rumah Kaca Di Sektor Pertanian Di Kabupaten Sleman Bagian Selatan D. I. Yogyakarta.</i>
4	Faktor konversi untuk penggunaan berbagai jenis bahan organik	IPCC 2006
5	Faktor skala rejim air	IPCC 2006
6	Faktor koreksi jenis tanah	IPCC 2006
7	Faktor emisi sawah irigasi	IPCC 2006
8	Fraksi pupuk N sintetik	IPCC 2006
9	Faktor emisi N ₂ O dari deposit N pada tanah dan permukaan air	IPCC 2006

3.4.2 Analisis Data

Tujuan awal dari penelitian ini adalah untuk menghitung beban emisi yang dihasilkan dari sektor lahan hijau. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.73/MENLHK/SEKJEN/KUM.1/12/2017 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional pada sektor pertanian, yang diadopsi dari IPCC pada tahun 2006, digunakan untuk menghitung beban emisi tersebut. Prosedur analisis data yang digunakan dalam penelitian ini digunakan. Dapat dilihat pada Tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Aktivitas Emisi Gas Rumah Kaca

Emisi	Aktivitas
CO ₂	1. Tanaman Pangan 2. Tanaman Perkebunan 3. Tanaman Holtikultura
CH ₄	Lahan Sawah
N ₂ O	Pengelolaan Tanah: 1. Langsung 2. Tidak Langsung

a.) Estimasi GRK dari Penggunaan Pupuk Urea

Penggunaan pupuk urea mengemisikan gas CO₂. Untuk menghitung emisi CO₂ tahunan dari penggunaan pupuk urea adalah sebagai berikut:

$$CO_2\text{-Emission} = (M_{Urea} \times EF_{Urea}) \dots (4.1)$$

dimana :

CO₂-Emission = Emisi C tahunan dari aplikasi Urea, (Ton CO₂/tahun)

M_{Urea} = Jumlah pupuk urea yang diaplikasikan (ton/tahun)

EF_{Urea} = Faktor emisi, ton C per (Urea). Default IPCC (Tier 1) untuk faktor emisi urea adalah 0,20 atau setara dengan kandungan karbon pada pupuk urea berdasarkan berat atom (20% dari CO(NH₂))

Ada dua cara untuk menghitung jumlah pupuk urea yang digunakan. Pertama, data konsumsi urea nasional untuk sektor pertanian yang dikeluarkan oleh APPI (Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia) atau berdasarkan luas tanam dan dosis rekomendasi. Pupuk urea umumnya digunakan dalam budidaya tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan. Dalam menghitung jumlah pupuk berdasarkan luas tanam dan dosis rekomendasi digunakan beberapa asumsi agar jumlah pupuk urea yang dihitung sesuai dengan penerapan di lapangan. Asumsi yang digunakan sebagai berikut:

1. Tanaman pangan

jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran.

2. Tanaman perkebunan.

Lahan perkebunan besar BUMN maupun swasta biasanya memberikan pupuk sesuai peraturan, sedangkan perkebunan rakyat memberikan pupuk bervariasi sesuai kemampuannya.

Jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran x faktor koreksi.

Faktor koreksi untuk perkebunan rakyat diasumsikan untuk kelapa sawit 80%; kopi, kakao, dan karet 40%; kelapa 30%; tebu, kapas dan tembakau 100 % dari dosis anjuran, sedangkan untuk perkebunan besar diasumsikan 100 %.

3. Tanaman hortikultura.

Perhitungan jumlah pupuk untuk tanaman hortikultura seperti buah, sayuran dan tanaman hias lebih spesifik karena tanaman hortikultura umumnya ditanam secara tumpang sari dengan umur tanaman yang bervariasi.

Asumsi yang digunakan antara lain:

(1) luas areal tanam = 80% luas areal tanam,

(2) dosis pupuk dihitung berdasarkan komoditas unggulan di suatu wilayah, dan

(3) dosis pupuk yang digunakan sebagai acuan adalah rata-rata dosis anjuran komoditas hortikultura yang dikembangkan di wilayah tersebut.

Jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran x faktor koreksi (luas dan dosis).

Sebagian besar petani hortikultura memprioritaskan pemenuhan kebutuhan pupuk untuk tanaman sayuran dan hias, sedangkan hanya 20 persen petani melakukan pemupukan untuk tanaman buah tahunan. Dosis yang disarankan untuk pupuk urea untuk berbagai jenis tanaman dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Dosis Anjuran Pupuk Urea Beberapa Komoditas

Jenis Tanaman	Dosis N (kg/ha)	Urea (kg/ha)
Padi	113	350
Jagung	158	350
Kedelai	25	56
Kacang Tanah	25	56
Kacang Hijau	25	56
Ubi kayu	68	150
Ubi jalar	68	150

Sumber: Pawitan et al, (2009)

b.) Estimasi GRK dari lahan padi sawah

Untuk menghitung emisi CH₄ tahunan dari budidaya lahan padi sawah, gunakan rumus berikut:

$$CH_{4\text{Rice}} = \sum ijk(EF_{ijk} \times T_{ijk} \times A_{ijk} \times 10^{-6}) \dots (4.2)$$

Dimana:

CH_{4Rice} = Emisi metana dari budidaya padi sawah, (Gg CH₄ / tahun)

T_{i,j,k} = Lama budidaya padi sawah untuk kondisi I, j, dan k (hari)

A_{i,j,k} = Luas panen padi sawah untuk kondisi I, j, dan k (ha/tahun)

i, j, dan k = Mewakili ekosistem berbeda: i: rezim air, j: jenis dan jumlah pengembalian bahan organik tanah, dan k: kondisi lain di mana emisi CH₄ dari padi sawah dapat bervariasi.

EF_{ijk} = Faktor emisi untuk kondisi I, j, dan k (kg CH₄ / hari), dengan perhitungan sebagai berikut:

$$EF_i = (EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o \times SF_{s,r}) \dots (4.3)$$

EF_i = Faktor emisi harian yang terkoreksi untuk luas panen tertentu, (kg CH₄/Ha.hari)

EF_c = Faktor emisi *baseline* padi (faktor emisi lokal untuk Indonesia adalah 1,61 kg CH₄/Ha.hari)

SF_w = Faktor skala yang menjelaskan perbedaan rejim air selama periode budidaya.

SF_p = Faktor skala yang menjelaskan perbedaan rejim air sebelum periode budidaya.

SFs,r = Faktor skala untuk jenis tanah, varietas padi sawah dan lain-lain, jika tersedia.

Tabel 3.6 menunjukkan faktor koreksi untuk rejim air selama periode budidaya dan faktor skala untuk jenis tanah, sedangkan Tabel 3.7 menunjukkan faktor skala untuk jenis tanah yang berbeda. Ini karena kondisi rejim air mempengaruhi proses anaerobik pada lahan padi sawah.

Tabel 3. 6 Faktor Skala berdasarkan Rejim Air

Kategori	Sub Kategori		Faktor koreksi (SF) (IPCC,1996)	SF Koreksi (berdasarkan riset terkini)	
Dataran Tinggi	Tidak ada		0		
Dataran Rendah	Irigasi	Tergenang terus menerus	1,61	1,61	
		Penggenangan intermiten	Single Aeration (pengeringan satu kali)	0,5 (0,2-0,7)	0,46
			Single Multiple (Pengeringan berkali kali)	0,2 (0,1-0,3)	(0,38-0,53)
	Tadah hujan	Rawan Banjir		0,8 (0,5-1,0)	0,49
		Rawan Kekeringan		0,4 (0-0,5)	(0,1-0,75)
	Air Dalam	Kedalaman Air 50-100 cm		0,8 (0,6-1,0)	
		Kedalaman Air < 50 cm		0,6 (0,5-0,8)	

Sumber: IPCC 2006

Tabel 3. 7 Faktor Koreksi untuk Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah	SFs Jenis Tanah (Faktor Koreksi)
1	Alfisols	1.93
2	Andisols	1.02
3	Entisols	1.02
4	Histosols	2.39
5	Inceptisols	1.12
6	Oksisols	0.29
7	Ultisols	0.29
8	Vertisols	1.06

Sumber: IPCC 2006

Faktor koreksi rejim air sebelum periode budidaya terbagi menjadi tiga kategori: tidak tergenang kurang dari 180 hari, tidak tergenang lebih dari 180 hari, dan tergenang lebih dari 30 hari. Untuk periode penggenangan kurang dari 30 hari, faktor koreksi ini tidak diperhitungkan (Tabel 3.5). Tabel 3.8 menampilkan faktor skala standar emisi CH₄.

Tabel 3. 8 *Default* Faktor Skala Emisi CH₄ untuk Rejim Air Sebelum Periode Penanaman

No.	Rejim air sebelum penanaman	Agregat		Disagregat	
		Faktor Skala	Kisaran Bias	Faktor Skala	Kisaran Bias
1	Tidak tergenang sebelum penanaman (< 180 hari)	1.22-1.07	1.40	1	0.88-1.44
2	Tidak tergenang sebelum penanaman (>180 hari)			0.68	0.58-0.80
3	Tergenang sebelum penanaman (>30 hari)			1.90	1.65-2.18

Sumber: IPCC 2006

Catatan: Periode tergenang sebelum penanaman kurang dari 30 hari tidak dipertimbangkan dalam penggunaan SFp

Dengan menggunakan persamaan berikut, faktor skala penggunaan bahan organik dapat dihitung berdasarkan jumlah bahan organik yang diberikan selama periode budidaya:

$$SF_o = (1 + ROA_i \times CFOA_i)^{0,59} \dots (4.4)$$

dimana:

SF_o = Faktor skala untuk jenis bahan organik yang digunakan.

ROA_i = Jumlah bahan organik yang digunakan, dalam berat kering atau berat segar (ton/ha).

CFOA_i = Faktor konversi bahan organik

Faktor konversi untuk penggunaan berbagai jenis bahan organik dengan menggunakan *default* IPCC 2006 (Walsh & Williams, 2006) dan varietas padi dapat dilihat pada Tabel 3.9 dan Tabel 3.10.

Tabel 3. 9 *Default* Faktor Konversi untuk Penggunaan Berbagai Bahan Organik

No.	Bahan Organik	Faktor Konversi (CFOA)	Kisaran Bias
1	Jerami di tambahkan dalam jangka waktu pendek (< 30 hari) sebelum penanaman	1.0	0.97 - 1.04
2	Jerami di tambahkan dalam jangka waktu lama (> 30 hari) sebelum penanaman	0.29	0.20 - 0.40
3	Kompos	0.05	0.01 - 0.08
4	Pupuk Kandang	0.14	0.07 - 0.20
5	Pupuk Hijau	0.50	0.30 - 0.60

Sumber: IPCC 2006

Catatan: Aplikasi jerami adalah apabila jerami ditanamkan ke dalam tanah, tidak diletakkan di permukaan tanah atau dibakar di lahan sawah.

Tabel 3. 10 Faktor Emisi dan Faktor Koreksi Emisi CH₄ dari Lahan Sawah untuk Berbagai Varietas Padi

No	Varietas	Rata-rata emisi (kg CH ₄ /ha/musim)	Faktor koreksi terhadap varietas
1	Gilirang	496,9	2,46
2	Fatmawati	365,9	1,81
3	Aromatic	273,6	1,35
4	Tukad Unda	244,2	1,21
5	IR 72	223,2	1,1
6	Cisadane	204,6	1,01
7	IR 64	202,3	1
8	Margasari	187,2	0,93
9	Cisantana	186,7	0,92
10	Tukad Petanu	157,8	0,78
11	Batang Anai	153,5	0,76
12	IR 36	147,5	0,73
13	Memberamo	146,2	0,72
14	Dodokan	145,6	0,72
15	Way Apoburu	145,5	0,72
16	Muncul	127	0,63
17	Tukad Balian	115,6	0,57
18	Cisanggarung	115,2	0,57

No	Varietas	Rata-rata emisi (kg CH ₄ /ha/musim)	Faktor koreksi terhadap varietas
19	Ciherang	114,8	0,57
20	Limboto	99,2	0,49
21	Wayrarem	91,6	0,45
22	Maros	73,9	0,37
23	Mendawak	255	1,26
24	Mekongga	234	1,16
25	Memberamo	286	1,41
26	IR42	269	1,33
27	Fatmawati	245	1,21
28	BP360	215	1,06
29	BP205	196	0,97
30	Hipa4	197	0,98
31	Hipa6	219	1,08
32	Rokan	308	1,52
33	Hipa 5 Ceva	323	1,6
34	Hipa 6 Jete	301	1,49
35	Inpari 1	271	1,34
36	Inpari 6 Jete	272	1,34
37	Inpari 9 Elo	359	1,77
38	Inpari 32	120	1,22

Sumber: Setyanto et al. 2005

c.) Estimasi N₂O dari Pengelolaan Tanah

Pengelolaan tanah mengemisikan gas N₂O. Emisi N₂O tahunan dari pengelolaan tanah terdapat dua jenis yaitu langsung dan tidak langsung, penjelasan lebih detail sebagai berikut:

1. Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung

Sumber-sumber N yang menyebabkan emisi langsung N₂O dari tanah yang dikelola adalah sebagai berikut:

- a. Pupuk N sintetis (misalnya, Urea, ZA, NPK), FSN
- b. N-organik yang digunakan sebagai pupuk (misalnya, pupuk kandang, kompos, lumpur limbah, limbah), FON

- c. N dalam sisa tanaman (di atas tanah dan di bawah tanah), termasuk dari tanaman yang memfiksasi N dan dari pembaharuan hijauan atau padang rumput, FCR
- d. Faktor emisi untuk emisi N₂O input N untuk sawah irigasi, EF_{1FR}

Persamaan untuk menghitung emisi N₂O tahunan langsung dari pengelolaan tanah adalah sebagai berikut:

$$N_2O_{Direct-N} = (N_2O-N_{N\ input} + N_2O-N_{OS} + N_2O-N_{PRP}) \dots (4.5)$$

dimana:

$$N_2O-N_{N\ input} = \{[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_{1FR}]\} \dots (4.6)$$

$$N_2O-N_{OS} = \{(F_{OS,CG,Temp} \times EF_{2CG,Temp}) + (F_{OS,CG,Trop} \times EF_{2CG,Trop}) + (F_{OS,F,Temp,NR} \times E_{2F,Temp,NR}) + (F_{OS,CG,Temp,NP} \times EF_{2F,Temp,NP}) + (F_{OS,F,Trop} \times EF_{2F,Trop}) \} \dots (4.7)$$

$$N_2O-N_{PRP} = [(F_{PRP, CPP} \times EF_{3PRP, CPP}) + (F_{PRP, SO} \times EF_{3PRP, SO})] \dots (4.8)$$

N₂O-Direct = Emisi tahunan N₂O langsung dari tanah yang dikelola (kg N₂O-N/Tahun)

N₂O-N input = Emisi tahunan N₂O langsung dari input N ke tanah yang dikelola (kg N₂O-N/ tahun) atau pengembalaan (kg N₂O-N/tahun)

F_{SN} = Jumlah tahunan pupuk sintetis N yang diaplikasikan ke tanah (kg N/tahun). Kandungan N pada pupuk sintetis dapat dilihat pada Tabel 3.1

F_{ON} = Jumlah tahunan dari pupuk kandang, kompos, urin dan kotoran ternak, dan N organik lainnya yang diaplikasikan ke tanah (kg N/tahun). Kandungan N pada pupuk organik dapat dilihat pada Tabel 3.11

Tabel 3. 11 Kandungan N dalam Pupuk

Jenis Pupuk	Kandungan N
Pupuk Urea	46%
Pupuk NPK	15%
Pupuk ZA	21%
Pupuk Kandang	16%
Kompos	0.50%
N sisa Jerami	0.50%

Sumber: M.C. Lintangriono 2016

F_{CR} = Jumlah tahunan dari sisa tanaman (kg N/tahun)

F_{SOM} = Jumlah tahunan dari N pada tanah yang demineralisasi, yang berhubungan dengan hilangnya bahan organik tanah akibat perubahan penggunaan lahan atau pengelolaan tanah mineral, kg N per tahun.

EF_1 =Faktor emisi untuk emisi N_2O dari input N untuk lahan kering, kg N_2O-N / (kg N input) (dapat dilihat pada Tabel 2.8)

EF_{1FR} =Faktor emisi untuk emisi N_2O dari input N untuk sawah irigasi, kg N_2O-N / (kg N input)

2. Emisi Dinitrogen Nitrogen (N_2O) tidak langsung

Sumber-sumber N dari emisi N_2O tidak langsung dari tanah yang dikelola adalah sebagai berikut:

- a. Pupuk N sintetis misalnya (Urea, ZA, NPK), FSN
- b. N organik yang digunakan sebagai pupuk misalnya, pupuk kandang, kompos, lumpur limbah, limbah, FON
- c. Urin dan kotoran mengandung N yang disimpan di padang rumput, padang penggembalaan atau tempat hewan merumput. FPRP
- d. N dalam sisa tanaman (di atas tanah dan di bawah tanah) termasuk dari tanaman yang memfiksasi N dan dari pembaharuan hijauan atau padang rumput, FCR

- e. Mineralisasi N yang berhubungan dengan hilangnya bahan organik tanah akibat perubahan penggunaan lahan atau pengelolaan tanah mineral, FSOM

Persamaan untuk menghitung emisi N₂O tahunan tidak langsung dari pengelolaan tanah adalah sebagai berikut:

$$N_2O\text{-}Indirect = (N_2O(ATD)\text{-}N + N_2O(L)\text{-}N)$$

$$N_2O\text{-}Indirect = [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times EF4 + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR}) \times Frac_{Leach}] \times EF5 \dots(4.9)$$

Dimana:

$Frac_{GASF}$ = Fraksi pupuk N sintetis yang bervolatilisasi sebagai NH₃ dan NO_x (kg N tervolatilisasi/kg N yang digunakan) (dapat dilihat pada Tabel 2.3).

F_{PRP} = Jumlah tahunan dari input urin dan kotoran N yang di deposit di padang rumput atau padang penggembalaan (kg N/tahun)

$Frac_{GASM}$ = Fraksi pupuk organik N (F_{ON}) yang tervolatilisasi sebagai NH₃ dan NO_x (kg N tervolatilisasi per kg of N yang diaplikasikan) (dapat dilihat pada Tabel 2.2).

$Frac_{LEACH}$ = Fraksi dari semua N yang ditambahkan/ yang mengalami pencucian/ aliran kg / Kg N yang ditambahkan.

EF4 = Faktor emisi N₂O dari deposit N pada tanah dan permukaan air, [kg N–N₂O per (kg NH₃–N + NO_x–N volatilised)] (dapat dilihat pada Tabel 2.1).

EF5 = Faktor emisi untuk emisi N₂O dari deposit N akibat pencucian dan aliran permukaan N, kg N₂O–N (dapat dilihat pada Tabel 2.1).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kondisi Lahan Hijau

Sektor lahan hijau atau pertanian merupakan salah satu prioritas di Kabupaten Sleman. Pertanian merupakan pemanfaatan hasil SDA manusia untuk menyediakan pangan, bahan baku industri, dan sumber energi dengan kualitas atau kuantitas yang cukup untuk memungkinkan pertumbuhan penduduk tahunan yang berkelanjutan. Dari sektor pertanian dapat menghasilkan kesejahteraan petani maupun mengelola lingkungan hidup agar sumber daya alam yang dimiliki tetap terjaga kelestariannya.

Penelitian ini dilakukan di Dukuh Ngebo pada sektor lahan hijau. Dukuh Ngebo merupakan salah satu padukuhan di Desa Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara geografis, Dukuh Ngebo memiliki luas wilayah 45 ha. Terdiri dari 8 RT dan 3 RW dengan jumlah penduduk 10.767 jiwa. Ketersediaan lahan yang masih luas di Dukuh Ngebo menjadikan Dukuh Ngebo menjadi area pertanian yang ditanami dengan berbagai jenis komoditas seperti tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan. Jenis komoditas ditanam pada lahan bergantung pada musim yang disebut dengan lahan tadah hujan. Sampel yang digunakan adalah 18 yang mewakili persebaran lahan hijau di Dukuh Ngebo dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.3.

4.2 Sebaran Emisi Gas Rumah Kaca pada Sektor Lahan Hijau

Emisi GRK dari lahan hijau di Dukuh Ngebo dihitung sesuai pedoman teknis perhitungan IPCC Guideline 2006 AFOLU tier 1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder dari aktivitas pertanian. Data primer yang didapat dari kuesioner. Sedangkan, data sekunder di dapat dari Kelurahan Sardonoharjo, Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2022, dan beberapa asumsi yang digunakan untuk perkiraan data.

Emisi GRK dinyatakan dalam satuan jenis gas yaitu Kg CO₂eq/tahun yang

dikonversikan sesuai dengan nilai *Global Warming Potential* (GWP). Nilai GWP dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Nilai GWP

No	Gas	GWP (CO ₂ eq)
1	CO ₂	1
2	CH ₄	27,9
3	N ₂ O	273

Sumber: AR-6 IPCC, 2021

4.2.1 Aktivitas Emisi Gas Karbondioksida (CO₂) dari Pemupukan pada Lahan Hijau

Pupuk adalah bahan yang penting untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Fathin et al., 2019). Pemupukan adalah proses penambahan unsur hara dalam tanaman. Pupuk dibedakan menjadi pupuk organik dan anorganik. Salah satu contoh pupuk organik adalah pupuk kandang. Sedangkan, contoh dari pupuk anorganik seperti pupuk urea, pupuk NPK, pupuk ZA, dan lainnya.

Berdasarkan hasil kuisioner dan wawancara yang dilakukan pada pemilik lahan (petani) di Dukuh Ngebo diperoleh pupuk yang digunakan ada 5 jenis yaitu pupuk urea, pupuk ZA (ammonium sulfat), pupuk NPK, pupuk kandang serta kompos. Berikut uraian lebih lanjut terkait jenis pupuk:

1. Pupuk Urea

Pupuk urea memiliki kandungan nitrogen 46%. Nitrogen merupakan unsur yang sangat penting untuk pertumbuhan vegetatif tanaman khususnya tanaman perkebunan seperti cabai. Kelebihan pupuk urea yaitu cepat tersedia dan terserap oleh tanaman. Kekurangan pupuk urea yaitu cepat hilang yang disebabkan oleh penguapan dan pencucian.

2. Pupuk ZA (Ammonium Sulfat)

Pupuk ZA (ammonium sulfat) adalah salah satu jenis herbisida anorganik yang dapat membunuh gulma (tanaman pengganggu). Dibandingkan dengan jenis pupuk lain, pupuk ZA lebih sedikit mengandung kadar nitrogen. Kelebihan pupuk ZA yaitu mengandung nitrogen dan sulfur, unsur sulfur ini

tidak dimiliki oleh pupuk nitrogen lainnya serta senyawa NH_4^+ dapat diserap secara langsung oleh tanaman sehingga tidak membutuhkan mikroorganisme tanah. Kekurangan pupuk ZA yaitu karena memiliki kandungan nitrogen rendah maka meningkatkan biaya transportasi (Arief et al., 2016).

3. Pupuk NPK

Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk yang mengandung unsur nitrogen, fosfat, dan kalium. Kelebihan yang didapat dari penggunaan pupuk NPK seperti tanaman menjadi lebih hijau, pertumbuhan tanaman semakin cepat dan akar tanaman menjadi lebih kuat. Penggunaan pupuk majemuk memiliki kekurangan seperti masih memerlukan penambahan pupuk tunggal (urea) untuk mencukupi kebutuhan hara N sesuai fase pertumbuhan tanaman (Hartatik & Widowati, 2016).

4. Pupuk Kandang

Pupuk kandang merupakan salah satu alternatif yang baik dalam mengatasi kekurangan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Kelebihan dari pupuk kandang yaitu dapat meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki kehidupan mikroorganisme tanah dan melindungi tanah dari kerusakan akibat erosi. Sedangkan kelemahan dari penggunaan pupuk kandang sapi itu sendiri adalah kehilangan NH_3 (N), diperlukan waktu dan tenaga, memerlukan biaya, alat dan, pengoperasiannya, perlunya lahan pengomposan, dan pemasaran.

5. Kompos

Kompos adalah pupuk yang dihasilkan dari bahan organik melalui proses pembusukan. Kelebihan dari kompos yaitu memperbaiki tekstur tanah, meningkatkan pH tanah dan menambah unsur-unsur makro maupun mikro. Sedangkan kelemahannya yaitu respon tanaman menjadi lebih lambat.

Saat wawancara berlangsung petani menyatakan bahwa adanya subsidi pupuk dari pemerintah dapat meringankan beban petani. Namun, subsidi pupuk saat ini terbatas hanya untuk pupuk urea dan NPK saja. Subsidi pupuk didapatkan apabila petani sudah terdaftar dalam kelompok tani. Jumlah subsidi yang didapatkan setiap petani untuk saat ini hanya sebesar 22.5 kg. Untuk memenuhi kebutuhan pemupukan petani membeli pupuk sendiri. Dosis pupuk yang

digunakan disesuaikan pada Tabel 3.5. Berikut data primer CO₂ dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Tabel 4. 2 Data Primer CO₂

No	Sampel	Luas		Jenis Tanaman
		m ²	Ha	
1	L1	1.000	0,1	kemarau: cabai, kacang tanah, ketela penghujan: padi
2	L2	1.200	0,12	kemarau: palawija penghujan: padi
3	L3	3.500	0,35	kemarau: palawija penghujan: padi
4	L4	1.000	0,1	kemarau: cabe penghujan: padi
5	L5	2.100	0,21	kemarau: cabai, singkong penghujan: padi
6	L6	1.000	0,1	kemarau: cabai penghujan: padi
7	L7	2.400	0,24	kemarau: tebu penghujan: padi
8	L8	1.000	0,1	kemarau:palawija penghujan: padi
9	L9	1.000	0,1	kemarau: cabai penghujan: padi
10	L10	2.000	0,2	kemarau:cabai penghujan: padi
11	L11	1.200	0,12	kemarau:holtikultura penghujan: padi
12	L12	2.200	0,22	kemarau:palawija penghujan: padi
13	L13	1.500	0,15	kemarau:cabai penghujan: padi
14	L14	1.500	0,15	kemarau:cabai penghujan: padi
15	L15	1.000	0,1	kemarau:singkong penghujan: padi
16	L16	2.500	0,25	kemarau:cabai, kacang penghujan: padi
17	L17	4.200	0,42	kemarau:cabai, kacang penghujan: padi
18	L18	1.200	0,12	kemarau:cabai, kacang penghujan: padi

4.2.2 Aktivitas Emisi Gas Metana (CH₄) pada Budidaya Lahan Padi Sawah

Sektor pertanian seperti aktivitas padi sawah dapat mengakibatkan gas rumah kaca, salah satunya dari emisi gas metan (CH₄). Apabila aktivitas padi sawah tidak dilakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi gas rumah kaca maka efek tersebut akan terus meningkat. Sehingga perlu adanya fokus petani pada peningkatan produksi dan produktivitas dalam bercocok tanam. Berdasarkan hasil wawancara kepada beberapa petani dapat disimpulkan pola bertani di lapangan cenderung bersifat turun temurun.

Jenis tanah di Dukuh Ngebo tergolong tanah inceptisols. Sistem pengairan lahan padi sawah menggunakan sistem tadah hujan. Sistem tadah hujan adalah lahan sawah yang sumber air pengairannya bergantung atau berasal dari curahan hujan. Sawah tadah hujan umumnya mempunyai produktivitas paling rendah dibanding sawah irigasi. Hal ini dikarenakan kondisi curah hujan yang tidak menentu. Produktivitas padi sawah tadah hujan berkisar 3,0 – 3,5 t/ha (Siregar et al., n.d.). Kondisi ini berpotensi terjadi banjir besar terjadi pada musim hujan, sedangkan kekeringan berpotensi terjadi pada musim kemarau. Saat ini permasalahan lahan padi sawah di Dukuh Ngebo jika kemarau tiba akan kesulitan mendapatkan air untuk mengairi sawah.

Jenis varietas padi yang dipilih petani di Dukuh Ngebo adalah varietas IR 64, varietas Ciherang, dan varietas Inpari 32. Paling banyak dominan ditanam adalah varietas IR 64 dan varietas ciherang. Kedua varietas tersebut dipilih karena keunggulannya diantaranya beras yang dihasilkan sangat pulen, umur padi yang pendek dan tahan terhadap hama. Selain itu, masyarakat Dukuh Ngebo juga mendapatkan subsidi bibit padi varietas Ciherang. Berikut data primer CH₄ dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Tabel 4. 3 Data Primer CH₄

No	Titik Sampel	Frekuensi Tanam & Frekuensi Panen	Jenis Pupuk	Varietas Padi	Luas Panen Padi (Ha)	Sistem Pengairan
1	L1	2 kali	urea	IR 64	0,24	Tadah Hujan
		1 kali	NPK			
2	L2	2 kali	urea	Ciherang	0,288	
		1 kali	NPK			
			kandang			
3	L3	2 kali	NPK	Inpari 32	0,84	
		1 kali	ZA			
4	L4	2 kali	NPK	IR 64	0,24	
		1 kali	ZA			
5	L5	2 kali	kandang	Inpari 32	0,504	
		1 kali	NPK			
			urea			
6	L6	2 kali	kandang	Ciherang	0,24	
		1 kali				
7	L7	2 kali	NPK	IR 64	0,576	
		1 kali	ZA			
8	L8	2 kali	ZA	Inpari 32	0,24	
		1 kali	NPK			
9	L9	2 kali	kandang	Ciherang	0,24	
		1 kali				
10	L10	2 kali	urea	IR 64	0,48	
		1 kali	NPK			
11	L11	2 kali	NPK	IR 64	0,288	
		1 kali	Kompos			
12	L12	2 kali	Kandang	Inpari 32	0,528	
		1 kali				
13	L13	2 kali	Kompos	Ciherang	0,36	
		1 kali				
14	L14	2 kali	Kandang	IR 64	0,36	
		1 kali	NPK			
			ZA			
			Urea			
15	L15	2 kali	Kandang	Ciherang	0,24	
		1 kali	Urea			
16	L16	2 kali	Urea	Inpari 32	0,6	
		1 kali	NPK			
17	L17	2 kali	Urea	Ciherang	1,008	
		1 kali	NPK			

No	Titik Sampel	Frekuensi Tanam & Frekuensi Panen	Jenis Pupuk	Varietas Padi	Luas Panen Padi (Ha)	Sistem Pengairan
18	L18	2 kali	Urea	IR 64	0,288	Tadah Hujan
		1 kali	NPK			

4.2.3 Aktivitas Emisi N₂O Langsung dari Pengelolaan Tanah

Emisi N₂O dari pengelolaan tanah secara langsung terjadi melalui volatilisasi N menjadi NH₃ dan oksidasi N, serta dekomposisi gas dan produk sampingan yang terbentuk yaitu NH₄⁺ dan NO₃⁻ di dalam tanah dan di permukaan air. Proses *leaching* atau pencucian dalam bentuk nitrat dan aliran dari lahan padi sawah yang telah terjadi pemupukan juga menjadi penentu terjadinya Emisi N₂O. Perhitungan N₂O langsung dari tanah yang dikelola membutuhkan data aktivitas untuk menghitung total pupuk N yang digunakan baik di sawah maupun di lahan kering. Menurut metodologi IPCC 2006, lahan basah melepaskan lebih banyak gas nitrogen langsung daripada lahan kering, yang selalu dalam kondisi aerob. Nilai emisi N₂O dapat meningkat seiring dengan meningkatnya penggunaan pupuk N sintesis (urea, ZA, NPK), unsur N organik (pupuk kandang, kompos, lumpur limbah, dan limbah) dan N dalam sisa tanaman (jerami). Jerami adalah limbah berupa tangkai dan batang padi yang telah kering dan sudah terpisah dari biji-bijinya.

Jenis tanah di Dukuh Ngebo adalah tanah regosol yang tergolong dalam jenis inceptisol. Jenis tanah ini didominasi lempung berpasir dan bergembur yang berasal dari abu vulkanik gunung berapi. Menurut hasil wawancara petani di Dukuh Ngebo menyebutkan bahwa usia tanah masih muda dan belum mengalami pelapukan. Tanah regosol bisa dikatakan usia tanah masih muda karena umumnya tanah regosol terbentuk dari kandungan bahan organik maupun material yang belum mengalami proses pelapukan yang signifikan (Mulyanto, 2018). Berikut Tabel 4.4 merupakan data primer N₂O yang didapat dari wawancara pemilik lahan atau petani:

Tabel 4. 4 Data Primer N₂O

No	Titik Sampel	Jenis Pupuk	Jumlah Jerami	
			kg	ton
1	L1	urea	300	0,3
		NPK		
2	L2	urea	360	0,36
		NPK		
		kandang		
3	L3	NPK	975	0,975
		ZA		
4	L4	NPK	300	0,3
		ZA		
5	L5	kandang	630	0,63
		NPK		
		urea		
6	L6	kandang	300	0,3
7	L7	NPK	720	0,72
		ZA		
8	L8	ZA	300	0,3
		NPK		
9	L9	kandang	300	0,3
10	L10	urea	600	0,6
		NPK		
11	L11	NPK	360	0,36
		Kompos		
12	L12	Kandang	630	0,63
13	L13	Kompos	450	0,45
14	L14	Kandang	450	0,45
		NPK		
		ZA		
		Urea		
15	L15	Kandang	300	0,3
		Urea		
16	L16	Urea	750	0,75
		NPK		
17	L17	Urea	1260	1,26
		NPK		
18	L18	Urea	450	0,45
		NPK		

4.2.4 Aktivitas Emisi N₂O Tidak Langsung dari Pengelolaan Tanah

Emisi gas N₂O tidak langsung berasal dari segala unsur N baik dari pupuk sintetis, N dari jerami, dan N dari bahan organik yang tercuci atau menguap ke atmosfer dalam bentuk gas N₂O. Terbentuknya emisi gas N₂O tidak langsung saat pupuk N ditambahkan ke tanah terjadi volatilisasi NH₃ dan Nox. Gas gas ini dan produknya yaitu nitrat dan nitrit diendapkan kembali ke dalam tanah dan air (Purnamasari et al., 2019). Untuk menghitung emisi N₂O tidak langsung dari tanah yang dikelola, tidak perlu membedakan apakah digunakan di lahan basah atau kering. Besarnya fraksi deposisi N yang tervolatilisasi adalah 0,1 untuk N anorganik dan 0,2 untuk N organik, dan faktor emisi N karena penguapan dan redeposisi adalah 0,01.

4.3 Perhitungan Emisi GRK pada Sektor Lahan Hijau

4.3.1 Hasil Potensi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) dari Pemakaian Pupuk Urea Pada Lahan Hijau

Perhitungan emisi CO₂ dihitung dengan mengalikan data aktivitas pemakaian pupuk urea total dengan faktor emisi. *Default* IPCC (Tier 1) untuk faktor emisi urea adalah 0,20 atau setara dengan kandungan karbon pupuk urea berdasarkan berat atom (20% dari CO(NH₂)). Berikut contoh perhitungan pada sampel L1:

a. Data aktivitas

- Luas tanam padi = 0,1 ha
- Dosis N
 - Padi = 113 kg/ha
 - Ubi kayu/ketela = 68 kg/ha
 - Kacang-kacangan = 25 kg/ha
- EF urea = 0,20 (IPCC,2006)

b. Tahapan perhitungan

- M Urea
 - Tanaman pangan = luas tanam x dosis anjuran
 - = (0,1 ha x (113 kg/ha +68 kg/ha)) x 10⁻³

$$= 0,02 \text{ ton/tahun}$$

Tanaman hortikultura = luas tanam x dosis anjuran x faktor koreksi (luas + dosis)

$$= (0,1 \text{ ha} \times 80\%) \times 25 \text{ kg/ha} \times (0,1 \text{ ha} + 25) \times 10^{-3}$$

$$= 0,05 \text{ ton/tahun}$$

M urea total = tanaman pangan + tanaman hortikultura

$$= 0,02 \text{ ton/tahun} + 0,05 \text{ ton/tahun}$$

$$= 0,07 \text{ ton/tahun}$$

- CO₂ emission

CO₂ emission = M urea x EF_{urea}

$$= 0,07 \text{ ton/tahun} \times 0,2 \text{ ton C/urea}$$

$$= 0,01 \text{ ton CO}_2\text{/tahun} \times 10^3$$

$$= 13,66 \text{ kg CO}_2\text{eq/tahun}$$

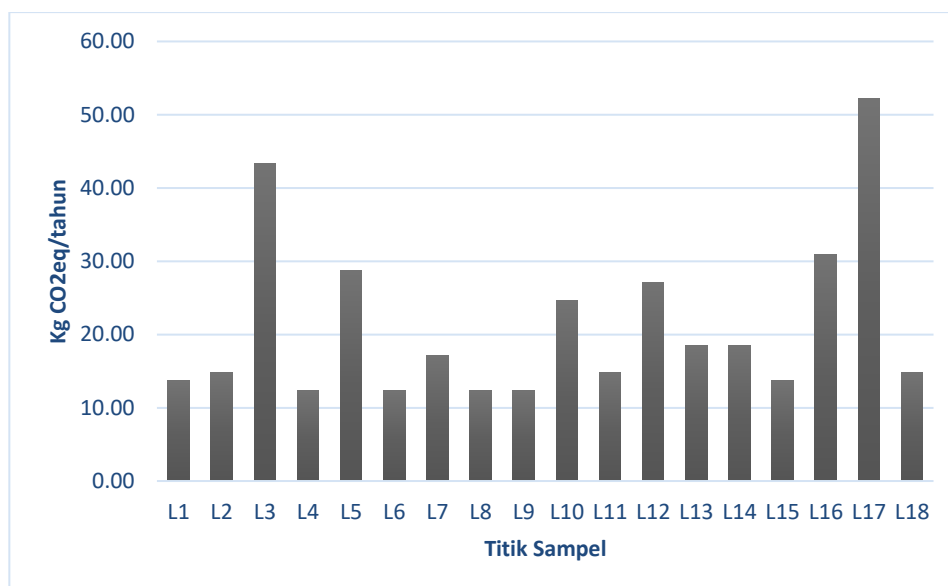
Hasil perhitungan CO₂ pada lahan hijau di Dukuh Ngebo dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Emisi GRK pada CO₂

No	Titik Sampel	CO ₂ Emission
		Kg CO ₂ eq/tahun
1	L1	13,66
2	L2	14,77
3	L3	43,40
4	L4	12,30
5	L5	28,78
6	L6	12,30
7	L7	17,14
8	L8	12,30
9	L9	12,30
10	L10	24,68
11	L11	14,77
12	L12	27,17

No	Titik Sampel	CO ₂ Emission
		Kg CO ₂ eq/tahun
13	L13	18,48
14	L14	18,48
15	L15	13,66
16	L16	30,90
17	L17	52,20
18	L18	14,77

Berdasarkan tabel di atas emisi CO₂ dari pemakaian pupuk urea pada tiap sampel di Dukuh Ngebo menunjukkan nilai yang relatif berbeda. Perolehan emisi CO₂ tertinggi terdapat pada sampel L17 yaitu 52,20 Kg CO₂eq/tahun. Perolehan emisi CO₂ terendah terdapat pada sampel L4, L6, L8 dan L9 yaitu 12,30 Kg CO₂eq/tahun. Sehingga total keseluruhan emisi gas CO₂ yang dihasilkan di Dukuh Ngebo sebesar 382,05 Kg CO₂eq/tahun. Berikut Gambar 4.1 diagram hasil emisi GRK CO₂:



Gambar 4. 1 Diagram Hasil Emisi GRK CO₂

Perbedaan hasil emisi gas CO₂ di tiap sampel disebabkan adanya faktor yang mempengaruhi besarnya produksi CO₂ adalah luas lahan dan penggunaan pupuk urea. Luas sawah terbesar ada pada sampel L17 dengan luas sebesar 0,42 ha, sedangkan luas sawah terkecil ada pada sampel L4, L8, L8 dan L9 dengan luas sebesar 0,1 ha. Kemudian penggunaan pupuk urea terbesar pada sampel L17

sebesar 0,26 ton/tahun, penggunaan pupuk urea terkecil ada pada sampel L4, L8, L8 dan L9 sebesar 0,6 ton/tahun. Penjelasan tersebut dapat disimpulkan semakin besar luas lahan yang digunakan untuk pertanian semakin besar jumlah total pupuk urea yang dibutuhkan. Jumlah total pupuk urea yang semakin besar akan berpengaruh semakin besar pula nilai emisi yang dihasilkan.

4.3.2 Hasil Potensi Emisi Gas Metana (CH₄) dari Hasil Dekomposisi Bahan Organik Pada Lahan Padi Sawah

Emisi metana (CH₄) dihitung dengan mengalikan faktor emisi harian dengan lama budidaya padi sawah dan luas panen. Jumlah emisi gas CH₄ bergantung kepada umur tanaman, rejim air sebelum dan selama budidaya padi, dan penggunaan bahan organik dan anorganik. Jumlah emisi gas CH₄ juga dipengaruhi oleh jenis tanah, suhu, dan varietas padi. Berikut contoh perhitungan pada sampel L1:

a. Data aktivitas

- A (luas panen padi sawah dalam satu tahun) = 0,24 ha
- t (lama budidaya padi dalam 1 tahun) = 120 hari
- EF_c (faktor emisi lokal untuk Indonesia)
CH₄/Ha.hari = 1,61 kg
- SF_w (faktor skala lahan sawah tadah hujan rawan banjir) = 0,49
- SF_p (faktor skala rejim air sebelum periode budidaya tidak digunakan karena tergenang sebelum penanaman < 30 hari)
- ROA (jumlah pupuk kandang yang digunakan) = 0,006
ton/tahun
- SF_s (faktor skala untuk jenis tanah inceptisols) = 1,12
- SF_r (faktor skala varietas padi IR 64) = 1

b. Tahapan perhitungan

- Menghitung faktor skala untuk pupuk kandang

$$SF_0 = (1 + ROA_i \times CFOA_i)^{0,59}$$

$$SF_0 = (1 + 0,006 \times 0,05)^{0,59}$$

$$SF_0 = 1$$

- Menghitung faktor emisi harian

$$EF_i = (EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o \times SF_{s,r})$$

$$EF_i = (1,61 \text{ kg} \times 0,49 \times 1 \times 1,12 \times 1)$$

$$EF_i = 0,88 \text{ kg CH}_4/\text{ha}/\text{hari}$$

- Menghitung emisi CH₄ dari lahan sawah

$$CH_4 \text{ Rice} = (EF \times T \times A)$$

$$CH_4 \text{ Rice} = (0,88 \text{ kg CH}_4/\text{ha}/\text{hari} \times 120 \text{ hari} \times 0,24 \text{ ha})$$

$$CH_4 \text{ Rice} = 25,45 \text{ Kg CH}_4/\text{tahun} \times 27,9$$

$$CH_4 \text{ Rice} = 710,09 \text{ Kg CO}_2\text{eq}/\text{tahun}$$

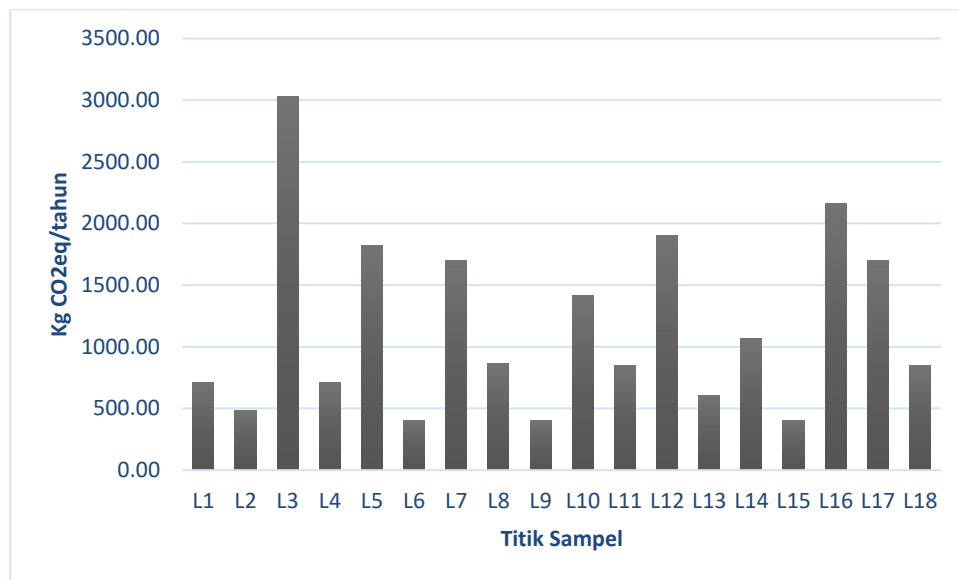
Hasil perhitungan CH₄ pada lahan hijau di Dukuh Ngebo Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Emisi GRK CH₄

No	Titik Sampel	CH ₄ Rice
		Kg CO ₂ eq/tahun
1	L1	710,09
2	L2	485,86
3	L3	3.032,09
4	L4	710,09
5	L5	1.819,83
6	L6	404,88
7	L7	1.704,22
8	L8	866,31
9	L9	404,88
10	L10	1420,18
11	L11	852,11
12	L12	1.906,49
13	L13	607,13
14	L14	1.065,47
15	L15	404,88
16	L16	2.165,78
17	L17	1.699,96
18	L18	852,11

Berdasarkan tabel di atas emisi gas CH₄ di Dukuh Ngebo yang terbagi menjadi 18 sampel memiliki hasil yang bervariasi. Perolehan emisi CH₄ tertinggi terdapat pada sampel L3 yaitu 3.032,09 Kg CO₂eq/tahun. Perolehan emisi CH₄

terendah terdapat pada sampel L6, L9 dan L15 yaitu 404,88 Kg CO₂eq/tahun. Sehingga total keseluruhan emisi gas CH₄ yang dihasilkan di Dukuh Ngebo sebesar 21.112,34 Kg CO₂eq/tahun. Berikut Gambar 4.2 diagram hasil emisi GRK CH₄ rice:



Gambar 4. 2 Diagram Hasil Emisi GRK CH₄

Berdasarkan gambar diatas yang menyumbang emisi gas CH₄ terbesar berada pada sampel L3. Perbedaan hasil emisi gas CH₄ pada tiap sampel disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya produksi CH₄ di lahan sawah antara lain perbedaan luas panen yang mana luas panen tertinggi pada sampel L17 sebesar 1 ha/tahun, di ikuti sampel L3 sebesar 0,84 ha/tahun, dan luas panen terkecil pada sampel L1, L4, L6, L8, L9 dan L15 sebesar 0,24 ha/tahun. Kemudian terdapat perbedaan antara jenis varietas padi yang ditanam yaitu IR 64, ciherang dan Inpari 32 yang juga dapat mempengaruhi hasil emisi gas CH₄.

4.3.3 Hasil Potensi Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Aktivitas Pengelolaan Tanah

Perhitungan N₂O langsung dari pengelolaan tanah adalah dengan menambahkan Jumlah N organik lalu dikali dengan faktor emisi gas N₂O dengan nilai 0,003 kg N₂O-N/kg N. Sebelum dijumlahkan, masing-masing sumber N

dikalikan dengan nilai kandungannya. Nilai kandungan masing-masing berbeda misalnya untuk kandungan N pada urea senilai 0,46; ZA senilai 0,21; NPK phonska senilai 0,15; pupuk kandang senilai 0,16 dan crop residu senilai 0,005. Berikut contoh perhitungan pada sampel L1:

a. Data Aktivitas

- Luas area lahan tanam = 0,1 ha
- Konsumsi pupuk
 - Urea = 242 Kg NH₃/ton N tahun
 - ZA = 182 Kg NH₃/ton N tahun
 - NPK = 48 Kg NH₃/ton N tahun
 - Kandang = 80 Kg NH₃/ton N tahun
 - Kompos = 80 Kg NH₃/ton N tahun
- Kandungan N pupuk
 - Urea = 0,46
 - ZA = 0,21
 - NPK = 0,15
 - Kandang = 0,16
 - Kompos = 0,005
- Jumlah Jerami padi = 300 kg
- EF₁ = 0,01
- EF_{IFR} = 0,003

b. Tahapan Perhitungan

- F_{SN} lahan sawah
 - F_{SN} lahan sawah = Jumlah tahunan pupuk sintetis N yang diaplikasikan ke tanah
 - = (242 kg urea x 0,46) + (48 kg NPK x 0,15)
 - = 118,52 kg N/tahun
- FON pupuk kandang = -
- FCR padi = 300 kg x 0,005
- = 1,5 kg N/tahun

$$\begin{aligned}
 - \text{N}_2\text{O-N}_{\text{N input}} &= \{[(F_{\text{SN}} + F_{\text{ON}} + F_{\text{CR}} + F_{\text{SOM}}) \times \text{EF}_1] + [(F_{\text{SN}} + F_{\text{ON}} + F_{\text{CR}} + F_{\text{SOM}}) \times \text{EF}_{1\text{FR}}]\} \\
 \text{N}_2\text{O-N}_{\text{N input}} &= \{[(118,52 \text{ kg N/tahun} + 4,5 \text{ kg N/tahun}) \times 0,01] + [(118,52 \text{ kg N/tahun} + 4,5 \text{ kg N/tahun}) \times 0,003]\} \times 273 \\
 \text{N}_2\text{O-N}_{\text{N input}} &= 99,50 \text{ Kg CO}_2\text{eq/tahun}
 \end{aligned}$$

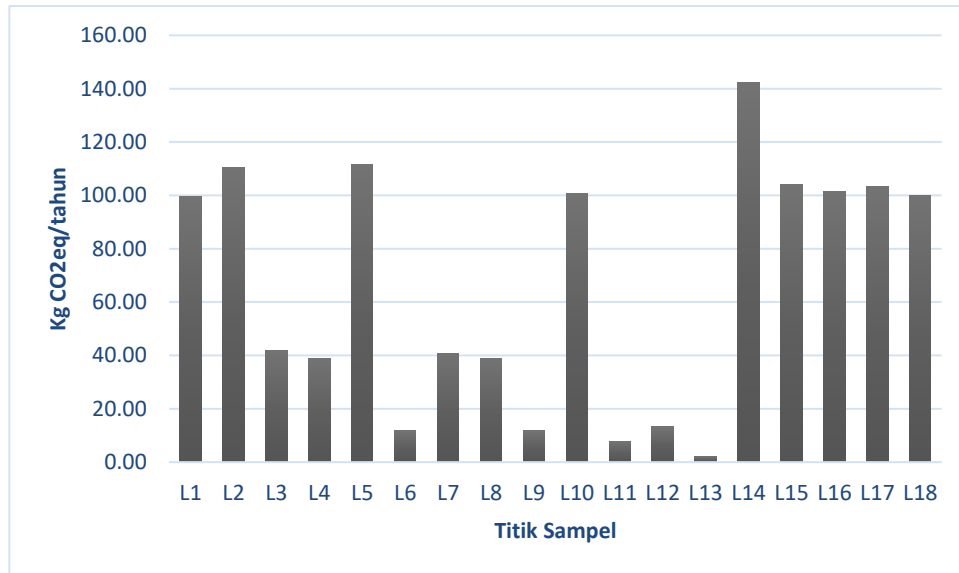
Hasil perhitungan lebih detail emisi N₂O langsung pada lahan hijau dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Emisi GRK N₂O Langsung

No	Titik Sampel	N ₂ O Direct
		Kg CO ₂ eq/tahun
1	L1	99,50
2	L2	110,36
3	L3	41,69
4	L4	38,90
5	L5	111,48
6	L6	11,85
7	L7	40,64
8	L8	38,90
9	L9	11,85
10	L10	100,74
11	L11	7,79
12	L12	13,22
13	L13	2,20
14	L14	142,41
15	L15	104,14
16	L16	101,36
17	L17	103,48
18	L18	100,12

Hasil perhitungan emisi gas N₂O langsung dari pengolahan tanah pada tiap sampel di Dukuh Ngebo menunjukkan nilai yang beragam. Perolehan emisi N₂O langsung tertinggi terdapat pada sampel L14 yaitu 142,41 Kg CO₂eq/tahun. Perolehan emisi N₂O langsung terendah terdapat pada sampel L13 yaitu 2,20 Kg

CO₂eq/tahun. Sehingga total keseluruhan emisi gas N₂O langsung yang dihasilkan di Dukuh Ngebo sebesar 1.180,62 Kg CO₂eq/tahun. Berikut Gambar 4.3 diagram hasil emisi GRK N₂O langsung:



Gambar 4. 3 Diagram Hasil Emisi GRK N₂O Langsung

Berdasarkan gambar di atas yang menyumbang emisi gas N₂O langsung terbesar adalah sampel L14 dan sampel L13 menyumbang emisi gas N₂O langsung terkecil. Perbedaan hasil emisi gas N₂O langsung di tiap sampel disebabkan adanya beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu besarnya produksi N₂O di lahan pertanian antara lain penggunaan pupuk N organik, pupuk sintesis dan pengaplikasian jumlah jerami. Semakin banyak pupuk N yang digunakan, semakin banyak emisi yang dihasilkan.

4.3.4 Hasil Potensi Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Tidak Langsung dari Aktivitas Pengelolaan Tanah

Perhitungan emisi gas N₂O tidak langsung dilakukan dengan mengalikan antara masing-masing unsur N dengan nilai kandungan untuk masing-masing pupuk sintetis yaitu 0,46 untuk urea; 0,21 untuk ZA; 0,15 untuk NPK phonska; 0,16 untuk pupuk kandang dan jerami 0,005. Setelahnya pupuk sintetis dan organik dikali dengan masing-masing fraksinya dan dijumlahkan, setelah

dijumlahkan dikali dengan faktor emisi N penguapan & redeposisi 0,01 (Kg N₂O-N/Kg NH₃ – NN₂O –N). Berikut contoh perhitungan pada sampel L1:

a. Data Aktivitas

- Luas area lahan tanam = 0,1 ha
- Konsumsi pupuk
 - Urea = 242 Kg NH₃/ton N tahun
 - ZA = 182 Kg NH₃/ton N tahun
 - NPK = 48 Kg NH₃/ton N tahun
 - Kandang = 80 Kg NH₃/ton N tahun
 - Kompos = 80 Kg NH₃/ton N tahun
- Kandungan N pupuk
 - Urea = 0,46
 - ZA = 0,21
 - NPK = 0,15
 - Kandang = 0,16
 - Kompos = 0,005
- Jumlah Jerami padi = 300 kg
- FracGASF = 0,1
- FracGASM = 0,2
- FracLEACH = 0,3
- EF4 = 0,01
- EF5 = 0,0075

b. Tahapan Perhitungan

- F_{SN} lahan sawah
 - F_{SN} lahan sawah = jumlah tahunan pupuk sintetis N yang diaplikasikan ke tanah
 - = (242 kg urea x 0,46) + (48 kg NPK x 0,15)
 - = 118,52 kg N/tahun
- FON pupuk kandang = -
- FCR padi

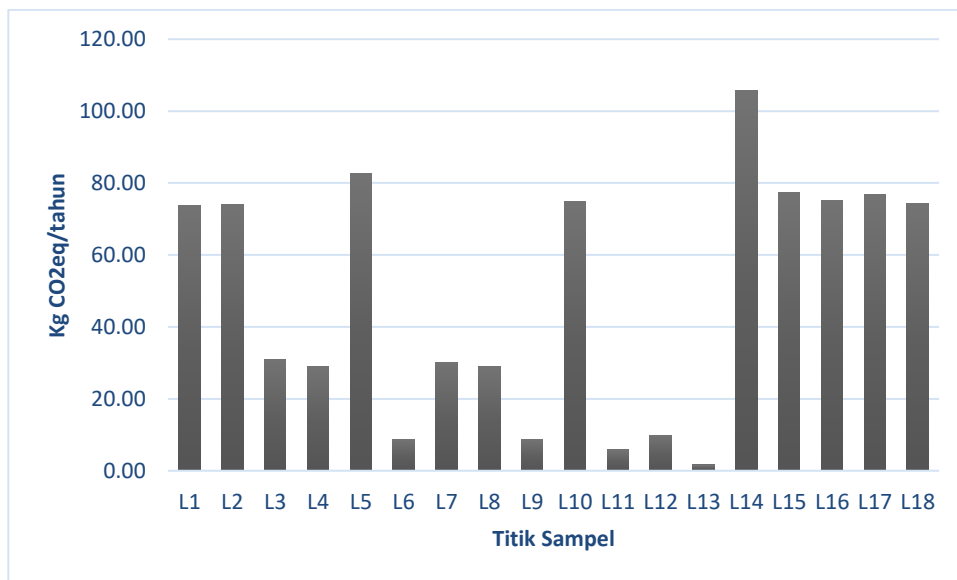
$$\begin{aligned}
 \text{FCR padi} &= 300 \text{ kg} \times 0,005 \\
 &= 1,5 \text{ kg N/tahun} \\
 - \text{N}_2\text{O-Indirect} & \\
 \text{N}_2\text{O-Indirect} &= [(F_{\text{SNX}} \text{Frac}_{\text{GASF}}) + ((F_{\text{ON}}+F_{\text{PRP}}) \times \text{Frac}_{\text{GASM}})] \times \\
 &\text{EF}_4 + [(F_{\text{SN}}+F_{\text{ON}}+F_{\text{PRP}}+F_{\text{CR}}) \times \text{Frac}_{\text{Leach}}] \times \text{EF}_5 \\
 \text{N}_2\text{O-Indirect} &= [(118 \text{ kg N/tahun} \times 0,1) + ((4,5 \text{ kg N/tahun} \times 0,2)] \\
 &\times 0,01 + [(118 \text{ kg N/tahun} + 4,5 \text{ kg N/tahun}) \times 0,3] \\
 &\times 0,0075 \times 273 \\
 \text{N}_2\text{O-Indirect} &= 73,84 \text{ Kg CO}_2\text{eq/tahun}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan lebih detail emisi N₂O tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Hasil Emisi GRK N₂O Tidak Langsung

No	Titik Sampel	N ₂ O Indirect
		Kg CO ₂ eq/tahun
1	L1	73,84
2	L2	74,05
3	L3	30,95
4	L4	28,87
5	L5	82,75
6	L6	8,81
7	L7	30,16
8	L8	28,87
9	L9	8,81
10	L10	74,77
11	L11	5,79
12	L12	9,83
13	L13	1,67
14	L14	105,71
15	L15	77,30
16	L16	75,23
17	L17	76,80
18	L18	74,31

Hasil perhitungan emisi gas N₂O tidak langsung dari pengolahan tanah pada tiap sampel di Dukuh Ngebo menunjukkan nilai yang beragam. Perolehan emisi N₂O tidak langsung tertinggi terdapat pada sampel L14 yaitu 105,71 Kg CO₂eq/tahun. Perolehan emisi N₂O tidak langsung terendah terdapat pada sampel L13 yaitu 1,67 Kg CO₂eq/tahun. Sehingga total keseluruhan emisi gas N₂O tidak langsung yang dihasilkan di Dukuh Ngebo sebesar 868,53 Kg CO₂eq/tahun. Berikut Gambar 4.4 diagram hasil emisi GRK N₂O tidak langsung:



Gambar 4. 4 Diagram Hasil Emisi GRK N₂O Tidak Langsung

Berdasarkan gambar di atas secara keseluruhan emisi gas N₂O tidak langsung yang dihasilkan relatif lebih rendah dari emisi gas N₂O langsung. Meskipun demikian, perbedaan hasil emisi gas N₂O tidak langsung di tiap sampel dipengaruhi beberapa faktor seperti besarnya produksi N₂O di lahan pertanian antara lain penggunaan pupuk N organik, pupuk sintesis dan pengaplikasian jumlah jerami. Semakin besar jumlah dari total penggunaan pupuk N semakin besar juga nilai emisi yang dihasilkan.

4.3.5 Beban Emisi GRK Total dari Sektor Lahan Hijau

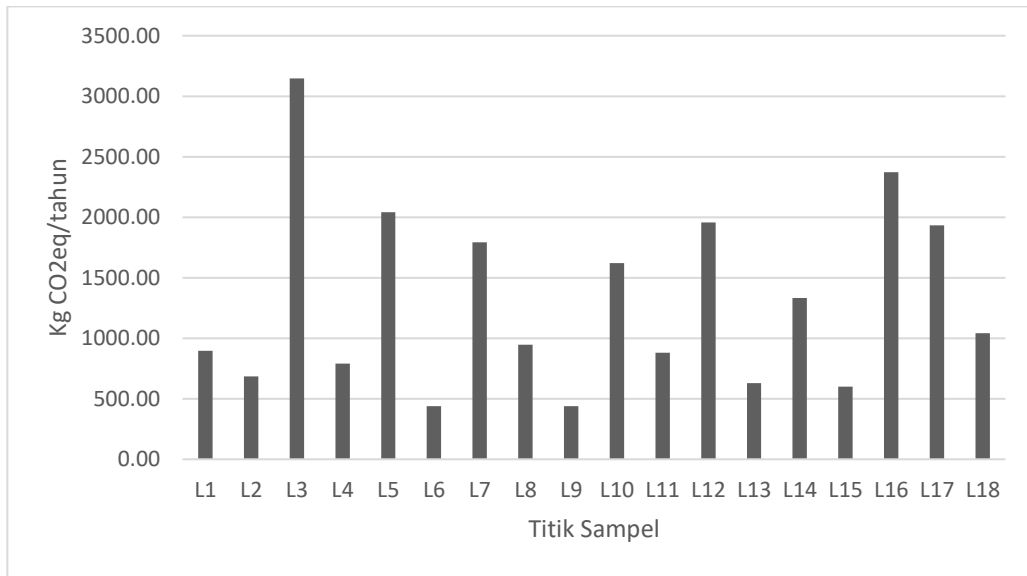
Total beban emisi GRK yang dihasilkan di Dukuh Ngebo dari sektor lahan hijau bervariasi pada masing-masing gas CO₂, CH₄ maupun N₂O. Total beban

setiap emisi gas dapat dilihat pada Tabel 4.9. Sedangkan untuk kontribusi emisi GRK paling besar di Dukuh Ngebo yaitu gas CH₄ dari budidaya padi sawah.

Tabel 4. 9 Total Emisi GRK pada Lahan Hijau

No	Titik Sampel	CO ₂ Emission	CH ₄ Rice	N ₂ O	Total
		Kg CO ₂ eq/tahun			
1	L1	13,66	710,09	173,34	897,09
2	L2	14,77	485,86	184,41	685,04
3	L3	43,40	3.032,09	72,64	3.148,13
4	L4	12,30	710,09	67,77	790,16
5	L5	28,78	1.819,83	194,22	2.042,83
6	L6	12,30	404,88	20,67	437,85
7	L7	17,14	1.704,22	70,80	1.792,15
8	L8	12,30	866,31	67,77	946,38
9	L9	12,30	404,88	20,67	437,85
10	L10	24,68	1420,18	175,51	1.620,37
11	L11	14,77	852,11	13,58	880,46
12	L12	27,17	1.906,49	23,05	1.956,71
13	L13	18,48	607,13	3,87	629,48
14	L14	18,48	1.065,47	248,12	1.332,08
15	L15	13,66	404,88	181,44	599,98
16	L16	30,90	2.165,78	176,59	2.373,27
17	L17	52,20	1.699,96	180,28	1.932,43
18	L18	14,77	852,11	174,42	1.041,30
Total					23.543,54

Dari tabel di atas dapat disimpulkan total beban emisi GRK tertinggi berada pada sampel L3 yaitu menghasilkan 3.148,13 Kg CO₂eq/tahun. Sedangkan total keseluruhan beban emisi GRK di Dukuh Ngebo yaitu 23.543,54 Kg CO₂eq/tahun. Dapat dilihat pada Gambar 4.5 terkait total emisi GRK pada lahan hijau di Dukuh Ngebo.



Gambar 4. 5 Diagram Total Emisi GRK di Dukuh Ngebo

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis aktivitas pada lahan hijau di Dukuh Ngebo yang menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) berupa aktivitas dari gas karbon dioksida (CO₂) hasil penggunaan pupuk urea pada lahan hijau; aktivitas dari gas metana (CH₄) hasil dekomposisi bahan organik pada lahan padi sawah; serta aktivitas dinitrogen oksida (N₂O) langsung maupun tidak langsung dari pengelolaan sawah pada lahan hijau. Dari aktivitas di atas menghasilkan nilai emisi GRK yang berbeda-beda. Total emisi GRK yang ditimbulkan di Dukuh Ngebo sebagai berikut:

1. Emisi total keseluruhan untuk gas CO₂ hasil penggunaan pupuk urea pada lahan hijau menghasilkan 382,05 Kg CO₂eq/tahun. Sampel yang menyumbang emisi gas CO₂ tertinggi berada pada sampel L17 sebesar 52,20 Kg CO₂eq/tahun.
2. Emisi total keseluruhan untuk gas CH₄ hasil dekomposisi bahan organik pada lahan padi sawah menghasilkan 21.112,34 Kg CO₂eq/tahun. Sampel yang menyumbang emisi gas CH₄ tertinggi berada pada sampel L3 sebesar 3.032,09 Kg CO₂eq/tahun.
3. Emisi total keseluruhan untuk gas N₂O langsung aktivitas pengelolaan tanah pada lahan hijau menghasilkan 1.180,62 Kg CO₂eq/tahun. Sampel yang menyumbang emisi gas N₂O langsung tertinggi berada pada sampel L14 sebesar 142,41 Kg CO₂eq/tahun. Kemudian emisi total keseluruhan untuk gas N₂O tidak langsung dari aktivitas pengelolaan tanah pada lahan hijau menghasilkan 868,53 Kg CO₂eq/tahun. Sampel yang menyumbang emisi gas N₂O tidak langsung tertinggi berada pada sampel L14 sebesar 105,71 Kg CO₂eq/tahun.

4. Total keseluruhan untuk emisi GRK dari lahan hijau menghasilkan 23.543,54 Kg CO₂eq/tahun. Sampel yang menyumbang emisi GRK tertinggi berada pada sampel L3 sebesar 3.243,89 Kg CO₂eq/tahun.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan data yang lebih kompleks terkait parameter-parameter yang digunakan sehingga tidak lagi menggunakan nilai *default* IPCC untuk menghitung emisi GRK. Dengan demikian, hasil perhitungan emisi GRK lebih mendekati dengan keadaan sebenarnya.
2. Perlu adanya aturan pemerintah tentang rekomendasi pupuk yang disesuaikan dengan kondisi lapangan yang diuji oleh penelitian sebelumnya.
3. Dilakukan penelitian tambahan tentang sistem yang dianggap dapat mengurangi emisi GRK. Ini memungkinkan petani untuk menerapkan sistem di masa depan untuk meningkatkan produktivitas produksi mereka dan tetap menjaga kelestarian alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, A., Septaria, Y. K. L., Mubarak, K., Labba, I. P., & Agung, D. B. (2016). *Use of ZA Fertilizer as Inorganic Pesticide to Increase Production and Quality of Tomato and Large Chilli*. 4(3), 73–82.
- Astuti, S. P., Dewi, I. P., Rosidah, S., Novida, S., Prasedya, E. S., Candri, D. A., & Ahyadi, H. (2023). The Effectiveness of CO₂ Absorption Between Phytoplankton and Seagrass Beds in The West Sekotong Intertidal Zone of Lombok Island. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 472–481. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4769>
- Bamber, J. L., Oppenheimer, M., Kopp, R. E., Aspinall, W. P., & Cooke, R. M. (2019). Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 166(23), 11195–11200. <https://doi.org/10.1073/pnas.1817205116>
- Fathin, S. L., Purbajanti, E. D., & Fuskhah, E. (2019). Pertumbuhan dan hasil Kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*) pada berbagai dosis pupuk kambing dan frekuensi pemupukan Nitrogen. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(3), 438–447. <https://doi.org/10.32734/jpt.v6i3.3193>
- Hanarisanty, L., & Pratama, B. A. (2022). Calculation of Greenhouse Gas Emissions (CH₄, CO₂, and N₂O) in Kasihan District in the Agricultural Sector Using the IPCC Application. *Journal of Engineering Science and Technology Management*, 2(2), 2828–7886. <http://josi.ft.unand.ac.id/>
- Hartatik, W., & Widowati, L. R. (2016). Pengaruh Pupuk Majemuk NPKS dan NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah pada Inceptisol. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 34(3), 175. <https://doi.org/10.21082/jpntp.v34n3.2015.p175-185>
- Inventory, E., Group, A., Quality, A., Division, A., & Agency, U. S. E. P. (2006). *Documentation for the Final 2002 Point Source*.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2013). Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan. *Pedoman Teknis*

- Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara Di Perkotaan*, 1–153.
- Khairana, U. (2006). *Potensi Gas Rumah Kaca Di Sektor Pertanian Di Kabupaten Sleman Bagian Selatan D. I. Yogyakarta*.
- KLHK. (2017). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 73 Tahun 2017 Tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. *Klhk*, 176–177.
- Lintangrino, M., & Boedisantoso, R. (2016). Inventarisasi emisi gas rumah kaca. *Jurnal Teknik.*, 5(2), D53–D57.
- Mulyanto, B. S. (2018). Kajian Rekomendasi Pemupukan Berbagai Jenis Tanah pada Tanaman Jagung, Padi dan Ketela Pohon di Kabupaten Wonogiri. *Skripsi. Universitas Sebelas Maret.*, 1–56.
- Mustikaningrum, D., Kristiawan, K., & Suprayitno, S. (2021). Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Pertanian di Kabupaten Tuban: Inventarisasi dan Potensi Aksi Mitigasi. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 9(2), 155–171. <https://doi.org/10.14710/jwl.9.2.155-171>
- Purnamasari, E., Sudarno, & Hadiyanto. (2019). Inventarisasi emisi gas rumah kaca sektor pertanian Di Kabupaten Boyolali. *Prosiding Seminar Nasional Geotik*, 384–391.
- Safitri, N. D. (2018). Potensi Gas Rumah Kaca Pada Lahan Padi Sawah di Kabupaten Sleman Bagian Barat Daerah Istimewa Yogyakarta. *Environmental Engineering*, 1-17. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/9509>
- Siregar, I. H., Jonjarnas, & Ramija, K. El. (n.d.). *Effect of Superabsorbent Polymer on Growth Performance and Grain Yield of Rice Under Rainfed Lowland Condition*. 241–250.
- Sprangers, S. (2008). Calculating the carbon footprint. *Materials Today*, 11(3), 61. [https://doi.org/10.1016/s1369-7021\(08\)70029-4](https://doi.org/10.1016/s1369-7021(08)70029-4)
- Wahyuni, H. (2018). Keluarnya Amerika Serikat Dari Kesepakatan Paris 2015. *EJournal Ilmu Hubungan Internasional*, 6(4), 1787–1806. [https://ejournal.hi.fisip-unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2018/11/26.1102045175 - Henni Wahyuni \(11-14-18-03-49-03\).pdf](https://ejournal.hi.fisip-unmul.ac.id/site/wp-content/uploads/2018/11/26.1102045175 - Henni Wahyuni (11-14-18-03-49-03).pdf)

Walsh, M., & Williams, S. A. (2006). *Agriculture, Forestry and Other Land Use*
11. 4, 1–54.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kuisisioner Penelitian

KUISISIONER PENELITIAN INVENTARISASI GAS RUMAH KACA PADA SEKTOR LAHAN HIJAU DI DUKUH NGEBO, KABUPATEN SLEMAN, D.I. YOGYAKARTA

A. Identitas Responden	
Nama pemilik lahan	
Titik koordinat lahan	
No. Telp	

B. Pertanyaan		
1	Luas lahan yang ditanami	
2	Jenis tanaman yang ditanami di lahan tersebut	a. Tanaman pangan, berupa ... b. Tanaman Perkebunan, berupa ... c. Tanaman hortikultura, berupa ...
3	Jenis varietas padi yang ditanam	
4	Frekuensi tanam dan frekuensi panen setiap tanaman dalam satu tahun	
5	Tanaman yang ditanami apakah bergantung musim	a. Ya b. Tidak
6	Sistem pengairan lahan sawah	a. Irigasi b. Tadah hujan c. Dataran tinggi
7	Jenis pupuk yang digunakan pada lahan tersebut (boleh pilih lebih dari satu)	a. Pupuk urea b. Pupuk NPK c. Pupuk kandang d. Kompos e. Jerami
8	Jumlah panen padi per tahun	

Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan Wawancara





Lampiran 3 Dokumentasi Jenis Tanaman Lahan Hijau di Dukuh Ngebo



L1



L2



L3



L4



L5



L6



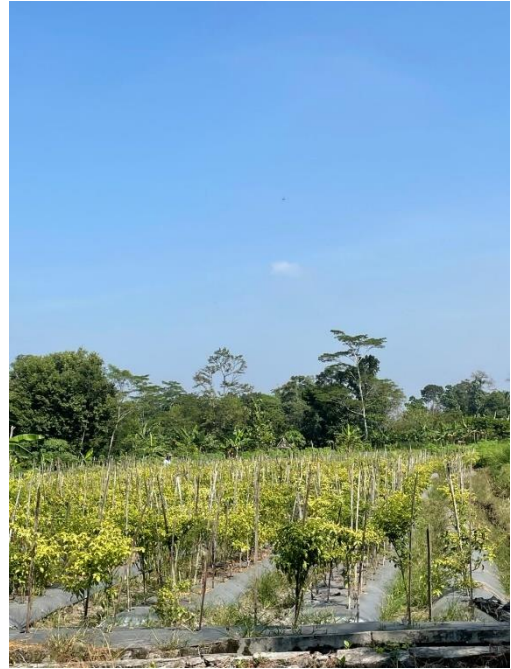
L7



L8



L9



L10



L11



L12



L13



L14



L15



L16



L17



L18

Lampiran 4 Data Kelompok Tani Dukuh Ngebo

ALOKASI PUPUK BERSUBSIDI 2024

Kecamatan : NGAGLIK
 Desa/Kelurahan : SUKOHARJO
 Kelompok Tani : Muji Lestari
 Subsektor : TANAMAN PANGAN
 Komoditas : JAGUNG
 Kios : RT0000021990 - KIOS DIRJO
 Bagian : 1 / 1

No	NIK	Nama	Rencana Tanam(Ha)	Alokasi Pupuk Bersubsidi(Kg)											
				UREA				NPK				NPK FORMULA			
				MT 1	MT 2	MT 3	JML	MT 1	MT 2	MT 3	JML	MT 1	MT 2	MT 3	JML
1	3404120405450002	ADA	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
2	3404121708800008	AGUS SUTRISNO	0.120	0	0	16	16	0	0	11	11	0	0	0	0
3	3404125007760008	ANA DWI RIHATIN	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
4	3404123112400103	ARJO MUJIYONO	0.340	0	0	45	45	0	0	30	30	0	0	0	0
5	3404123112740001	BARJONO	0.120	0	0	16	16	0	0	11	11	0	0	0	0
6	3404121502910006	CAHYO DWI WIDIYANTORO	0.150	0	0	20	20	0	0	13	13	0	0	0	0
7	3404122510860001	EKO SUSANTO	0.220	0	0	29	29	0	0	19	19	0	0	0	0
8	1471104111740064	ENI FARRIYATI	0.130	0	0	17	17	0	0	11	11	0	0	0	0
9	3404126506750002	ENI SISWATI	0.120	0	0	16	16	0	0	11	11	0	0	0	0
10	3404120303670003	GUNADI	0.210	0	0	27	27	0	0	19	19	0	0	0	0
11	3404120202790013	HARYANTO	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
12	3404120511830003	HERI SURYANTO	0.320	0	0	42	42	0	0	28	28	0	0	0	0
13	3404121001550002	JUMAIT	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
14	3404120510740005	JUMAJAR	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
15	3404122012610003	KHAIRUDIN	0.110	0	0	14	14	0	0	10	10	0	0	0	0
16	3404123112660033	KUADI	0.210	0	0	27	27	0	0	19	19	0	0	0	0
17	3404120211530001	MARGIYANTO	0.250	0	0	33	33	0	0	22	22	0	0	0	0
18	3404126106550003	MARJIYAH	0.170	0	0	22	22	0	0	15	15	0	0	0	0
19	3404122007740006	MARJIYANTO	0.120	0	0	16	16	0	0	11	11	0	0	0	0
20	3404121812700002	MARSUDI	0.180	0	0	24	24	0	0	16	16	0	0	0	0
21	3404120909710006	MARTONO	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
22	3404126108600004	MARYATINI	0.130	0	0	17	17	0	0	11	11	0	0	0	0
23	3404123112550039	MARZUKI	0.400	0	0	53	53	0	0	35	35	0	0	0	0
24	3404121709770001	MUH YAMAWI	0.310	0	0	41	41	0	0	27	27	0	0	0	0
25	3404121305620002	MUHAMAD MAHFUD	0.390	0	0	51	51	0	0	34	34	0	0	0	0
26	3404127012350004	MUJIRAH	0.220	0	0	29	29	0	0	19	19	0	0	0	0
27	3404122607750006	MULYADI	0.250	0	0	33	33	0	0	22	22	0	0	0	0
28	3404122607330001	MULYO DIHARJO	0.190	0	0	25	25	0	0	17	17	0	0	0	0
29	3404120903590003	MUSAMA	0.250	0	0	33	33	0	0	22	22	0	0	0	0
30	3404123011570001	MUSANA	0.420	0	0	56	56	0	0	37	37	0	0	0	0
31	3404124210780003	NETY HANDAYANI	0.220	0	0	29	29	0	0	19	19	0	0	0	0
32	3404120401590001	NGABADI	0.150	0	0	20	20	0	0	13	13	0	0	0	0
33	3404125205550002	NGATRRAH	0.140	0	0	19	19	0	0	12	12	0	0	0	0

No	NIK	Nama	Rencana Tanam(Ha)	Alokasi Pupuk Bersubsidi(Kg)											
				UREA				NPK				NPK FORMULA			
				MT 1	MT 2	MT 3	JML	MT 1	MT 2	MT 3	JML	MT 1	MT 2	MT 3	JML
34	3404127112530081	NY MARGO RAHARJO	0.180	0	0	24	24	0	0	16	16	0	0	0	0
35	3404125207710008	PARMINI	0.370	0	0	49	49	0	0	33	33	0	0	0	0
36	3404123112520045	Ponija purwodiharjo	0.200	0	0	26	26	0	0	18	18	0	0	0	0
37	3404123112340065	PURBO WASITO	0.210	0	0	27	27	0	0	19	19	0	0	0	0
38	3404121407830005	ROMADHON	0.120	0	0	16	16	0	0	11	11	0	0	0	0
39	3404120805540002	SAMIDI	0.150	0	0	20	20	0	0	13	13	0	0	0	0
40	6301082004760001	SARJIYO	0.120	0	0	16	16	0	0	11	11	0	0	0	0
41	3404127112610062	SATIYEM	0.220	0	0	29	29	0	0	19	19	0	0	0	0
42	3404127112570095	SITI ASIYAH	0.420	0	0	56	56	0	0	37	37	0	0	0	0
43	3404125203590005	SITI BANDIYAH	0.420	0	0	56	56	0	0	37	37	0	0	0	0
44	3404125812640002	SRI BUDIYATI	0.130	0	0	17	17	0	0	11	11	0	0	0	0
45	3404125211690001	SRI FATAMIYATI	0.240	0	0	32	32	0	0	21	21	0	0	0	0
46	3404122106730001	SRI SUGIYANTO	0.260	0	0	34	34	0	0	23	23	0	0	0	0
47	3404123112770013	SRIYADI	0.190	0	0	25	25	0	0	17	17	0	0	0	0
48	3404120305670001	SUHARNA	0.240	0	0	32	32	0	0	21	21	0	0	0	0
49	3404121704630004	SUHARTO	0.380	0	0	50	50	0	0	34	34	0	0	0	0
50	3404120303640001	SUKARDI	0.120	0	0	16	16	0	0	11	11	0	0	0	0
51	3404120808650003	SUKIRNO	0.130	0	0	17	17	0	0	11	11	0	0	0	0
52	3404123112590014	SUMARDI	0.350	0	0	46	46	0	0	31	31	0	0	0	0
53	3404125405870002	SUNARSIH	0.120	0	0	16	16	0	0	11	11	0	0	0	0
54	3404121708640001	SUPARJI	0.220	0	0	29	29	0	0	19	19	0	0	0	0
55	3404121006720007	SUROTO	0.320	0	0	42	42	0	0	28	28	0	0	0	0
56	3404125505750004	SURTI JUWARTIN	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
57	3404122210770003	SUSENO PRIHANTORO	0.250	0	0	33	33	0	0	22	22	0	0	0	0
58	3404127112510030	suti	0.150	0	0	20	20	0	0	13	13	0	0	0	0
59	3404120407720005	TOSIRIN	0.320	0	0	42	42	0	0	28	28	0	0	0	0
60	3404127011690001	TRI ASTUTI	0.130	0	0	17	17	0	0	11	11	0	0	0	0
61	3404121504460002	TRISNODIHARJO	0.330	0	0	43	43	0	0	29	29	0	0	0	0
62	3404120704750002	Tugiyono	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
63	3404120510430001	UDI UTOMO	0.140	0	0	19	19	0	0	12	12	0	0	0	0
64	3404121601660001	WALDIYONO	0.270	0	0	35	35	0	0	24	24	0	0	0	0
65	3404124503670002	WALSIYAH	0.210	0	0	27	27	0	0	19	19	0	0	0	0
66	3404127112670030	WARTISAH	0.100	0	0	13	13	0	0	9	9	0	0	0	0
67	3404123112400043	WIDI UTOMO	0.150	0	0	20	20	0	0	13	13	0	0	0	0
Total			13.8	0	0	1818	1818	0	0	1218	1218	0	0	0	0

RIWAYAT HIDUP

Saya Puspita Kumala lahir di Brebes, 28 Januari 2002 dari pasangan Bapak Dimiyati dan Ibu Supriyati. Saya merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Saya menempuh pendidikan di SD Negeri 01 Pakujati (2009-2014), dilanjutkan di SMP Negeri 01 Bumiayu (2014-2017) dan SMA Negeri 01 Bumiayu (2017-2020). Saat ini saya merupakan mahasiswa semester akhir yang mengambil jurusan S1 Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia. Kegiatan akademik selain menjadi mahasiswa aktif saya melaksanakan kerja praktik di PT. Daehan Global Brebes pada tahun 2023 dengan pembahasan mengenai analisis limbah cair yang dihasilkan oleh industri. Dan juga pernah mengikuti beberapa seminar selama masa kuliah. Kemudian dalam beberapa kegiatan non akademik, saya mengikuti kepanitiaan *Envirolympic of UII (EPIC UII) 2021* sebagai staf divisi kesekretariatan. Kepanitiaan *Lintas Lingkungan 2021* sebagai OC divisi kesekretariatan. Kepanitiaan *Latihan Dasar Kepemimpinan (LDK) 2022* sebagai staf divisi hubungan masyarakat. Kepanitiaan *Night of Art and Culture (NATURE) 2022* sebagai staf divisi hubungan masyarakat. Kemudian saya mengikuti organisasi *Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL)* periode 2021-2022 sebagai sekretaris departemen keilmuan.