

Potensi Gas Rumah Kaca Pada Lahan Padi Sawah di Kabupaten Sleman Bagian Barat Daerah Istimewa Yogyakarta

Novelia Dewi Safitri
Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia
Jalan Kaliurang KM 14,5 Yogyakarta
Email : noveliadewisafitri@gmail.com

ABSTRAK

Budidaya padi sawah menyumbang emisi gas rumah kaca melalui pengelolaan sawah dan pemberian bahan organik maupun anorganik pada tanaman padi. Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui angka potensi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas pertanian untuk lahan padi sawah di Kabupaten Sleman Barat Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Kecamatan Godean, Kecamatan Minggir, Kecamatan Moyudan, dan Kecamatan Seyegan. Untuk menghitung inventarisasi GRK diperlukan data primer dan data sekunder serta observasi dan wawancara langsung kepada petani padi sebagai populasi dengan metode secara acak sederhana (Simple Random Sampling). Data tersebut di analisis untuk menentukan nilai potensi emisi GRK yang dihasilkan dengan metode perhitungan IPCC 2006. Hasil analisis dari aktivitas pertanian di Kabupaten Sleman Barat menunjukkan bahwa nilai total potensi emisi CH_4 dari hasil dekomposisi bahan organik pada lahan sawah padi menghasilkan 18,35 Gg CO_2eq /tahun. Nilai total potensi emisi gas karbon dioksida (CO_2) dari hasil penggunaan pupuk urea pada lahan sawah padi menghasilkan 0,76 Gg CO_2eq /tahun. Sedangkan nilai total potensigas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dan tidak langsung dari aktivitas pengelolaan tanah pada lahan sawah padi menghasilkan 7,54 dan 4,1 Gg CO_2eq /tahun

Kata kunci : emisi, inventarisasi, gas rumah kaca, pertanian

ABSTRACT

Rice field cultivation contributes to the greenhouse gas emissions through ricefield management and organic and inorganic feeding of rice crops. This research has the objective to determine the potential of GHG emission resulting from agricultural activity in the rice field located in western of Sleman District that consist of Godean, Minggir, Moyudan and Seyegan Subdistrict. To calculate the GHG inventory, primary and secondary data were needed by direct observation and interviews to rice farmers as a population using simple random sampling methods. The data were analyzed to determine the potential value of GHG emissions produced by the IPCC 2006 calculation method. Analysis results from agricultural activities in four subdistricts of Sleman showed that the total potential value of (CH_4) emissions from rice yields resulted in 18,35 Gg CO_2eq / year. The total potential value of carbon dioxide (CO_2) emissions from the yield of urea fertilizer on paddy field yields 0.76 Gg CO_2eq / year. While the total value of nitrous oxide (N_2O) potential directly and indirectly from soil management activity in paddy field yields 7,54 and 4,1 Gg CO_2eq / year.

Key words : agriculture, emission, greenhouse gases, inventory.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian di Indonesia merupakan salah satu faktor penyumbang emisi terbesar di atmosfer. Sektor pertanian memberikan kontribusi 5% dari total emisi GRK nasional dan 46,2% berasal dari lahan sawah (*Environmental Ministry* 2010). Penggunaan pupuk dan pengolahan sisa hasil pertanian yang dilakukan dengan cara bakar merupakan aktivitas yang menyebabkan emisi dari sektor pertanian. Gas metana (CH_4) adalah salah satu gas rumah kaca yang cukup berperan setelah CO_2 . Metana diproduksi sebagai akibat perubahan kondisi tanah dari aerob menjadi anaerob secara bergantian dalam waktu yang relatif lama. Kondisi tanah oksidatif tidak menguntungkan pembentukan gas metana, sebaliknya kondisi tanah reduktif sangat menguntungkan bakteri metanogen dalam menghasilkan gas metana (CH_4).

Emisi sektor pertanian diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan kebutuhan pangan. Oleh karena itu, peningkatan metana di atmosfer tersebut perlu diantisipasi mengingat pemanasan global yang ditimbulkannya per satu molekul gas metana di troposfer 21 kali lebih tinggi daripada pemanasan satu molekul CO_2 . Laporan kementerian lingkungan hidup tahun 2015 tentang nilai emisi di Indonesia menunjukkan bahwa sektor pertanian yang berasal dari kegiatan budidaya padi sawah menyumbang 30,7%, serta emisi NO_2 langsung dari tanah yang dikelola menyumbang sebesar 29% (KLH 2015).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik, pada tahun 2015 D.I. Yogyakarta memiliki jumlah lahan persawahan sebesar 55,4 ribu hektar yaitu : 10.366 Ha di Kabupaten Kulon Progo, 7.865 Ha di Kabupaten Gunung Kidul, 15.225 Ha di Kabupaten Bantul, 21907 Ha di Kabupaten Sleman, dan 62 Ha di Kota Yogyakarta. Kabupaten Sleman dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki luasan sawah yang lebih besar dibanding dengan kabupaten atau kota lainnya di Yogyakarta.

Lokasi sawah yang akan dijadikan lokasi penelitian tepatnya berada di Kecamatan Godean dengan luas areal sawah sebesar 1260 Ha, Kecamatan Minggir dengan luas areal sawah sebesar 1384 Ha, Kecamatan Sayegan dengan luas areal sawah sebesar 1304 Ha, dan Kecamatan Moyudan dengan luas areal sawah sebesar 1399 Ha. Perhitungan emisi dari sektor pertanian yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada metode yang dikembangkan oleh IPCC tier 1 karena mudah dalam pengaplikasiannya. Data aktivitas dikalikan dengan faktor emisi merupakan rumusan umum untuk mendapatkan nilai emisi. Data aktivitas didapat berdasarkan hasil survei di daerah kajian, data statistik dari sektor pertanian. Faktor emisi yang digunakan merupakan *default* atau nilai yang ditetapkan dalam IPCC 2006. Pemilihan nilai faktor emisi disesuaikan dengan iklim di wilayah kajian.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan jumlah potensi emisi gas metana (CH_4) dari hasil dekomposisi bahan organik pada sawah.

2. Menentukan jumlah potensi emisi gas karbon dioksida (CO₂) dari hasil penggunaan pupuk urea pada lahan sawah.
3. Menentukan jumlah potensi emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) dari aktivitas pengelolaan tanah.
4. Mengetahui strategi dan upaya mitigasi dan adaptasi atas perubahan iklim di sektor pertanian yang berkaitan dengan penurunan angka emisi gas rumah kaca.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi terkait potensi gas rumah kaca dari budidaya padi sawah di Kabupaten Sleman Barat.
2. Bagi mahasiswa dapat memberikan informasi terkait tindakan mitigasi dan adaptasi pada sektor pertanian dalam mengurangi emisi gas rumah kaca.
3. Memberi referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Parameter yang digunakan adalah emisi gas metana (CH₄), gas karbon dioksida (CO₂) gas karbon monoksida (CO) dan gas dinitrogen oksida (N₂O)
2. Perhitungan potensi emisi gas metana (CH₄), karbon dioksida (CO₂) dan gas dinitrogen oksida (N₂O) di kawasan persawahan Kabupaten Sleman bagian barat

menggunakan metode yang dicantumkan pada IPCC (*intergovernmental Panel Climate Change*).

3. Tempat yang menjadi lokasi penelitian adalah kawasan persawahan sistem irigasi Kecamatan Godean, Kecamatan Minggir, Kecamatan Seyegan dan Kecamatan Moyudan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta
4. Penelitian ini menggunakan data kuisisioner dan wawancara dari beberapa responden dan Dinas Pertanian Kabupaten Sleman

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Jumlah Sampel

Dalam menentukan jumlah sampel kuisisioner yang ada di Kecamatan Godean, Moyudan, Minggir dan Seyegan di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta ditentukan dengan menggunakan rumus penentuan jumlah sampel dari populasi yang dikembangkan dari Metode Slovin. Berikut merupakan rumus dari metode Slovin tersebut adalah

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

Keterangan:

n = Ukuran sampel

N = Ukuran Populasi (dari Kelompok Tani)

d = Galat pendugaan 10 % = 0,1

2.2 Metode Pengumpulan Data

Analisis data yang diperlukan adalah survei dengan menggunakan data primer dan data sekunder. Data

primer diperoleh dari aktivitas petani padi melalui observasi langsung di lapangan dan wawancara langsung dengan menggunakan daftar pertanyaan angket/kuisisioner yang telah disiapkan. Data primer berupa observasi di lapangan dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Aktivitas Sumber Emisi Data Primer

Data Primer			
No	Aktivitas Sumber Emisi	Jenis Data	Sumber Data
1	Lahan Sawah	Jenis varietas	Kuisisioner
		Jenis sawah irigasi	
		Kedalaman air	
		Masa penggenangan sebelum penanaman	
		Jenis tanah	
2	Pemupukan urea	Dosis urea	Kuisisioner
		Jenis Pupuk	Kuisisioner
3	Emisi langsung dan tidak langsung N ₂ O dari tanah	Dosis pupuk N sintetik (urea,ZA,phonska)	Kuisisioner
		Dosis pupuk N organik (Kandang)	

Data sekunder diperoleh dari referensi yang berhubungan dengan penelitian seperti literatur, jurnal dan buku-buku yang dapat berhubungan dengan penelitian ini serta lembaga atau instansi yang terkait dengan penelitian ini yaitu Dinas Pertanian Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. Data sekunder berupa data pendukung dari data primer dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Aktivitas Sumber Emisi

Data Sekunder			
No	Aktivitas Sumber Emisi	Jenis Data	Sumber Data
1	Lahan Sawah	Faktor koreksi varietas	Studi literatur
		Faktor konversi untuk penggunaan berbagai jenis bahan organik	IPCC (2006)
		Faktor skala berdasarkan rejim air	
		Faktor koreksi jenis tanah	
		Luas sawah padi	Dinas Pertanian Kabupaten Sleman
	Luas panen	Dinas Pertanian Kabupaten Sleman	
2	Pemupukan urea	Faktor emisi urea	IPCC (2006)
3	Emisi langsung dan tidak langsung N ₂ O dari tanah	Faktor emisi sawah irigasi	IPCC (2006)
		Fraksi pupuk N sintetik (urea,ZA,phonska)	
		Fraksi pupuk N organik (Kandang)	
		Faktor emisi N ₂ O dari deposit N pada tanah dan permukaan air	

Data Sekunder

2.3 Metode Perhitungan IPCC 2006

Penelitian ini menggunakan metode IPCC Guidelines 2006 dengan pendekatan tier 1. Tier 1 adalah penghitungan emisi GRK dengan menggunakan persamaan dasar (basic equation) dan default EF (emission factor) yang disediakan dalam IPCC Guidelines. Perhitungan emisi GRK meliputi emisi CH₄ dari budidaya padi

sawah, emisi CO₂ dari pemupukan urea dan emisi N₂O dari pengelolaan tanah.

2.3.1 Emisi Metan dari Pengelolaan Padi Sawah

$$CH_{4Rice} = A \times t \times E_{Fi} \times 10^{-6} \times 21$$

Keterangan:

CH₄ Rice = Emisi metan dari budidaya padi sawah, Gg CH₄ per tahun

A_{i,j,k} = Luas panen padi sawah untuk kondisi I, j, dan k; ha per tahun

t_{i,j,k} = Lama budidaya padi sawah untuk kondisi I, j, dan k; hari

EF_{i,j,k} = Faktor emisi untuk kondisi I, j, dan k; kg CH₄ per hari

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

21 = Konversi ke dalam CO₂-equivalen (CO₂e) dengan menggunakan nilai Global Warming Potential (GWP)

2.3.2 Emisi Karbondioksida (CO₂) dari Penggunaan Pupuk Urea

$$CO_2 \text{ Emission} = (M_{Urea} \times EF_{Urea}) \times 10^{-3}$$

Keterangan :

CO₂ Emission = Emisi C tahunan dari aplikasi Urea, ton CO₂ per tahun

M_{Urea} = Jumlah pupuk Urea yang diaplikasikan, ton per tahun

EF_{Urea} = Faktor emisi, ton C per (Urea). Default IPCC (Tier 1) untuk faktoremisi urea adalah 0.20 atau setara dengan kandungan karbon pada pupuk urea berdasarkan berat atom (20% dari CO(NH₂)₂).

10⁻³ = Konversi ke dalam CO₂-equivalen (CO₂e) dengan menggunakan nilai Global Warming Potential (GWP).

2.3.3 Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dari Pengelolaan Tanah

$$N_2O_{Direct-N} = N_2O-N_{N \text{ input}} \\ = \{[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) \times EF_{IFR}]\} \times 10^{-6} \times 310$$

Keterangan:

N₂O- Direct = Emisi tahunan N₂O langsung dari tanah yang dikelola, kg N₂O-N per tahun.

N₂O-N_{Ninput} = Emisi tahunan N₂O langsung dari input N ke tanah yang dikelola, kg N₂O-N per tahun.

F_{SN} = Jumlah tahunan pupuk sintetik N yang diaplikasikan ke tanah, kg N per tahun.

F_{ON} = Jumlah tahunan dari pupuk kandang, kompos, urin, kotoran ternak, dan N

organik lainnya yang diaplikasikan ke tanah, kg N per tahun.

F_{CR} = Jumlah tahunan dari sisa tanaman(di atas tanah dan di bawah tanah),termasuk tanaman yang memfiksasi N dan dari pembaharuan hijauan atau padang rumput, kg N per tahun.

EF_{IFR} = Faktor emisi untuk emisi N₂O input N untuk sawah irigasi,kg N₂O-N per (kg N input).

310 = Konversi ke dalam CO₂-equivalen (CO₂e) dengan menggunakan nilai Global Warming Potential (GWP)

2.3.4 Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) Tidak Langsung dari Pengelolaan Tanah

$$\begin{aligned} N_2O\text{-Indirect} &= (N_2O_{(ATD)\text{-}N}) \\ &= [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{CR}) \times \\ & Frac_{GASM})] \times EF_4 \times 10^{-6} \times 310 \end{aligned}$$

Keterangan:

N₂O-Indirect = Emisi tahunan N₂O langsung dari tanah yang dikelola, kg N₂O-N per tahun

F_{SN} = Jumlah tahunan pupuk sintetis N yang diaplikasikan ke tanah ,kg N per tahun

F_{ON} = Jumlah tahunan dari pupuk kandang, kompos,

urin, kotoran ternak, dan N organik lainnya yang diaplikasikan ke tanah, kg N per tahun.

F_{CR} = Jumlah tahunan dari sisa tanaman(di atas tanah dan di bawah tanah),termasuk tanaman yang memfiksasi N dan dari pembaharuan hijauan atau padang rumput, kg N per tahun.

Frac_{GASF} = Fraksi pupuk N sintetis yang bervolatisasi sebagai NH₃ dan NO_x, kg N tervolatisasi per kg N yang digunakan.

Frac_{GASM} = fraksi pupuk organik N (**F_{ON}**) dan urin dan korotan ternak yang dideposit ternak (**F_{PRP}**) yang tervolatisasi sebagai NH₃ and NO_x, kg N tervolatisasi per kg of N yang diaplikasikan atau dideposit.

EF₄ = faktor emisi N₂O dari deposit N pada tanah dan permukaan air, [kg N-N₂O per (kg NH₃-N + NO_x-N volatilised)].

310 = Konversi ke dalam CO₂-equivalen (CO₂e) dengan menggunakan nilai Global Warming Potential (GWP).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Emisi CH₄ dari Pengelolaan Padi Sawah

3.1.1 Aktivitas Budidaya Padi Sawah

Proses aktivitas pertanian yang dilakukan petani padi di lahan persawahan 4 Kecamatan Kabupaten Sleman bagian barat (Kecamatan Godean, Kecamatan Moyudan, Kecamatan Minggir dan Kecamatan Seyegan) dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Pola Aktivitas Budidaya Petani Padi

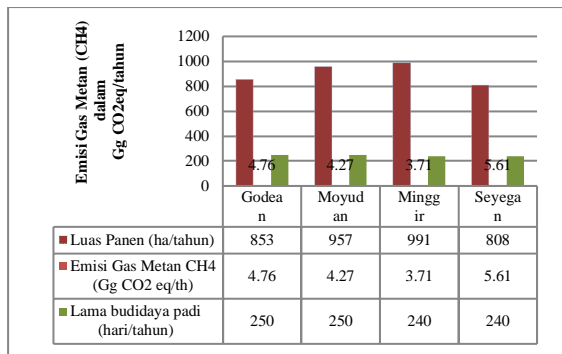
No	Aktivitas Pertanian	Perilaku Petani Padi
1	Pengelolaan Tanah	Pembajakan menggunakan sapi atau traktor tangan. Waktu untuk pengolahan tanah dalam satu desa di empat kecamatan ini antara 15-20 hari.
2	Cara Tanam	Dengan tanam pindah hasil persemaian bibit selama 3 hari menggunakan sistem jarak legowo 2:1 satu baris kosong diselingi oleh dua baris tanaman padi dan sebagian lagi menerapkan sistem legowo 4:1 apabila diselingi empat baris tanaman dengan jarak antar tanaman 20 cm – 25 cm. Penanaman 2-3 bibit tiap lubangnya dengan kedalaman 2cm-5cm.
3	Pemeliharaan	Pemupukan, pengairan dan pengendalian hama

No	Aktivitas Pertanian	Perilaku Petani Padi
4	Pemanenan	Waktu pemanenan ditandai apabila 90% menguning - pemotongan padi dengan menggunakan sabit - perontokan gabah dengan mesin treser - penggilingan padi dengan menggunakan rubber roll
5	Pemupukan sisa hasil pertanian	Sisa tanaman seperti gulma, rumput, dan jerami dikumpulkan untuk pakan ternak. Sisa yang tertinggal di area persawahan ditanam < 30 hari untuk digunakan kembali saat olah tanah berikutnya dengan tujuan jamur atau penyakit yang menyerang tanah bisa hilang dan tanah kembali subur.

Sumber : Hasil Analisis Wawancara

3.1.2 Hasil Potensi Emisi Gas metana (CH₄) dari Pengelolaan Padi Sawah

Hasil emisi gas CH₄ di 4 Kecamatan Kabupaten Sleman bagian barat (Kecamatan Godean, Kecamatan Moyudan, Kecamatan Minggir dan Kecamatan Seyegan). Kecamatan Godean sebesar 4,76Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Minggir sebesar 5,61Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 4,27 Gg CO₂eq/tahun, dan Kecamatan Seyegan sebesar 3,71Gg CO₂eq/tahun. Total keseluruhan emisi gas CH₄ yang dihasilkan sebesar 18,35 Gg CO₂eq/tahun Untuk perbandingan emisi gas CH₄ tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian barat dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Emisi CH₄ dari pengelolaan padi sawah (Gg CO₂ eq/tahun tiap kecamatan di Kabupaten Sleman bagian barat)

Berdasarkan grafik di atas Kecamatan Minggir menyumbang angka emisi terbesar senilai 5,61 Gg CO₂eq/tahun. Sedangkan yang menyumbang nilai emisi paling kecil adalah Kecamatan Seyegan yaitu sebesar 3,71 Gg CO₂eq/tahun. Perbedaan jumlah emisi yang dihasilkan adalah karena jumlah bahan organik seperti pupuk kandang, kompos yang digunakan petani selama masa budidaya padi berbeda.

Tabel 3.1.2 Perbandingan Emisi CH₄

Kabupaten Sleman Barat		
Kecamatan	Tertinggi	Terendah
	Minggir	Seyegan
Pengairan	Berselang	Berselang
Jenis Tanah	Inceptisols	Inceptisols
Varietas	Mekongga	Mekongga
Emisi CH ₄ dari aktivitas padi sawah	5,37 Gg CO ₂ eq/tahun	3,71 Gg CO ₂ eq/tahun
Total emisi	18,35 Gg CO ₂ eq/tahun	
Total emisi	4,5 x 10 ⁻³ ton CO ₂ eq/ton produksi	
Total emisi per ha	5,0831 x 10 ⁻³ Gg CO ₂ eq/tahun/ha	
Total luas panen	3.610 ha	
Total Produksi	39.978 ton/tahun	

Kecamatan Sleman Utara		
Kecamatan	Tertinggi	Terendah
	Pakem	Turi
Pengairan	Terus menerus	Terus menerus
Jenis Tanah	Andisols	Andisols
Varietas	Ciherang	Ciherang
Emisi CH ₄ dari aktivitas padi sawah	2.69 Gg CO ₂ eq/tahun	0,70 Gg CO ₂ eq/tahun
Total emisi	7,19 Gg CO ₂ eq/tahun	
Total emisi	2,1 x 10 ⁻³ ton CO ₂ eq/ton produksi	
Total emisi per ha	4,4607 x 10 ⁻³ Gg CO ₂ eq/tahun/ha	
Total luas panen	1771 ha	
Total Produksi	36.855 ton/tahun	

Perbandingan penelitian ini digunakan sebagai titik acuan untuk menunjukkan bahwa faktor luas panen dapat mempengaruhi jumlah potensi emisi gas CH₄ yang dihasilkan dari aktivitas budidaya padi sawah. Didukung oleh pernyataan Kludze et al. (1993) yang menyebutkan bahwa fluks gas CH₄ global di lahan sawah 20% berasal dari peningkatan luas panen. Emisi gas CH₄ juga dipengaruhi oleh budidaya tanaman seperti pengelolaan air (Sass et al., 1992; Suharsih et al., 1999), penggunaan varietas padi dan karakteristik tanah (Yagi dan Minami, 1990). Besarnya emisi gas CH₄ dari lahan sawah, bergantung dari cara budidaya seperti bahan organik yang digunakan (Wiharjaka et al., 1999a), penggunaan varietas padi (Wiharjaka et al., 1999b), jenis dan frekuensi pemberian pupuk N (Setyanto et al., 1999).

Penerapan sistem pengairan berselang seperti yang dikemukakan oleh Naharia (2004) dapat menekan

emisi gas metana bila dibandingkan dengan perlakuan pengairan tergenang. Adanya pengeringan pada sistem pengairan berselang mampu menghambat turunnya potensial redoks tanah, sehingga tidak terjadi kondisi optimal bagi perkembangan bakteri pembentuk metan dan suplai oksigen optimal (Wang et al., 1992). Selain sistem pengairan pembenaman jerami padi pada lahan persawahan setelah panen juga diduga merupakan substrat utama pembentukan CH_4 (Weber et al. 2001) dimana petani biasa membenamkan jerami setelah panen sebagai pupuk tambahan.

Beberapa sifat tanah yang tidak menguntungkan bagi terbentuknya gas metana antara lain : (1) konduktivitas tanah $< 4 \text{ mS/cm}$ saat tergenang, (2) $\text{pH} < 6,5$, (3) mempunyai mineral feritik, gibsitik, feroginus atau oksidik, (4) mengandung liat kaolimit atau haloisit $< 40\%$, (5) kandungan liat $> 18\%$ pada regim kelembaban epiaquik. Kondisi demikian biasanya ditemukan pada jenis tanah Oksisol, Ultisol, dan beberapa jenis tanah aridisol, Entisol, dan Inceptisols. Jenis tanah yang diduga sesuai bagi pembentukan metana adalah ordo Entisol, Histosol, Inceptisol, Alfisol, Vertisol, dan Mollisol (Neue et al, 1990).

3.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea Pada Lahan Sawah Padi

3.2.1 Aktivitas Pemupukan Pada Lahan Sawah

Tanaman padi membutuhkan unsur hara yang cukup untuk mendukung pertumbuhan yang nantinya akan

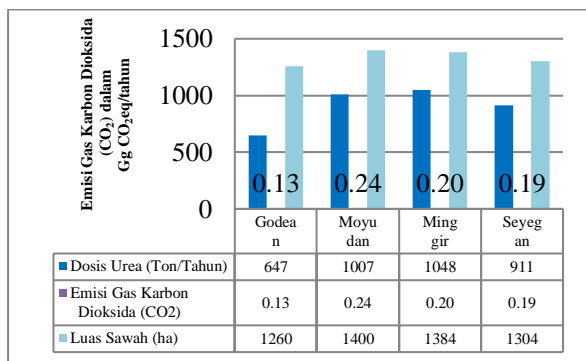
berpengaruh pada hasil produksi. Tanah yang telah diolah berkali-kali tentunya tidak bisa memenuhi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman padi. Maka dari itu petani berupaya untuk meningkatkan kesuburan tanah dengan memberikan pupuk kimia dan juga pupuk organik. Unsur N, P, K, dan S di dapatkan dari pupuk pabrik atau pupuk kimia, sedangkan unsur hara mikro didapatkan dari pupuk organik atau pupuk kandang. Dari survei lapangan dan hasil kuisioner menunjukkan bahwa 4 jenis pupuk yang digunakan oleh petani di Kabupaten Sleman Barat yakni Urea, NPK ponska, SP – 36, dan ZA.

Berdasarkan survei di lapangan dan wawancara dalam satu kali masa tanam petani melakukan dua kali pemupukan : pemupukan pertama dilakukan saat padi berusia 2 minggu atau kira-kira 15 hari setelah tanam lalu pemupukan kedua dilakukan pada 30-35 hari setelah tanam. Penggunaan pupuk akan lebih banyak saat pemupukan awal karena berkaitan dengan ketersediaan hara untuk pertumbuhan tanaman. Dari hasil wawancara dengan petani diketahui penggunaan urea per 1000 m untuk masing-masing kecamatan adalah antara 15-20 Kg pada pemupukan pertama dan 10kg-15kg pada pemupukan kedua. Untuk jenis pupuk NPK diberikan sekitar 15kg-30kg selama masa budidaya. Apabila daun sudah berwarna hijau atau berada pada skala 3 pada bagan warna daun (BWD 4 skala) maka tanaman tidak perlu diberi pupuk N (urea) karena tanaman dapat memperoleh hara N dari tanah. Pemakaian pupuk kimia membuat tanah menjadi tandus oleh karena itu petani memberikan pupuk organik seperti petrorganik antara 200kg per 1000 m atau pupuk kandang antara 1000 ton – 5000 ton per 1000 m sebagai pupuk dasar pada

pemupukan awal. Para petani di wilayah Kabupaten Sleman Barat pada umumnya lebih memilih membawa kotoran sapi langsung tanpa terlebih dahulu diolah menjadi kompos.

3.2.2 Hasil Potensi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) dari Penggunaan Pupuk Urea Pada Lahan Sawah Padi

Emisi CO₂ dari penggunaan pupuk urea tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian barat menunjukkan nilai yang relatif berbeda, yaitu Kecamatan Godean sebesar 0,13Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Minggir sebesar 0,20Gg CO₂/tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 0,24Gg CO₂eq/tahun, dan Kecamatan Seyegan sebesar 0,19Gg CO₂eq/tahun. Sehingga total keseluruhan emisi CO₂dari penggunaan pupuk urea yang dihasilkan sebesar 0,76Gg CO₂eq/tahun. Untuk perbandingan emisi gas CO₂ dari penggunaan pupuk urea tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian barat dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 2 Emisi CO₂ penggunaan pupuk urea (Gg CO₂ eq/tahun) tiap kecamatan di Kabupaten Sleman bagian barat

Kecamatan yang menyumbang emisi CO₂ terbesar adalah Kecamatan Moyudan disusul oleh Kecamatan Minggir, Kecamatan Seyegan dan Kecamatan Godean. Masing-masing

emisi yang disumbangkan yaitu 0,24 Gg CO₂eq/tahun, 0,20 Gg CO₂eq/tahun, 0,19 Gg CO₂eq/tahun dan 0,13 Gg CO₂eq/tahun. Kecamatan Moyudan memiliki luas sawah terbesar kedua dan juga dalam budidaya pertanian dalam penggunaan urea cukup tinggi sehingga emisi yang dihasilkan lebih besar. Untuk kecamatan lainnya tidak begitu jauh berbeda karena memang aktifitas data seperti luas sawah dari masing-masing kecamatan tidak memiliki perbedaan signifikan begitu juga dengan penggunaan urea untuk masing-masing kecamatan juga menggunakan urea dengan rekomendasi yang tidak begitu jauh berbeda.

Tabel 3.2.2 Tabel Perbandingan CO₂

Kabupaten Sleman Barat		
Kecamatan	Tertinggi	Terendah
	Moyudan	Godean
Penggunaan urea	1007 ton	647 ton
Emisi C O ₂ dari penggunaan pupuk urea	0,24 Gg CO ₂ eq/tahun	0,13 Gg CO ₂ eq/tahun
Total penggunaan pupuk urea	3613 ton	
Total Emisi C O ₂ dari penggunaan pupuk urea	0,76 Gg CO ₂ eq/tahun	
Total emisi	1,9 x 10 ⁻⁵ ton CO ₂ eq/ton produksi	
Total produksi	39.978 ton/tahun	
Kabupaten Sleman Utara		
Kecamatan	Tertinggi	Terendah
	Tempel	Turi
Penggunaan urea	1144 ton	185 ton
Emisi CO ₂ dari penggunaan	0,22 Gg CO ₂ eq/tahun	0,036 Gg CO ₂ eq/tahun

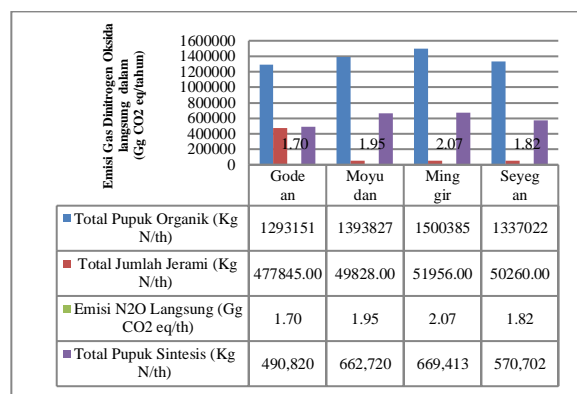
pupuk urea		n
Total penggunaan pupuk urea	2603 ton	
Total Emisi C O ₂ dari penggunaan pupuk urea	0,52 Gg CO ₂ eq/tahun	
Total emisi	1,4x 10 ⁻⁴ ton CO ₂ eq/ton produksi	
Total produksi	36.855 ton/tahun	

Perbandingan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk urea pada sawah dapat mempengaruhi jumlah potensi emisi gas CO₂ yang dihasilkan. Semakin besar jumlah dari total penggunaan pupuk urea semakin besar juga nilai emisi yang dihasilkan. Peningkatan CO₂ dapat menurunkan pembentukan metana akibat kurangnya asam-asam organik yang dihasilkan selama proses mineralisasi bahan organik (Neue & Scharpenseel, 1984). Dalam produksi CO₂ terjadi peningkatan pH ke alkalis dan penurunan redoks potensial tanah yang diduga dapat meningkatkan emisi metana. (Schultz et al. 1989). Senyawa organik tambahan dalam tanah juga berkontribusi dalam meningkatkan emisi CO₂ dari lahan sawah. Nisbah pembentukan CO₂ dipengaruhi oleh nisbah kapasitas oksidasi yang mencakup jumlah O₂ tereduksi, NO₃⁻, Mn⁴⁺, Fe³⁺ menjadi kapasitas reduksi (Takai cit Neue & Roger, 1994). Akumulasi CO₂ dalam jumlah besar mempengaruhi kesetimbangan kimiawi hampir semua kation bivalen (Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Mn²⁺, Zn²⁺) (Parashar et al., 1991).

3.3 Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) dari Pengelolaan Tanah

3.3.1 Hasil Potensi Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung Dari Aktivitas Pengelolaan Tanah

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 yang disumbangkan oleh Kabupaten Sleman Sebesar 7,55 Gg CO₂eq/tahun. Untuk perbandingan emisi gas N₂O langsung dari pengelolaan tanah tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3. 3 Emisi N₂O langsung dari pengelolaan tanah (Gg CO₂ eq/tahun) tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian barat)

Kecamatan yang menyumbang emisi N₂O langsung terbesar adalah kecamatan Minggir 2,07 Gg CO₂eq/tahun. Sedangkan emisi yang terkecil disumbangkan oleh kecamatan Godean sebesar 1,70Gg CO₂eq/tahun. Petani Kecamatan Minggir melakukan budidaya

padi sebanyak dua kali dalam satu tahun (padi-palawija-padi). Masa tanam pertama di kecamatan Minggir jatuh pada musim kemarau berkepanjangan selama 4 bulan dari agustus sehingga tanah membutuhkan jumlah pupuk lebih banyak untuk meningkatkan hasil produktivitas. Pemberian unsur N yang meningkat karena pemakaian pupuk tentunya meningkatkan angka emisi.

Tabel Perbandingan N₂O Langsung

Kabupaten Sleman Barat		
Kecamatan	Tertinggi	Terendah
	Minggir	Godean
Emisi N ₂ O langsung dari tanah	2,07 Gg CO ₂ eq/tahun	1,70 Gg CO ₂ eq/tahun
Pupuk N Sintetis	669,595 (Ton N/tahun)	490,820 (Ton N/tahun)
Pupuk N organik	1.500.385 (Ton N/tahun)	1.293.151 (Ton N/tahun)
Jerami	51.956 (Ton N/tahun)	47.845 (Ton N/tahun)
Total pupuk N sintesis	2.394.277 (Ton N/tahun)	
Total pupuk N organik	5.524.385 (Ton N/tahun)	
Total jerami	199.889 (Ton N/tahun)	
Total emisi N ₂ O	7,55 Gg CO ₂ eq/tahun	
Total emisi N ₂ O	1,8 x 10 ⁻³ ton CO ₂ eq/ton produksi	
Kabupaten Sleman Utara		
Kecamatan	Tertinggi	Terendah
	Pakem	Turi
Emisi N ₂ O langsung dari tanah	0,85 Gg CO ₂ eq/tahun	0,041 Gg CO ₂ eq/tahun
Pupuk N sintesis	635.350 (Ton N/tahun)	32.343 (Ton N/tahun)
Pupuk N organik	748.500 (Ton N/tahun)	36.655 (Ton N/tahun)
Jerami	86.328 (Ton N/tahun)	18.814 (Ton N/tahun)
Total pupuk N sintesis	521.950 (Ton N/tahun)	
Total pupuk N organik	1.585.155 (Ton N/tahun)	
Total jerami	203.491 (Ton N/tahun)	

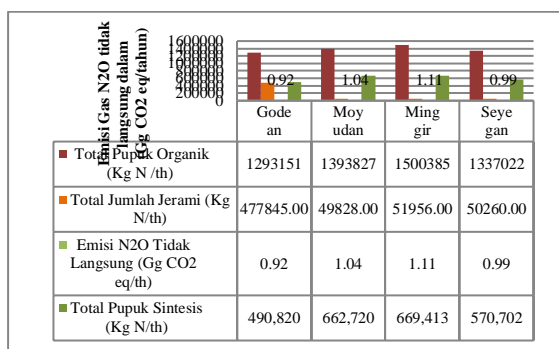
Total emisi N ₂ O	1,32 Gg CO ₂ eq/tahun
Total emisi N ₂ O	3,5 x 10 ⁻⁴ ton CO ₂ eq/ton produksi

Perbandingan penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk nitrogen diketahui dapat mempengaruhi emisi N₂O dari persawahan padi. Semakin besar jumlah dari total penggunaan pupuk N semakin besar juga nilai emisi yang dihasilkan. Penggunaan pupuk nitrogen berhubungan dengan luas sawah, semakin luas sawah dalam kondisi tanah yang kurang subur maka penggunaan pupuk nitrogen pun meningkat. Setyaningsih et al. (2010) menyatakan bahwa bentuk dan jumlah pupuk nitrogen yang berlebihan beserta cara pemberiannya dapat mempengaruhi emisi N₂O di persawahan padi. Jumlah anakan dipengaruhi oleh kadar nitrogen dalam tanaman dan dosis pupuk nitrogen yang diberikan (Abdurachman 2005). Pada perlakuan pupuk, bakteri, ketersediaan nutrisi dipengaruhi oleh tanah dan mikroorganisme lokal di dalamnya. Mikroorganisme tanah ini terutama berperan dalam dekomposisi bahan organik, mineralisasi, dan proses daur materi (Buée et al. 2009). Ponnampurna (1965) mengemukakan bahwa ketersediaan nitrogen pada tanah tergenang dengan meningkatnya kandungan N-total tanah, pH dan suhu.

3.3.2 Hasil Potensi Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) Tidak Langsung Dari Aktivitas Pengelolaan Tanah

Hasil perhitungan emisi gas N₂O tidak langsung dari pengelolaan tanah di tiap kecamatan menunjukkan bahwa Kecamatan Minggir dengan nilai emisi

sebesar 1,11Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 1,04 Gg CO₂eq/tahun, Kecamatan Seyegan sebesar 0,99 Gg CO₂eq/tahun, dan Kecamatan Godean sebesar 0,92 Gg CO₂ eq/tahun. Total keseluruhan emisi gas N₂O tidak langsung dari pengelolaan tanah yang dihasilkan sebesar 4,1Gg CO₂eq/tahun. Untuk perbandingan emisi gas N₂O tidak langsung dari pengelolaan tanah tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 4 Emisi N₂O tidak langsung dari pengelolaan tanah (Gg CO₂ eq/tahun) tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman bagian barat

Kecamatan yang menyumbang emisi N₂O tidak langsung terbesar adalah Kecamatan Minggir yaitu sebesar 1,11 Gg CO₂e/tahun. Hal ini dikarenakan penggunaan unsur hara N dari pupuk organik dan pupuk sintesis di kabupaten ini paling besar sehingga angka emisi yang dihasilkannya pun juga besar. Ditambah dengan kondisi lahan basah serta pengelolaan sawah yang sempurna menyebabkan keadaan tanah bersifat anaerobik sehingga mikroorganisme denitrifikasi autotropik mendapatkan energi lalu mengubahnya dalam nitrat untuk proses oksidasi senyawa anorganik (N₂O) secara tidak langsung ke atmosfer.

Tabel 3.3.2 Perbandingan Emisi N₂O Tidak Langsung

Kabupaten Sleman Barat		
Kecamatan	Tertinggi	Terendah
	Minggir	Godean
Emisi N ₂ O tidak langsung dari tanah	1,11 Gg CO ₂ eq/tahun	0,92 Gg CO ₂ eq/tahun
Pupuk N Sintesis	669,595 (Ton N/tahun)	490,820 (Ton N/tahun)
Pupuk N organik	1.500.385 (Ton N/tahun)	1.293.151 (Ton N/tahun)
Jerami	51.956 (Ton N/tahun)	47.845 (Ton N/tahun)
Total pupuk N sintesis	2.394.277 (Ton N/tahun)	
Total pupuk N organik	5.524.385 (Ton N/tahun)	
Total jerami	199.889 (Ton N/tahun)	
Total produksi	39.978 Ton/tahun	
Total emisi N ₂ O	4,1 Gg CO ₂ eq/tahun	
Total emisi N ₂ O	1,0 x 10 ⁻³ ton CO ₂ eq/ton produksi	
Kabupaten Sleman Utara		
Kecamatan	Tertinggi	Terendah
	Pakem	Turi
Emisi N ₂ O tidak langsung dari tanah	0,42 Gg CO ₂ eq/tahun	0,06 Gg CO ₂ eq/tahun
Pupuk N sintesis	635.350 (Ton N/tahun)	32.343 (Ton N/tahun)
Pupuk N organik	748.500 (Ton N/tahun)	36.655 (Ton N/tahun)
Jerami	86.328 (Ton N/tahun)	18.814 (Ton N/tahun)
Total pupuk N sintesis	521.950 (Ton N/tahun)	
Total pupuk N organik	1.585.155 (Ton N/tahun)	
Total jerami	203.491 (Ton N/tahun)	
Total produksi	36.855 Ton/tahun	
Total emisi N ₂ O	0,8627 Gg CO ₂ eq/tahun	
Total emisi N ₂ O	2,3x 10 ⁻⁴ ton CO ₂ eq/ton produksi	

Perbandingan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pupuk N sintesis, organik pada sawah dan luas areal tanam dapat mempengaruhi jumlah potensi emisi gas N₂O yang dihasilkan. Semakin besar jumlah dari total penggunaan pupuk organik, urea, dan jerami semakin besar juga nilai emisi yang dihasilkan.

4.1 4. Mitigasi dan Adaptasi Emisi Gas Rumah Kaca

Mitigasi merupakan suatu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi gas rumah kaca tanpa mengurangi produksi. Dari lima sektor utama yang menjadi perhatian salah satunya adalah sektor pertanian. Sektor pertanian akan dihadapkan pada masalah menurunnya produksi pertanian (beras). Penurunan produksi mengakibatkan harga pangan naik. Untuk sektor pertanian sendiri ditargetkan pada tahun 2020 bisa menyumbang penurunan sebanyak 0,011 Gton CO₂e. Upaya mitigasi pada sektor pertanian yang dapat dilakukan sesuai dengan *Kyoto protocol* adalah dengan penerapan teknologi budidaya seperti penanaman varietas, pengolahan lahan dan air dengan tingkat emisi GRK yang lebih rendah. (Las, 2007)

4.1.1 Upaya Mitigasi Emisi Metana pada Padi Sawah

Langkah-langkah mitigasi yang dapat dilakukan untuk menekan emisi gas metana adalah dengan melakukan pengairan berselang (*Intermittent*). seleksi varietas yang masa tanamnya pendek sehingga tidak memerlukan banyak air selama budidaya, penggunaan bahan organik matang (kompos) dan pupuk kandang dengan rasio C/N rendah dan dengan persiapan lahan tanpa olah tanah. Sistem pengairan berselang dapat menekan emisi gas metana bila dibandingkan

dengan perlakuan pengairan tergenang. Pengeringan pada pengairan berselang menghambat turunnya potensial redoks tanah sehingga tidak terjadi kondisi optimal bagi aktivitas bakteri. Hal ini sejalan dengan penelitian Orbanus Naharia (2005) menyatakan bahwa pengairan berselang dan pengairan macak-macam pada budidaya padi sawah dapat menekan emisi gas CH₄. Pengairan berselang mampu memitigasi emisi gas CH₄ sebesar 56,3%, sedangkan pengairan macak-macam dapat memitigasi gas CH₄ sebesar 54,6%. Varietas padi rendah emisi memiliki ciri ciri umum yakni berumur genjah, efektif memanfaatkan hasil fotosintesis, jumlah anakan sedikit dan memiliki kapasitas oksidasi perakaran yang kuat (Setyanto, 2008). Beberapa varietas yang telah diteliti menghasilkan emisi GRK yang rendah adalah IR 64, Dodokan, Tukad Balian, Batanghari, Ciherang dan Inpari 1. Secara keseluruhan kajian di Balingtan menunjukkan bahwa penggantian varietas padi mampu menekan laju emisi CH₄ sebesar 10-66%. Selain itu, Pemakaian bahan organik yang sudah mengalami dekomposisi lanjut atau matang juga berperan menurunkan emisi sebesar 10-25%. Persiapan lahan tanpa olah tanah memiliki pori mikro sebesar 50-100 μm yang dapat berfungsi sebagai penghubung antar profil tanah dan memiliki ukuran agregat yang lebih besar (0,40 - 1,08 mm) memungkinkan aliran udara sehingga tercipta suasana aerob (Beare et al., 1994).

4.1.2 Upaya Mitigasi Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dari Pemakaian Pupuk Urea Pada Lahan Padi Sawah

Untuk menekan emisi gas CO₂ dapat dilakukan dengan penggunaan pupuk anorganik dalam jumlah yang tepat dan pemberiannya dalam waktu yang tepat sehingga lebih efisien. Pemberian pupuk

yang tepat yaitu pada pukul 10 pagi atau jam 3 sore (litbang pertanian) . (Wassman et al. 1993) menyebutkan bahwa pembenaman jerami ke dalam tanah akan meningkatkan laju emisi gas CO₂ dibandingkan pemberian pupuk kandang atau kompos. Untuk itu upaya mitigasi lain yang dapat dilakukan ialah dengan mengurangi jumlah penggunaan jerami padi sisa panen yang ditanam tanpa proses pengomposan.

4.7.3 Upaya Mitigasi Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dan Tidak Langsung dari Pengelolaan Tanah

Pemberian pupuk N yang berlebihan ini menyebabkan efisiensi pupuk menurun serta membahayakan tanaman dan lingkungan (FFTC dalam Anonim 2000a). Efisiensi pemupukan yang dilakukan dilahan sawah akan menekan kehilangan N pada lahan sawah baik dari proses pelindian, volatilisasi dan denitrifikasi. Upaya untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N dapat dilakukan dengan menanam varietas unggul yang tanggap terhadap pemberian N serta memperbaiki cara budi daya tanaman, yang mencakup pengaturan kepadatan tanaman, pengairan yang tepat, serta pemberian pupuk N secara tepat baik takaran, cara dan waktu pemberian maupun sumber N yang sesuai dengan kondisi lapangan. Menurut Partohardjono dan Fitts (1974), penggunaan pupuk urea berlapis belerang dapat melepas N secara lambat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan N pada padi sawah. Lebih lanjut Partohardjono et al. (1981) menyatakan bahwa efisiensi penggunaan N meningkat bila pupuk N diberikan secara bertahap atau memberikan unsur N dalam bentuk tablet. Selain itu, mitigasi untuk menekan emisi N₂O dapat dilakukan dengan mempertahankan kondisi tanaman

dalam keadaan cukup hara N. Pupuk diberikan berdasarkan kandungan N dalam daun tanaman yang ditunjukkan oleh penampakan warna daun. Penentuan kondisi tanaman kurang atau tidaknyaterhadap N dilakukan dengan menggunakan chlorophyll meter (SPAD) yang dapat mendeteksi kandungan hara tanaman. Metode terakhir ini kemudian dimodifikasi dengan suatu alat berupa bagan warna daun (BWD) atau leaf color chart (LCC). Pengamatan unsur hara yang dibutuhkan dengan bagan warna daun (BWD) lebih efisien daripada pemberian N secara konvensional (terjadwal) atau cara petani. Pemberian pupuk N yang didasarkan pada skala BWD dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N 10–53% dibanding takaran rekomendasi. (Jurnal Litbang, 2003). Selain dengan BWD dapat juga dilakukan pengamatan dengan LCC yang dapat menekan unsur N yang hilang. LCC berfungsi untuk menentukan takaran pupuk N dan waktu pemupukan dengan cara membandingkan warna daun padi dengan skala warna pada alat yang sudah diketahui korelasinya dengan kandungan hara tanaman. Dilaporkan bahwa penggunaan alat ini mampu menghemat N sekitar 15-20 persen. (Yoshida, 1981).

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain yaitu :

1. Total emisi keseluruhan untuk gas metana (CH₄) dari hasil dekomposisi bahan organik pada lahan sawah padi di Sleman Barat menghasilkan 18,35 Gg CH₄/tahun.

Masing-masing kecamatan menyumbang emisi gas metana (CH_4) sebagai berikut : Kecamatan Godean sebesar 4,76 Gg CH_4 /tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 4,27 Gg CH_4 /tahun , Kecamatan Minggir sebesar 5,61 Gg CH_4 /tahun dan Kecamatan Seyegan sebesar 3,71 Gg CH_4 /tahun.

2. Total emisi gas karbon dioksida (CO_2) dari hasil penggunaan pupuk urea pada lahan sawah padi menghasilkan 0,76 Gg CO_2 /tahun. Masing-masing kecamatan menyumbang emisi gas metana (CO_2) sebagai berikut : Kecamatan Godean sebesar 0,13 Gg CO_2 /tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 0,24 Gg CO_2 /tahun, Kecamatan Minggir sebesar 0,20 Gg CO_2 /tahun dan Kecamatan Seyegan sebesar 0,19 Gg CO_2 /tahun.
3. Total emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung dari aktivitas pengelolaan tanah pada lahan sawah padi menghasilkan 6,54 Gg N_2O /tahun. Masing-masing kecamatan menyumbang emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung sebagai berikut : Kecamatan Godean sebesar 1,70 Gg N_2O /tahun, Kecamatan Minggir sebesar 2,07 Gg N_2O /tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 1,95 Gg N_2O /tahun, dan Kecamatan Seyegan sebesar 1,82 Gg N_2O /tahun. Sedangkan untuk Total emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) tidak langsung dari aktivitas pengelolaan tanah pada lahan

sawah padi menghasilkan 4,1 Gg N_2O /tahun. Masing-masing kecamatan menyumbang emisi gas dinitrogen oksida (N_2O) langsung sebagai berikut : Kecamatan Minggir dengan nilai emisi sebesar 1,11 Gg N_2O /tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 1,04 Gg N_2O /tahun, Kecamatan Seyegan sebesar 0,99 Gg N_2O /tahun, dan Kecamatan Godean sebesar 0,92 Gg N_2O

Untuk menekan angka emisi gas rumah kaca dapat dilakukan dengan strategi mitigasi dan adaptasi dengan cara pengelolaan tanah yang benar serta dengan menerapkan sistem PTT yang dianggap mampu membentuk petani yang mandiri yang mampu meneliti dan menjadi ahli dilahannya sendiri sehingga ketergantungan pada pupuk kimia dan pestisida kimia buatan pabrik dapat dihindari dalam menekan angka emisi yang dihasilkan .

5.2 Saran

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

1. Perlu adanya data yang lebih kompleks terkait untuk parameter-parameter lokal untuk provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang digunakan pada perhitungan IPCC 2006 sehingga tidak menggunakan nilai default IPCC dalam menghitung inventarisasi emisi gas Metana (CH_4), Nitrous Dioxide (N_2O) dan CO_2 sehingga hasil perhitungan emisi lebih mendekati kondisi yang sebenarnya.
2. Perlunya regulasi dari pemerintah terkait dengan rekomendasi pupuk yang sesuai dengan kondisi lapangan yang teruji berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya.
3. Perlunya pendampingan khusus dari penyuluh lapangan kepada para petani

untuk mengedukasi bagaimana sebaiknya budidaya padi sawah yang baik dan benar dalam segi sosial, ekonomi, budaya dan kelestarian lingkungan.

4. Adanya penelitian lebih lanjut mengenai sistem-sistem yang dianggap mampu menekan angka gas rumah kaca sehingga kedepannya diharapkan petani dapat menerapkan sistem tersebut guna menghasilkan produktivitas produksi dan terjaganya kelestarian alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Mubariq (2010). "Turning Climate Change into Opportunity: Indonesia's Strategy Toward Low Carbon Economy." Draft Working Paper, World Bank Jakarta, Environment Unit: Jakarta
- Buchari, D. 2009. Kesiapan Kita Menghadapi Pemanasan Global, Perubahan Iklim dan Keanekaragaman Hayati. Seminar Perubahan Iklim Global, Keanekaragaman Hayati dan Pengaruhnya Terhadap Perkembangan Hama dan Penyakit Tahunan PEI Cabang Malang – PFI Komda Jatim, Malang 5 Nopember 2009; Hal. 28-36.
- Las, A. Buono, W. Estiningtyas dan A. Rakhman. 2007. Analisis dan Delineasi Risiko Iklim terhadap Usahatani Berbasis dan Evaluasi Model Indeks Anomali Iklim Dalam Mendukung Pengembangan Asuransi Indeks Iklim (Climate Index Insurance). Laporan Hasil Penelitian KKP3T. Institut Pertanian Bogor Bekerjasama dengan Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Badan Pusat Statistik Yogyakarta. 2016. Kecamatan Godean Dalam Angka, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Yogyakarta. 2016. Kecamatan Moyudan Dalam Angka, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Yogyakarta. 2016. Kecamatan Minggir Dalam Angka, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Yogyakarta. 2016. Kecamatan Seyegan Dalam Angka, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Hadisudarmo, P., dan K. Hairiah. 2005. Penghambatan nitrifikasi secara hayati dengan pengaturan kualitas seresah pohon penaung pada agroforestri berbasis kopi. Jurusan Ilmu Tanah. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- IPCC (2006). 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 2-Energy, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, KemenLH 2012. Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi dan Penyerapan Gas Rumah Kaca.
- Rao ,Subba, N.S (1994), Mikroorganism Tanah dan Pertumbuhan, UI Press, Jakarta.
- Setyanto, P. 2008. Perlu Inovasi Teknologi Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca dari Lahan Pertanian . Sinar Tani, Edisi 23-29 April 2008, No. 3249.