

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Daerah Penelitian

4.1.1 Kecamatan Godean

Secara geografis wilayah Kecamatan Godean adalah sebuah Kecamatan di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan Seyegan berada di Sebelah Barat dari Kabupaten Sleman. Wilayah Kecamatan Godean terletak antara 7.76774' Lintang Selatan (LS) dan 110.29336' Bujur Timur (BT) dengan luas wilayah 2.864 Ha. Batas wilayah sebelah barat adalah kecamatan Minggir, sebelah utara adalah Kecamatan Mlati dan Kecamatan Seyegan, sebelah timur adalah Kecamatan Gamping, dan sebelah Selatan adalah Kecamatan Moyudan.

Berdasarkan sistem administrasi, Kecamatan Godean dibagi menjadi 7 Desa yaitu : Sidoagung, Sidomoyo, Sidokarto, Sidomulyo, Sidoarum, Sidoluhur, dan Sidorejo. Tujuh desa tersebut terbagi atas 77 Dusun, 176 RW dan 425 RT. Desa Sidoarum merupakan desa yang terdekat berjarak 7 km dari pusat pemerintahan Kabupaten Sleman. Desa terluas yaitu Desa Sidorejo dengan luas wilayah 544 Ha, sedangkan tersempit yaitu Desa Sidomulyo yang memiliki luas wilayah 250 Ha. Suhu udara rata-rata di Kecamatan Godean antara 22°C-32°C. Curah hujan rata-rata 3.330 mm³ dengan jumlah hari hujan rata-rata sebanyak 112 hari/tahun.

4.1.2 Kecamatan Minggir

Secara geografis Kecamatan Minggir terletak di bagian barat daya dan memiliki luas wilayah seluas 2.727 Ha. Desa yang memiliki wilayah terluas adalah Desa Sendangmulyo dengan luas wilayah sebesar 670 Ha, sedangkan Desa Sendangarum merupakan wilayah dengan luas wilayah paling kecil sebesar 345 Ha. Bagian utara Kecamatan Minggir berbatasan dengan Kecamatan Tempel, bagian timur berbatasan dengan Kecamatan Seyegan dan Godean, bagian selatan berbatasan dengan Kecamatan Moyudan dan bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Kulonprogo.

Secara administrasi, kecamatan Minggir terbagi menjadi lima desa yaitu Desa Sendangmulyo, Desa Sendangarum, Desa Sendangrejo, Desa Sendangsari, dan Desa Sendangagung. Kecamatan Minggir terdiri dari 68 Dusun, 151 RW dan 338 RT. Desa Sendangagung merupakan desa yang paling dekat dengan pusat pemerintahan yakni berjarak 9 km dari pusat pemerintahan kabupaten. Sebelah utara(Desa Sendangmulyo) dan barat(Desa Sendangsari dan Sendangagung) dilalui sungai progo. Oleh karena pengairan yang cukup menjadikan wilayah Minggir menjadi wilayah penghasil komoditas padi andalan di Kabupaten Sleman. Suhu udara rata-rata di Kecamatan Minggir antara 26 C – 32 C dengan curah hujan rata-rata 2704 mm/tahun.

4.1.3 Kecamatan Moyudan

Kecamatan Moyudan terletak di bagian barat wilayah Kabupaten Sleman. Secara geografis, Kecamatan Moyudan berbatasan dengan Kecamatan Minggir di bagian utara, Kecamatan Godean di bagian timur, Kecamatan Sedayu Kabupaten Bantul di bagian selatan, dan di bagian barat berbatasan dengan Kecamatan Nanggulan Kabupaten Kulonprogo. Luas wilayah Kecamatan Moyudan sebesar 2762 Ha. Desa Sumberagung merupakan desa terluas dengan luas wilayah 820 Ha. Desa terluas kedua adalah Sumberarum dengan luas wilayah 765 Ha, disusul dengan Desa Sumberrahayu dengan luas 631 Ha dan Desa Sumbersari dengan luas wilayah seluas 546 Ha.

Secara administrasi wilayah Kecamatan Moyudan terbagi menjadi empat desa yaitu Desa Sumberrahayu, Desa Sumbersari, Desa sumberagung, dan Desa Sumberarum. Sebagian besar Kecamatan Moyudan adalah dataran dengan ketinggian antara 90-105 meter di atas permukaan laut. Kecamatan Moyudan terdiri dari 65 Dusun, 151 RW, dan 353 RT. Desa Sumberagung memiliki jarak paling dekat dari pemerintahan kabupaten ±16 KM. Curah hujan rata-rata di Kecamatan Moyudan mencapai 418 Mm. Suhu udara rata-rata di Kecamatan Moyudan antara 24°C-32°C.

4.1.4 Kecamatan Seyegan

Secara geografis, Kecamatan Seyegan berada di 7.72119' LS dan 110.30841' BT. Kecamatan Seyegan berbatasan dengan Kecamatan Tempel dan Kecamatan Sleman di bagian utara, Kecamatan Minggir di bagian barat, Kecamatan Godean di bagian Selatan, dan di bagian timur berbatasan dengan Kecamatan Mlati. Kecamatan Seyegan memiliki luas wilayah keseluruhan seluas 2612 Ha. Desa terluas di Kecamatan ini adalah Desa Margodadi dengan luas wilayah seluas 611 Ha. Desa terluas kedua adalah Desa Margomulyo dengan luas wilayah seluas 519 Ha disusul dengan Desa Margoagung seluas 518 Ha, Margokaton 515 Ha, dan Margoluwih 500 Ha.

Secara administrasi wilayah Kecamatan Seyegan terbagi menjadi lima Desa yaitu Desa Margoluwih, Desa Margodadi, Desa Margomulyo, Desa Margoagung, dan Desa Margokaton. Kecamatan Seyegan terdiri dari 67 Pedukuhan, 149 rukun warga, dan 378 rukun tetangga dengan jumlah penduduk sebanyak 47.753 orang. Kecamatan Seyegan berupa tanah yang datar dan berombak serta sedikit berbukit. Kecamatan Seyegan memiliki suhu udara rata-rata 22°C-32°C. Curah hujan rata-rata di Kecamatan Seyegan 2.167 mm³ dengan jumlah hari hujan rata-rata 130 hari/tahun.

4.2 Eksistensi Pertanian di Kabupaten Sleman Barat

Kabupaten Sleman Barat merupakan salah satu Kabupaten yang berperan penting dalam penyediaan bahan pangan terutama untuk komoditas padi. Hal ini dapat dilihat dari pencapaian Kabupaten Sleman Barat dalam penghargaan pangan secara nasional pada Tahun 2008-2010. Kondisi Topografi Sleman di bagian selatan relatif datar kecuali berbukit pada bagian tenggara Kecamatan Prambanan dan Kecamatan Gamping. Di bagian utara relatif miring dan di bagian utara sekitar Lereng Merapi relatif terjal. Di bagian barat dan selatan Kabupaten Sleman dilalui saluran irigasi teknis sehingga hampir setengah luas Kabupaten Sleman Barat merupakan lahan pertanian yang subur.

Wilayah Kabupaten Sleman Barat meliputi Kecamatan Godean, Kecamatan Minggir, Kecamatan Moyudan dan Kecamatan Seyegan yang merupakan daerah pertanian lahan basah. Masing masing kecamatan ini dilalui oleh sungai yang mendukung ketersediaan air untuk aktifitas pengelolaan sawah. Kecamatan Godean dilalui oleh dua sungai yaitu Sungai Kontheng dan Sungai Bedog, Kecamatan Minggir dilalui Sungai Progo, Kecamatan Moyudan dilalui Sungai Progo dan Kecamatan Seyegan dilalui oleh Sungai Krusuk dan Sungai Konteng. Selain sungai yang menjadi faktor pendukung ketersediaan air bagi lahan pertanian, pemerintah juga membangun saluran irigasi teknis sehingga mempermudah petani dalam pengelolaan sawah.

Luas lahan pertanian untuk daerah Kabupaten Sleman Barat sendiri mengalami penurunan angka akibat dari perubahan tata guna lahan. Dimana sebagian lahan sawah telah beralih fungsi menjadi pemukiman penduduk, pabrik industri, dan pemakaman seiring pertumbuhan penduduk yang terus menerus. Luas lahan pertanian khususnya untuk lahan sawah padi di Kabupaten Sleman Barat sendiri adalah seluas 5350 Ha. Kecamatan Moyudan adalah kecamatan yang memiliki luas sawah terluas yaitu 1400 Ha, Kecamatan terluas kedua adalah Kecamatan Minggir dengan luas 1384 Ha, Kecamatan Seyegan 1305 Ha, dan Kecamatan Godean seluas 1260 Ha. Luas penggunaan lahan sawah dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Penggunaan Lahan Sawah Padi

Kecamatan	Luas Lahan Sawah (Ha)
Godean	1260
Minggir	1384
Moyudan	1399
Seyegan	1304

Sumber : Analisis Data

4.3 Budidaya Padi Sawah sebagai Penyumbang Emisi GRK

Lahan sawah di Kabupaten Sleman Barat terbagi menjadi dua jenis tanah yaitu latosol dan regosol. Kecamatan Godean dan Kecamatan Seyegan berjenis regosol, sedangkan Kecamatan Minggir dan Kecamatan Moyudan berjenis latosol. Tanah jenis ini cocok dijadikan sebagai lahan pertanian karena memiliki pH 4,5 – 6,5. Tanah jenis latosol mengandung unsur hara yang sedang hingga tinggi. Pengolahan tanah dengan pembajakan dan pemberian pupuk organik maupun kimia dapat meningkatkan kesuburan tanah jenis ini.

Pertanian di kawasan Sleman Barat tergolong tradisional bercampur modern. Mulai dari saat pengolahan lahan sebelum ditanami, penyemaian benih, penanaman, pemupukan, penyiangan hingga pemanenan menggunakan tenaga manusia dan hewan. Cara tradisional dikerjakan dengan menggunakan hewan saat pembajakan, singkal dan cangkul, sedangkan disebut modern apabila dikerjakan dengan menggunakan alat seperti traktor tangan (*Hand Tractor*).

Proses pengolahan lahan sawah diawali dengan memisahkan sisa jerami, rumput dan tanaman gulma yang nantinya akan ditanam pada saat pembajakan berlangsung. Petani menggenangi sawah agar pori-pori tanah terbuka dan struktur tanah menjadi lembek. Setelah itu tanah dapat diolah dengan cara dibajak oleh sapi, kerbau atau traktor. Setelah dibajak, tanah didiamkan antara 15-20 hari agar rumput gulma dan jerami di dalam tanah dapat menyatu dan membusuk. Penambahan bahan organik dan pupuk kandang diperlukan untuk memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah serta faktor lain yang tidak bisa didapatkan dari pupuk kimia. Lalu tanah digemburkan dan dibajak kembali menggunakan bantuan alat berupa papan kayu yang ditarik sapi atau kerbau. Setelah tanah siap untuk ditanami benih padi yang sudah disemai setelahnya akan dilakukan pemupukan. Pemupukan tanaman padi dilakukan sebanyak 2 kali yaitu saat tanaman padi berusia 18-25 hari setelah tanam dengan pupuk kimia urea per 1000 m untuk masing-masing kecamatan adalah antara 15-20 Kg. Pada pemupukan kedua pupuk urea 10 kg-15 kg dilakukan saat padi berusia sekitar 30-45 hari setelah tanam. Sedangkan untuk jenis pupuk NPK diberikan sekitar 15 kg-30 kg selama masa budidaya. Pemupukan ini diberikan dan disesuaikan dengan

kondisi lapangan. Pupuk urea dapat digantikan dengan pupuk organik seperti pupuk kandang dari kotoran ternak, kompos, dan pupuk hijau.

Varietas dominan yang di tanam petani di Kabupaten Sleman Barat ini adalah mikongga (85%) sisanya ciherang dan IR 64. Varietas padi yang ditanam untuk varietas mikongga berumur 125 hari, varietas IR64 berumur 120 hari, dan varietas ciherang berumur 135 hari. Angka produksi beras semakin maksimal apabila pengolahan sawah dilakukan secara baik. Hal ini merupakan dampak positif bagi ketersediaan bahan pangan di Kabupaten Sleman Barat. Namun dari aktifitas pengolahan sawah dilansir sebagai salah satu penyebab utama peningkatan pemanasan global. Budidaya padi sawah menyumbang emisi gas rumah kaca ke atmosfer yang menyebabkan suhu dipermukaan bumi meningkat serta perubahan iklim termasuk perubahan pola curah hujan. Perubahan ini menimbulkan dampak negatif dalam penentuan musim tanam padi yang akan membuat hasil produksi menurun akibat kegagalan panen.

Budidaya padi sawah berkontribusi dalam peningkatan emisi gas rumah kaca berupa karbon dioksida (CO_2) dari penggunaan pupuk urea, nitrogen dioksida (N_2O) dari pemupukan dan CH_4 dari pengelolaan sawah. Data yang didapat dari profil emisi *Indonesia Second National Communication to the UNFCCC*, 2009 menunjukkan aktifitas pertanian menyumbang emisi CO_2 sebesar 4,5 % untuk skala global. Pada tahun 1998/1999 emisi N_2O yang dihasilkan dari penggunaan pupuk kimia di Indonesia sebesar 22,23 Gg N_2O . Dan dari aktifitas pengelolaan sawah menyumbang 76% dari total gas metan (CH_4) yang diemisikan dari sektor pertanian berdasarkan laporan ADB-GEF-UNDP/ALGAS pada tahun 1998. Pemerintah berkomitmen untuk menurunkan emisi menjadi 26% lebih rendah dari skenario proyeksi BAU pada tahun 2020. Dari sektor pertanian diharapkan dapat menyumbangkan penurunan jumlah emisi sebesar 0,3 % di tahun 2020 mendatang. Langkah yang dapat dilakukan untuk mengurangi emisi tersebut adalah dengan memperhitungkan beban emisi gas rumah kaca menggunakan metode yang dikeluarkan oleh IPCC tahun 2006.

4.4 Emisi Metana (CH₄) dari Pengelolaan Padi Sawah

Dari pengamatan langsung di lapangan sistem pertanian di Kecamatan Godean, Kecamatan Minggir, Kecamatan Moyudan dan Kecamatan Godean masih terogolong konvensional dimana alat-alat yang digunakan masih sederhana, pengelolaan tanah dilakukan secara intensif, menggunakan bibit unggul hasil persilangan buatan, bersistem irigasi, dan menggunakan pupuk kimia dan pestisida dalam mengatasi serangan hama.

Tabel 4. 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 jajar 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
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.

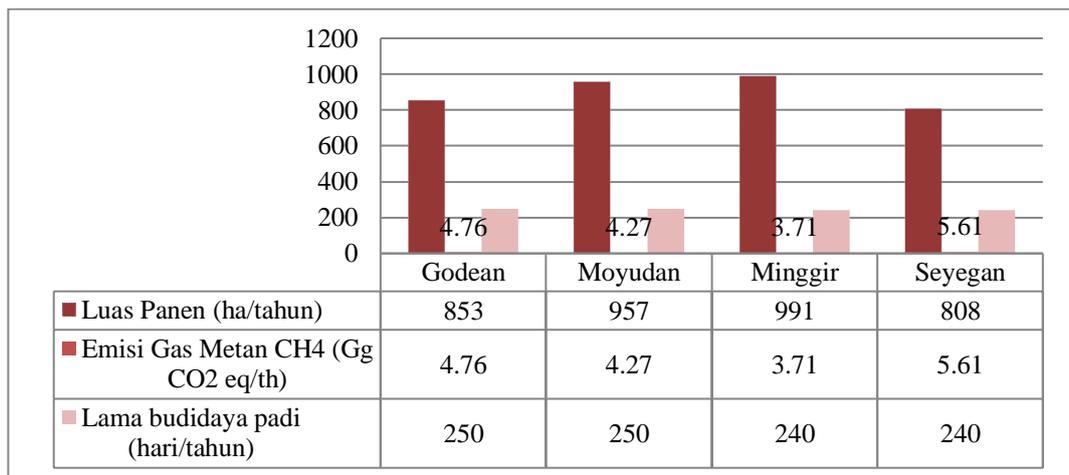
Sistem irigasi sawah di Kabupaten Sleman Barat terbagi menjadi dua yaitu dilakukan dengan penggenangan terus menerus dan penggenangan secara berkala. Dari hasil kuisioner 90% sistem irigasi di Kabupaten Sleman Barat dilakukan secara berkala (*intermitten*) dan selebihnya menggunakan sistem irigasi terus menerus. Sistem irigasi dilakukan secara berkala dikarenakan pola hujan yang tidak menentu yang mengharuskan petani untuk membagi air agar kebutuhan

pertanian tercukupi. Disamping itu penggenangan secara berkala (*intermitten*) diharapkan bisa menekan emisi CH₄ yang dihasilkan dari pengolahan sawah. Dimana sawah yang terus menerus digenangi dapat meningkatkan aktifitas bakteri anaerobik yaitu sawah mengalami proses perombakan dengan reaksi CO₂ dengan H₂ yang akan menghasilkan gas emisi metana (CH₄).

4.4.1 Hasil Perhitungan Beban Emisi Metana (CH₄) Padi Sawah

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

Hasil emisi gas metana (CH₄) di 4 Kecamatan Kabupaten Sleman masing masing adalah sebagai berikut ini : 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. Berikut adalah grafik yang menunjukkan emisi yang dihasilkan per hektar dari masing-masing kecamatan :



Gambar 4.1 Emisi Gas Metan (CH₄) dari Pengelolaan Lahan Sawah di Kabupaten Sleman Barat (Gg CO₂eq/tahun)

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. Untuk klasifikasi tanah pada masing-masing desa di empat kecamatan adalah berjenis tanah inceptisols sehingga faktor yang digunakan sama 1,12 (SFs), faktor rejim air sebelum periode tidak dipertimbangkan karena selama budidaya sawah hanya di digenangi antara 5-7 hari sebelum pengolahan sempurna. Sistem irigasi di Kabupaten Sleman Barat ini menggunakan Irigasi setengah teknis dan faktor skala yang digunakan untuk irigasi *intermitten* dengan *single aeration* sebesar 0,46 (SFw). Faktor yang menentukan jumlah emisi masing-masing kecamatan berbeda adalah jenis varietas padi dan penggunaan bahan organik. Untuk faktor koreksi emisi metana padi varietas ciherang, IR 64 dan mekongga adalah senilai 0,57, 1,16, dan 1. Sedangkan untuk faktor konversi bahan organik seperti kompos adalah senilai 0,05, pupuk kandang adalah senilai 0,14 dan pembenaman jerami adalah senilai 1,0.

Dalam jurnal Windy Eka Wahyuni Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia (UII). Peneliti melakukan perhitungan beban emisi gas rumah kaca Sleman Utara menggunakan metode perhitungan yang dikeluarkan oleh IPCC tahun 2006. IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) yang dihitung dari lahan budidaya padi. Jumlah kuesioner dihitung dengan rumus slovin sebesar 128 sampel dengan wawancara baik kepada para ahli dari dinas pertanian, kepala gupuk tani dan wawancara langsung kepada petani dilapangan. Beban emisi dinyatakan dalam satuan jenis gas (Gg CH₄, Gg N₂O, Gg CO₂, per tahun) yang dikonversi ke dalam CO₂- Ekuivalen dengan menggunakan nilai *global warning potential* (GWP), yaitu 25 untuk CH₄, dan 298 untuk N₂O (IPCC 4th assessment). Untuk perbandingan hasil penelitian beban emisi CH₄ antara

Sleman Barat dengan Penelitian lain yang dilakukan di Kota Surabaya dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Penelitian 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 pembedaan jerami padi pada lahan persawahan setelah panen juga diduga merupakan substrat utama pembentukan CH₄ (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 mS/cm saat tergenang, (2) pH < 6,5, (3) mempunyai mineral feritik, gibsitik, ferroginus 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).

4.5 Emisi Karbondioksida (CO₂) dari Penggunaan Pupuk Urea

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.

Petani Sleman Barat menggunakan pupuk nitrogen dalam bentuk yang dikenal dengan pupuk urea dan ZA karena fungsinya yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman, membuat warna daun menjadi hijau, memperbanyak jumlah anakan, membentuk klorofil serta membantu proses asimilasi dalam memproduksi protein padagabah. Unsur fosfor (P) yang di dapat dari pupuk TSP dan SP-36 diperlukan bagi pertumbuhan padi dikarenakan pupuk ini tidak mudah larut terbawa air, dapat membantu dalam pembentukan akar sehingga tanaman mudah dalam mendapatkan makanan, menguatkan batang tanaman dan memperbaiki mutu hasil panen. Selain itu petani juga memberikan pupuk NPK yang berfungsi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, tahan terhadap hama penyakit, mempercepat pemasakan gabah, dan meningkatkan kandungan protein. Pupuk-pupuk tersebut petani dapatkan dari subsidi pemerintah atau dengan membeli di toko pupuk.

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 10 kg-15 kg pada pemupukan kedua. Untuk jenis pupuk NPK diberikan sekitar 15 kg-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 200 kg per 1000 m atau pupuk kandang antara 1000 ton – 5000 ton per 1000 m sebagai pupuk dasar pada pemupukan awal. Para petani di wilayah

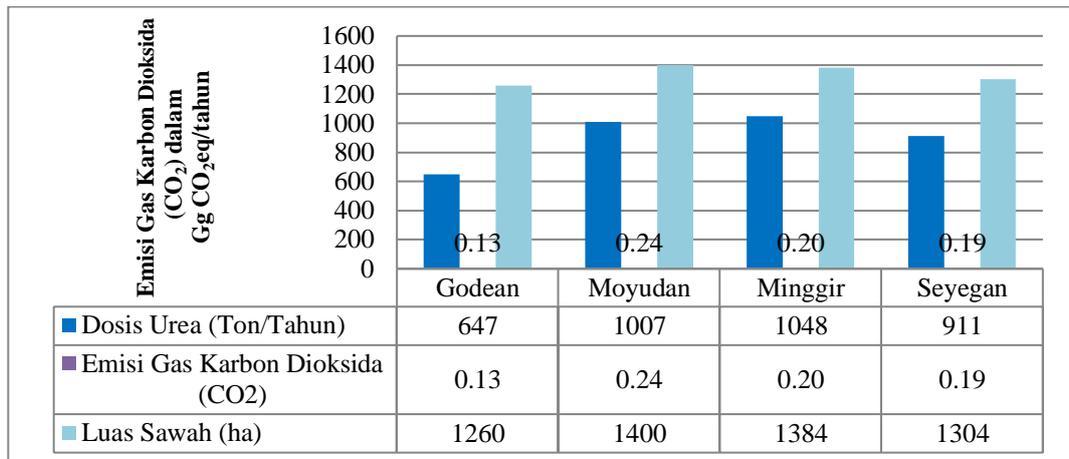
Kabupaten Sleman Barat pada umumnya lebih memilih membawa kotoran sapi langsung tanpa terlebih dahulu diolah menjadi kompos.

Dosis pemberian pupuk masing-masing kecamatan masih belum sesuai dengan rekomendasi dari anjuran dosis yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Anjuran dosis pupuk berimbang menurut pemerintah adalah 5:3:2 (500kg/ha petroganik, 300kg/ha NPK Phonska, dan 200kg/ha urea). Petani merasa rekomendasi ini tidak sesuai dengan kondisi lapangan yang terjadi. Karena apabila musim hujan datang maka tanah tidak memerlukan N tambahan dari pupuk karena air hujan memiliki kandungan N yang tinggi sehingga petani hanya akan menggunakan NPK dan ZA atau saat lahan kurang subur petani akan menggunakan pupuk urea sesuai rekomendasi yaitu 200kg/ha bahkan melebihi dosis yang direkomendasikan. Kehilangan karbon tanah karena pengolahan tanah dan kegiatan pengolahan seperti pengairan dan pemupukan menyebabkan cadangan karbon dalam tanah meningkat dan melepaskan emisi CO₂ ke atmosfer.

4.5.1 Hasil Perhitungan Beban Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dari Penggunaan Pupuk Urea

Perhitungan emisi CO₂ dihitung dengan mengalikan antara data aktivitas pemakaian pupuk urea total dengan faktor emisi Default IPCC (Tier 1). Jumlah pupuk urea yang diaplikasikan (ton/tahun) dikalikan faktor emisi urea, untuk faktor emisi urea adalah 0.20 atau setara dengan kandungan karbon pada pupuk berdasarkan berat atom (20% dari CO(NH₂)₂). Untuk data penggunaan pupuk didapat dari wawancara dan kuisisioner.

Emisi CO₂ dari penggunaan pupuk urea tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman 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 CO₂ dari penggunaan pupuk urea yang dihasilkan sebesar 0,76Gg CO₂eq/tahun. Untuk perbandingan emisi gas CO₂ dari penggunaan pupuk urea tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Emisi CO₂ Penggunaan Pupuk Urea (Gg CO₂eq/tahun) tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman

Berdasarkan grafik diatas 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.

Dalam jurnal Windy Eka Wahyuni (2017), perhitungan beban sumber emisi gas rumah kaca di Kabupaten Sleman Utara dari penggunaan pupuk urea pada tanaman pangan (padi) menggunakan metode perhitungan IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) tahun 2006. emisi CO₂ tertinggi pada Kecamatan Pakem yaitu sebesar 0,22 Gg CO₂/ tahun karena Kecamatan ini menggunakan urea paling besar, sedangkan emisi CO₂ terendah ada pada Kecamatan Turi sebesar 0,036 CO₂/ tahun karena Kecamatan Turi

memiliki area lahan yang kecil sehingga penggunaan pupuk ureanya juga terbilang sedikit. Untuk perbandingan hasil peneliti dengan penelitian referensi lain dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Penelitian Emisi 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 pupuk urea	0,22 Gg CO ₂ eq/tahun	0,036 Gg CO ₂ eq/tahun
Total penggunaan pupuk urea	2603 ton	
Total Emisi C O ₂ dari penggunaan pupuk urea	0,52 Gg CO ₂ eq/tahun	
	1,4x 10 ⁻⁴ ton CO ₂ eq/ton 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).

4.6 Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) dari Pengelolaan Tanah

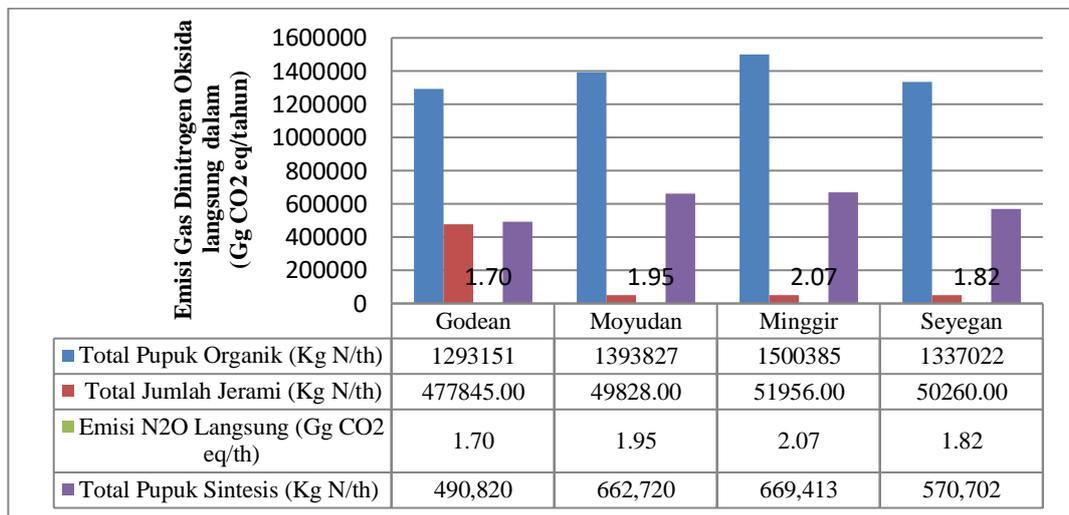
Emisi N₂O terbentuk karena proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Gas N₂O dihasilkan oleh mikroorganisme dari lahan sawah yang menyebabkan adanya unsur nitrogen dan oksigen di dalam tanah. N₂O yang tersedia pada tanah didapat dari penggunaan pupuk urea, ZA, pupuk organik. Penambahan bahan organik meningkatkan aktivitas mikroba denitrifikasi dan emisi N₂O baik langsung maupun tidak langsung.

4.6.1 Perhitungan Emisi N₂O Langsung dari Pengelolaan Tanah

Emisi N₂O dari pengelolaan tanah secara langsung terjadi melalui volatilisasi N menjadi NH₃ dan oksidasi N, serta deposisi gas dan produk sampingan yang terbentuk yaitu NH₄⁺ dan NO₃⁻ di dalam tanah dan dipermukaan air (IPCC,2006; Glenn *et al*,2012). Proses leaching atau pencucian dalam bentuk nitrat dan aliran dari lahan padi sawah yang telah dipupuk juga menjadi penentu terjadinya Emisi N₂O (IPCC, 2006). 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). Perhitungan N₂O langsung dari pengelolaan tanah adalah dengan menambahkan Jumlah N organik lalu dikali dengan faktor emisi gas N₂O senilai 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.

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 Kabupaten Sleman Barat dapat dilihat pada grafik 4. 3



Gambar 4.3 Emisi N₂O Langsung dari Pengelolaan Tanah (Gg CO₂/tahun) tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman Barat

Berdasarkan grafik diatas, 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.

Dalam jurnal Windy Eka Wahyuni (2017) perhitungan Inventarisasi Emisi GRK Lahan Pertanian di Kabupaten Sleman Utara dengan Menggunakan Metode IPCC 2006. Nilai emisi N₂O langsung dari tanah yang dikelola di Kabupaten Sleman Utara tertinggi sebesar 0,8573 Gg CO₂eq/tahun di Kecamatan Pakem dan emisi terendah sebesar 0,0413 Gg CO₂eq/tahun di Kecamatan Turi. Untuk perbandingan hasil emisi N₂O langsung dari tanah yang dikelola antara peneliti dan peneliti lain disajikan dalam tabel 4.5

Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Penelitian Emisi 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

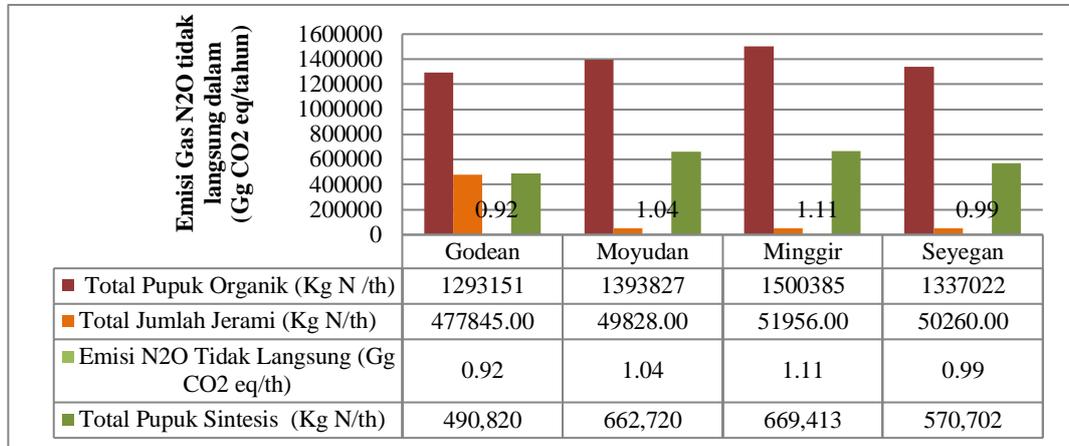
emisi yang dihasilkan. Penggunaan pupuk nitrogen berhubungan dengan luas sawah, semakin luas sawah dalam kondisi tanah yang kurang subur maka penggunaan pupuk nitrogen pun meningkat. Setyaningsih et al. (2010) menyatakan bahwa bentuk dan jumlah pupuk nitrogen yang berlebihan beserta cara pemberiannya dapat mempengaruhi emisi N_2O 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.

4.6.2 Perhitungan Emisi N_2O Tidak Langsung dari Pengelolaan Tanah

Emisi gas N_2O tidak langsung berasal dari segala unsur N baik dari pupuk sintesis, N dari jerami, dan N dari bahan organik yang tercuci atau menguap ke atmosfer dalam bentuk N_2O . Dalam pedoman IPCC afolu 2006 fraksi volatilisasi dari pupuk sintesis menggunakan nilai 0,1 ($Gg NH_3-N+N_2O-N/Gg N$). Perhitungan emisi gas N_2O tidak langsung dilakukan dengan mengalikan antara masing-masing unsur N dengan nilai kandungan untuk masing-masing pupuk sintesis 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 sintesis dan organik dikali dengan masing-masing fraksinya dan dijumlahkan, setelah dijumlahkan dikali dengan faktor emisi N penguapan & redeposisi 0,01 ($Gg N_2O-N/Gg NH_3-N+N_2O-N$).

Hasil perhitungan emisi gas N_2O tidak langsung dari pengelolaan tanah di tiap kecamatan menunjukkan bahwa Kecamatan Minggir dengan nilai emisi sebesar 1,11Gg CO_2eq /tahun, Kecamatan Moyudan sebesar 1,04 Gg CO_2eq /tahun, Kecamatan Seyegan sebesar 0,99 Gg CO_2eq /tahun, dan Kecamatan Godean sebesar 0,92 Gg $CO_2 eq$ /tahun. Total keseluruhan emisi gas N_2O tidak langsung dari pengelolaan tanah yang dihasilkan sebesar 4,1Gg CO_2eq /tahun. Untuk

perbandingan emisi gas N₂O tidak langsung dari pengelolaan tanah tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman dapat dilihat pada grafik 4.4



Grafik 4.4 Emisi N₂O tidak Langsung dari Pengelolaan Tanah (Gg CO₂e/tahun) tiap Kecamatan di Kabupaten Sleman Barat

Berdasarkan grafik diatas 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.

Dalam jurnal Windy Eka Wahyuni (2017) perhitungan Inventarisasi Emisi GRK Lahan Pertanian di Kabupaten Sleman Utara dengan Menggunakan Metode IPCC 2006. Nilai emisi N₂O tidak langsung dari tanah yang dikelola di Kabupaten Sleman Utara tertinggi sebesar 0,42 Gg CO₂eq/tahun di Kecamatan Pakem dan emisi terendah sebesar 0,06 Gg CO₂eq/tahun di Kecamatan Turi. Untuk perbandingan hasil emisi N₂O tidak langsung dari tanah yang dikelola antara peneliti dan peneliti lain disajikan dalam tabel 4.6

Tabel 4.6 Perbandingan Hasil Penelitian 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 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 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.

4.7 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)

4.7.1 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-macak pada budidaya padi sawah dapat menekan emisi gas CH₄. Pengairan berselang mampu memitigasi emisi gas CH₄ sebesar 56,3%, sedangkan pengairan macak-macak 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 (ϕ 0,40 - 1,08 mm) memungkinkan aliran udara sehingga tercipta suasana aerob (Beare et al., 1994).

4.7.2 Upaya Mitigasi Emisi Karbon Dioksida (CO_2) dari Pemakaian Pupuk Urea Pada Lahan Padi Sawah

Untuk menekan emisi gas CO_2 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 CO_2 dibandingkan pemberian pupuk kandang atau kompos. Untuk itu upaya mitigasi lain yang dapat dilakukan ialah dengan mengurangi jumlah penggunaan jerami padi sisa panen yang dibenamkan tanpa proses pengomposan.

4.7.3 Upaya Mitigasi Emisi Dinitrogen Oksida (N_2O) 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).

4.8 Adaptasi Gas Rumah Kaca Pada Padi Sawah di Kabupaten Sleman bagian Barat Daerah Istimewa Yogyakarta

Adaptasi bertujuan untuk menciptakan perencanaan yang lebih baik dalam pengelolaan sumber daya air dan pertanian. Upaya adaptasi perubahan iklim dalam bidang pertanian dilakukan melalui beberapa program yaitu salah satunya pengembangan sistem informasi cuaca-iklim sehingga diharapkan tidak terjadi gagal tanam ataupun gagal panen. Jenis informasi cuaca-iklim yang digunakan untuk keperluan adaptasi adalah sebagai berikut : prakiraan musim hujan (awal musim, maju-mundur awal musim terhadap normalnya, sifat hujan selama periode musim), prakiraan musim kemarau, prakiraan hujan bulanan sampai 3 bulan kedepan (jumlah curah hujan, sifat curah hujan terhadap normalnya), prakiraan

potensi banjir bulanan sampai 3 bulan kedepan, penyediaan peta rawan kekeringan (*blue print*), penyediaan frekuensi suhu dan kelembaban udara lebih dari nilai tertentu, informasi cuaca ekstrem, dan informasi konsentrasi gas rumah kaca. (Ahmad,2010)

Teknologi budidaya tanaman padi yang ramah lingkungan tanpa mengurangi hasil produktivitas padi yaitu dengan pendekatan program Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu (PTT). Penerapan PTT merupakan kebijakan yang telah diterapkan pemerintah melalui menteri pertanian. Teknologi PTT adalah suatu pendekatan inovatif dalam upaya meningkatkan produktivitas dan efisiensi usahatani. Peningkatan produktivitas dilakukan melalui pemakaian benih varietas unggul termasuk benih padi hibrida, sistem jarak legowo, pemupukan berimbang dengan pemakaian pupuk organik serta pupuk bio-hayati, pengelolaan pengairan secara berselang, perbaikan budidaya yang disertai pengawalan, pendampingan khusus dari balai pertanian atau penyuluh pertanian, pemantauan dan koordinasi lapangan. Strategi ini dilaksanakan di areal sawah yang tidak terlalu luas sehingga dengan penerapan teknologi ini dapat meningkatkan produktivitas. Teknologi ini mampu menurunkan emisi GRK dari lahan padi sawah melalui sistem pengelolaan pengairannya. (Setyanto et al, 2011)

Strategi adaptasi dari lembaga juga diperlukan dalam adaptasi perubahan iklim yaitu dengan pemberdayaan P3A sehingga mampu melakukan pengelolaan air secara efisien, pemberdayaan kelompok tani dalam mengatur jadwal tanam dan menentukan awal musim tanam, penerapan sekolah lapangan yang bertujuan untuk mengkomunikasikan informasi iklim dalam menetapkan sistem usaha tani dan teknologi yang memiliki dampak resiko paling kecil, penerapan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Terpadu (SLPTT) dan Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SLPHT), peningkatan kemampuan penyuluh pertanian sebagai penghasil atau sumber informasi yang bermanfaat untuk menetapkan strategi penanggulangan apabila terjadi gejala alam terkait dengan awal musim dan indikasi serangan organisme pengganggu tanaman. (Buchari, D. 2009)