

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

2.1.1 Daerah Geografis

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta mempunyai 17 kecamatan yang meliputi 86 desa dan 1.212 dusun. Secara administratif Kabupaten Sleman terbagi menjadi 4 bagian yaitu:

- a. Bagian Utara dibatasi oleh Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah.
- b. Bagian Timur dibatasi oleh Kabupaten Klaten Provinsi Jawa Tengah.
- c. Bagian Selatan dibatasi oleh Kabupaten Bantul dan Kota Yogyakarta Provinsi D.I. Yogyakarta.
- d. Bagian barat dibatasi oleh Kabupaten Kulon Progo Provinsi D.I. Yogyakarta dan Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah.

2.1.2 Daerah Iklim

Sesuai informasi yang diperoleh berdasarkan tipe curah hujan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta pada tahun 2015 bahwa 24 hari adalah hari hujan terbanyak dalam satu bulan dalam curah hujan tertinggi rata-rata 463 mm dengan kecepatan angin maksimum 5,4 m/s disertai kelembaban udara tertinggi dan terendah rata-rata 97% dan 48% juga suhu hawa udara tertinggi 33,3°C dan terendah 20,00°C.

2.1.3 Luas Daerah

Penjelasan pembagian luas dan pembagian daerah Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Luas Daerah dan Pembagian Daerah Kabupaten Sleman

No	Nama Kecamatan	Luas	Jumlah Desa	Jumlah Padukuhan
1	Moyudan	27,62(Ha)	4	65
2	Minggir	27,27(Ha)	5	133
3	Sayegan	26,63(Ha)	5	200
4	Godean	26,84(Ha)	7	77
5	Gamping	29,25(Ha)	5	59
6	Mlati	38,52(Ha)	5	274
7	Depok	35,55(Ha)	3	58
8	Berbah	22,99(Ha)	4	58
9	Prambanan	41,35(Ha)	6	68
10	Kalasan	35,84(Ha)	4	80
11	Ngemplak	35,71 (Ha)	5	82
12	Ngaglik	38,52(Ha)	6	87
13	Sleman	31,32(Ha)	5	83
14	Tempel	32,49(Ha)	8	98
15	Turi	43,09(Ha)	4	54
16	Pakem	43,04(Ha)	5	61
17	Cangkringan	47,99(Ha)	5	73
Total Keseluruhan		584,02(Ha)	86	16.120

Sumber : BPS Kabupaten Sleman

2.2 Batas Daerah Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta

Sesuai informasi data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Daerah Istimewa Yogyakarta pada Tahun 2016 batas daerah Kabupaten Sleman terbagi menjadi 4 bagian yang terdiri dari:

- a. Bagian Utara Kabupaten Sleman berada di bagian atas merapi dimana berdekatan dengan Kecamatan Tempel, Turi, Pakem dan Cangkringan.
- b. Bagian Timur Kabupaten Sleman berdekatan dengan Kecamatan Prambanan, Kalasan dan Berbah.
- c. Bagian Selatan Kabupaten Sleman berada di bagian tengah dari kota Yogyakarta dimana berdekatan dengan Kecamatan Gamping, Mlati, Depok, Ngemplak, Ngaglik dan Sleman.
- d. Bagian Barat Kabupaten Sleman berdekatan dengan Kecamatan Godean, Minggir, Seyegan dan Moyudan.

2.2.1 Daerah Kecamatan Gamping

Berdasarkan Topografi daerah Kecamatan Gamping sebagian besar datarandengan posisi ketinggian dari permukaan laut yaitu 94–153 m dan keadaan tanah adalah tanah berpasir (BPS Kecamatan Gamping, 2016).

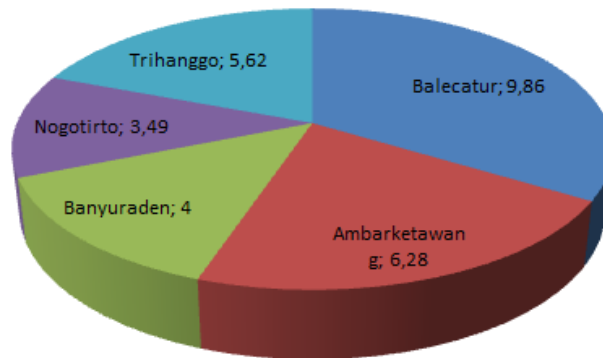
Pembagian desa dan luas desa yang berada di daerah Kecamatan Gamping sesuai data BPS tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Pembagian Desa dan Luas Desa di Daerah Kecamatan Gamping

No	Nama Desa	Luas Desa
1	Balecatur	9,86(Ha)
2	Ambarketawang	6,28(Ha)
3	Banyuraden	4(Ha)
4	Nogotirto	3,49(Ha)
5	Trihanggo	5,62(Ha)
Total Keseluruhan		29,25(Ha)

Sumber : Kecamatan Gamping Dalam Angka, 2016

Berdasarkan tabel diatas total luas daerah Kecamatan Gamping keseluruhan sebesar 29,25 (Ha). Desa terluas pertama adalah Desa Balecatur yaitu 9,86 (Ha) dan desa terluas kedua adalah Desa Ambarketawang yaitu 6,28 (Ha) lalu Desa Trihanggo yaitu 5,62 (Ha), Desa Nogotirto yaitu 3,49 (Ha) dan desa terakhir adalah Desa Banyuraden yaitu 4,00 (Ha) yang merupakan desa terkecil. Persentase luas daerah menurut desa di Kecamatan Gamping dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Persentase Luas Daerah Menurut Desa di Kecamatan Gamping

Sumber : Kecamatan Gamping Dalam Angka 2016

2.2.2 Daerah Kecamatan Mlati

Berdasarkan Topografi daerah Kecamatan Mlati sebagian besar datarandengan posisi ketinggian dari permukaan laut yaitu 146–172 m dan keadaan tanah adalah tanah berpasir (BPS Kecamatan Gamping, 2016).

Pembagian desa dan luas desa yang berada di daerah Kecamatan Mlati sesuai data BPS tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

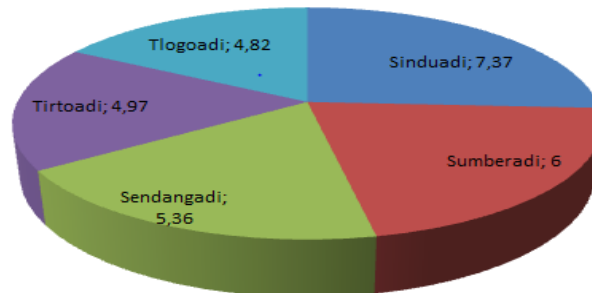
Tabel 2.3 Pembagian Desa dan Luas Desa di daerah Kecamatan Mlati

No	Nama Desa	Luas Desa
1	Sinduadi	7,37 (Ha)
2	Sumberadi	6 (Ha)
3	Sendangadi	5,36 (Ha)
4	Tirtoadi	4,97 (Ha)
5	Tlogoadi	4,82 (Ha)
Total Keseluruhan		28,52 (Ha)

Sumber : Kecamatan Mlati Dalam Angka 2016

Berdasarkan tabel di atas total luas daerah Kecamatan Mlati keseluruhan sebesar 28,52 (Ha). Desa terluas pertama adalah Desa Sinduadi yaitu 7,37 (Ha) dan desa terluas kedua adalah Desa Sumberadi yaitu 6,00 (Ha) lalu Desa Sendangadi yaitu 5,36 (Ha), Desa Tirtoadi yaitu 4,97 (Ha) dan desa terakhir adalah Desa

Tlogoadi yaitu 4,82 (Ha) yang merupakan desa terkecil. Persentase luas daerah menurut desa di Kecamatan Mlati dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Persentase Luas Daerah Menurut Desa di Kecamatan Mlati

Sumber : Kecamatan Mlati Dalam Angka 2016

2.2.3 Daerah Kecamatan Depok

Berdasarkan Topografi daerah Kecamatan Depok sebagian besar datarandengan posisi ketinggian dari permukaan laut yaitu 100–499 m dan keadaan tanah adalah tanah berpasir (BPS Kecamatan Depok, 2016).

Pembagian desa dan luas desa yang berada di daerah Kecamatan Depok sesuai data BPS tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut:

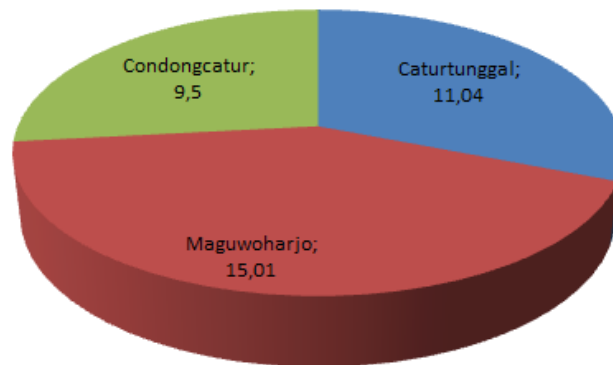
Tabel 2.4 Pembagian Desa dan Luas desa di Daerah Kecamatan Depok

No	Nama Desa	Luas Desa
1	Caturtunggal	11,04(Ha)
2	Maguwoharjo	15,01(Ha)
3	Condongcatur	9,5(Ha)
Total Keseluruhan		35,55(Ha)

Sumber : Kecamatan Depok Dalam Angka 2016.

Berdasarkan tabel di atas total luas daerah Kecamatan Depok keseluruhan sebesar 35,55 (Ha). Desa terluas pertama adalah Desa Maguwoharjo yaitu 15,01 (Ha) dan desa terluas kedua adalah Desa Caturtunggal yaitu 11,04 (Ha) lalu terakhir Desa Condongcatur yaitu 9,50 (Ha) yang merupakan desa terkecil.

Persentase luas daerah menurut desa di Kecamatan Depok dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2.3 Persentase Luas Daerah Menurut Desa di Kecamatan Depok

Sumber : Kecamatan Depok Dalam Angka 2016

2.2.4 Daerah Kecamatan Ngeplak

Berdasarkan Topografi daerah Kecamatan Ngeplak sebagian besar datarandengan posisi ketinggian dari permukaan laut yaitu 100–499 m dan keadaan tanah adalah tanah berpasir (BPS Kecamatan Ngeplak, 2016).

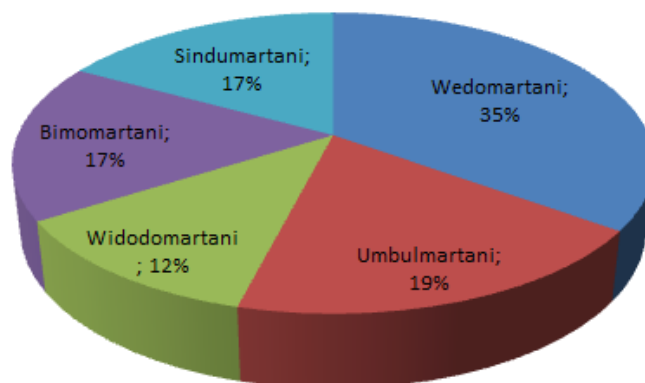
Pembagian desa dan luas desa yang berada di daerah Kecamatan Ngeplak sesuai data BPS tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2.5 Pembagian Desa dan Luas Desa di Daerah Kecamatan Ngeplak

No	Nama Desa	Luas Desa
1	Wedomartani	12,44(Ha)
2	Umbulmartani	6,66(Ha)
3	Widodomartani	6,15(Ha)
4	Bimomartani	6,02(Ha)
5	Sindumartani	4,44(Ha)
Total Keseluruhan		35,71(Ha)

Sumber: Kecamatan Ngeplak Dalam Angka, 2016

Berdasarkan tabel di atas total luas daerah Kecamatan Ngemplak keseluruhan sebesar 35,71 (Ha). Desa terluas pertama adalah Desa Wedomartani yaitu 12,44 (Ha) dan desa terluas kedua adalah Desa Umbulmartani yaitu 6,66 (Ha) lalu Desa Widodomartani yaitu 6,15 (Ha), Desa Bimomartani yaitu 6,02 (Ha) dan desa terakhir adalah Desa Sindumartani yaitu 4,44 (Ha) yang merupakan desa terkecil. Persentase luas daerah menurut desa di Kecamatan Ngemplak dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Persentase Luas Daerah Menurut Desa di Kecamatan Ngemplak

Sumber: Kecamatan Ngemplak Dalam Angka, 2016

2.2.5 Daerah Kecamatan Ngaglik

Berdasarkan Topografi daerah Kecamatan Ngaglik sebagian besar datarandengan posisi ketinggian dari permukaan laut yaitu 246 m dan keadaan tanah adalah tanah berpasir (BPS Kecamatan Ngaglik, 2016).

Pembagian desa dan luas desa yang berada di daerah Kecamatan Ngaglik sesuai data BPS tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.6 sebagai berikut:

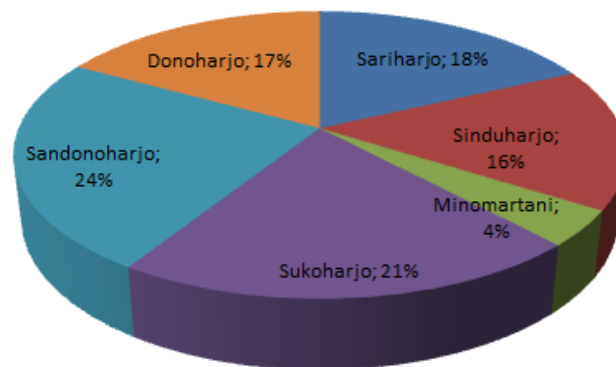
Tabel 2.6 Pembagian Desa dan Luas Desa di Daerah Kecamatan Ngaglik

No	Nama Desa	Luas Desa
1	Sariharjo	6,89(Ha)
2	Sinduharjo	6,09(Ha)

3	Minomartani	1,53(Ha)
4	Sukoharjo	8,03(Ha)
5	Sardonoharjo	9,38(Ha)
6	Donoharjo	6,6(Ha)
Total Keseluruhan		38,52(Ha)

Sumber: Kecamatan Ngaglik Dalam Angka, 2016

Berdasarkan tabel di atas total luas daerah Kecamatan Ngaglik keseluruhan sebesar 38,52 (Ha). Desa terluas pertama adalah Desa Sardonoharjo yaitu 9,38 (Ha) dan desa terluas kedua adalah Desa Sukoharjo yaitu 8,03 (Ha) lalu Desa Sariharjo yaitu 6,89 (Ha), Desa Donoharjo yaitu 6,6 (Ha), Desa Sinduharjo yaitu 6,09 (Ha). Desa terakhir adalah Desa Minomartani yaitu 1,53 (Ha) yang merupakan desa terkecil. Persentase luas daerah menurut desa di Kecamatan Ngaglik dapat dilihat pada Gambar 2.5 sebagai berikut:



Gambar 2.5 Persentase Luas Daerah Menurut Desa di Kecamatan Ngaglik

Sumber: Kecamatan Ngaglik Dalam Angka, 2016

2.2.6 Daerah Kecamatan Sleman

Berdasarkan Topografi daerah Kecamatan Sleman sebagian besar datarandengan posisi ketinggian dari permukaan laut yaitu 246,4 m dan keadaan tanah adalah tanah berpasir (BPS Kecamatan Sleman, 2016).

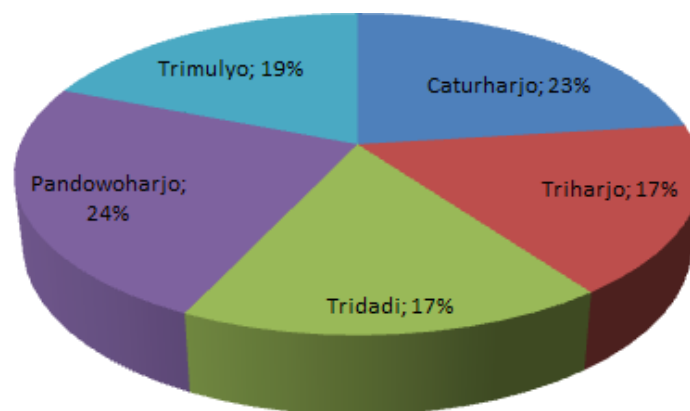
Pembagian desa dan luas desa yang berada di daerah Kecamatan Sleman sesuai data BPS tahun 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.7 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Pembagian Desa dan Luas Desa di Daerah Kecamatan Sleman

No	Nama Desa	Luas Desa
1	Caturharjo	7,02 (Ha)
2	Triharjo	5,32 (Ha)
3	Tridadi	5,04 (Ha)
4	Pandowoharjo	7,27 (Ha)
5	Trimulyo	5,79 (Ha)
Total Keseluruhan		30,44 (Ha)

Sumber : Kecamatan Sleman Dalam Angka 2016

Berdasarkan tabel di atas total luas daerah Kecamatan Sleman keseluruhan sebesar 30,44 (Ha). Desa terluas pertama adalah Desa Pandowoharjo yaitu 7,27 (Ha) dan desa terluas kedua adalah Desa Caturharjo yaitu 7,02 (Ha) lalu Desa Trimulyo yaitu 5,79 (Ha), Desa Triharjo yaitu 5,32 (Ha) dan desa terakhir adalah Desa Tridadi yaitu 5,04 (Ha) yang merupakan desaterkecil. Persentase luas daerah menurut desa di Kecamatan Sleman dapat dilihat pada Gambar 2.6 sebagai berikut:



Gambar 2.6 Persentase Luas Daerah Menurut Desa di Kecamatan Sleman

Sumber : Kecamatan Sleman Dalam Angka 2016

2.3 Tanaman Padi Sawah

Tumbuhan padi (*Oryza sativa L*) merupakan golongan tumbuhan Gramineae, yang ditandai dengan batang dan tersusun dari beberapa ruas. Tumbuhan padi bersifat merumpun, artinya tanaman tanamannya anak beranak.

Bibit yang hanya sebatang saja ditanamkan dalam waktu yang sangat dekat, dimana terdapat 20-30 atau lebih anakan/tunas tunas baru (Siregar, 1981).

Padi adalah komoditas utama yang berperan sebagai pemenuh kebutuhan pokok karbohidrat bagi penduduk yang setiap tahunnya meningkat sebagai akibat pertambahan jumlah penduduk yang besar, serta berkembangnya industri pangan dan pakan (Yusuf, 2010).

2.4 Definisi Lahan Sawah

Lahan sawah adalah suatu jenis penggunaan lahan, yang sistem pengelolaannya memerlukan genangan air. Oleh karena itu sawah selalu mempunyai permukaan datar dan dibatasi pematang untuk menyekat genangan air (Sofyan *et al*, 2007).

Sawah irigasi adalah suatu lahan pertanian dengan adanya penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan tanaman padi sebagai penunjang. Berdasarkan jenisnya sawah irigasi terbagi menjadi 3 jenis tipe sawah yaitu: (Sofyan *et al*, 2007)

1. Sawah irigasi teknis adalah suatu teknik pengairan dengan cara mengatur penggunaan air yang berasal dari badan air yang dialirkan melalui saluran jalur primer lalu ke arah saluran jalur sekunder kemudian bercabang melewati jalur saluran tersier yang sudah terbagi dari bangunan pembagi pintu air untuk membantu server air di lahan pertanian.
2. Sawah irigasi setengah teknis adalah suatu teknik pengairan yang mudah diaplikasikan oleh kelompok tani untuk mengatur pemakaian air dimana para petani dapat membangun unit jaringan secara mandiri dan sederhana.
3. Sawah irigasi semi teknis adalah suatu teknis pengairan yang cara kerjanya sama seperti sawah irigasi teknis namun yang membedakan adalah di sistem pembagiannya yang belum merata sepenuhnya.

2.5 Definisi Tanah Sawah

Tanah sawah adalah suatu keadaan di mana tanah yang digunakan sebagai kawasan lahan pertanaman padi sawah menurut sesuai pola tanam baik kontinu ataupun intermitten dengan tanaman non padi seperti tanaman palawija selama musim tanam sepanjang tahun (Agroekoteknologi, 2009).

2.6 Kategori Persebaran Tipe Tanah Pertanian di Indonesia

Persebaran tipe tanah yang berada di Indonesia berbeda-beda sesuai adaptasi lingkungan yang terjadi di suatu daerah. Berikut adalah beberapa tipe tanah yaitu : (Darmawijaya,1999)

1. Tipe Tanah Alfisol (Mediteran)

Adalah tanah yang berasal dari pembentukan hasil pelapukan batuan keras berkapur dan berendap dengan karakteristik tanah tidak subur namun tergolong baik secara kimia, keras dan berwarna putih kecoklatan. Tanah ini bermanfaat untuk lahan pertanian baik (pangan, hortikultura, dan perkebunan).

2. Tipe Tanah Andisol (Andosol)

Adalah tanah yang berasal dari pembentukan hasil pelapukan abu vulkanik dengan karakteristik tanah sangat subur, berwarna agak kelabu hitam gelap hingga berwarna kuning dan cepat tererosi. Tanah ini bermanfaat dan digunakan banyak orang untuk lahan pertanian baik (pangan, hortikultura, dan perkebunan).

3. Tipe Tanah Inceptisol (Regosol)

Adalah tanah yang berasal dari pembentukan hasil pelapukan abu vulkanik dengan karakteristik tanah sangat subur, berlempung pasir, berbutir kasar, berwarna hitam kelabu atau coklat tua dan kandungan bahan organiknya rendah. Tanah ini bermanfaat dan digunakan banyak orang untuk lahan pertanian baik (pangan, hortikultura, dan perkebunan).

4. Tanah Histosol (Organosol)

Adalah tanah gambut yang berasal dari pembusukan sisa tumbuhan yang terdekomposisi dan terendam di dalam air atau rawa-rawa dengan karakteristik tanah tidak subur, unsur hara rendah dan ber Ph asam. Tanah ini bermanfaat dan sangat cocok ditanami tanaman komoditas hortikultura sebagai lahan pertanian.

5. Tanah Oksisol (Latosol)

Adalah tanah yang berasal dari pelapukan mineral dengan karakteristik tanah berliat mengandung agrerat juga mineral besi yang cepat tererosi oleh air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dan berpasir.

6. Tanah Entisol (Litosol)

Adalah tanah berbatu-batu yang berasal dari pelapukan batuan yang mengalami pembekuan dan pengendapan dengan karakteristik tanah masih baru karena belum terkontaminasi hanya berbutir kasar saja, berpasir tidak bertekstur, berkerikil, mudah terlepas ke udara karena faktor kelembapan dan Ph dan tingkat kesuburan bervariasi.

7. Tanah Ultisol (Podsolik Merah Kuning)

Adalah tanah yang berasal dari daerah yang mempunyai suhu rendah tetapi curah hujan tinggi dengan karakteristik tanah liat, sangat masam, berwarna pucat, cepat tererosi dan kurang subur sehingga tanah ini tidak cocok digunakan sebagai lahan pertanian.

8. Tanah Vertisol (Grumusol)

Adalah tanah yang berasal dari gumpalan tanah yang terendam oleh air hujan saat berada di permukaan dengan karakteristik tanah berliat, berlumpur dan mudah tererosi.

2.6.1 Jenis Tanah Pertanian di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta

Jenis tanah pertanian yang sesuai dengan daerah di Kabupaten Sleman adalah jenis tanah litosol, tanah regosol, tanah grumusol, dan tanah mediteran namun dari beberapa jenis tanah pertanian tadi jenis tanah regosol yang lebih dominan karena kondisi tanahnya berasal dari pelapukan abu vulkanik merapi dimana karakteristik tanah sangat subur dan berlempung berpasir. Oleh karena itu

tanah ini sangat cocok dijadikan lahan pertanian khususnya komoditas padi. Berikut adalah jenis tanah pertanian di Kabupaten Sleman berdasarkan data SIPD tahun 2014 seperti terlihat pada tabel 2.8:

Tabel 2.8 Jenis Tanah di Kabupaten Sleman

No	Nama Kecamatan	Jenis Tanah Pertanian (Ha)				Total (Ha)
		Litosol	Regosol	Grumusol	Mediteran	
1.	Moyudan	-	584	808	1.370	2.762
2.	Minggir	-	558	606	1.563	2.727
3.	Seyegan	-	2.187	8	468	2.663
4.	Godean	-	2.018	216	450	2.684
5.	Gamping	-	2.817	108	-	2.925
6.	Mlati	-	2.582	-	-	2.582
7.	Depok	-	3.555	-	-	3.555
8.	Berbah	-	2.299	-	-	2.299
9.	Prambanan	2.155	1.980	-	-	4.135
10.	Kalasan	162	3.422	-	-	3.584
-p11.	Ngemplak	-	3.571	-	-	3.571
12.	Ngaglik	-	3.852	-	-	3.852
13.	Sleman	-	3.132	-	-	3.132
14.	Tempel	-	3.249	-	-	3.249
15.	Turi	-	4.309	-	-	4.309
16.	Pakem	-	4.348	-	-	4.348
17.	Cangkringan	-	4.799	-	-	4.799
Total		2.317	49.262	1.746	3.851	57.176
%		4,03	85,69	3,03	6,69	99

Sumber: Sistem Informasi Profil Daerah Tahun 2014

2.6.2 Persamaan Nama Tanah Menurut Berbagai Sistem Klasifikasi

Di Indonesia sendiri dikenal 3 jenis pembagian klasifikasi mengenai jenis tanah yang masing-masing dikembangkan oleh Sistem Dudol-Soeprahardjo, USDA (United States Departemen of Agriculture), FAO/UNESCO dan Pusat Penelitian Tanah (PPT) Bogor.

Taxonomi tanah harus dapat dipergunakan untuk berbagai jenis tanah. Pembagian klasifikasi tanah menurut USDA yang sebagian besarnya merupakan dasar dari pengembangan klasifikasi-klasifikasi tanah yang ada saat ini. Persamaan nama tanah menurut berbagai sistem klasifikasi tanah dapat dilihat pada tabel 2.9 berikut ini :

Tabel 2.9 Persamaan Nama Tanah Menurut Berbagai Sistem Klasifikasi Tanah

No	Sistem Dudol- Soepraptohardjo (1957-1961)	Modifikasi 1978/1982 (PPT) Bogor	FAQ/UNESCO (1974)	USDA Soil Taxonomy (1975- 1990)
1	Tanah Aluvial	Tanah Aluvial	Fluvisol	Entisol Inceptisol
2	Andosol	Andosol	Andosol	Andisol
3	Brown Forest Soil	Kambisol	Cambisol	Inceptisol
4	Grumusol	Grumusol	Vertisol	Vertisol
5	Latosol	Kambisol Latosol Lateritik	Cambisol Nitosol Ferrasol	Inceptisol Ultisol Oxicol
6	Litosol	Litosol	Litosol	Entisol
7	Mediteran	Mediteran	Luvisol	Alfisol
8	Organosol	Organosol	Histosol	Histosol
9	Podsol	Podsol	Podsol	Spodosol
10	Podsolik Merah Kuning	Podsolik	Acrisol	Ultisol
11	Podsolik Coklat	Kambisol	Cambisol	Inceptisol
12	Podsolik Coklat Kelabu	Podsolik	Acrisol	Ultisol
13	Regosol	Regosol	Regosol	Entisol/Inceptisol
14	Renzina	Renzina	Renzina	Rendoll
15	-	Ranker	Ranker	-

Sumber : Konversi antar klasifikasi tanah Sistem Dudol-Soepraptohardjo, USDA, FAO/UNESCO, dan PPT

2.7 Parameter Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Pada Padi Sawah di Sektor Pertanian

Emisi gas rumah kaca adalah gas yang terjadi dari pembentukan lapisan panas di atmosfer bumi kemudian dipantulkan kembali panas yang dipancarkan oleh permukaan bumi. Penumpukan gas-gas ini akan mengakibatkan sinar infra merah yang dipantulkan kembali ke bumi semakin besar dan berakibat pada peningkatan suhu bumi (Cicerone, 1987). Gas yang termasuk sebagai GRK akan berpengaruh secara langsung atau tidak langsung pada efek rumah kaca yang akan mengakibatkan perubahan iklim (Rachman, 2007).

2.7.1 Metana (CH₄)

Menurut (Gilbert dan Frenzel, 1998; Furukawa dan Inubushi, 2002; Ramanathan *et al.*, 1985 dalam Setyanto *et al.*, 2000; Agus dan Irawan, 2004) Gas metana merupakan salah satu gas rumah kaca yang memiliki kontribusi dalam *global warming* dengan jumlah diperkirakan 10 - 30 % dari lahan pertanian dan 3 - 10 % dari lahan kering. Konsentrasi CH₄ saat ini mencapai 1852 ppbv dengan nilai potensi pemanasan globalnya (*global warming potential*) adalah 23 - 32 kali lebih besar dari CO₂ (Wihardjaka dan Setyanto, 2007; Blake dan Rowland, 1988 dalam Neue dan Roger, 1994; Wihardjaka *et al.*, 1999). Sehingga total emisi global dari gas CH₄ diperkirakan 320 - 590 teragram per tahun (Tg/tahun) dengan sumbangan dari lahan padi sebanyak 25 - 100 Tg/tahun (Neue dan Roger, 1994; Setyanto *et al.*, 2000; Wihardjaka *et al.*, 1999).

Dekomposisi anaerobik organik termasuk dalam sumber penghasil CH₄. Hal inilah yang menyebabkan lahan sawah sangat ideal untuk kondisi ini (Tsuruta *et al.*, 1997, Wihardjaka dan Setyanto, 2007). Lahan sawah dalam keadaan tergenang bersifat reduktif dan anaerobik. Kondisi ini memberi dampak lingkungan yang baik untuk perkembangan bakteri pembentuk metana (*methanogenic bacteria*). Lebih dari 90 % metana terpisah dari tanah sawah ke atmosfer lewat tanaman padi, karena tanaman padi mempunyai ruang tersendiri

yaitu aerenkhima dan intersel sebagai cara pengangkutan CH₄ dari tanah tereduksi ke atmosfer (Suharsih *et al.*, 1999; Susilokarti, 2007). Diperkirakan 80 % metana yang dihasilkan tersebut dioksidasi di sekitar perakaran tanaman padi (rhizosfer).

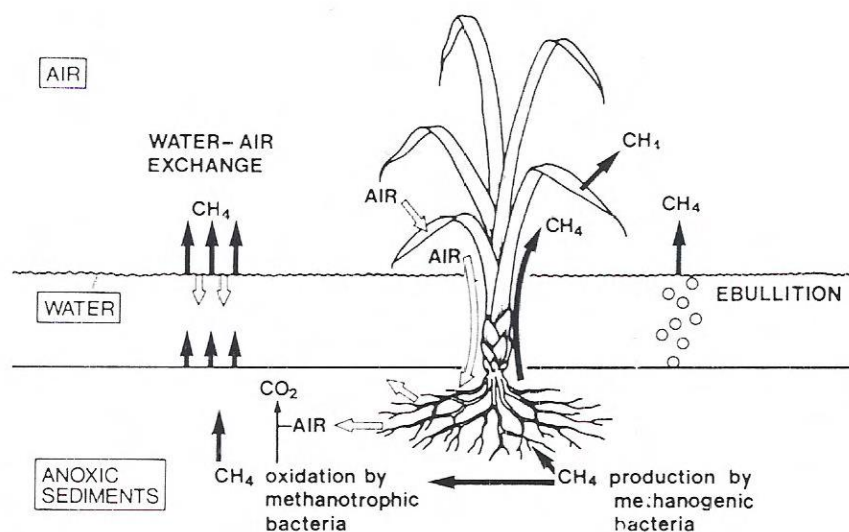
Menurut Neue *et al.* (2000) menyatakan bahwa emisi gas metana sangat mempengaruhi proses interaksi yaitu:

1. Pembentukan CH₄
2. Oksidasi CH₄
3. Pelepasan keatas (Gambar 2.7). Berbeda dengan CO₂, rosot CH₄ yang selama ini dikenal hanyalah melalui dua proses yaitu dikonsumsi oleh bakteri metanotrof dan reaksi dengan ion radikal di atmosfer bumi (Wihardjaka dan Setyanto, 2007).

Menurut (Neue dan Roger, 1994) mengatakan bahwa rejim air, sifat tanah dan tanaman padi yang ditanam adalah faktor utama pada produksi CH₄ di lahan sawah. Faktor lain yang mempengaruhi pola dan besarnya emisi CH₄, antara lain :

1. Pengelolaan air irigasi
2. Kondisi tanah (pH dan Eh)
3. Suhu tanah dan udara
4. Varietas padi
5. Aplikasi pupuk
6. Musim tanam

(Nugroho *et al.*, 1997; Singh *et al.*, 1998; Neue dan Roger, 1994; Suharsih *et al.*, 1999; Wihardjaka *et al.*, 1999; Wihardjaka dan Setyanto; 2007; Setyanto *et al.*, 2000; Neue *et al.*, 2000).



Gambar 2. 7 Proses pelepasan CH₄ ke atmosfer

Sumber: (Sharkey *et al.*,1991)

Kondisi tanah dengan penggenangan terus-menerus (*continuously flooded*) relatif mengemisikan CH₄ lebih tinggi dibandingkan dengan pengairan berselang berkala atau bergantian (*intermittent*). Pengeringan membuat kondisi aerob pada tanah dan mengaktifkan bakteri metanotrof yang berperan mengoksidasi CH₄ menjadi CO₂ sehingga lebih banyak CH₄ teroksidasi sebelum di lepas ke atmosfer. Wihardjaka dan Setyanto (2007) menyatakan bahwa dari seluruh CH₄ yang diproduksi dalam tanah hanya 16.6 % yang diemisikan dan sisanya dioksidasi.

Perlakuan *intermittent* memang dianjurkan untuk mengatur kondisi lahan menjadi kering-tergenang secara bergantian. *Intermittent* dapat memberikan kesempatan pada akar untuk mendapatkan udara sehingga dapat berkembang lebih dalam. Pengairan berselang memberikan manfaat pada lahan pertanian salah satunya dapat berkembang lebih baik. Pengairan berselang memberikan manfaat timbulnya keracunan besi, mencegah penimbunan bahan organik dan gas H₂S yang dapat memperlambat perkembangan akar, mengaktifkan mikroba yang bermanfaat, mengurangi rebahan, mengurangi jumlah anakan yang tidak produktif, menyamakan pemasakan gabah, mempercepat waktu panen,

dan mempermudah pembenaman pupuk ke dalam tanah (Wihardjaka dan Setyanto, 2007).

Kemampuan tanaman padi dapat mengeluarkan emisi gas CH₄ yang beragam sesuai sifat padinya. Setiap varietas padi mempunyai peran dan aktivitas akar yang berbeda, seperti besar eksudat akar dan kecepatan pertukaran gas yang sangat erat kaitannya dengan volume gas CH₄. Eksudat atau hasil autoksisakar padi adalah sumber karbon bagi bakteri methanogenik penghasil CH₄. Penggenangan dan pelumpuran pada tanah sawah akan merusak agregat dan koloid tanah, meningkatkan permukaan aktif, mengubah Eh dan pH. Bakteri pembentuk CH₄ dapat berkembang baik pada kondisi tergenang, dimana Eh < 150 dan pH 6 - 8 dengan suhu tanah 25 – 35 derajat celsius (Neue dan Roger 1994; Suharsih 1999; Tsuruta *et al.*, 1997; Yang dan Cang, 1997; Neue dan Scharpenseel, 1990 *dalam* Wihardjaka *et al.*, 1999).

2.7.2 Karbondioksida CO₂

Menurut (Wihardjaka dan Setyanto, 2007) mengemukakan bahwa karbondioksida adalah gas GRK yang menjadi sasaran untuk diturunkan konsentrasinya di atmosfer. Secara alami, gas CO₂ dihasilkan melalui dekomposisi bahan organik secara aerobik. Sedangkan menurut Wood (1990) bahwa peningkatan konsentrasi CO₂ mampu memicu pemanasan global. Keadaan ini akan meningkatkan timbulnya potensi perubahan iklim yang menghasilkan suhu dan pengurangan produktivitas di lahan pertanian.

Konsentrasi CO₂ akan terus meningkat, saat ini konsentrasinya mencapai jumlah 365 - 375 ppm (Dalal *et al.*, 2003; Wihardjaka dan Setyanto, 2007). Peningkatan konsentrasi CO₂ tersebut diakibatkan oleh ketidakseimbangan antara besarnya sumber emisi (*source*) dengan dayarotnya (*sink*). Tanah dapat berperan sebagai *sink* utama C yang dapat digunakan sebagai tindakan mitigasi dalam peningkatan CO₂ di atmosfer.

Jumlah fluks CO₂ dalam tanah akan tergantung pada cara pengaturan lahan pertanian. Pengaturan sistem perakaran tanaman dapat digunakan untuk

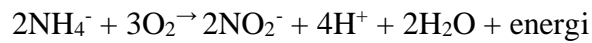
menurunkan emisi karbon karena sistem perakaran tanaman dapat digunakan untuk menyuplai kembali karbon pada profil tanah permukaan dimana karbon untuk pembentukan CO₂ dapat berkurang. Pengolahan tanah yang tepat diperlukan untuk meningkatkan dan mengoptimalkan CO₂ dalam tanah untuk proses fotosintesis sehingga produktivitas tanaman yang dihasilkan juga mengalami peningkatan. Pada dasarnya secara alami CO₂ merupakan bagian terpenting dari fotosintesis tanaman. Namun akibat industri yang pesat dan tingginya pemakaian bahan bakar fosil serta laju deforestasi hutan-hutan alam yang semakin cepat mengalami daya pelepasan CO₂ dari sumber-sumber emisi lebih tinggi dari sumber tabungnya (Wihardjaka dan Setyanto, 2007).

2.7.3 Dinitrogen Oksida (N₂O)

Gas N₂O adalah gas di atmosfer yang memiliki peranan dalam pemanasan global yaitu dalam penurunan lapisan ozon stratosfer yang diketahui bertujuan untuk melindungi biosfer dari efek radiasi ultraviolet langsung. Jika disandingkan dengan gas metana dan gas karbondioksida jumlahnya memang lebih rendah. Tetapi berpotensi dalam pemanasan rumah kaca 250 kali lebih kuat dari pada CO₂ dan telah berlangsung di atmosfer selama 100 - 175 tahun (Erickson dan Keller *dalam* Hutabarat, 2001; Wihardjaka dan Setyanto, 2007; Beuchamp, 1997). Konsentrasi N₂O di atmosfer telah meningkat 16 % sejak tahun 1750. Konsentrasi tersebut diperkirakan sebesar 310 - 314 ppb dengan laju peningkatan 0.2 - 0.3 % setiap tahunnya (Dalal *et al.*, 2003; Rennenberg *et al.*, 1992 *dalam* Wihardjaka dan Setyanto, 2007; Partohardjono, 1999; Erickson dan Keller *dalam* Hutabarat, 2001; Teepe *et al.*, 2004; Beuchamp, 1997). Pada nyatanya bahwa, 60 - 80 % dari total emisi N₂O di atmosfer adalah berasal dari tanah sawah (IPCC, 2001 *dalam* Dalal *et al.*, 2003; Yan *et al.*, 2000).

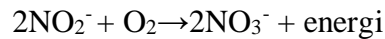
Menurut (Dalal *et al.*, 2003; Haynes, 1986; Prayitno *et al.*, 1999; Tsuruta, 1997; Beuchamp, 1997) dinitrogen Oksida berasal dari terbentuknya tanah pada aktivitas mikroorganisme selama proses nitrifikasi dan proses denitrifikasi yang berlangsung dalam dua langkah. Dua langkah tersebut yaitu :

1. Oksidasi NH_4^- menjadi NO_2^- , reaksinya adalah sebagai berikut :

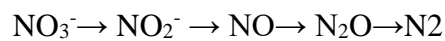


Bakteri yang berperan dalam proses reaksi tersebut adalah bakteri *Nitrosomonas*.

2. Oksidasi NO_2^- menjadi NO_3^- dengan reaksi :



Bakteri yang berperan adalah bakteri *Nitrobacter*. Kemudian hasil dari proses nitrifikasi yang berupa NO_3^- akan berubah menjadi N_2O . Proses denitrifikasi adalah langkah terakhir dalam siklus N dan terjadi pada kondisi anaerob. N_2O direduksi menjadi N_2 oleh enzim *nitrous oxide* yang tereduksi (Stouthamer, 1988). Pada proses denitrifikasi sebagian mikroba dapat menggunakan NO_3^- sebagai penerima elektron utama untuk memperoleh energi dari senyawa organik ketika ketersediaan O_2 rendah yang memperlambat metabolisme pada proses denitrifikasi heterotrofik. Proses denitrifikasi heterotrofik adalah proses yang sangat penting sebagai sumber pembentukan nitro oksida dengan tahapan sebagai berikut :



Reaksi pembentukan NO_3^- menjadi N_2O dan N_2 menunjukkan bahwa emisi N_2O dapat terjadi pada tanaman padi di lahan sawah tadah hujan yang keadaan airnya berselang antara basah (tergenang) dan kering, tergantung fluktuasi curah hujan (Wihardjaka dan Setyanto, 2007; Suyono *et al.*, 2006; Kuikman *et al.*, 2000).

Menurut Suyono *et al.* (2006) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi pola proses nitrifikasi dan proses denitrifikasi di dalam tanah yaitu:

1. Pasokan ion ammonium
2. Populasi organisme penitrifikasi
3. Aerasi tanah
4. Kelembaban tanah
5. Temperatur
6. pH tanah

7. levelserta bentuk nitrogen anorganik.

Derajat keasaman tanah yang mempengaruhi proses nitrifikasi berada dalam kisaran 5 - 10, tetapi berlangsung paling cepat terjadi pada saat pH mendekati 7 dan berkurang pada $\text{pH} < 5,5$. Walaupun batas terendah bermacam-macam dengan tekstur tanah dan organisme asli (Alexander, 1977 dalam Mulyadi *et al.*, 1999). Untuk denitrifikasi, kemasaman tanah sangat dipengaruhi oleh komposisi produk-produk gas N_2O dan N_2 . Di atas pH 6, N_2 lebih dominan dengan pelepasan sejumlah N_2O pada tahap pertama proses denitrifikasi. Dengan turunnya $\text{pH} < 6$ dan proporsi N_2O meningkat yang menjadi dominan pada saat kondisi pH tanah < 5 (Dalal *et al.*, 2003).

2.8 Pengelolaan Tanaman Terpadu

Pengelolaan Tanaman Terpadu (*Integrated Crop Management*) atau disebut PTT pada padi sawah adalah salah satu metode pendekatan pengelolaan usahatani padi dengan mengaplikasikan berbagai komponen teknologi budidaya yang memberikan efek sinergis. PTT mengumpulkan semua komponen usahatani terpilih yang serasi dan saling komplementer, untuk mendapatkan hasil panen optimal dan kelestarian lingkungan (Sumarno *et al.*, 2000). Pengelolaan tanaman terpadu sangat terdiferensiasi dengan sistem pertanian modern dimana aspek kelestarian dan keberlanjutan produktivitas lahan pertanian merupakan faktor yang harus diutamakan. Sistem ini merupakan kelengkapan dari metode pendekatan SRI (*System of Rice Intensification*), yang dianggap mempunyai banyak kendala dalam teknis pelaksanaan di lapangan atau dalam hal memenuhi kebutuhan pangan nasional yang tinggi. Untuk itu sistem PTT sangat memajukan peningkatan produksi padi dengan tetap menjaga keberlanjutan lingkungan pertanian. Pengelolaan tanaman terpadu berasaskan pada hubungan sinergis antara dua sistem atau lebih dari teknologi produksi yang sinergis, maka diharapkan sistem pelaksanaannya mampu seragam dengan kondisi

di lapangan yang ada di Indonesia dan secara nyata mampu meningkatkan produktivitas tanaman padi (Sumarno *et al.*, 2000).

Pengelolaan Tanaman Terpadu adalah solusi metode pendekatan yang baik di bidang pertanian dimana dalam menerapkannya lebih mudah dikelola demi tercapainya produksi yang optimal antara lain mencakup (Sumarno dan Suyanto, 1998):

- a. Seleksi komoditas adaptif yang sebanding dengan agroklimat dan musim tanam
- b. Seleksi varietas unggul yang adaptif dan kualitas benih bermutu tinggi
- c. Mengoptimalkan pengelolaan tanah, air, hara juga tanaman
- d. Mengendalikan penyakit hama secara teratur
- e. Penindakan panen dan pasca panen yang tepat.

Model PTT merupakan teknologi budidaya yang sinergis, yang mudah dilakukan sesuai keadaan agroekosistem yaitu:

- a. Tingkah laku benih
- b. Seleksi varietas
- c. Penanaman tunggal bibit muda
- d. Jarak tanam lebih rapat
- e. Sistem penyaluran air
- f. Konsumsi bahan organik
- g. Penerapan bagan warna daun dan uji tanah dalam pemupukan
- h. Penindakan gulma dengan gosrok. Pelaksanaan model ini dilaporkan dapat menambah hasil padi mulai dari sekitar 5.6 menjadi 7.3 – 9.6 t/ha (Stoop *et al.*, 2000 dalam Pramono *et al.*, 2005).

Sistem Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) pada budidaya padi sawah merupakan salah satu metode pendekatan yang intensifikasi dengan komponen atau elemen teknologi utama PTT meliputi penggunaan benih bermutu, varietas unggul sesuai lokasi, tanam bibit muda (umur < 15 hss) tunggal per lubang, tanam cara legowo, pemberian bahan organik, pengelolaan hara spesifik lokasi, irigasi *intermittent* (berselang), pengendalian gulma secara manual, penerapan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) bagi

pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan penanganan panen dan pasca panen yang baik (Zaini *et al.*, 2004).

2.9 Rekomendasi Penelitian Potensi Gas Rumah Kaca Berkaitan Emisi Gas Metana (CH₄) di Lahan Padi Sawah

Rekomendasi penelitian terdahulu sangat membantu dalam meneliti suatu permasalahan sebagai acuan literatur dari adanya penelitian-penelitian lain yang sudah ada. Berikut beberapa penelitian potensi gas rumah kaca yang berkaitan dengan emisi gas metana di sektor pertanian dapat dilihat pada tabel 2.10 :

Tabel 2.10 Penelitian Potensi Gas Rumah Kaca Yang Berkaitan Emisi Gas Metana (CH₄) di Lahan Padi Sawah

No	Nama Peneliti/Tahun Terbit	Judul	Isi
1	Putri Widya.S/ (Jurnal-2017)	Potensi Gas Rumah Kaca di Sektor Pertanian Bagian Timur D.I.Yogyakarta	Pada tahun 2016 menyumbangkan emisi CH ₄ paling besar pertama adalah Kecamatan Kalasan sebesar 1,35 Gg CO ₂ eq/tahun lalu Kecamatan Berbah sebesar 0,95 Gg CO ₂ eq/tahun dan terakhir Kecamatan Prambanan sebesar 0,93 Gg CO ₂ eq/tahun yang menyumbangkan emisi paling kecil sehingga total emisi CH ₄ dari tiga kecamatan tersebut sebesar 3,23 Gg CO ₂ eq/tahun.
2	Orbanus Naharia , M Sri Saeni , Supiandi Sabihan dan Harris Burhan / Jurnal 2005	Teknologi Pengairan dan Pengolahan Tanah Pada Budidaya Padi Sawah untuk Mitigasi Gas Metana (CH₄)	Dengan menggunakan Percobaan menggunakan RancanganAcak Kelompok (RAK.), Pengairan berselang dan pengairan macakmacak pada budidaya padi sawah dapat menekan emisi gas CH ₄ . Pengairan berselang mampu memitigasi emisi gas CH ₄ sebesar 56,3%, sedangkan pengairan macak-macak dapat memitigasi gas CH ₄ sebesar 54,6%.
No	Nama Peneliti/Tahun Terbit	Judul	Isi

3	Bekti/ (Jurnal-2012)	Evaluasi Emisi Metan dari Lahan Sawah di Pulau Jawa dengan model matematis yang dikeluarkan oleh IPCC 2006.	Berdasarkan data luas panen per tahun dan persamaan matematik penghitungan emisi metan (CH ₄) dari IPCC, maka estimasi emisi metan untuk seluruh Pulau Jawa dapat dihitung. Emisi minimum adalah 125.973 kg/ha/musim diperoleh dari kontrol (tanpa pemupukan), sedangkan emisi maksimum adalah 450.724 kg/ha/musim diperoleh dari pemupukan 250 kg urea/ha.
---	----------------------	--	---

2.10 Rekomendasi Penelitian Potensi Gas Rumah Kaca Berkaitan Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) di Lahan Padi Sawah

Rekomendasi penelitian terdahulu sangat membantu dalam meneliti suatu permasalahan sebagai acuan literatur dari adanya penelitian-penelitian lain yang sudah ada. Berikut beberapa penelitian potensi gas rumah kaca yang berkaitan dengan emisi gas karbon dioksida di sektor pertanian dapat dilihat pada tabel 2.11:

Tabel 2.11 Penelitian Potensi Gas Rumah Kaca Yang Berkaitan Emisi Gas Karbon Dioksida (CO₂) di Lahan Padi Sawah

No	Nama Peneliti /Tahun Terbit	Judul	Isi
1	Putri Widya.S/ (Jurnal-2017)	Potensi Gas Rumah Kaca di Sektor Pertanian Bagian Timur D.I.Yogyakarta	Pada tahun 2016 tingkat emisi CO ₂ dari penggunaan urea yang dihasilkan dari aktivitas pertanian di Kecamatan Prambanan sebesar 0,153 Gg CO ₂ eq/tahun yang merupakan emisi CO ₂ paling besar lalu Kecamatan Kalasan sebesar 0,115 Gg CO ₂ eq/tahun dan terakhir yang menyumbangkan emisi paling kecil adalah Kecamatan Berbah sebesar 0,111 Gg CO ₂ eq/tahun

			sehingga total emisi keseluruhan dari tiga kecamatan tersebut adalah sebesar 0,38 Gg CO ₂ eq/tahun
2	Miranti Ariani, M. Ardiansyah, dan Prihasto Setyanto / (Jurnal 2015)	Inventarisasi Emisi GRK Lahan Pertanian di Kabupaten Grobogan dan Tanjung Jabung Timur dengan Menggunakan Metode IPCC 2006 dan Modifikasinya	Beban emisi CO ₂ yang dihasilkan dari konsumsi pupuk urea di Grobogan pada tahun 2006-2011 menunjukkan kecenderungan yang relatif stabil dalam range antara 54,4-61,6 Gg CO ₂ th-1, emisi CO ₂ dari pemakaian pupuk urea di Tanjung Jabung Timur menunjukkan penambahan secara signifikan mulai dari 40,6 Gg CO ₂ pada tahun 2006 menjadi 66,8 Gg CO ₂ pada tahun 2011.
No	Nama Peneliti /Tahun Terbit	Judul	Isi
3	Suwondo / (Jurnal-2014)	Analisis Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Di Povinsi Riau	Tingkat beban emisi GRK sektor pertanian relatif naik, hal ini berasal dari hasil aktivitas pembakaran biomassa, pemupukan, penggunaan kapur dan aktivitas pertanian lainnya sebesar 1012,540 Gg CO ₂ /tahun dan CO ₂ -eq 1994,997 Gg CO ₂ /tahun. Kondisi ini akan terus mengalami peningkatan bila penggunaan kapur pertanian dan pupuk urea semakin tinggi. Emisi CO ₂ yang berasal dari penggunaan pemupukan urea dari berbagai subkategori antara lain perkebunan karet, kelapa sawit, kelapa, kopi, kakao dan padi sebesar 542,924 GgCO ₂ /tahun.

2.11 Rekomendasi Penelitian Potensi Gas Rumah Kaca Berkaitan Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) di Lahan Padi Sawah

Rekomendasi penelitian terdahulu sangat membantu dalam meneliti suatu permasalahan sebagai acuan literatur dari adanya penelitian-penelitian lain yang sudah ada. Berikut beberapa penelitian potensi gas rumah kaca yang berkaitan dengan emisi gas dinitrogen oksida di sektor pertanian dapat dilihat pada tabel 2.12 :

Tabel 2.12 Penelitian Potensi Gas Rumah Kaca Yang Berkaitan Emisi Gas Dinitrogen Oksida (N₂O) di Lahan Padi Sawah

No	Nama Peneliti/Tahun Terbit	Judul	Isi
1	Putri Widya.S/ (Jurnal-2017)	Potensi Gas Rumah Kaca di Sektor Pertanian Bagian Timur D.I.Yogyakarta	Potensi emisi N ₂ O langsung pada lahan padi sawah di sektor pertanian Kabupaten Sleman bagian timur dengan menggunakan metode IPCC tier 1 pada tahun 2016 sebesar 5,15 Gg CO ₂ eq/tahun. Sedangkan emisi N ₂ O tidak langsung pada tahun 2016 sebesar 1,74 Gg CO ₂ eq/tahun.
No	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Isi
2	Dimas Fikry Syah Putra dan Joni Hermana / (Jurnal-2014)	Pemodelan Spasial Beban Sumber Emisi Gas Rumah Kaca di Kecamatan Driyorejo	Emisi N ₂ O langsung dan tidak langsung tertinggi adalah Kelurahan Randegansari dengan nilai emisi langsung N ₂ O sebesar 0,80 ton/th dan emisi tidak langsung N ₂ O sebesar 0,17 ton/th.
3	Deicy Catalina Guerra García, Jairo Alexander Osorio Saraz dan Rolando Barahona Rosales / (Jurnal-2015)	Estimasi emisi gas rumah kaca dari kegiatan pertanian di lembah Aburra Wilayah Metropolitan - Kolombia	Emisi GRK dari kegiatan produksi pertanian di daerah Lembah Aburrá untuk tahun 2009 dan tahun 2011 masing-masing adalah 63,1 dan 66,0 Gg CO ₂ eq/tahun.