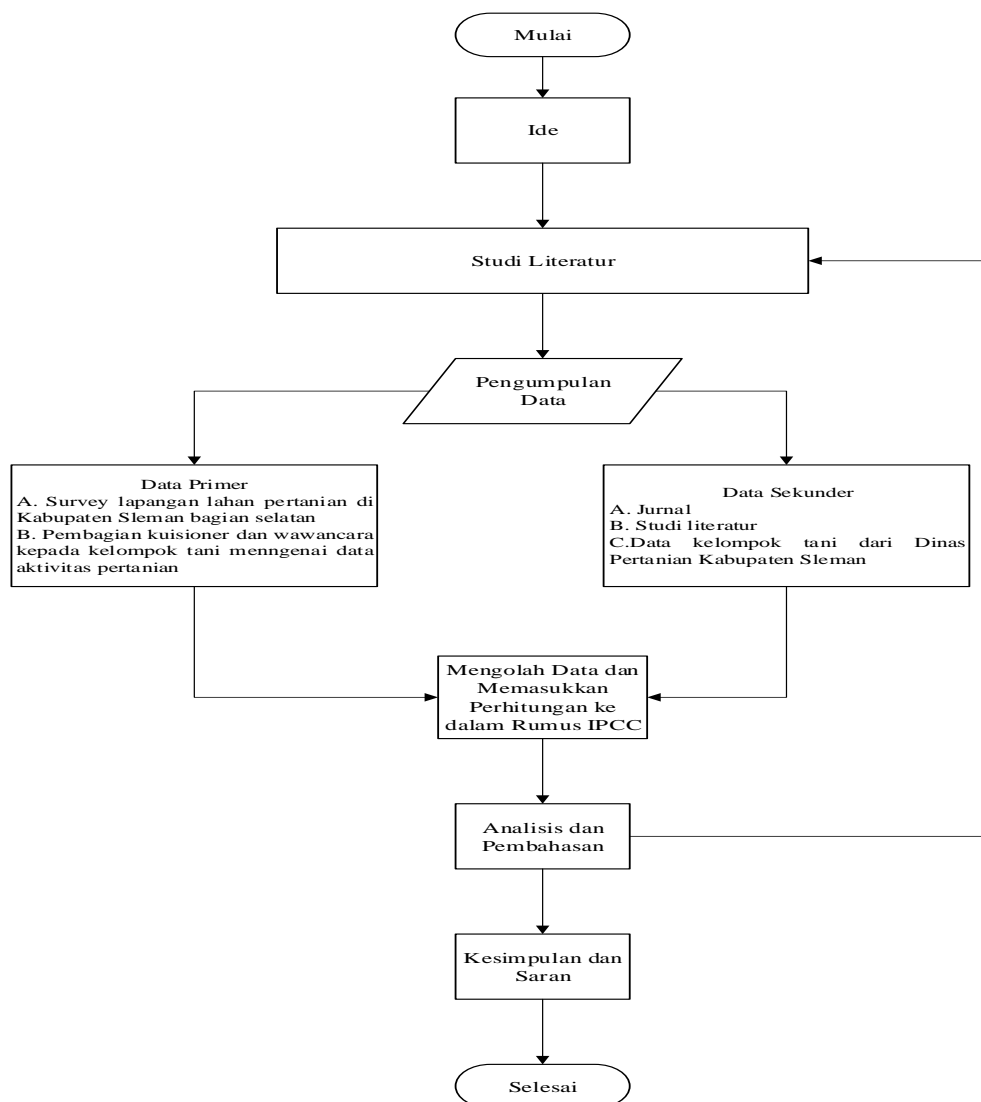


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Berikut ini bagan alir tahapan penelitian emisi GRK di sektor pertanian yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian Emisi GRK di Sektor Pertanian

3.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di daerah Kabupaten Sleman bagian selatan Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu Kecamatan Gamping, Mlati, Depok, Ngemplak, Ngaglik dan Sleman. Pemilihan tempat penelitian yaitu di kawasan lahan pertanian padi yang menggunakan sistem sawah irigasi.

3.3 Ide Penelitian

Di Indonesia kontribusi terbesar GRK berasal dari gas metan, gas karbon dioksida dan gas dinitrogen oksida. Bagian terbesar emisi ini dihasilkan oleh sektor pertanian. Luas area persawahan merupakan berpotensi besar dalam memenuhi kebutuhan pangan, namun jika tidak dikelola dengan baik dapat meningkatkan konsentrasi GRK di atmosfer. Keterkaitan pertanian dengan pemanasan global tidak terlepas dari cara budidaya petani dalam mengelola lahan pertanian. Beberapa upaya budidaya dilakukan untuk memperbaiki sistem pertanian yang mampu menekan emisi GRK namun tetap memprioritaskan tercapainya produktivitas yang tinggi. Sehingga dibutuhkan penelitian tentang inventarisasi emisi GRK serta penurunan emisi untuk mengurangi GRK di atmosfer menuntut keseriusan pemerintah dan partisipasi aktif dunia usaha tani dan masyarakat dalam mengurangi emisi GRK tersebut.

3.4 Metode Populasi dan Sampel

Dalam menentukan jumlah sampel kuisioner yang ada di Kecamatan Gamping, Mlati, Depok, Ngemplak, Ngaglik dan Sleman di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta yang akan menjadi bahan data primer yang berupa kuisioner dan wawancara, maka ukuran sampel 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

3.5 Metode Analisis Data

Analisis data yang diperlukan adalah survey 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 (**lampiran 1**) yang telah disiapkan, sedangkan data sekunder yang dibutuhkan antara lain luas sawah dan luas tanam, faktor emisi urea, komposisi pupuk N (Urea, NPK, ZA), kandungan N pada tiap jenis pupuk, faktor emisi sawah irigasi, faktor emisi padi, faktor koreksi jenis tanah dan persen luas lahan sawah berdasarkan jenis tanah dan luas panen serta 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 primer berupa pengamatan di lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kegiatan Sumber Emisi GRK di Sektor Pertanian (Data Primer)

Data Primer			
No	Kegiatan Sumber Emisi	Jenis Data	Sumber Data
1	Lahan Sawah	Jenis varietas	Kuisisioner
		Jenis sawah irigasi	
		Luas sawah	
		Lama Budidaya Padi	
		Penggunaan bahan organik berupa pupuk kandang	
		Jumlah jerami padi	
		Masa penggenangan lahan sebelum & setelah periode budidaya padi	
		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 sintetis (urea,ZA,phonska)	Kuisisioner
		Dosis pupuk N organik (Kandang)	
		Jumlah Jerami	

Data sekunder berupa data pendukung dari data primer dapat dilihat pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.2 Kegiatan Sumber Emisi GRK di Sektor Pertanian (Data Sekunder)

Data Sekunder			
No	Kegiatan 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
		Kelompok Tani	Dinas Pertanian Kabupaten Sleman
No	Kegiatan Sumber Emisi	Jenis Data	Sumber Data
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	

Setelah data lengkap, maka data selanjutnya akan dianalisis untuk mendapatkan nilai potensi indikator parameter dari emisi gas metana (CH₄),emisi gas karbon dioksida (CO₂) dan emisi gas dinitrogen oksida (N₂O) langsung dan tidak langsung yang berasal dari sektor pertanian yang berada di enam Kecamatan Kabupaten Sleman bagian selatan Daerah Istimewa Yogyakarta melalui metode perhitungan IPCC 2006 AFOLU dengan menggunakan Software Microsoft Excel.

3.6 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 mencakup emisi CH₄ dari pengelolaan sawah padi, emisi CO₂ dari pemakaian pupuk urea dan emisi N₂O langsung dan tidak langsung dari pengelolaan tanah sebagai tolak ukur indikator perbandingan.

3.6.1 Emisi Metan dari Dekomposisi Bahan Organik Pada Lahan Padi Sawah

Dekomposisi bahan organik secara anaerobik pada lahan sawah mengemisikan gas metan ke atmosfer. Jumlah CH₄ yang diemisikan merupakan fungsi dari umur tanaman, rejim air sebelum dan selama periode budidaya, dan penggunaan bahan organik dan anorganik. Selain itu, emisi CH₄ juga dipengaruhi oleh jenis tanah, suhu, dan varietas padi. Emisi CH₄ dihitung dengan mengalikan faktor emisi harian dengan lama budidaya padi sawah dan luas panen dengan menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\text{CH}_{4\text{Rice}} = A \times t \times E_{\text{Fi}} \times 10^{-6} \times 21 \dots \dots \dots 3.1$$

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 (**dari kuisisioner dan dinas pertanian**)

t_{i,j,k} = Lama budidaya padi sawah untuk kondisi I, j, dan k; hari (**dari kuisisioner**)

$EF_{i,j,k}$ = Faktor emisi untuk kondisi I, j, dan k; kg CH₄ per hari (**Tabel 3.1 s/d Tabel 3.5**)

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)

Jenis sawah dapat dikelompokkan menjadi tiga rejim air yaitu sawah irigasi (teknis, setengah teknis dan sederhana), sawah tadah hujan, dan sawah dataran tinggi. Hal ini perlu dipertimbangkan karena kondisi (i, j, k, dst.) mempengaruhi emisi CH₄. Emisi untuk masing-masing sub-unit (ekosistem) disesuaikan dengan mengalikasikan faktor emisi default (Tier 1) dengan berbagai faktor skala.

Tier 1 berlaku untuk negara-negara di mana emisi CH₄ dari budidaya padi bukan kategori kunci atau faktor emisi lokal tidak tersedia. Persamaan untuk mengoreksi faktor emisi baseline ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$E_{Fi} = (E_{Fc} \times S_{Fw} \times S_{Fp} \times S_{Fo} \times S_{F_{s,r}}) \dots \dots \dots 3.2$$

Keterangan:

E_{Fi} = faktor emisi harian yang terkoreksi untuk luas panen tertentu, kg CH₄ per hari

E_{Fc} = faktor emisi baseline untuk padi sawah dengan irigasi terus-menerus dan tanpa pengembalian bahan organik. (**Tabel 3.3**)

S_{Fw} = Faktor skala yang menjelaskan perbedaan rejim air selama periode budidaya (**Tabel 3.3**)

S_{Fp} = Faktor skala yang menjelaskan perbedaan rejim air sebelum periode Budidaya (**Tabel 3.5**)

S_{Fo} = Faktor skala yang menjelaskan jenis dan jumlah pengembalian bahan organik yang diterapkan pada periode budidaya padi sawah (**Tabel 3.6**)

SFs,r = Faktor skala untuk jenis tanah, varietas padi sawah dan lain-lain, jika tersedia (**Tabel 3.4 dan Tabel 3.7**)

Faktor koreksi untuk rejim air selama periode budidaya dan faktor skala untuk jenis tanah disajikan pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4.

Tabel 3.3 Faktor Skala Berdasarkan Rejim Air

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

Sumber: IPCC 2006

Tabel 3.4 Faktor Koreksi untuk Jenis Tanah

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

Sumber: IPCC 2006

Faktor koreksi untuk rejim air sebelum periode budidaya dikelompokkan dalam tiga kategori yaitu tidak tergenang < 180 hari, tidak tergenang > 180 hari, dan tergenang lebih dari 30 hari. Pada periode penggenangan kurang dari 30 hari, faktor koreksi rejim air sebelum budidaya tidak dipertimbangkan (Tabel 3.5).

Tabel 3.5 Default Faktor Skala Emisi CH₄ untuk Rejim Air Sebelum Periode Penanaman

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

Catatan: Periode tergenang sebelum penanaman kurang dari 30 hari tidak dipertimbangkan dalam penggunaan SF_p. Sumber : IPCC (2006)

Faktor skala untuk penggunaan bahan organik dihitung berdasarkan jumlah bahan organik yang diberikan dalam periode budidaya dengan persamaan sebagaimana berikut ini.

$$SF_0 = (1 + ROA_i \cdot CFOA_i)^{0.59} \dots\dots\dots 3.3$$

Keterangan :

SF₀ = faktor skala untuk jenis bahan organik yang digunakan

ROA_i= jumlah bahan organik yang digunakan, dalam berat kering atau berat segar, ton/ha

CFOA_i= faktor konversi bahan organik (**Tabel 3.6**)

Faktor konversi untuk penggunaan berbagai jenis bahan organik dengan menggunakan default IPCC (2006) sebagaimana pada Tabel 3.6 berikut ini:

Tabel 3. 6 Default Faktor Konversi untuk Penggunaan Berbagai Bahan Organik

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

Sumber : Yan et al., 2005 dalam IPCC (2006)

Catatan:

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

Tabel 3.7 Faktor emisi dan faktor koreksi emisi metana (CH₄) dari lahan sawah untuk berbagai varietas padi

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

14	Dodokan	145,6	0,72
15	Way Apoburu	145,5	0,72
16	Muncul	127	0,63
17	Tukad Balian	115,6	0,57
18	Cisanggarung	115,2	0,57
19	Ciherang	114,8	0,57
20	Limboto	99,2	0,49
21	Wayrare	91,6	0,45
22	Maros	73,9	0,37
23	Mendawak	255	1,26
24	Mekongga	234	1,16
25	Memberamo	286	1,41
26	IR42	269	1,33
27	Fatmawati	245	1,21
28	BP360	215	1,06
29	BP205	196	0,97
30	Hipa4	197	0,98
31	Hipa6	219	1,08
32	Rokan	308	1,52
33	Hipa 5 Ceva	323	1,6
No	Varietas	Rata-rata emisi (kg CH₄/ha/musim)	Faktor koreksi terhadap Varietas IR 64
34	Hipa 6 Jete	301	1,49
35	Inpari 1	271	1,34
36	Inpari 6 Jete	272	1,34
37	Inpari 9 Elo	359	1,77

Sumber: Setyanto et al. 2005

3.6.2 Emisi Karbondioksida (CO₂) dari Pemakaian Pupuk Urea

Pemakaian pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO₂ yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Urea (CO(NH₂)₂) diubah menjadi amonium (NH₄⁺), ion hidroksil (OH⁻), dan bikarbonat (HCO₃⁻) dengan

adanya airdan enzim urease. Mirip dengan reaksi tanah pada penambahan kapur, bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO₂ dan air.

Kategori sumber ini perlu dimasukkan karena pengambilan (fiksasi) CO₂ dari atmosfer selama pembuatan urea diperhitungkan dalam sektor industri. Emisi CO₂ dari penggunaan pupuk Urea dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{CO}_2 \text{ Emission} = (M_{\text{Urea}} \times \text{EF}_{\text{Urea}}) \times 10^{-3} \dots\dots\dots 3.4$$

Keterangan :

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

M_{Urea} = Jumlah pupuk Urea yang diaplikasikan, ton per tahun (**dari kuisisioner**)

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

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

Jumlah pupuk urea yang digunakan dapat dihitung melalui dua pendekatan, yaitu berdasarkan data konsumsi urea nasional untuk sektor pertanian yang dikeluarkan oleh AP3I atau berdasarkan luas tanam dan dosis rekomendasi. Pupuk urea umumnya digunakan dalam budidaya tanaman pangan khususnya komoditas padi. Dalam menghitung jumlah pupuk tersebut digunakan beberapa asumsi agar jumlah pupuk urea yang dihitung sesuai dengan penerapan di lapangan. Asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tanaman pangan (Komoditas Padi)

<p>Jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran.</p>

Dosis anjuran penggunaan pupuk urea untuk masing-masing komoditas dapat dilihat pada Tabel 3.8

Tabel 3.8 Dosis Anjuran Pupuk Urea Beberapa Komoditas

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

Sumber : Pawitan et al, (2009)

3.6.3 Emisi Dinitrogen Oksida (N₂O) Langsung dan Tidak Langsung dari Pengelolaan Tanah

Dinitrogen oksida diproduksi secara alami dalam tanah melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi. Nitrifikasi adalah oksidasi amonium oleh mikroba aerobik menjadi nitrat, dan denitrifikasi adalah reduksi nitrat oleh mikroba anaerobik menjadi gas nitrogen (N₂). Dinitrogen oksida ini adalah gas antara dalam urutan reaksi denitrifikasi dan hasil dari reaksi nitrifikasi yang lepas dari sel-sel mikroba dalam tanah dan akhirnya ke atmosfer. Salah satu faktor pengendali utama dalam reaksi ini adalah ketersediaan N anorganik dalam tanah.

Perkiraan emisi N₂O menggunakan penambahan N kedalam tanah (misalnya, pupuk sintetis atau organik, deposit kotoran ternak, sisa tanaman, limbah lumpur), atau mineralisasi N dalam bahan organik tanah melalui drainase/pengelolaan tanah organik, atau budidaya/perubahan penggunaan lahan pada tanah mineral (misalnya, *Forest Land/Grass Land/Settlement* dikonversi menjadi lahan pertanian).

Peningkatan N-tersedia dalam tanah meningkatkan proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang memproduksi N₂O. Peningkatan N-tersedia dapat terjadi melalui penambahan pupuk yang mengandung N atau perubahan penggunaan

lahan dan atau praktek-praktek pengelolaan yang menyebabkan mineralisasi N organik tanah. Sumber-sumber N yang menyebabkan emisi langsung N₂O dari tanah yang dikelola adalah sebagai berikut:

- a. Pupuk N sintetis (misalnya, Urea, ZA, NPK), **F_{SN}**
- b. N-organik yang digunakan sebagai pupuk (misalnya, pupuk kandang, kompos, lumpur limbah, limbah), **F_{ON}**
- c. N dalam sisa tanaman (di atas tanah dan di bawah tanah), termasuk dari tanaman yang memfiksasi N dan dari pembaharuan hijauan atau padang rumput, **F_{CR}**
- d. Faktor emisi untuk emisi N₂O input N untuk sawah irigasi, **EF_{IFR}**

Persamaan untuk menduga emisi N₂O langsung dari tanah yang dikelola adalah sebagaimana berikut ini:

$$N_2O_{Direct-N} = N_2O-N_{input} = \{[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) \times EF_{IFR}]\} \times 10^{-6} \times 310 \dots \dots \dots 3.5$$

Keterangan:

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

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

F_{SN} = Jumlah tahunan pupuk sintetis N yang diaplikasikan ke tanah, kg N per tahun. **(dari Kuisisioner)**

F_{ON} = Jumlah tahunan dari pupuk kandang, kompos, urin, kotoran ternak, dan N organik lainnya yang diaplikasikan ke tanah, kg N per tahun. **(dari Kuisisioner)**

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. **(dari Kuisisioner)**

EF_{1FR} = Faktor emisi untuk emisi N₂O input N untuk sawah irigasi, kg N₂O-N per (kg N input). (dari Tabel 3.9)

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

Tabel 3.9 Default Faktor Emisi untuk Menghitung Emisi N₂O dari Tanah Yang Dikelola

Faktor emisi (FE)	Angka Acuan	Kisaran
EF ₁ untuk faktor emisi untuk emisi N ₂ O dari input N untuk lahan kering, kg N ₂ O-N per kg N input.	0.01	0.003 - 0.03
EF _{1FR} untuk faktor emisi untuk emisi N ₂ O dari input N untuk sawah irigasi, kg N ₂ O-N per kg N input.	0.003	0.000 - 0.006
EF _{2CG,Temp} untuk tanaman organik dan tanah padang rumput di daerah temperatur , kg N ₂ O-N per ha)	8.0	Feb-24
EF _{2CG,Trop} untuk tanaman organik dan tanah padang rumput di daerah tropis , kg N ₂ O-N / ha)	16.0	Mei-48
EF _{2F,Temp,Org,R} untuk tanah hutan yang kaya hara tanah di daerah temperate dan boreal, kg N ₂ O-N per ha	0.6	0.16 - 2.4
EF _{2F,Temp,Org,P} untuk tanah hutan yang miskin hara tanah di daerah temperate & boreal, kg N ₂ O-N per ha	0.1	0.02 - 0.3
EF _{2F,Trop} untuk tanah hutan organik di daerah tropis, kg N ₂ O-N per ha	8.0	0 - 24
EF _{3PRP, CPP} untuk sapi (sapi perah, sapi potong dan kerbau), unggas dan babi, kg N ₂ O-N per ha	0.02	0.007 - 0.06
EF _{3PRP, SO} untuk domba & ternak lain, kg N ₂ O-N per ha	0.01	0.003 - 0.03

Sumber : IPCC 2006

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

- a. Pupuk N sintetis misalnya (Urea, ZA, NPK) ,**F_{SN}**

- b. N organik yang digunakan sebagai pupuk misalnya, pupuk kandang, kompos, lumpur limbah, limbah , F_{ON}
- c. N dalam sisa tanaman (di atas tanah dan di bawah tanah) termasuk dari tanaman yang memfiksasi N dan dari pembaharuan hijauan atau padang rumput , F_{CR}

Persamaan untuk menduga emisi N_2O tidak langsung dari tanah yang dikelola adalah dengan rumus sebagai berikut:

$$N_2O\text{-Indirect} = (N_2O_{(ATD)} - N)$$

$$= [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{CR}) \times Frac_{GASM})] \times EF_4 \times 10^{-6} \times 310 \dots \dots \dots 3.6$$

Keterangan:

$N_2O\text{-Indirect}$ = Emisi tahunan N_2O langsung dari tanah yang dikelola, kg N_2O -N per tahun

F_{SN} = Jumlah tahunan pupuk sintetis N yang diaplikasikan ke tanah ,kg N per tahun. **(dari Kuisisioner)**

F_{ON} = Jumlah tahunan dari pupuk kandang, kompos, urin, kotoran ternak, dan N organik lainnya yang diaplikasikan ke tanah, kg N per tahun. **(dari Kuisisioner)**

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. **(dari Kuisisioner)**

$Frac_{GASF}$ = Fraksi pupuk N sintetis yang bervolatisasi sebagai NH_3 dan NO_x , kg N tervolatisasi per kg N yang digunakan.**(dari Tabel 3.10)**

$Frac_{GASM}$ = fraksi pupuk organik N (F_{ON}) dan urin dan korotan ternak yang dideposit ternak (F_{PRP}) yang tervolatisasi sebagai NH_3 and NO_x , kg N tervolatisasi per kg of N yang diaplikasikan atau dideposit.**(dari Tabel 3.10)**

EF_4 = faktor emisi N_2O dari deposit N pada tanah dan permukaan air, [kg $N-N_2O$ per (kg $NH_3-N + NO_x-N$ volatilised)]. **(dari Tabel 3.10)**

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

Faktor-faktor emisi menduga emisi N₂O tidak langsung dari tanah yang dikelola dapat menggunakan default faktor emisi IPCC (2006) seperti pada Tabel 3.10

Tabel 3.10 Default Emisi, Faktor Volatilisasi dan Pencucian untuk Emisi N₂O Tidak Langsung dari Tanah

Faktor emisi (FE)	Angka acuan	Kisaran
EF ₄ [volatilisasi dan redeposit N], kg N ₂ O-N per kg NH ₃ -N + NOX-N tervolatilisasi	0.010	0.002 -0.05
EF ₄ [volatilisasi dan redeposit N], kg N ₂ O-N per kg NH ₃ -N + NOX-N tervolatilisasi	0.0075	0.0005-0.025
Frac _{GASF} [volatilisasi dari pupuk sintetis], kg NH ₃ -N + NOX-N per kg N yang digunakan	0.10	0.03 -0.3
Frac _{GASM} [Volatilisasi dari semua pupuk N organik, urin dan kotoran yang dideposit ternak], kg NH ₃ -N +NOX-N per kg N yang digunakan atau dideposit	0.20	0.05 -0.5
Frac _{LEACH-(H)} [N yang hilang karena pencucian/aliran permukaan untuk daerah dengan Σ CH pada musim hujan) - Σ evapotranspirasi potensial pada periode yang sama) > kapasitas tanah memegang air, OR dengan menggunakan irigasi (kecuali irigasi tetes)], kg N per N yang ditambahkan atau dideposit oleh ternak	0.30	0.1 - 0.8

Sumber : IPCC (2006)