REPUBLIK INDONESIA

PEDOMAN PENYELENGGARAAN INVENTARISASI GAS RUMAH KACA NASIONAL

BUKU II

VOLUME 3
METODOLOGI PENGHITUNGAN TINGKAT EMISI DAN PENYERAPAN GAS RUMAH KACA

PERTANIAN, KEHUTANAN, DAN PENGGUNAAN LAHAN LAINNYA

KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP

2012

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR..... i
SAMBUTAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP..... iii
DAFTAR ISI..... v
DAFTAR TABEL..... vi
DAFTAR GAMBAR..... vii
I. PENDAHULUAN..... 1
1.1 Pengantar..... 1
1.2 Definisi Kategori Penggunaan Lahan..... 1
1.3 Tampungan Karbon..... 3
1.4 Gas Non-CO_2..... 5
1.5 TIER (Tingkat Ketelitian)..... 6
II. PETERNAKAN..... 8
2.1 Fermentasi Enterik..... 8
2.2 Pengelolaan Kotoran Ternak..... 10
III. PERTANIAN..... 18
3.1 Emisi Metan dari Pengelolaan Padi Sawah..... 18
3.2 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Pengapuran Tanah Pertanian..... 25
3.3 Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea..... 27
3.4 Emisi Dinitrogen Oksida (N_2O) dari Pengelolan Tanah..... 31
3.5 Emisi Non CO_2 dari Pembakaran Biomasa..... 40
IV. KEHUTANAN DAN PENGGUNAAN LAHAN LAINNYA..... 45
4.1 Pendugaan Perubahan Simpanan Karbon..... 51
4.2 Perhitungan Perubahan Karbon Biomassa Diatas dan Dibawah Permukaan..... 54
4.3 Perubahan Simpanan karbon pada Biomassa Mati (Bahan Oganik Mati)..... 67
4.4 Perubahan Simpanan Karbon dalam Tanah..... 70
4.5 Emisi Non-CO_2..... 74
DAFTAR PUSTAKA..... 78
LAMPIRAN-LAMPIRAN
1. Deskripsi Kategori Emisi dan Serapan Gas Rumah Kaca Kegiatan Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya..... 79
2. Tabel Pelaporan (*Common Reporting Format*) Hasil Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya..... 89
3. Lembar Kerja Inventarisasi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya..... 105

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1.1 Definisi Tampungan Karbon pada AFOLU untuk setiap Kategori Penggunaan Lahan..... 4
Tabel 1.2 Nilai Konversi gas CO_2 menjadi gas non CO2..... 5
Tabel 2.1 Struktur populasi sapi pedaging, sapi perah dan kerbau (%) di Indonesia..... 9
Tabel 2.2 Faktor emisi metana dari fermentasi enterik (IPCC 2006)..... 9
Tabel 2.3 Faktor emisi metana dari pengelolaan limbah ternak (IPCC 2006)... 10
Tabel 2.4 Faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi langsung dan tidak langsung N_2O dari pengelolaan limbah ternak di Indonesia (IPCC 2006)..... 15
Tabel 3.1 Faktor Skala berdasarkan Rejim Air..... 19
Tabel 3.2 Faktor koreksi untuk Jenis Tanah..... 20
Tabel 3.3 *Default* faktor skala emisi CH4 untuk rejim air sebelum periode penanaman..... 20
Tabel 3.4 *Default* faktor konversi untuk penggunaan berbagai jenis bahan organik..... 21
Tabel 3.5 Dosis anjuran pupuk urea untuk beberapa komoditas pertanian..... 29
Tabel 3.6 *Default* faktor emisi untuk menghitung emisi N_2O dari tanah yang dikelola..... 34
Tabel 3.7 Default emisi, faktor volatisasi dan pencucian untuk emisi N_2O tidak langsung dari tanah..... 36
Tabel 3.8 Nilai konsumsi bahan bakar biomas/bahan organik mati dan biomas hidup (ton bahan kering/ha) untuk menduga Mb*Cf dari pembakaran sisa pertanian..... 41
Tabel 3.9 Faktor emisi dari pembakaran berbagai jenis ekosistim (g/kg bahan kering yang dibakar)..... 41
Tabel 4.1 Kategori dan Sub-Kategori Penggunaan Lahan dan Kaitannya dengan Tampungan Karbon..... 45
Tabel 4.2 Hubungan Kategorisasi Penggunaan Lahan IPCC 2006, SNI 7645:2010 dan Kementerian Kehutanan..... 59
Tabel 4.3 Hubungan Transisi/Perubahan Penggunaan lahan menurut kategori IPCC dan Kementerian Kehutanan..... 50
Tabel 4.4 Nilai konsumsi bahan bakar biomas (bahan organik mati dan biomas hidup) dalam ton bahan kering/ha untuk menduga Mb*Cf.... 75
Tabel 4.5 Nilai faktor pembakaran pada beberapa jenis vegetasi..... 76
Tabel 4.6 Faktor emisi dari beberapa jenis pembakaran..... 77

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.1 Siklus Karbon dari Ekosistem Daratan AFOLU..... 3

I. PENDAHULUAN

1.1. Pengantar

Pedoman penyelenggaraan inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) memberikan bimbingan metodologis untuk melaporkan inventarisasi tahunan dari emisi dan penyerapan GRK ke Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC).

Metode perhitungan GRK yang ada pada pedoman IPCC berbeda dalam kompleksitas mulai dari metode sederhana *Tier* 1 yang didasarkan pada default faktor emisi/serapan global atau regional, *Tier* 2 metode berdasarkan faktor emisi/serapan lokal; dan *Tier* 3 metode yang melibatkan pemodelan lebih rinci atau pendekatan berbasis inventarisasi.

Metode perhitungan yang diikuti dalam Pedoman IPCC untuk menghitung emisi/serapan GRK adalah melalui perkalian antara informasi aktivitas manusia dalam jangka waktu tertentu (data aktivitas, DA) dengan emisi/serapan per unit aktivitas (faktor emisi/serapan, FE). Oleh karena itu,

$$Emisi/Serapan\ GRK = DA \times FE,$$

dimana:

DA : Data aktivitas, yaitu informasi terhadap pelaksanaan suatu kegiatan yang melepaskanatau menyerap gas rumah kaca yang dipengaruhi oleh kegiatan manusia, sedangkan

FE : Faktor Emisi, yaitu besaran yang menunjukkan jumlah emisi gas rumah kaca yang akan dilepaskan atau diserap dari suatu aktivitas tertentu.

Emisi dan serapan GRK dari sektor Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya (*Agriculture, Forestry and Other Land Use*, AFOLU) pada suatu ekosistem lahan berasal dari perubahan stok karbon daripada pool karbon dan dari emisi non-CO_2 berbagai sumber termasuk pembakaran biomassa, tanah, fermentasi enterik ternak, dan pengelolaan kotoran ternak (*manure*).

Oleh karena itu, persamaan dasar di atas bisa dimodifikasi dengan menyertakan parameter estimasi lain dari faktor emisi seperti perubahan stok karbon (C) pada tampungan karbon dari AFOLU atau emisi non-CO_2.

1.2. Definisi Kategori Penggunaan Lahan

Sesuai Arahan IPCC, penggunaan dan perubahan lahan untuk inventarisasi emisi dan serapan GRK dibedakan menjadi 6 (enam) kategori, yaitu: 1) *Forest land*, 2) *Grassland*, 3) *Cropland*, 4) *Wetland*, 5) *Settlement*, dan 6) *Other land*.

Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7645:2010 Klasifikasi Penutup Lahan digunakan untuk membuat kategorisasi seperti arahan IPCC tersebut di atas. Dalam hal SNI 7645:2010 tidak memuat kategorisasi penutup lahan di bidang kehutanan maka digunakan kategorisasi penutupan lahan yang berlaku di Kementerian Kehutanan.

IPCC mendefinisikan 6 (enam) kategori penggunaan lahan secara umum, yaitu sebagai berikut:

a. ***Forest Land*** **(Lahan Hutan).** Kategori ini mencakup semua lahan dengan vegetasi berkayu sesuai dengan ambang batas yang digunakan untuk mendefinisikan Forest Land dalam Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Dalam kategori ini juga termasuk sistem dengan struktur vegetasi diluar definisi hutan, tetapi berpotensi bisa mencapai nilai ambang batas atau memenuhi definisi hutan yang digunakan oleh suatu negara untuk menentukan kategori lahan hutan.

b. ***Cropland*** **(Lahan Pertanian dan *Agroforestry*).** Kategori ini meliputi tanaman pangan, termasuk sawah dan sistem *agroforestry* dimana struktur vegetasinya dibawah ambang batas untuk disebut kategori lahan hutan.

c. ***Grassland*** **(Padang Rumput dan Savana).** Kategori ini mencakup padang pengembalaan dan padang rumput yang tidak dianggap sebagai lahan pertanian. Dalam kategori ini termasuk sistem dari vegetasi berkayu dan vegetasi bukan rumput seperti tumbuhan herbal dan semak. Kategori ini juga mencakup semua rumput dari lahan yang tidak dikelola sampai lahan rekreasi serta sistem pertanian dan silvi-pastural.

d. ***Wetlands*** **(Lahan Rawa, Gambut, Sungai, Danau dan Waduk).** Kategori ini mencakup lahan dari pengembangan gambut dan lahan yang ditutupi atau jenuh oleh air untuk sepanjang atau sebagian tahun (misalnya, lahan gambut). Kategori ini termasuk reservoir/waduk, sungai alami dan danau.

e. ***Settlements*** **(Pemukiman/Infrastruktur).** Kategori ini mencakup semua lahan yang dikembangkan termasuk infrastruktur transportasi dan

pemukiman dari berbagai ukuran, kecuali yang sudah termasuk dalam kategori lainnya.

f. ***Other Land*** **(Lahan Lainnya).** Kategori ini meliputi tanah terbuka, lahan berbatu, lahan bersalju, dan semua lahan yang tidak masuk ke salah satu dari 5 kategori diatas.

1.3. Tampungan Karbon

Dalam setiap kategori penggunaan lahan, perubahan stok karbon dan estimasi emisi/serapan memperhitungkan 5 (lima) tampungan karbon, yaitu *biomassa hidup*: (i) biomassa diatas permukaan tanah; (ii) biomassa dibawah permukaan tanah, *biomassa mati*; (iii) pohon mati; (iv) serasah; dan (v) bahan organik tanah. Definisi dari ke-5 tampungan karbon tersebut dapat dilihat pata Tabel I.1.

Siklus karbon dari tampungan karbon dan hubunganya dengan fluks termasuk input dan output dari suatu sistem, serta semua kemungkinan transfer antar tampungan karbon dapat dilihat pada Gambar I.1

Gambar 1.1. Siklus Karbon dari Ekosistem Daratan AFOLU

Tabel 1.1. Definisi Tampungan Karbon pada AFOLU untuk setiap Kategori Penggunaan Lahan

Tampungan		Deskripsi
Biomassa	Atas Permukaan	• Semua biomassa dari vegetasi hidup di atas permukaan • Dari strata tanaman berkayu (pohon) maupun strata tumbuhan bawah di lantai hutan (rumput-rumputan), • Termasuk batang, tunggul, cabang, kulit kayu, biji, dan dedaunan.
	Bawah Permukaan	• Semua biomassa dari akar hidup. • Pengertian akar berlaku hingga ukuran diameter tertentu yang ditetapkan. • Akar halus dengan diameter kurang dari 2 mm sering dikecualikan, karena sering tidak dapat dibedakan dengan bahan organik tanah atau serasah
Bahan Organik Mati	Kayu Mati	• Semua biomassa dari kayu mati yang bukan serasah baik berdiri atau tergeletak di permukaan tanah. • Bagian dari tampungan karbon ini adalah kayu mati yang tergeletak di permukaan, akar mati, dan tunggul dengan diameter lebih besar dari atau sama dengan 10 cm (atau diameter yang ditentukan oleh negara)
	Serasah	• Semua biomassa mati dengan ukuran lebih besar dari ukuran bahan organik tanah (2 mm) dan kurang dari diameter kayu mati (10 cm), terbaring mati pada berbagai tingkat dekomposisi yang terletak di permukaan tanah. • Ini termasuk lapisan serasah sebagaimana biasanya didefinisikan dalam tipologi tanah. • Akar halus di atas tanah mineral atau organik (kurang dari diameter biomassa bawah permukaan) termasuk dalam serasah.
Tanah	Bahan Organik Tanah	• Termasuk karbon organik dari tanah organik dan tanah mineral dengan kedalaman tertentu yang dipilih oleh suatu negara dan diterapkan secara konsisten dari waktu ke waktu. • Akar baik hidup atau mati dan Bahan Organik Mati di dalam tanah dengan diameter kurang dari 2 mm termasuk dalam bahan organik tanah. • Default untuk kedalaman tanah mineral adalah 30 cm.

Secara umum, perubahan stok karbon dalam setiap kategori diduga dari perubahan semua tampungan karbon. Sementara, perubahan stok karbon dalam tanah dapat dibedakan sebagai perubahan dalam stok karbon di tanah mineral dan tanah organik.

Selain 5 (lima) tampungan karbon tersebut diatas, produk kayu yang dipanen (*Harvested Wood Product*, HWP) dapat dimasukkan sebagai tampungan tambahan apabila data tersedia.

1.4. Gas Non-CO_2

Emisi gas Non-CO_2 yang menjadi perhatian utama untuk sektor AFOLU adalah metan (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O), yang bisa berasal dari berbagai sumber termasuk emisi dari tanah, ternak dan pupuk kandang (*manure*) dan dari pembakaran biomassa, kayu mati dan sampah.

Berbeda dengan emisi CO_2 yang diduga dari perubahan stok biomassa, pendugaan emisi non-CO_2 biasanya melibatkan tingkat emisi dari suatu sumber langsung ke atmosfer. Untuk mendapatkan nilai emisi gas non CO_2 dapat menggunakan nilai konversi yang dihitung berdasarkan nilai emisi CO_2.

Nilai konversi emisi CO_2 menjadi emisi gas non CO_2 sebagaimana dapat dilihat pada Tabel I.2. berikut ini.

Tabel 1.2. Nilai Konversi Gas CO_2 menjadi Gas Non CO_2

Gas	Periode Konsentrasi di Atmosfir (tahun)	Potensi Pemanasan Global (nilai konversi CO_2)
CO_2	5 - 2.000	1
CH_4	12	23
N_2O	114	296

Sumber: *IPCC 3rd Assessment Report (2001)*

1.5. TIER (Tingkat Ketelitian)

Terdapat 3 (tiga) metodologi, *Tier,* untuk memperkirakan emisi atau serapan gas rumah kaca. Tingkat dari *Tier* dibedakan mulai dari penggunaan persamaan sederhana dengan data default sampai dengan penggunaan data spesifik dalam sistem yang lebih kompleks.

a. *Tier* 1

Tier 1 dirancang untuk perhitungan yang sederhana, dimana persamaan-persamaan dan nilai-nilai parameter *default* (misalnya, faktor-faktor emisi dan perubahan simpanan karbon) telah disediakan dan dapat digunakan. Penggunaan metode ini memerlukan data aktivitas yang spesifik suatu negara,

Tetapi untuk *Tier* 1 seringkali ada sumber data aktivitas yang tersedia secara global (misalnya, laju deforestasi, statistik produksi pertanian, peta tutupan lahan global, pemakaian pupuk, data populasi ternak, dan lain-lain), meskipun biasanya data kasar.

b. *Tier* 2

Tier 2 dapat menggunakan pendekatan metodologi yang sama dengan *Tier* 1, tetapi menggunakan faktor-faktor emisi dan perubahan simpanan yang spesifik negara atau wilayah. Faktor-faktor emisi spesifik negara ini lebih sesuai untuk iklim wilayah, penggunaan lahan dan kategori ternak di negara tersebut.

Data aktivitas yang digunakan dalam Tier 2 biasanya memiliki resolusi temporal dan spasial yang lebih tinggi dan lebih terpilah/rinci sesuai dengan besaran-besaran yang ditetapkan untuk daerah tertentu dan kategori penggunaan lahan sumber emisi yang lebih rinci (misalnya berbagai sumber N seperti pupuk anorganik, pupuk organik, sisa tanaman, mineralisasi N dan tanah organik) atau untuk populasi ternak sudah menggunakan sub kategori khusus berdasarkan umur, pemberian pakan, pengelolaan limbah.

Misalnya, berdasarkan umur sapi dibedakan atas sapi anakan, muda, dan dewasa, berdasarkan pemberian pakan, yang dikandangkan dengan pakan kandungan biji-bijian tinggi atau dilepas di padang rumput.

c. *Tier* 3

Tier 3 merupakan metode-metode orde tinggi, termasuk model-model dan sistem-sistem pengukuran inventarisasi yang dibuat untuk mengatasi keadaan nasional, diulangi dari waktu ke waktu, dan didorong oleh adanya data aktivitas dengan resolusi tinggi dan dikelompokkan pada tingkat sub-nasional. Metode-metode yang lebih tinggi memberikan perkiraan dengan kepastian yang lebih besar dibandingkan dengan tier yang lebih rendah.

Sistem tersebut dapat mencakup pengambilan contoh yang menyeluruh di lapangan pada interval waktu yang teratur dan atau sistem berbasis SIG menurut usia, kelas/data produksi, data tanah, dan penggunaan lahan dan pengelolaan data aktivitas, integrasi beberapa jenis pemantauan. Bidang-bidang lahan dimana perubahan penggunaan lahan terjadi biasanya dapat dilacak dari waktu ke waktu, setidaknya secara statistik.

Dalam kebanyakan kasus sistem ini memiliki ketergantungan iklim, dan dengan demikian memberikan sumber perkiraan dengan variabilitas interannual. Pengelompokan lebih rinci tentang populasi ternak menurut hewan, usia, berat badan, dan lain-lain dapat digunakan. Model-model pada *Tier* 3 ini harus menjalani pemeriksaan kualitas, audit, dan validasi dan didokumentasikan.

Secara umum, penggunaan *Tier* yang lebih tinggi meningkatkan akurasi dan mengurangi ketidakpastian, tetapi kompleksitas dan sumber daya yang diperlukan untuk melakukan inventarisasi juga meningkat untuk *Tier* yang lebih tinggi. Jika diperlukan, kombinasi dari *Tier* dapat digunakan, misalnya *Tier* 2 dapat digunakan untuk biomassa dan *Tier* 1 untuk karbon tanah.

II. PETERNAKAN

Emisi GRK dari sektor peternakan dihitung dari emisi metana yang berasal dari fermentasi enterik ternak, dan emisi metana dan dinitro oksida yang dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak.Emisi CO_2 dari peternakan tidak diperkirakan karena emisi CO_2 diasumsikan nol – karena CO_2diserap oleh tanaman melalui fotosintesis dikembalikan ke atmosfer sebagai CO_2 melalui respirasi.

2.1. Fermentasi Enterik

Metana dihasilkan oleh hewan memamah biak (herbivora) sebagai hasil samping dari fermentasi enterik , suatu proses dimana karbohidrat dipecah menjadi molekul sederhana oleh mikroorganisma untuk diserap ke dalam aliran darah. Ternak ruminansia (misalnya; sapi, domba, dan lain-lain) menghasilkan metana lebih tinggi daripada ternak non ruminansia (misalnya; babi, kuda).

Selain itu, emisi metana juga dihasilkan dari sistem pengelolaan kotoran ternak disamping gas dinitro oksida (N_2O).Estimasi emisi metana dari peternakan dihitung dengan menggunakan IPCC 2006. Metode untuk memperkirakan emisi CH_4 dan N_2O dari peternakan memerlukan informasi subkategori ternak, populasi tahunan, dan untuk *Tier* lebih tinggi, konsumsi pakan dan karakterisasi ternak. Data aktivitas yang diperlukan untuk *Tier* 1 adalah populasi ternak dan faktor emisi fermentasi enterik untuk berbagai jernis ternak (Tabel 2.1).

Data populasi ternak pada tingkat propinsi dapat diakses melalui website Badan Pusat Statistik (BPS) atau Kementrian Pertanian. Di Indonesia, jenis ternak yang menghasilkan gas metana adalah sapi pedaging, sapi perah, kerbau, domba, kambing, babi, ayam negeri (ras) dan kampung (buras), ayam petelur dan bebek. Survey yang dilakukan oleh BPS di tahun 2006, menghasilkan struktur populasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.2. Berdasarkan struktur populasi tersebut diperoleh nilai faktor koreksi (k (T)) untuk sapi pedaging, sapi perah dan kerbau masing-masing 0.72, 0.75 dan 0.72.

Jumlah populasi ketiga jenis ternak tersebut dapat diasumikan sebagai *Animal Unit* (AU) dengan persamaan di bawah ini.

$$N_{(T)\ in\ Animal\ Unit} = N_{(X)} * k_{(T)}$$

dimana:

N(T) = Jumlah ternak dalam *Animal Unit*

N(X) = Jumlah ternak dalam ekor

k(T) = Faktor koreksi (sapi pedaging=0.72, sapi perah=0.75,kerbau=0.72)

T = Jenis/kategori ternak (sapi pedaging, sapi perah dan kerbau)

Emisi metana dari fermentasi enterik dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Emissions = EF_{(T)} * N_{(T)} * 10^6$$

dimana:

Emissions = Emisi metana dari fermentasi enterik, Gg CH_4 yr-1

EF(T) = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH_4 head-1 yr-1

N(T) = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, Animal Unit

T = Jenis/kategori ternak

Tabel 2.1. Faktor Emisi Metana dari Fermentasi Enterik

No.	Jenis ternak	Faktor emisi metana (kg/ekor/tahun)
1	Sapi pedaging	47
2	Sapi perah	61
3	Kerbau	55
4	Domba	5
5	Kambing	5
6	Babi	1
7	Kuda	18

Sumber: IPCC 2006

Tabel 2.2. Struktur Populasi Sapi Pedaging, Sapi Perah dan Kerbau (%) di Indonesia

No.	Jenis Ternak	Anakan	Muda	Dewasa
1.	Sapi pedaging	18.13	28.99	52.88
2.	Sapi perah	19.66	20.33	59.71
3.	Kerbau	19.66	20.33	53.92

Sumber: BPS (2006)

2.2. Pengelolaan Kotoran Ternak

Kotoran ternak baik padat maupun cair memiliki potensi untuk mengemisikan gas metana dan nitro oksida (N_2O) selama proses penyimpanan, pengolahan, dan penumpukan/pengendapan. Faktor utama yang mempengaruhi jumlah emisi adalah jumlah kotoran yang dihasilkan dan bagian kotoran yang didekomposisi secara anorganik. Emisi ditentukan oleh jenis dan pengolahan kotoran ternak.

2.2.1. Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak

a. Estimasi Emisi

Estimasi emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak dilakukan dengan menggunakan persamaan dari IPCC (2006), sebagai berikut:

$$CH_{4\,manure} = \sum_{T} \frac{(EF_T * N_T)}{10^6}$$

dimana:

$CH_{4\,manure}$ = Emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak, Gg CH_4 yr-1
EF(T) = Faktor emisi populasi jenis ternak tertentu, kg CH_4 head-1 yr-1
N(T) = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, *Animal Unit*
T = Jenis/kategori ternak

Faktor emisi metana dari pengelolaan kotoran ternak dapat diambil dari default faktor emisi IPCC (2006) seperti disajikan pada Table 2.3 dibawah ini.

Tabel 2.3. Faktor Emisi Metana dari Pengelolaan Kotoran Ternak

No.	Jenis ternak	Faktor emisi metana(kg/ekor/tahun)
1	Sapi pedaging	1.0
2	Sapi perah	31.0
3	Kerbau	2.0
4	Domba	0.20
5	Kambing	0.22
6	Babi	7.0
7	Kuda	2.19
8	Ayam buras	0.02
9	Ayam ras	0.02
10	Ayam petelur	0.02
11	Bebek	0.02

Sumber: IPCC 2006

b, Contoh Perhitungan

Data Aktivitas

(1) Populasi ternakpropinsi Jawa Barat tahun 2005 setelah dikalikan dengan faktor koreksi ($k_{(T)}$) yaitusapi pedaging= 0.72, sapi perah=0.75 dan kerbau=0.72

(2) Untuk menghitung laju eksresi per hewan per tahun ($Nex_{(T)}$) diperlukan data populasi, berat (default), dan laju eksresi perhari (default)

(3) Populasi tahun 2005 di Jawa Barat adalah sapi perah 69.578 ekor, sapi potong 169.085 ekor, kerbau 196.562 ekor, domba 3.475.019 ekor, kambing 1.705.605 ekor, kuda 10.955 ekor, ayam kampong 30.989.810 ekor, broiler 352.434.300 ekor, layer 10.165.280 ekor, dan itik 5.305.490 ekor.

(4) Faktor emisi metana dari Fermentasi enterik (Tabel I.3).

Tahapan perhitungan

(1) Mengisi data populasi ternak pada kolom $N_{(T)}$

(2) Menghitung emisi fermentasi enterik pada sapi perah

$E_{CH4\ (EF)} = EF_{(T)} * N_{(T)} * 10^{-6}$

$= 61$ kg/ekor/tahun x 69.578 ekor x 10^{-6}

$= 4{,}244$ Gg CH_4/tahun

(3) Menghitung emisi CH4 dari pengelolaan limbah ternak

$E_{CH4(MM)} = EF_{(T)} * N_{(T)} * 10^{-6}$

$= 31$ kg/ekor/tahun x 69.578 ekor x 10^{-6}

$= 2{,}157$ Gg CH_4/tahun

Cara Pengisian Perhitungan pada Worksheet IPCC (2006)

(1) Masukkan jumlah ternak (sapi perah) pada kolom $N_{(T)}$, 69578

(2) Masukkan faktor emisi untuk fermentasi enterik pada kolom $EF(_T)$, 61

(3) Pada kolom "$CH4_{Enteric}$" akan dihitung emisi metana dari fermentasi enterik sapi perah dengan menggunakan persamaan:

$$CH_{4Enteric} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6}$$

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use				
Category	Methane Emissions from Enteric Fermentation and Manure Management				
Category code	3A1 and 3A2				
Sheet	1 of 1				
Equation	Equation 10.19		Eq. 10.19 and 10.20	Equation 10.22	
Species/Livestock category	Number of animals	Emission factor for Enteric Fermentation	CH_4 emissions from Enteric Fermentation	Emission factor for Manure Management	CH_4 emissions from Manure Management
	(head)	(kg head^{-1} yr^{-1})	(Gg CH_4 yr^{-1})	(kg head^{-1} yr^{-1})	(Gg CH_4 yr^{-1})
		Tables 10.10 and 10.11	$CH_{4\,Enteric} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6}$	Tables 10.14 - 10.16	$CH_{4\,Manure} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6}$
T	$N_{(T)}$	$EF_{(T)}$	$CH_{4\,Enteric}$	$EF_{(T)}$	$CH_{4\,Manure}$
Dairy Cows	69,578	61	4.244	31	2.157
Other Cattle					
Buffalo					
Sheep					
Goats					
Camels					
Horses					
Mules and Asses					
Swine					
Poultry					
Other[1]					
Total					

[1] Specify livestock categories as needed using additional lines (e.g. llamas, alpacas, reindeers, rabbits, fur-bearing animals etc.)

(4) Masukkan faktor emisi untuk pengelolaan kotoran sapi perah pada kolom kelima $EF_{(T)}$, 31.

(5) Pada kolom "$CH4_{Methane}$" akan dihitung emisi metana dari pengelolaan kotoran sapi perah menggunakan persamaan:

$$CH_{4Manure} = N(T) * EF(T) * 10^{-6}$$

(6) Masukkan jumlah ternak (sapi perah) pada kolom $N_{(T)}$, 69578

(7) Masukkan faktor emisi untuk fermentasi enterik pada kolom $EF_{(T)}$, 61

(8) Pada kolom "$CH4_{Enteric}$" akan dihitung emisi metana dari fermentasi enterik sapi perah dengan menggunakan persamaan:

$$CH_{4Enteric} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6}$$

(9) Masukkan faktor emisi untuk pengelolaan kotoran sapi perah pada kolom kelima $EF_{(T)}$, 31.

(10) Pada kolom "$CH4_{Methane}$" akan dihitung emisi metana dari pengelolaan kotoran sapi perah menggunakan persamaan:

$$CH_{4Manure} = N(T) * EF(T) * 10^{-6}$$

2.2.2 Emisi N_2O dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Kotoran ternak terdiri dari limbah padat (tinja) dan urin. Emisi gas N_2O dari kotoran ternak dapat terbentuk secara langsung (*direct*) dan tidak langsung (*indirect*) pada saat penyimpanan dan pengolahan kotoran sebelum diaplikasikan ke lahan. Emisi langsung N_2O terjadi melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi nitrogen yang terkandung di dalam kotoran ternak, sedangkan emisi tidak langsung N_2O dihasilkan dari penguapan nitrogen yang umum terjadi dalam bentuk ammonia dan NO_x. Jumlah emisi N_2O ditentukan oleh jumlah kandungan nitrogen dan karbon pada kotoran.

a. Estimasi Emisi N_2O Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Perhitungan emisi langsung N_2O dari pengelolaan kotoran ternak dilakukan dengan persamaan berikut:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T \left(N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{T,S} *\right)\right] * EF_{3(S)}\right] * \frac{44}{28}$$

dimana:

$N_2O_{D(mm)}$ = Emisi langsung N_2O dari pengelolaan kotoran ternak, kg N_2O yr-1

$N_{(T)}$ = Jumlah populasi jenis/kategori ternak tertentu, *jumlah ternak*

$Nex_{(T)}$ = Rata-rata tahunan ekskresi N per ekor jenis/kategori ternak, kg N ternak-1 yr-1

$MS_{(T.S)}$ = Fraksi dari total ekskresi nitrogen tahunan dari jenis ternak tertentu yang dikelola pada sistem pengelolaan kotoran ternak

$EF_{3(S)}$ = Faktor emisi langsung N_2O dari sistem pengelolaan kotoran tertentu S, kg N_2O-N/kg N

S = Sistem pengelolaan kotoran ternak

T = Jenis/kategori ternak

44/28 = Konversi emisi (N_2O)-N)(mm) ke dalam bentuk N_2O(mm)

Rata-rata tahunan ekskresi N per ekor jenis/kategori ternak ($Nex_{(T)}$ dilakukan dengan persaman berikut ini.

$$Nex_{(T)} = Nrate_{(T)} * \frac{TAM}{1000} * 365$$

dimana:

$Nex_{(T)}$ = Eksresi N tahunan untuk jenis ternak T, kg N/ekor/tahun

$Nrate_{(T)}$ = Nilai default laju eksresi N, kg N/1000 kg berat ternak/ hari

TAM = Berat ternak untuk jenis ternak T, kg/ekor

b. Estimasi Emisi N_2O Tidak Langsung dari Pengelolaan Kotoran Ternak

Emisi tidak langsung N_2O dari penguapan N dalam bentuk ammonia (NH_3) dan NOx ($N_2OG(mm)$) dihitung dengan menggunaka persamaan berikut:

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{volatisation-MMS} * EF_4) * \frac{44}{28}$$

dimana:

$N_2O_{G(mm)}$ = Emisi tidak langsung N_2O akibat dari penguapan N dari pengelolaan kotoran ternak, kg N_2O yr-1

$N_{volatilization-MMS}$ = Jumlah kotoran ternak yang hilang akibat volatilisasi NH_3 dan NOx, kg N per tahun.

EF = Faktor emisi N_2O dari deposisi atmosfir nitrogen di tanah dan permukaan air, kg N2O-N (kg NH3-N + Nox-N tervolatisasi)-1 ; default value IPCC adalah 0.01 kg N_2O-N (kg NH3-N + NOx-N tervolatisasi)-1

Jumlah kotoran ternak yang hilang akibat volatilisasi NH3 dan Nox ($N_{volatilization-MMS}$) dilakukan dengan persamaan berikut ini.

$$N_{volatisasi-mms} = \sum_{s}\left[\sum_{T}\left[\left(N_T * Nex_{(T)} * MS_{T,S}\right) * \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100}\right)_{T,S}\right]\right]$$

$$N_{volatisation-MMS} = \sum_{S}\left(NE_{mms} * \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100}\right)\right)$$

dimana:

$N_{(T)}$ = Populasi jenis/kategori ternak tertentu, ekor

$Nex_{(T)}$ = Rata-rata tahunan N yang dieksresikan per jenis/kategori ternak tertentu, Kg N/ternak/tahun

$MS_{T,S}$ = Fraksi N yang dieksresikan untuk setiap jenis.kategori ternak berdasarkan jenis pengelolaam limbah ternak,

$Frac_{GasMS}$ = Persen limbah N yang tervolatisasi untuk jenis ternak tertentu yang tervolatisasi menjadi NH_3 dan NOx pada sistem pengelolaan limbah ternak S, kg N_2O-N/kg N pada sistim pengelolaan limbah ternak S.

Sistem pengelolaan kotoran ternak ruminansia di Indonesia terdiri dari pengelolaan padang rumput (*pasture management*), penumpukan kering (*dry lot*), dan sistem tebar harian (*daily spread system*). Sedangkan sistem pengelolaan kotoran unggas terdiri dari sistem tadah (*litter system*) untuk ayam ras dan petelur, serta tanpa penadahan (*without litter system*) untuk ayam buras dan bebek. Faktor emisi untuk emisi langsung dan tidak langsung N_2O dari pengelolaan ternak sebagaimana disajikan pada Table 2.4.

Tabel 2.4. Faktor Emisi Untuk Menghitung Emisi Langsung dan Tidak Langsung N_2O dari Pengelolaan Kotoran Ternak di Indonesia (IPCC 2006)

No.	Sistem Pengelolaan Kotoran Ternak	Faktor Emisi untuk emisi langsung N_2O-N	Faktor emisi untuk emisi N_2O dari penguapan N
1	Padang rumput*)	-	-
2	Tebar harian	0	0.01
3	Tumpuk kering	0.02	0.01
4	Unggas dengan penadahan	0.01	0.01
5	Unggas tanpa penadahan	0.01	0.01

Catatan:

*) Faktor emisi dari padang rumput dihitung di bagian emisi N_2O dari tanah terkelola (N_2O *emission from managed soil*)

c. Contoh Perhitungan

Contoh Perhitungan Emisi langsung dan tidak langsung N_2O dari Pengelolaan Limbah Ternak sebagaimana diuraikan berikut ini.

<u>Data Aktivitas</u>:

(1) Populasi sapi potong di propinsi Jawa Barat tahun 2005 setelah dikalikan dengan faktor koreksi ($k_{(T)}$) yaitu sapi pedaging = 0.72 adalah 169,085 ekor

(2) Massa (TAM) untuk sapi potong 319 kg

(3) Laju eksresi perhari (default) untuk kerbau adalah 0.34 kg N/1000 kg berat ternak/hari

(4) Sistem pengelolaan limbah ternak : Dry lot

(5) Fraksi N yang diekresikan per tahun = 2%

(6) Fraksi N yang hilang = 30%

Tahapan Perhitungan:

(1) Menghitung emisi langsung N_2O dari pengelolaan kotoran ternak

$$Nex_{(T)} = Nrate_{(T)} * \frac{TAM}{1000} * 365$$

= 0,34 N/1000 kg berat ternak/hari x 319 kg /1000 x 365 hari

= 39,588 kgN/ekor/tahun

(2) Menghitung emisi N_2O langsung dari pengelolaan kotoran ternak

$$N_2O_{D(mm)} = [\sum_S [\sum_T (N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{T,S} *)] * EF_{3(S)}] * \frac{44}{28}$$

= 169.085 ekor x39,588 kgN/ekor/tahun x0.02 x0.02 kg N2O-N/kgN

= 4207,482 kg N_2O/tahun

(3) Menghitung emisi N_2O tidak langsung dari pengelolaan kotoran ternak

$$N_{volatisation-MMS} = \sum_S \left(NE_{mms} * \left(\frac{Frac_{GasMS}}{100}\right) * EF4\right) * \frac{44}{28}$$

= 133874.401 kg N/tahun x 0.3 x 0.01*44/28

= 631,122 kg N_2O/tahun

Pengisian Worksheet IPCC 2006

(1) Worksheet Emisi langsung N_2O

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use							
Category		Manure Management: Direct N_2O Emissions from Manure Management Systems							
Category code		3A2							
Sheet		1 of 1							
Equation		Eq. 10.25	Equation 10.30			Equation 10.25			
Manure Management System (MMS)[1]	Species/Livestock category	Number of animals	Default N excretion rate	Typical animal mass for livestock category	Annual N excretion per head of species/livestock category[3]	Fraction of total annual nitrogen excretion managed in MMS for each species/livestock category	Total nitrogen excretion for the MMS[4]	Emission factor for direct N_2O-N emissions from MMS	Annual direct N_2O emissions from Manure Management
		(head)	[kg N (1000 kg animal)$^{-1}$ day^{-1}]	(kg)	(kg N animal^{-1} year^{-1})	(-)	(kg N yr^{-1})	[kg N_2O-N (kg N in MMS)$^{-1}$]	kg N_2O yr^{-1}
			Table 10.19	Tables 10A-4 to 10A-9	$Nex_{(T)} = N_{rate(T)} * TAM * 10^{-3} * 365$	Tables A4-A8	$NE_{MMS} = N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{(T,S)}$	Table 10.21	$N_2O_{(mm)} = NE_{MMS} * EF_{3(S)} * 44/28$
S	T	$N_{(T)}$	$N_{rate(T)}$	TAM	$Nex_{(T)}$	$MS_{(T,S)}$	NE_{MMS}	$EF_{3(S)}$	$N_2O_{D(mm)}$
	Dairy Cows								
	Other Cattle	169065	0.34	319	39.5879	0.02	133859	0.02	4207
	Buffalo								
	Sheep								
	Goats								
	Camels								
	Horses								
	Mules and Asses								
	Swine								
	Poultry								
	Other[2]								
Total									

(2) Worksheet Emisi Tidak Langsung N_2O

	Sector	**Agriculture, Forestry and Other Land Use**				
	Category	**Indirect N_2O Emissions from Manure Management**[1]				
	Category code	**3C6**				
	Sheet	**1 of 2**				
	Equation	**Equation 10.25**	**Equation 10.26**		**Equation 10.27**	
Manure management System (MMS)[1]	Species/Livestock category[2]	Total nitrogen excretion for the MMS[3]	Fraction of managed livestock manure nitrogen that volatilises	Amount of manure nitrogen that is loss due to volatilisation of NH_3 and NO_x	Emission factor for N_2O emissions from atmospheric deposition of nitrogen on soils and water surfaces	Indirect N_2O emissions due to volatilization from Manure Management
		kg N yr^{-1}	(-)	kg N yr^{-1}	[kg N_2O-N (kg NH_3-N + NO_x-N volatilised)$^{-1}$]	kg N_2O yr^{-1}
			Table 10.22	$N_{volatilization-MMS} = NE_{MMS} \cdot Frac_{(GasMS)}$	Table 11.3	$N_2O_{G(mm)} = NE_{volatilization-MMS} \cdot EF_4 \cdot$
S	**T**	**NE_{MMS}**	**$Frac_{(GasMS)}$**	**MMS**	**EF_4**	**$N_2O_{G(mm)}$**
	Dairy Cows					
	Other Cattle	133,874	0.3	40,162	0.01	631
	Buffalo					
	Sheep					
	Goats					
	Camels					
	Horses					
	Mules & Asses					
	Swine					
	Poultry					
	Other[2]					
Total						

[1] The calculations must be done by Manure Management System, and for each management system, the relevant species/livestock category (ies) must be selected. For the Manure Management Systems, see Table 10.18.

[2] Specify livestock categories as needed using additional lines (e.g. llamas, alpacas, reindeers, rabbits, fur-bearing animals etc.)

[3] See worksheet for Direct N_2O from Manure Management (3A2) for the value of Total N excretion for the MMS (NE_{MMS}).

III. PERTANIAN

Emisi GRK dari sektor pertanian diduga dari emisi: (1) metan (CH_4) dari budidaya padi sawah (2) karbon dioksida (CO_2) karena penambahan bahan kapur dan pupuk urea, (3) dinitrogen oksida (N_2O) dari tanah, termasuk emisi N_2O tidak langsung dari penambahan N ke tanah karena penguapan/pengendapan dan pencucian, dan (4) non-CO_2 dari biomas yang dibakar pada aktivitas pertanian.

Untuk menghitung emisi dari sektor pertanian perlu disiapkan data aktivitas seperti luas tanam, luas panen, jenis tanah, dan data hasil penelitian seperti dosis pupuk dan kapur pertanian. Data aktivitas tersebut bisa diakses dari berbagai sumber misalnya statistik pertanian atau BPS. Sementara untuk data yang tidak tersedia dapat menggunakan *expert judgement* seperti proporsi lahan yang dibakar atau dosis pupuk dan kapur.

3.1. Emisi Metan dari Pengelolaan Padi Sawah

3,1,1 Estimasi Emisi

Dekomposisi bahan organik secara anaerobik pada lahan sawah mengemisikan gas metan ke atmosfer. Jumlah CH_4 yang diemisikan merupakan fungsi dari umur tanaman, rejim air sebelum dan selama periode budidaya, dan penggunaan bahan organik dan anorganik. Selain itu, emisi CH_4 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.

$$CH_{4\,Rice} = \sum_{ijk} (EF_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times A_{i,jk} \times 10^{-6})$$

dimana:

CH_{4Rice}	=	Emisi metan dari budidaya padi sawah, Gg CH_4 per tahun
$EF_{i,j,k}$	=	Faktor emisi untuk kondisi I, j, dan k; kg CH_4 per hari
$t_{i,j,k}$	=	Lama budidaya padi sawah untuk kondisi I, j, dan k; hari
$A_{i,j,k}$	=	Luas panen padi sawah untuk kondisi I, j, dan k; ha per tahun
i, j, dan k	=	Mewakili ekosistem berbeda: i: rezim air, j: jenis dan jumlah pengembalianbahan organik tanah, dan k: kondisi lain di mana emisi CH_4 dari padi sawah dapat bervariasi

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 CH_4. Emisi untuk masing-masing sub-unit (ekosistem) disesuaikan dengan mengalikan faktor emisi default (Tier 1) dengan berbagai faktor skala.

Tier 1 berlaku untuk negara-negara di mana emisi CH_4 dari budidaya padi bukan kategori kunci atau faktor emisi lokal tidak tersedia. Persamaan untuk mengoreksi faktor emisi baseline ditunjukkan pada persamaan berikut:

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

dimana:

EF_i = faktor emisi harian yang terkoreksi untuk luas panen tertentu, kg CH_4 per hari

EF_c = faktor emisi baseline untuk padi sawah dengan irigasi terus-menerus dan tanpa pengembalian bahan organik.

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

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

SF_o = Faktor skala yang menjelaskan jenis dan jumlah pengembalian bahan organik yang diterapkan pada periode budidaya padi sawah

$SF_{s,r}$ = Faktor skala untuk jenis tanah, varietas padi sawah dan lain-lain, jika tersedia

Faktor koreksi untuk rejim air selama periode budidaya dan faktor skala untuk jenis tanah disajikan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1. Faktor Skala Berdasarkan Rejim Air

Kategori	**Sub Kategori**			**SF (IPCC *Guidelines* 1996)**	**SF Koreksi (berdasarkan riset terkini)**
Dataran Tinggi	Tidak ada			0	
Dataran Rendah	Irigasi	Penggenangan terus-menerus		1	1
		Penggenangan intermiten	*Single Aeration*	0.5 (0.2-0.7)	0.46
			Multiple Aeration	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)	(0.19-0.75)
	Air Dalam	Kedalaman Air 50-100 cm		0.8 (0.6-1.0)	
		Kedalaman Air < 50 cm		0.6 (0.5-0.8)	

Tabel 3.2. Faktor Koreksi untuk Jenis Tanah

No	Jenis Tanah	SFs jenis Tanah
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

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 3.3).

Tabel 3.3. Default Faktor Skala Emisi CH_4 untuk Rejim Air Sebelum Periode Penanaman

No	Rejim air sebelum penanaman	Agregat		Disagregat	
		Faktor skala (SF_p)	Kisaran bias	Faktor skala (SF_p)	Kisaran bias
1	Tidak tergenang sebelum penanamaman (< 180 hari)	1.22-1.07	1.40	1.0	0.88 - 1.14
2	Tidak tergenang sebelum penanamaman (> 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.

$$SF_o = (1 + ROA_i \cdot CFOA_i)^{0.59}$$

dimana :

SF_o = faktor skala untuk jenis bahan organik yang digunakan

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

$CFOA_i$ = faktor konversi bahan organik

Faktor konversi untuk penggunaan berbagai jenis bahan organik dengan menggunakan default IPCC (2006) sebagaimana pada Tabel 3.4. berikut ini.

Tabel 3.4. *Default* Faktor Konversi untuk Penggunaan Berbagai Jenis Bahan Organik

No	Bahan organic	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

Catatan:

- Aplikasi jerami adalah apabila jerami dibenamkan ke dalam tanah, tidak diletakkan dipermukaaan tanah atau dibakar di lahan sawah
- Sumber : Yan et al., 2005 dalam IPCC (2006))

3.1.2 Contoh Perhitungan

Contoh perhitungan emisi CH_4 dari lahan sawah dan cara pengisian data pada Worksheet IPCC (2006) sebagaimana diuraikan berikut ini,

a. Data Aktivitas:

(1) Luas panen padi sawah dalam setahun (A) : 520.000 ha

(2) Lama budidaya padi dalam 1 tahun (t) : 200 hari

(3) EF padi sawah dengan irigasi terus-menerus dan tanpa pengembalian bahan organik (EF_c) = *1.61 kg/ha/hari*

(4) Faktor skala lahan sawah irigasi intermitten = 0.46 (SF_w)

(5) Faktor skala rejim air sebelum periode budidaya (SF_p) tidak digunakan karena tergenang sebelum penanaman < 30 hari

(6) Jumlah pupuk kandang yang digunakan (ROA)= 2 ton/ha

(7) Faktor skala untuk jenis tanah oksisols (SF_s) = 0.29

(8) Faktor skala varietas padi Ciherang (SF_r)= 0.57

b. Tahapan Perhitungan:

(1) Menghitung faktor skala untuk pupuk kandang

$SF_o = (1 + ROA_i \cdot CFOA_i)^{0.59}$

= $(1+ 2 \text{ ton/ha}.0.14)^{0.59}$

= 1.16

(2) Menghitung faktor emisi harian

EF_i = $(EF_c \times SF_w \times SF_o \times SF_s \times SF_r)$

= 1,61 kg CH_4/ha/hari x 0,46 x 1.16 x 0,29 x 0,57

= 0,14 kg CH_4/ha/hari

(3) Menghitung emisi metan dari lahan sawah

$CH_{4\,Rice}$ = $(EF \times t \times A \times 10^{-6})$

= 0,14 kg CH_4/ha/hari x 200 hari x 520.000 ha x 10^{-6}

= 14.73 Gg CH_4/tahun

c, Cara Pengisian Data pada Worksheet IPCC (2006)

(1) Siapkan Sheet 1 Worksheet Emisi CH_4 Tahunan dari Lahan Sawah sebagaimana berikut ini.

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category	Rice Cultivation: Annual CH_4 emission from rice								
Category code	3C7								
Sheet	1 of 2								
Equation	Eq. 2.2	Equation 5.1		Equation 5.2			Equation 5.3		
Rice Ecosystem	Subcate-gories for reporting year[1]	Annual harvested area	Cultivation period of rice	Baseline emission factor for continuously flooded fields without organic amendments	Scaling factor to account for the differences in water regime during the cultivation period	Scaling factor to account for the differences in water regime in the pre-season before the cultivation period	Application rate of organic amendment in fresh weight	Conversion factor for organic amendment	Scaling factor for both types and amount of organic amendment applied
		(ha yr^{-1})	(day)	kg CH_4 ha^{-1} day^{-1}	(-)	(-)	(tonnes ha^{-1})	(-)	(-)
				Table 5.11	Table 5.12	Table 5.13		Table 5.14	$SF_o = (1+ROA_i * CFOA_i)^{0.59}$
		A	t	EF_c	SF_W	SF_p	ROA_i	$CFOA_i$	SF_o
Irrigated		520,000	200	1.61	0.46	1	2	0.14	1.16
	Sub-total								
Rainfed and deep water									
	Sub-total								
Upland									
	Sub-total								
Total									

[1] Rice ecosystem can be stratified according to water regimes, type and amount of organic amendments, and other conditions under which CH_4 emissions from rice may vary.

(2) Masukkan luas panen padi sawah berdasarkan jenis ekosistem sawah pada kolom "A". (520.000 Ha)

(3) Masukkan lama budidaya padi pada kolom "t". (200 hari)

(4) Masukkan nilai emisi faktor pada sawah dengan irigasi terus-menerus dan tanpa pengambilan bahan organik pada kolom "EF_c". (1.61, dapat dilihat pada table 5.11 pedoman IPCC)

(5) Masukkan nilai faktor skala lahan sawah irigasi intermitten pada kolom "SF_w". (0.46)

(6) Untuk kolom "SF_p" dikosongkan, dikarenakan kondisi lahan yang tergenang sebelum penanaman < 30 hari.

(7) Masukkan jumlah pupuk kandang yang digunakan pada kolom "ROA_1". (2 ton/ha)

(8) Masukkan nilai faktor konversi pemakaian pupuk kadang pada kolom "$CFOA_1$". (0.14, dapat dilihat pada table 5.14 pedoman IPCC)

(9) Pada kolom terakhir sheet 1 akan dihitung faktor skala untuk pupuk kandang "SF_o" dengan persamaan:

$$SF_o = (1 + ROA_i \cdot CFOA_i)^{0.59}$$

(10) Berikutnya dilanjutkan pada sheet 2 Worksheet berikut ini.

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use			
Category	Rice Cultivation: Annual CH_4 emission from rice			
Category code	3C7			
Sheet	2 of 2			
Equation	Equation 2.2	Equation 5.2		Equation 5.1
Rice Ecosystem	Subcategories for reporting year[1]	Scaling factor for soil type, rice cultivar, etc., if available	Adjusted daily emission factor for a particular harvested area	Annual CH_4 emission from Rice Cultivation
		(-)	(kg CH_4 ha^{-1} day^{-1})	Gg CH_4 yr^{-1}
			$EF_i = EF_c * SF_w * SF_p * SF_o * SF_{s,r}$	$CH_{4Rice} = A * t * EF_i * 10^{-6}$
		$SF_{s,r}$	EF_i	CH_{4Rice}
Irrigated		0.17	0.14	14.73
	Sub-total			
Rainfed and deep water				
	Sub-total			
Upland				
	Sub-total			
Total				

[1]Land should be stratified according to ecosystems, water regimes, type and amount of organic amendments, and other conditions under which CH_4 emissions from rice may vary. The disaggregation of the annual harvest area of rice needs to be done at least for three baseline water regimes including irrigated, rainfed, and upland. Within each stratum, sub-strata should be separated for each type of organic amendment (see Equation 5.3)

(11) Masukkan nilai perkalian faktor skala untuk jenis tanah oksisols "SFs" (0.29) dengan faktor skala varietas padi ciherang "SFr" (0.57).

(12) Kolom berikutnya menghitung faktor emisi harian pada kolom "EF_i".

$$EF_i = (EF_c \times SF_w \times SF_o \times SF_s \times SF_r)$$

(13) Pada kolom terakhir sheet 2 menghitung emisi metan (CH4) dari lahan sawah "CH_{4rice}", dengan persamaan:

$$CH_{4\,Rice} = (A \times t \times EF_i \times 10^{-6})$$

3.2. Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Pengapuran Tanah Pertanian

3.2.1 Estimasi Emisi

Panambahan kapur pertanian (pengapuran) bertujuan untuk mengurangi kemasaman tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman khususnya pada lahan pertanian. Penambahan karbonat ke tanah dalam bentuk kapur, misalnya batu kapur [$CaCO_3$] atau dolomit [$CaMg\ (CO_3)_2$], menyebabkan emisi CO_2 karena kapur karbonat larut dan melepaskan bikarbonat ($2HCO_3$-), yang selanjutnya menjadi CO_2 dan air (H_2O).

Emisi CO_2 dari penambahan kapur karbonat kedalam tanah dapat diperkirakan dengan persamaan berikut.

$$CO_2\text{-}Emission=[(M_{Limestones} \times EF_{Limestones}) + (M_{Dolomites} \times EF_{Dolomites})]$$

dimana :

CO_2-Emission	=	Misi C tahunan dari aplikasi pengapuran, ton C per tahun
M	=	Jumlah atau berat dari kapur Limestones ($CaCO_3$) dan Dolomites ($CaMg\ (CO_3)_2$) yang diaplikasikan, ton per tahun
EF	=	Faktor emisi, ton C per (limestones atau dolomites). Default IPCC (Tier 1) faktor emisi untuk limestone adalah 0.12 dan 0.13 untuk dolomite.

Kapur pertanian (dolomit) umumnya digunakan pada perkebunan kelapa sawit, lahan kering masam dan tanah gambut. Data konsumsi kapur tidak tersedia, sehingga konsumsi kapur diduga dari luas areal tanam dan dosis rekomendasi yang digunakan.

Dosis Dolomit yang biasa digunakan pada tanah sulfat masam adalah 2 ton/ha dan pada tanah gambut 0.5 ton/ha. dan biasanya diberikan 2 kali setahun pada musim hujan dan musim kemarau. Petani lahan kering pada tanah masam umumnya tidak menggunakan kapur dalam budidaya tanaman karena kapur sangat sulit didapatkan.

3.2.2. Contoh Perhitungan

Contoh perhitungan emisi CO_2 dari penggunaan kapur pertanian dan pengisian Worksheet IPCC (2006) sebagaimana diuraikan berikut ini.

a. Data aktivitas

(1) Luas lahan kelapa sawit dilahan gambut (KLG) = 300.000 ha
(2) Luas lahan kelapa sawit di lahan kering masam (KKM) = 25.000 ha
(3) Dosis dolomit kelapa sawit pada tanah gambut (DG) = 1 ton/ha/tahun
(4) Dosis dolomit kelapa sawit pada lahan kering sulfat masam (DM) = 2 ton/ha/tahun
(5) EF dolomite = 0.13 (IPCC, 2006)

b. Cara Perhitungan

(1) Menghitung konsumsi dolomit (M)

M = (KLG x DG) + (KKM x DM)
= (300.000 Ha x 1 ton/ha/th) + (25.000 ha x 2 ton/ha/tahun)
= 350.000 ton/tahun

(2) Menghitung emisi CO_2 dari penggunaan dolomit

$CO_2\text{-}Emission = (M_{Dolomites} \times EF_{Dolomites})]$
= 350.000 ton/tahun x 0.13 = 45.500 ton C/tahun

c. Cara Pengisian Worksheet IPCC (2006)

Worksheet IPCC 2006 untuk penghitungan emisi CO_2 dari penggunaan kapur pertanian sebagaimana berikut ini.

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use				
Category	Liming: Annual CO_2-C emissions from Liming				
Category code	3C2				
Sheet	1 of 1				
Equation	Equation 11.12				
Type of lime applied	Annual amount of calcic limestone ($CaCO_3$)	Emission factor	Annual amount of dolomite ($CaMg(CO_3)_2$)	Emission factor	Annual C emissions from liming
	(tonnes yr^{-1})	[tonnes of C (tonne of limestone)$^{-1}$]	(tonnes yr^{-1})	[tonnes of C (tonne of dolomite)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
		default is 0.12		default is 0.13	CO_2-C Emission = ($M_{Limestone}$ * $EF_{Limestone}$) + ($M_{Dolomite}$ * $EF_{Dolomite}$)
	$M_{Limestone}$	$EF_{Limestone}$	$M_{Dolomite}$	$EF_{Dolomite}$	CO_2-C Emission
Limestone					
Dolomite			350,000	0.13	45,500
Total					

Cara pengisian Worksheet IPCC 2006 untuk penghitungan emisi CO_2 dari penggunaan kapur pertanian adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan jumlah kosumsi dolomit tahunan pada kolom $M_{Dolomite}$, dimana untuk mendapatkan nilai ini dihitung dari data luas lahan kelapa sawit dilahan gambut "KLG", luas lahan kelapa sawit di lahan kering masam "KKM", dosis dolomit kelapa sawit dilahan gambut "DG" dan dosis dolomit kelapa sawit pada lahan kering masam "DM" dengan menggunakan persamaan:

$$M = (KLG \times DG) + (KKM \times DM)$$

(2) Masukkan nilai emisi faktor dolomit pada kolom EFDolomite. (default = 0.13)

(3) Pada kolom terakhir akan dihitung emisi CO2 dari penggunaan dolomit dengan menggunakan persamaan:

$$CO_2\text{-}Emission = (M_{Dolomites} \times EF_{Dolomites})]$$

3.3. Emisi Karbondioksida (CO_2) dari Penggunaan Pupuk Urea

3.3.1 Estimasi Emisi

Penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO_2 yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Urea ($CO(NH_2)_2$) diubah menjadi amonium (NH_4+), ion hidroksil (OH-), dan bikarbonat (HCO_3-) dengan adanya air dan enzim urease. Mirip dengan reaksi tanah pada penambahan kapur, bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO_2 dan air.

Kategori sumber ini perlu dimasukkan karena pengambilan (fiksasi) CO_2 dari atmosfer selama pembuatan urea diperhitungkan dalam sektor industri. Emisi CO_2 dari penggunaan pupuk Urea dihitung dengan persamaan berikut.

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

dimana :

CO_2-Emission	=	Emisi C tahunan dari aplikasi Urea, ton CO_2 per tahun
M_{Urea}	=	jumlah pupuk Urea yang diaplikasikan, ton per tahun
EF_{Urea}	=	faktor emisi, ton C per (Urea). Default IPCC (Tier 1) untuk faktor emisi urea adalah 0.20 atau setara dengan kandungan karbon pada pupuk urea berdasarkan berat atom (20% dari $CO(NH_2)_2$).

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, hortikultura dan perkebunan. 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:

1. **Tanaman pangan**
   - Jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran.

2. **Tanaman perkebunan**
   - Perkebunan besar swasta atau BUMN memberikan pupuk sesuai anjuran, sedangkan perkebunan rakyat memberikan pupuk bervariasi sesuai kemampuannya. Faktor koreksi untuk perkebunan rakyat diasumsikan untuk kelapa sawit 80%; kopi, kakao, dan karet 40%; kelapa 30%; tebu, kapas dan tembakau 100 % dari dosis anjuran, sedangkanuntuk perkebunan besar faktor koreksi diasumsikan 100 %.
   - Jumlah pupuk = luas tanam x dosis anjuran x faktor koreksi.

3. **Tanaman hortikultura**
   - Perhitungan jumah pupuk untuk tanaman hortikultura (buah, sayuran dan tanaman hias) agak spesifik karena tanaman hortikulutur pada umumnya diusahakan secara tumpangsari dengan umur tanaman yang bervariasi.
   - Asumsi yang digunakan antara lain: (1) luas areal tanam = 80% luas areal tanam, (2) dosis pupuk dihitung berdasarkan komoditas unggulan di suatu wilayah, (3) dosis pupuk digunakan sebagai acuan adalah rata-rata dosis anjuran komoditas hortikultura yang dikembangkan di wilayah tersebut.
   - Pada dasarnya para petani hortikultura memprioritaskan pemenuhan kebutuhan pupuk terutama untuk usaha tani sayuran dan tanaman hias, sedangkan untuk tanaman buah tahunan diperkirakan hanya 20 % petani yang melakukan pemupukan.
   - Jumlah pupuk = luas tanamx dosis anjuran x faktor koreksi (luas dan dosis).

Dosis anjuran penggunaan pupuk urea untuk masing-masing komoditas disajikan pada Tabel 3.5,

Tabel 3.5 Dosis Anjuran Pupuk Urea Beberapa Komoditas Pertanian

No.	Jenis Tanaman	Dosis N (kg/ha)	Urea (kg/ha)
A	Tanaman Pangan		
1	Padi	113	250
2	Jagung	158	350
3	Kedelai	25	56
4	Kacang Tanah	25	56
5	Kacanag Hijau	25	56
6	Ubikayu	68	150
7	Ubijalar	68	150
B	Tanaman Hortikultura		
1	Buah-buahan	72	160
2	Sayur-sayuran	100	222
3	Hias	42	93
4	Biofarmaka	200	444
C	Tanaman Perkebunan		
1	Karet	135	300
2	Kelapa	90	200
3	Kelapa Sawit	113	250
4	Kopi	158	350
5	The	90	200
6	Kakao	200	444
7	Tebu	158	351
8	Tembakau	90	200
9	Kapas	45	100

Sumber : Pawitan *et al*,(2009)

3.3.2 Contoh Perhitungan

Contoh perhitungan emisi CO_2 dari penggunaan pupuk urea dan cara pengisian Worksheet IPCC (2006) sebagaimana diuraikan berikut ini.

a. Data Aktivitas

- Luas tanam padi : 225.000 ha
- Luas tanam karet : 15.000 ha (perkebunan besar) dan 10.000 ha (perkebunan rakyat).
- Luas tanam buah-buahan : 12.000 ha dan sayuran 15.000 ha

- Dosis urea padi 200 kg/ha/tahun, karet 300 kg/ha/tahun, buah-buahan 160 kg/ha/tahun, dan sayuran 222 kg/ha/tahun.
- Karet rakyat menggunakan pupuk 40% dosis rekomendasi
- Luas areal tanam hortikultura 80% karena sebagian besar tumpang sari
- Petani buah-buahan hanya 20% yang menggunakan pupuk urea
- EF urea = 0.20 (IPCC, 2006)

b. Tahapan Perhitungan:

(1) Menghitung Konsumsi Pupuk

Padi = 225.000 ha x 200 kg/ha x 10^{-3}= 45.000 ton
Karet = (15.000 ha x 300 kg/ha) + (0.40 x 10.000 ha x 300 kg/ha) x 10^{-3}
= 5.700 ton
Sayur-sayuran
= (0.80 x 15.000 ha x 222 kg/ha) x 10^{-3}
= 2.664 ton
Buah-buahan
= (0.20 x 12.000 ha x 160 kg/ha) x 10^{-3}
= 384 ton
Jumlah penggunaan pupuk urea
= 53.748 ton

(2) Menghitung Emisi CO_2 dari Penggunaan Pupuk Urea

CO_2-Emission = (M_{Urea} x EF_{Urea})
= (53.748 ton/tahun x 0.20)
= 10.750 ton C/tahun

c. Cara Pengisian Worksheet IPCC (2006)

Worksheet IPCC 2006 untuk penghitungan emisi CO_2 tahunan dari pupuk Urea sebagaimana berikut ini.

Berdasarkan data aktivitas, untuk kolom sub kategori akan ada 4 kategori tanaman yang menggunakan pupuk urea (padi, karet, sayur-sayuran, dan buah-buahan).

(1) Masukkan jumlah pupuk yang digunakan untuk masing-masing kategori, dengan cara mengalikan luas lahan dengan dosis pupuk yang digunakan pada kolom “M”.

Contoh:
Untuk lahan padi penggunaan pupuk pertahunnya
= 225.000 Ha x 200 Kg/Ha/tahun
= 45.000 Ton/ tahun

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use		
Category	Urea Fertilization: Annual CO_2 emissions from Urea Fertilization		
Category code	3C3		
Sheet	1 of 1		
Equation	Equation 11.13		
Subcategories for reporting year	Annual amount of Urea Fertilization	Emission factor	Annual CO_2-C emissions from Urea Fertilization
	(tonnes urea yr^{-1})	[tonnes of C (tonne of urea)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
		default is 0.20	CO_2-C Emission = M * EF
	M	EF	CO_2-C Emission
(a)	53,748	0.20	10,750
(b)			
(c)			
Total			

(2) Masukkan nilai emisi faktor pupuk urea pada kolom "EF". (default 0.20 berdasarkan pedoman IPCC)

(3) Pada kolom terakhir dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan emisi CO_2 dari penggunaan pupuk untuk masing-masing jenis lahan dengan menggunakan persamaan:

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

3.4. Emisi Dinitrogen Oksida (N_2O) dari Pengelolan 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 anaerob menjadi gas nitrogen (N_2). Dinitrogen oksida ini adalah gas antara dalam urutan reaksi denitrifikasi dan hasil dari reaksi nitrifikasi yang lepas dari sel-sel mikroba ke dalam tanah dan akhirnya ke atmosfer. Salah satu faktor pengendali utama dalam reaksi ini adalah ketersediaan N anorganik dalam tanah.

Perkiraan emisi N_2O 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).

Emisi dari N_2O yang dihasilkan daripenambahan N antropogenik atau mineralisasi N dapat terjadi secara langsung (yaitu, langsung dari tanah dimana N ditambahkan/dilepaskan), dan tidak langsung melalui : (i) volatilisasi NH_3 dan NO_x dari tanah yang dikelola dan dari pembakaran bahan bakar fosil serta biomassa, yang kemudian gas-gas ini berserta produknya NH_4+ dan NO_3– diendapkan kembalike tanah dan air; dan (ii) pencucian dan run off dari N terutama sebagai NO_3- dari tanah yang dikelola.

3.4.1. Emisi N_2O Langsung

Peningkatan N-tersedia dalam tanah meningkatkan proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang memproduksi N_2O. 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 N_2O dari tanah yang dikelola adalah sebagai berikut:

- Pupuk N sintetis (misalnya, Urea, ZA, NPK), F_{SN}
- N-organik yang digunakan sebagai pupuk (misalnya, pupuk kandang, kompos, lumpur limbah, limbah), F_{ON}
- Urin dan kotoran mengandung N yang disimpan di padang rumput, padang pengembalaan atau tempat hewan merumput, F_{PRP}
- 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}
- Mineralisasi N yang berhubungan dengan hilangnya bahan organik tanah akibat perubahan penggunaan lahan atau pengelolaan tanah mineral, F_{SOM}
- Drainase atau pengelolaan tanah organik(histosol),F_{OS}

Persamaan untuk menduga emisi N_2O langsung dari tanah yang dikelola adalah sebagaimana berikut ini.

$$N_2O\text{-}_{Direct} = N_2O\text{-}N_{N\ input} + N_2O\text{-}N_{OS} + N_2O\text{-}N_{PRP})$$

dimana:

$N_2O\text{-}N_{N\ input}$ = $\{[(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF1_{1FR}]\}$

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

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

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

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

$N_2O\text{-}N_{OS}$ = Emisi tahunan N_2O langsung dari pengelolaan tanah organik,*kg N_2O-N per tahun*

$N_2O\text{-}N_{PRP}$ = Emisi tahunan N_2O langsung dari input urin atau kotoran ternak ke padang rumput atau pengembalaan,*kg N_2O-N per tahun*

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

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

F_{CR} = Jumlah tahunan dari sisa tanaman(di atas tanah dan di bawahtanah), termasuk tanamanyang memfiksasi Ndan daripembaharuan hijauan ataupadangrumput, *kg N per tahun*

F_{SOM} = Jumlah tahunan dari N pada tanah yang dimineralisasi, yang berhubungandengan hilangnyabahan organik tanahakibat perubahanpenggunaanlahan ataupengelolaantanah mineral, *kg N per tahun.*

F_{PRP} = Jumlah tahunan dari input urin dan kotoran N yang dideposit di padang rumput atau padang pengembalaan, *kg N per tahun* (CPP: Sapi, Unggas, dan Babi, dan SO: domba, dan ternak lain)

F_{OS} = Luas dari tanah organik yang dikelola/didrainase, *ha* (CG, F, Temp, Trop, NR dan NO adalah kependekakan dari *Cropland* dan *Grassland*, *Forest Land*, *Temperate*, *Tropical*, Kaya Hara [*Nutrient Rich*], dan Miskin Hara [*Nutrient Poor*])

EF_1 = Faktor emisi untuk emisi N_2O dari input N untuk lahan kering, *kg N2O-N per (kg N input*)

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

$EF_{2CG,F,Temp,\ Trop,R,P}$ = Faktor emisi untuk emisi N_2O dari tanah organik yang dikelola/didrainase input N untuk sawah irigasi, *kg N_2O-N per (ha tahun*); (CG, F, Temp, Trop, R dan P adalah kependekakan dari *Crop Land* dan *Grass Land*, *Forest Land*, *Temperate*, *Tropical*, Kaya Hara (*Nutrient Rich*) , dan Miskin Hara (*Nutrient Poor*))

EF_{3PRP} = Faktor emisi untuk emisi N_2O dari urin dan kotoran N yang dideposit di padang rumput atau padang pengembalaan, *kg N_2O-N per (kg N input*); (CPP: sapi, unggas, dan babi, dan SO: domba, dan ternak lain)

Faktor-faktor emisi menduga emisi N_2O langsung dari tanah yang dikelola dapat menggunakan default faktor emisi IPCC (2006) seperti disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Default Faktor Emisi untuk Menghitung Emisi N_2O dari Tanah yang Dikelola

No	Faktor emisi	Nilai	Kisaran
1	EF_1 untuk faktor emisi untuk emisi N2O dari input N untuk lahan kering, kg N2O-N per kg N input.	0.01	0.003 - 0.03
2	EF_{1FR} untuk faktor emisi untuk emisi N2O dari input N untuk sawah irigasi, kg N2O-N per kg N input.	0.003	0.000 - 0.006
3	$EF_{2CG,Temp}$ untuk tanaman organik dan tanah padang rumput di daerah temperate , kg N2O–N per ha)	8.0	2 - 24
4	$EF_{2CG,Trop}$ untuk tanaman organik dan tanah padang rumput di daerah tropis , kg N2O–N per ha)	16.0	5 - 48
5	$EF_{2F,Temp,Org,R}$ untuk tanah hutan yang kaya hara tanah di daerah temperate dan boreal, kg N2O–N per ha	0.6	0.16 - 2.4
6	$EF_{2F, Temp,Org,P}$ untuk tanah hutan yang miskin hara tanah di daerah temperate & boreal, kg N2O–N per ha	0.1	0.02 - 0.3
7	$EF_{2F, Trop}$ untuk tanah hutan organik di daerah tropis, kg N2O–N per ha	8.0	0 - 24
8	$EF_{3PRP, CPP}$ untuk sapi (sapi perah, sapi potong dan kerbau), unggas dan babi, kg N2O–N per ha	0.02	0.007 - 0.06
9	$EF_{3PRP, SO}$ untuk domba & ternak lain, kg N2O–N per ha	0.01	0.003 - 0.03

Sumber : IPCC(2006)

Data yang tersedia untuk perhitungan emisi N_2O langsung adalah N_2O-N N input dari penggunaan pupuk N sintetis (Urea, ZA, NPK), N organik dan sisa tanaman. Kebutuhan pupuk N dapat dihitung sebagai berikut :

1. Jumlah N sintetis yang ditambahkan ke tanah dihitung dengan mengalikan konsumsi pupuk (Urea, ZA, NPK) dengan kandungan N. Kandungan N untuk Urea adalah 46%, ZA 21%, dan NPK 15%. Pupuk N sintetis digunakan pada tanaman pangan, perkebunan, dan hortikultura.
2. Pupuk organik yang umum digunakan petani untuk tanaman pangan dan tanaman hortikultura adalah pupuk kandang dan kompos. Penggunaan pupuk organik dihitung dari *luas tanam x dosis pupuk organik*. Dosis pupuk kandang yang biasa digunakan petani berkisar 1-2 ton /ha, sedangkan yang digunakan pada tanaman kentang 20 ton/ha, wortel, kubis, dan cabe 5 ton/ha, dan sawi serta terong 2 ton/ha. Kandungan N pada pupuk kandang adalah 16% dan pada kompos N sebesar 0.5% (Pawitan et al, 2009).
3. Sisa tanaman umumnya digunakan pada padi sawah dengan asumsi persentasi tanaman yang dikembalikan ke lahan sekitar 30% dari sisa biomasa yaitu bagian akar dan pangkal batang. Jumlah biomas tanaman padi sebanding dengan produksi gabah. Kandungan N pada sisa jerami padi adalah 0.5%.

3.4.2. Emisi N_2O Tidak Langsung

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

- Pupuk N sintetis (misalnya, Urea, ZA, NPK), F_{SN}
- Norganik yang digunakan sebagai pupuk (misalnya, pupuk kandang, kompos, lumpur limbah, limbah), F_{ON}
- Urin dan kotoran mengandung N yang disimpan di padang rumput, padang pengembalaan atau tempat hewan merumput. F_{PRP}
- 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}
- Mineralisasi N yang berhubungan dengan hilangnya bahan organik tanah akibat perubahan penggunaanlahan atau pengelolaan tanah mineral, F_{SOM}

Persamaan untuk menduga emisi N2O tidak langsung dari tanah yang dikelola adalah :

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

dimana:

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

$N_2O_{(ATD)}$-N = $[(F_{SN} \times Frac_{GASF})+((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times EF_4$

$N_2O_{(L)}$-N = $(F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) \times Frac_{LEACH-(H)} \times EF_5$

$N_2O_{(ATD)}$–N = jumlah tahunan N_2O–N yang dihasilkan volatisasi N ke atmosfer dari tanah yang dikelola, *kg N_2O–N per tahun*

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

$Frac_{GASF}$ = fraksi pupuk N sintetis yang bervolatisasi sebagai NH_3 dan NOx, *kg N tervolatisasi per kg N yang digunakan*

F_{ON} = jumlah tahunan pupuk kandang, kompos, urin dan kotoran, dan bahan organik lain yang diaplikasikan ke tanah, *kg N per tahun*

F_{PRP} = jumlah tahunan urin dan kotoran ternak yang dideposit di padang rumput atau padang pengembalaan, *kg N per tahun*

$Frac_{GASM}$ = 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

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)]

F_{CR} = jumlah tahunan dari sisa tanaman(di atas tanah dan di bawahtanah), termasuk tanamanyang memfiksasi Ndan daripembaharuan hijauan ataupadangrumput, *kg N per tahun*

F_{SOM} = jumlah tahunan dari N pada tanah yang dimineralisasi, yang berhubungandengan hilangnyabahan organik tanahakibat perubahanpenggunaanlahan ataupengelolaantanah mineral, *kg N per tahun.*

Frac $_{LEACH-(H)}$ = fraksi dari semua N yang ditambahkan/dimineralisasi pada tanah yang dikelola di wilayah yang mengalami pencucian/aliran permukaan yang melaui pencucian dan aliran permukaan, kg N per kg of N yang ditambahkan

EF_5 = faktor emisi untuk emisi N_2O dari deposit N di atmosfir akibat pencucian dan aliran permukaan N, kg N_2O–N

Faktor-faktor emisi menduga emisi N_2O tidak langsung dari tanah yang dikelola dapat menggunakan default faktor emisi IPCC (2006) seperti pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 *Default* Emisi, Faktor Volatisasi dan Pencucian untuk Emisi N_2O Tidak Langsung dari Tanah

No	Faktor	Nilai	Kisaran
1	EF_4 [volatisasi dan redeposit N], kg N_2O–N per kg NH_3–N + NOX–N tervolatisasi	0.010	0.002 - 0.05
2	EF_4 [volatisasi dan redeposit N], kg N_2O–N per kg NH_3–N + NOX–N tervolatisasi	0.0075	0.0005 - 0.025
3	$Frac_{GASF}$ [volatisasi dari pupuk sintetis], kg NH_3–N + NO_x–N per kg N yang digunakan	0.10	0.03 - 0.3
4	$Frac_{GASM}$ [Volatilisasi dari semua pupuk N organik , urin dan kotoran yang dideposit ternak], kg NH_3–N + NO_x–N per kg N yang digunakan atau dideposit	0.20	0.05 - 0.5
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)

3.4.3 Contoh Perhitungan

Contoh perhitungan Emisi N_2O Langsung dan Tidak Langsung dari Tanah dan cara pengisian Worksheet IPCC (2006) sebagaimana berikut ini.

a. Data Aktivitas

(1) Konsumsi pupuk Urea, ZA dan NPK pada masing masing 200.000 ton. 100.000 ton dan 125.000 ton/tahun (lahan kering) dan 300.000 ton , 150.000 ton , dan 200.000 ton (lahan sawah).
(2) Luas areal tanam padi = 150.000 ha, jagung = 100.000 ha, kedelai = 50.000 ha, dan sayuran = 100.000 ha
(3) Dosis pupuk kandang pada jagung dan kedelai = 2 ton/ha/tahun
(4) Dosis pupuk kandang tanaman padi sawah = 4 ton/ha/tahun
(5) Dosis kompos pada tanaman sayuran = 10 ton/ha/tahun
(6) Kandungan N pada Urea, ZA dan NPK = 46%, 21% dan 15%
(7) Kandungan N pada pupuk kandang, kompos , crop residu 16%, 0,5% dan 0.5%
(8) Produksi padi = 800.000 ton/tahun dan bagian biomas yang dikembalikan ke tanah 30%, dengan rasio biomas dan biji 1:1
(9) EF_1= 0.01 dan EF_{1FR} = 0.03, EF_4 = 0.01
(10) $Frac_{GASF}$ = 0.1, $Frac_{GASM}$ = 0.2

b. Tahapan Perhitungan

Kategori lahan dibagi atas 2 (dua) yaitu: (i) lahan yang diolah: lahan kering, tanaman jagung, kedelai dan sayuran; dan (ii) lahan pertanian: lahan sawah, padi. Berdasarkan data diatas, terlebih dahulu harus dilakukan penghitungn jumlah penggunaan N.

(1) Menghitung konsumsi N dari pupuk sintesis

F_{SN} lahan kering = (200.000 ton urea x 0.46)+(100.000 ton ZA x 0.21) +(125.000 ton NPK x 0.15)
= 92.000 ton + 21.000 ton + 18.750 ton = 131.750 ton
F_{SN}lahan sawah = (300.000 ton urea x 0.46)+(150.000 ton ZA x 0.21) +(200.000 ton NPK x 0.15)
= 138.000 ton + 31.500 ton + 30.000 ton
= 199.500 ton
FON pupuk kandang padi
= (150.000 ha/tahun x 2 ton/ha x 0.16) =48.000 ton

FON pupuk kandang jagung, kedelai
= (150.000 ton x 2 ton/ha x 0.16) = 48.000 ton
FON kompos sayuran
= (100.000 ha/tahun x 10 ton/ha/tahun x 0.005)
= 5.000 ton
FCR padi = (800.000 ton x 0.30 x 0.005)
= 1.200 ton

(2) Menghitung emisi langsung N_2O

N_2O_{Direct} = $\{[(F_{SN} + F_{ON}) \times EF_1] + [(F_{SN} + F_{ON}) \times EF1_{1FR}]\}$
= {[(131.750 + 48.000 + 5.000) x 0.1] +[(199.500 + 48.000 + 1.200)x 0.03]}
= (18.475 ton + 7.461 ton)
= 25.936 ton N_2O

(3) Menghitung emisi tidak langsung N_2O

$N_2O_{Indirect}$ = $[(F_{SN} \times Frac_{GASF})+((F_{ON} +F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times EF_4$
= [(131.750+199.500)x0.1)+(48.000+48.000+5.000+1.200)x0.2)] x0.01
= (33.125 + 20.200) x 0.01
= 536 ton N_2O

c. Pengisian Worksheet IPCC 2006:

Untuk emisi langsung N_2O dari tanah, dipergunakan Worksheet sebagaimana berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use				
Category		Direct N_2O Emissions from Managed Soils				
Category code		3C4				
Sheet		1 of 2				
Equation		Equation 11.1				
Anthropogenic N input type		Annual amount of N applied		Emission factor for N_2O emissions from N inputs		Annual direct N2O-N emissions produced from managed soils
		(kg N yr^{-1})		[kg N2O-N (kg N input)$^{-1}$]		(kg N2O-N yr-1)
				Table 11.1		N2O-NN inputs = F * EF
		F		EF		N2O-NN inputs
Anthropogenic N input types to estimate annual direct N_2O-N emissions produced from managed soils	synthetic fertilizers	F_{SN}: N in synthetic fertilizers	131,750	EF_1	0.10	13,175
	animal manure, compost, sewage sludge	F_{ON}: N in animal manure, compost, sewage sludge, other	53,000		0.10	5,300
	crop residues	F_{CR}: N in crop residues				
	changes to land use or management	F_{SOM}: N in mineral soils that is mineralised, in association with loss of soil C from soil organic matter as a result of changes to land use or management				
Anthropogenic N input types to estimate annual direct N_2O-N emissions produced from flooded rice	synthetic fertilizers	F_{SN}: N in synthetic fertilizers	199,500	EF_{1FR}	0.03	5,985
	animal manure, compost, sewage sludge	F_{ON}: N in animal manure, compost, sewage sludge, other	48,000		0.03	1,440
	crop residues	F_{CR}: N in crop residues	1,200		0.03	36
	changes to land use or management	F_{SOM}: N in mineral soils that is mineralised, in association with loss of soil C from soil organic matter as a result of changes to land use or management				
Total						25,936

Langkah-langkah pengisian Worksheet Untuk untuk menghitung emisi langsung N_2O dari tanah, adalah sebagai berikut:

(1) Hasil perhitungan penggunaan N diatas, dimasukkan pada kolom "F" sesuai kategorinya.

(2) Masukkan nilai emisi faktor "EF_1" dan "EF_{1FR}" pada kolom "EF".

(3) Pada kolom terakhir dapat dilakukan perhitungan emisi langsung N_2O dengan menggunakan persamaan:

$$N_2O\text{-}N_{N\ inputs} = F * EF$$

Untuk emisi tidak langsung N_2O dari tanah, digunakan hasil perhitungan kosumsi N dengan menggunakan Worksheet sebagaimana berikut ini.

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category	Indirect N_2O Emissions from Managed Soils: N_2O from Atmospheric Deposition of N Volatilised from Managed Soils						
Category code	3C5						
Sheet	1 of 2						
Equation	Equation 11.9						
Anthropogenic N input type	Annual amount of synthetic fertilizer N applied to soils	Fraction of synthetic fertilizer N that volatilises	Annual amount of animal manure, compost, sewage sludge and other organic N additions intentionally applied to soils	Annual amount of urine and dung N deposited by grazing animals on pasture, range and paddock	Fraction of applied organic N fertilizer materials (F_{ON}) and of urine and dung N deposited by grazing animals (F_{PRP}) that volatilises	Emission factor for N_2O emission from atmospheric deposition of N on soils and water surfaces	Annual amount of N_2O-N produced from atmospheric deposition of N volatilised from managed soils
	(kg N yr-1)	(kg NH_3-N + NO_x-N) (kg of N applied)$^{-1}$	(kg N yr^{-1})	(kg N yr^{-1})	(kg NH_3-N + NO_x-N) (kg of N applied or deposited)$^{-1}$	(kg N_2O-N) (kg NH_3-N + NO_x-N volatilized)$^{-1}$	(kg N_2O-N yr^{-1})
		Table 11.3			Table 11.3	Table 11.3	$N_2O_{(ATD)}$-N = [(F_{SN} * $Frac_{GASF}$) + (F_{ON} + F_{PRP}) * $Frac_{GASM}$)] * EF_4
	FSN	$Frac_{GASF}$	F_{ON}	F_{PRP}	$Frac_{GASM}$	EF_4	$N_2O_{(ATD)}$-N
(a)	131,750	0.10	48,000		0.2	0.01	228
(b)	199,500	0.10	48,000		0.2	0.01	296
(c)			5,000		0.2	0.01	10
(d)			1,200		0.2	0.01	2
Total							536

Cara pengisian adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan jumlah penggunaan pupuk N sintetis pada kolom "F_{SN}".

(2) Masukkan nilai fraksi pupuk N sintetis pada kolom $Frac_{GASF.}$ (0.1 berdasarkan pedoman IPCC)

(3) Masukkan jumlah penggunaan pupuk organic pada kolom "F_{ON}"

(4) Dikarenakan tidak ada jumlah N dari sisa ternak pada contoh yang ada (urin atau kotorannya), maka kolom "F_{FPR}" dikosongkan

(5) Masukkan nilai fraksi penggunaan pupuk organic pada kolom "$Frac_{GASM}$"

(6) Masukkan nilai emisi faktor "EF4" pada kolom "EF4". (0.01 berdasarkan pedoman IPCC)

(7) Pada kolom terakhir akan didapat emisi tidak langsung N2O tahunan dengan menggunakan persamaan:

$$N_2O_{(ATD)}\text{-}N = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + (F_{ON} + F_{PRP}) * Frac_{GASM})] * EF_4$$

3.5. Emisi Non CO_2 dari Pembakaran Biomasa

Emisi Non-CO_2 dari biomas yang dibakar dibedakan dari pembakaran biomassa pada lahan pertanian (*cropland*) dan pembakaran biomassa dari padang rumput (*grass land*) dan perhitungannya dilakukan terpisah.

3.5.1. Emisi Non CO_2 dari Pembakaran Biomasa Lahan Pertanian

a. Estimasi Emisi

Emisi Non-CO_2 dari biomas yang dibakar (terutama CH_4, CO, NO_x and N_2O) umumnya berkaitan dengan sisa pertanian (jerami padi, tebu, dll) yang dibakar. Emisi CO_2 dari biomas yang dibakar tidak dihitung karena karbon yang dilepaskan selama proses pembakaran diasumsikan akan diserap kembali oleh tanaman pada musim berikutnya.

Persentase sisa tanaman yang dibakar yang disebut sebagai massa bahan bakar yang tersedia, dihitung dengan terlebih mengurangi dengan fraksi tanaman yang digunakan sebagai pakan ternak, membusuk di lahan, atau digunakan oleh sektor lain (misalnya untuk biofuel, pakan ternak domestik, bahan bangunan, dll) untuk untuk menghindari kemungkinan double counting. Persamaan untuk menghitung emisi non-CO2 dari biomasa yang dibakar adalah:

$$L_{fire} = A \bullet M_B \bullet C_f \bullet G_{ef} \bullet 10^{-3}$$

dimana:

L_{fire} = Jumlah emisi GRK dari pembakaran , ton CH_4, N_2O, CO dan NOx.

A = Luas area yang dibakar , ha

M_B = Massa bahan yang tersedia untuk pembakaran, ton/ha. (termasuk biomasa, serasah, dan kayu mati)

C_f = Faktor pembakaran

G_{ef} = Faktor emisi , g/kg bahan kering yang dibakar

Jika data MB and Cf tidak tersedia, nilai default dari jumlah bahan bakar yang dibakar untuk beberapa sisa pertanian dapat dilihat pada Tabel 3.8. Sedangkan default faktor emisi menurut IPCC (2006) disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.8. Nilai Konsumsi Bahan Bakar Biomas/Bahan Organik Mati dan Biomas Hidup (ton bahan kering/ha)

Sub kategori	Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar (ton bahan kering/ha)	Keterangan
Residu gandum	4.0	Hanya pembakaran pada permukaan
Residu jagung	10.0	
Jerami padi	5.5	
Tebu*	6.5	

Catatan: *untuk tebu merupakan nilai sebelum tanaman dipanen

Tabel 3.9. Faktor Emisi dari Pembakaran Berbagai Jenis Ekosistim (g/kg Bahan Kering yang Dibakar)

Kategori	CO_2	CO	CH_4	N_2O	NO_x
Sabana dan padang rumput	1613± 95	65±20	2.3±0.9	0.21±0.10	3.9±2.4
Residu pertanian	1515±177	92±84	2.7	0.07	2.5±1.0
Hutan tropis	1580±90	3.0±1.4	6.8±2.0	0.20	1.6±0.7
Hutan extra tropis	1569± 31	107±37	4.7±1.9	4.7±1.9	3.0±1.4
Bahan bakar nabati	1550 ±95	78± 31	6.1±2.2	0.06	1.1±0.6

b. Contoh Perhitungan

Contoh perhitungan emisi Non-CO_2 dari biomassa lahan pertanian yang dibakar sebagaimana diuraikan berikut ini.

<u>Data aktivitas:</u>

(1) Luas panen padi = 489.000 ha
(2) Fraksi biomas yang dibakar = 0.25 (*expert judgment*)
(3) Faktor emisi sisa pertanian untuk CH_4 =2.7, CO = 92, NO_2 = 0.07 dan NO_x = 2.5 (g GHG/kg bahan kering)

(4) Default untuk mass burnt untuk jerami padi (Mb*Cr)= 5.5 ton/ha
(5) Default Cf untuk jerami padi = 0.8

<u>Tahapan Perhitungan</u>:

(1) Menghitung luas lahan yang dibakar
- Lahan sawah setelah dipanen, dibakar untuk membersihkan lahan.
- Persentasi luas areal yang dibakar di berdasarkan expert judgement.
- Luas lahan yang dibakar = 489.000 ha x 0.25 = 122.250 ha

(2) Menghitung Emisi dari lahan pertanian yang dibakar

L_{CH4} = (122.250 ha x 5.5 ton /ha x 0.8 x 2.7 g GHG/kg bahan kering)/1000
= 1.4520 ton CH_4

L_{CO} = (122.250 ha x 5.5 ton /ha x 0.8 x 92 g GHG/kg bahan kering)/1000
= 49.486 ton CO

L_{N2O} = (122.250 ha x 5.5 ton /ha x 0.8 x 0.07 g GHG/kg bahan kering)/1000
= 38 ton N_2O

L_{NOx} = (122.250 ha x 5.5 ton /ha x 0.8 x 2.5 g GHG/kg bahan kering)/1000
= 1.344 ton NOx

<u>Pengisian Worksheet IPCC 2006</u>:

Emisi pembakaran sisa pertanian dari lahan sawah menggunakan Worksheet sebagaimana berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Emissions from Biomass Burning in Cropland (Land Converted to Cropland)								
Category code		3C1b								
Sheet		2 of 2								
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.27							
Land-use category		Subcategories for reporting year[2]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[3]	Combustion factor[3]	Emission factor for each GHG	CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG / (kg dm burnt)$^{-1}$]	(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
				Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}	L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
[non-CL]	CL	(a)	122,250	5.5	0.8	CH_4 2.70	1,452,330			
						CO 92.00		49,486,800		
						N_2O 0.07			37,653	
						NO_x 2.50				1,344,750
		(b)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
Total						CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				

[1] Similar tables should be completed separately for each initial land use, and subtotals must be added up. If data by initial land use are not available, use only "non-CL" in this column.
[2] For each subcategory, use separate lines for each non-CO_2 greenhouse gas.
[3] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt (M_B * C_f) can be used (Table 2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

Cara pengisian Worksheet adalah sebagai berikut:

(1) Untuk mendapatkan luas lahan sawah yang dibakar, maka perlu dihitung dari luas panen padi yang dikalikan dengan fraksi biomasa yang dibakar. Data tersebut dimasukkan dalam kolom "A"

(2) Masukkan nilai "mass burn" untuk jerai padi pada kolom "M_B".

(3) Masukkan nilai faktor pembakaran untuk jerami pada kolom "C_f"

(4) Masukkan nilai faktor emisi sisa pertanian untuk masing-masing gas rumah kaca pada kolom "G_{ef}"

(5) Pada kolom berikutnya akan dihitung emisi faktor dari lahan pertanian yang dibakar untuk masing-masing gas rumah kaca dengan menggunakan persamaan:

$$L_{fire}(CH_4, CO, N_2O, NO_x)=A * MB * Cf * Gef * 10^{-3}$$

3.5.2. Emisi non CO_2 dari Pembakaran Biomas pada Padang Rumput

a. Estimasi Emisi

Emisi Non-CO_2 dari pembakaran biomas padang rumput dapat diduga dari pertanian ladang berpindah. Sistim perladangan berpindah masih banyak ditemukan di luar Jawa dan biasanya untuk membuka lahan dilakukan dengan membakar lahan yang ditumbuhi rumput. Persamaan untuk menghitung emisi sama dengan persamaan untuk menghitung emisi Non-CO_2 dari pembakaran biomas pada lahan pertanian.

b. Contoh Perhitungan

Contoh perhitungan emisi Non-CO_2 dari biomassa padang rumput yang dibakar sebagaimana berikut ini.

<u>Data aktivitas</u>:

(1) Luas panen padi gogo = 108.000 ha
(2) Fraksi biomas yang dibakar = 0.8 (expert judgment)
(3) Faktor emisi padang rumput untuk CH_4 =2.3, CO = 65, NO_2 = 0.21 dan NO_x = 3.9 (g GHG/kg bahan kering)
(4) Default untuk Mass burnt (Mb*Cr)= 4.1 ton/ha
(5) Default Cf untuk padang rumput = 0.86

Tahapan Perhitungan:

(1) Menghitung luas lahan yang dibakar

- Lahan sawah setelah dipanen oleh sebagian petani dibakar untuk membersihkan lahan.
- Persentasi luas areal yang dibakar di berdasarkan expert judgement.
- Luas lahan yang dibakar = 108.000 ha x 0.8 = 86.400 ha

(2) Menghitung Emisi dari lahan pertanian yang dibakar

L_{CH4} = (86.400 ha x 4.1 ton /ha x 0.86 x 2.3 g GHG/kg bahan kering)/1000 = 700 ton CH_4

L_{CO} = (86.400 ha x 4.1 ton /ha x 0.86 x 65 g GHG/kg bahan kering)/1000 = 4.830 ton CO

L_{N2O} = (86.400 ha x 4.1 ton /ha x 0.86 x 0.21 g GHG/kg bahan kering)/1000 = 64 ton N_2O

L_{NOx} = (86.400 ha x 4.1 ton /ha x 0.86 x 3.9 g GHG/kg bahan kering)/1000 = 1.188 ton NOx

Worksheet IPCC 2006:

Perhitungan emisi Non-CO_2 dari biomassa padang rumput yang dibakar menggunakan Worksheet sebagaimana berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Emissions from Biomass Burning in Grassland (Land Converted to Grassland)								
Category code		3C1c								
Sheet		2 of 2								
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27							
Land-use category		Subcategories for reporting year[2]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[3]	Combustion factor[3]	Emission factor for each GHG	CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG / (kg dm burnt)$^{-1}$]	(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
				Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}	L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
[non-GL]	GL	(a)	86,400	4.1	0.86	CH_4	2.30	701			
						CO	65.00		19,802		
						N_2O	0.21			64	
						NO_x	3.90				1,188
		(b)				CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					
Total						CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					

[1] Similar tables should be completed separately for each initial land use, and subtotals must be added up. If data by initial land use are not available, use only "non-GL" in this column.

[2] For each subcategory, use separate lines for each non-CO_2 greenhouse gas.

[3] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt (M_B * C_f) can be used (Table 2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

IV. KEHUTANAN DAN PENGGUNAAN LAHAN LAINNYA

Emisi/serapan dari setiap kategori penggunaan lahan diduga dari perubahan biomassa atau tampungan karbon untuk: (1) lahan yang tetap/tersisa dalam kategori penggunaan lahan yang sama, dan (2) lahan yang berubah ke pengunaan lahan tersebut dari penggunaan lahan lain (Tabel 4.1). Emisi atau serapan dilaporkan pada kategori penggunaan lahan akhir.

Tabel 4.1. Kategori dan Sub-Kategori Penggunaan Lahan dan Kaitannya dengan Tampungan Karbon

Kategori Penggunaan Lahan	Sub Kategori Perubahan Lahan	Strata Perubahan	Tampungan Karbon
Lahan Hutan (FL)	FL – FL (Lahan hutan tetap lahan hutan)	Peningkatan simpanan karbon biomasa (termasuk biomasa di atas dan di bawah permukaan)	Biomasa Hidup
		Hilangnya karbon dari pemanenan kayu	Biomassa Hidup
		Hilangnya karbon dari pengambilan kayu bakar	Biomassa Hidup
		Hilangnya karbon dari gangguan-gangguan	Biomassa Mati
		Hilangnya karbo dari tanah organik yang didrainase	Bahan Organik Tanah
	L – FL (Lahan lain dikonversi ke lahan hutan)	Peningkatan simpanan karbon biomasa (termasuk biomasa di atas dan di bawah permukaan)	Biomasa Hidup
		Hilangnya karbon dari pemanenan kayu	Biomasa Hidup
		Hilangnya karbon dari pengambilan kayu bakar	Biomasa Hidup
		Hilangnya karbon dari gangguan-gangguan	Biomasa mati
		Perubahan simpanan karbon pada bahan organik mati karena konversi lahan	Biomasa mati
		Perubahan simpanan karbon pada tanah mineral	Bahan Organik Tanah
		Perubahan simpanan karbon pada tanah organik	Bahan Organik Tanah

Tabel 4.1. Lanjutan

Kategori Penggunaan Lahan	Sub Kategori Perubahan Lahan	Strata Perubahan	Tampungan Karbon
Lahan Pertanian dan Agroforestry (CL)	CL – CL (Lahan pertanian tetap lahan pertanian)	Perubahan tahunan simpanan karbon biomasa	Biomasa Hidup
		Perubahan tahunan simpanan karbon pada tanah mineral	Bahan Organik Tanah
		Perubahan tahunan simpanan karbon pada tanah organik	Bahan Organik Tanah
	L – CL (Lahan lain dikonversi ke lahan pertanian)	Perubahan simpanan karbon biomasa	Biomasa Hidup
		Perubahan simpanan karbon pada bahan organik mati karena konversi lahan	Biomasa Mati
		Perubahan simpanan karbon pada tanah mineral	Bahan Organik Tanah
		Perubahan simpanan karbon pada tanah organik	Bahan Organik Tanah
Padang Rumput/Savana (GL)	GL –GL (Padang rumput tetap padang rumput)	Perubahan simpanan karbon pada tanah mineral	Bahan Organik Tanah
		Perubahan simpanan karbon pada tanah organik	Bahan Organik Tanah
	L – GL (Lahan lain dikonversi ke padang rumput)	Perubahan simpanan karbon biomasa	Biomasa Hidup
		Perubahan simpanan karbon pada bahan organik mati karena konversi lahan	Biomasa Mati
		Perubahan simpanan karbon pada tanah mineral	Bahan Organik Tanah
		Perubahan simpanan karbon pada tanah organik	Bahan Organik Tanah
Lahan basah: lahan rawa, gambut, sungai, danau dan waduk (WL)	WL – WL (Lahan basah tetap lahan basah)	Emisi CO2-C dari lahan gambut yang telah dimanfaatkan	CO2
		Emisi N2O dari lahan gambut selama ekstraksi gambut	N2O
	L – WL (Lahan lain dikonversi ke lahan basah)	Emisi N2O dari lahan yang dikonversi dari ekstraksi gambut	N2O
		Emisi CO2 dari lahan yang dikonversi ke lahan tergenang	CO2

Tabel 4.1. Lanjutan

Kategori Penggunaan Lahan	Sub Kategori Perubahan Lahan	Strata Perubahan	Tampungan Karbon
Pemukiman/ Infrastruktur (SL)	SL – SL (Pemukiman tetap pemukiman)	Perubahan simpanan karbon pada tanah organik	Bahan Organik Tanah
	L – SL (Lahan lain dikonversi ke pemukiman)	Perubahan simpanan karbon biomasa	Biomasa Hidup
		Perubahan simpanan karbon pada bahan organik mati karena konversi lahan	Biomasa mati
		Perubahan simpanan karbon pada tanah mineral	Bahan Organik Tanah
		Perubahan simpanan karbon pada tanah organik	Bahan Organik Tanah
Pengunaan Lahan Lainnya (OL)	L – OL (Lahan lain dikonversi ke pengunaan lahan lainnya)	Perubahan simpanan karbon biomasa	Biomasa Hidup
		Perubahan simpanan karbon pada tanah mineral	Bahan Organik Tanah
		Perubahan tahunan simpanan karbon pada tanah organik	Bahan Organik Tanah
Lainnya		Emisi N2O secara langsung dari pemupukan	N2O
		Emisi N2O dari drainase tanah	N2O
		Emisi N2O dari gangguan yang berhubungan dengan perubahan penggunaan lahan ke lahan pertanian	N2O
		Pembakaran biomasa (untuk setiap perubahan kategori lahan)	Biomassa mati
		Emisi CO2-C dari pengapuran	CO2
		Emisi CO2 dari pemupukan urea	CO2
		Emisi N2O secara langsung dari tanah yang telah diolah	N2O

Tanah mineral adalah tanah-tanah yang memenuhi salah satu persyaratan (*soil taxonomy*):

1. Bahan tanah mineral dengan diameter <2,0 mm menyusun lebih dari separuh ketebalan tanah bagian atas sedalam 80cm; atau
2. Kedalaman sampai batuan dasar < 40cm, dan lapisan atau lapisan-lapisan tanah mineral di atas batuan tersebut ketebalannya 10 cm atau lebih; atau ketebalannya mencapai separuh atau lebih dari ketebalan lapisan tanah organik di atasnya; atau
3. Kedalaman sampai batuan dasar 40cm atau lebih, dan ketebalan vahan tanah mineral di atas batuan dasar tersebut 10 cm atau lebih, serta memenuhi salah satu persyaratan berikut:
    a. Bahan organik tanah mempunyai ketebalan kurang dari 40cm dan telah melapuk atau memiliki berat isi 0,1 gr/cm3 atau lebih; atau
    b. Bahan organik tanah mempunyai ketebalan kurang dari 60cm, dan berupa sphagnum atau jaringan-jaringan lumut yang belum melapuk atau memiliki berat isi <0,1 gr/cm3
4. Tanah organik adalah tanah dengan lebih dari separuh lapisan tanah teratas 80cm merupakan bahan tanah organik, atau apabila bahan tanah organik dengan ketebalan berapapun berada di atas batuan atau di atas bahan fragamen yang mempunyai celah-celah terisi bahan organik.

Hubungan kategorisasi penggunaan lahan berdasarkan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006, Standar Nasional Indonesia (SNI) 7645:2010 dan Kementerian Kehutanan ditabulasi pada Tabel 4.2, sedangkan transisinya disajikan pada Tabel 4.3.

Dari Tabel 4.2 jelas terlihat bahwa Lahan Hutan (FL) menurut IPCC 2006 terdiri dari 4 (empat) sub-kategori penggunaan lahan hutan menurut SNI 7645:2010 yaitu: (1) Hutan lahan kering primer; (2) Hutan lahan basah primer; (3) Hutan lahan kering sekunder; dan (4) Hutan lahan basah sekunder.

Sedangkan padanannya, berdasarkan ketegori penutup lahan dari Kementerian Kehutanan, terdiri dari 7 (tujuh) sub-kategori penggunaan lahan hutan, yaitu: (1) Hutan lahan kering primer; (2) Hutan rawa primer; (3) Hutan mangrove primer; (4) Hutan lahan kering sekunder; (5) Hutan rawa sekunder; (6) Hutan mangrove sekunder; dan (7) Hutan tanaman.

Tabel 4.2. Hubungan Kategorisasi Penggunaan Lahan IPCC 2006, SNI 7645:2010 dan Kementerian Kehutanan

No	Kategori IPCC 2006	Kategori Penutup Lahan SNI 7645:2010*	Kategori Penutup Lahan Kementerian Kehutanan
		Hutan	
1	FL	1.1.2.1 Hutan Lahan Kering Primer	Hutan Lahan Kering Primer
2	FL	1.2.2.1 Hutan Lahan Basah Primer	Hutan Rawa Primer Hutan Mangrove Primer
3	FL	1.2.1.2 Hutan Lahan Kering Sekunder	Hutan Lahan Kering Sekunder
4	FL	1.2.2.2 Hutan Lahan Basah Sekunder	Hutan Rawa Sekunder Hutan Mangrove Sekunder
5	FL		Hutan Tanaman
		Areal Penggunaan Lain (APL)	
6	CL		Pertanian
7	CL	1.1.5 Perkebunan campuran	Pertanian campur semak
8	CL		Transmigrasi
9	CL	Sawah Sawah Pasang Surut Ladang	Sawah
10	CL	1.1.4 Perkebunan	Perkebunan
11	GL	1.2.4 Semak dan belukar	Belukar
12	GL	1.2.5 Padang rumput, alang-alang, savanna	Rumput
13	WL	1.2.6 Rumput Rawa	Belukar Rawa
14	WL	2.3.3 Rawa	Rawa
15	WL	2.3.1 Danau/waduk 2.3.4 Sungai	Air
16	ST	2.2.1.1 Pemukiman 2.2.1.2 Bangunan Industri 2.2.1.3 Jaringan jalan 2.2.1.4 Jaringan jalan kereta api 2.2.1.6 Pelabuhan laut	Pemukiman
17	OL	2.1.1 Lahar dan lava 2.1.2 Hamparan pasir pantai 2.1.3 Beting pantai 2.1.4 Gumuk pasir	Tanah Terbuka
18	OL	2.3.2 Tambak	Tambak
19	OL	2.2.1.5 Bandara	Bandara

Tabel 4.3. Hubungan Transisi/Perubahan Penggunaan lahan Menurut Kategori IPCC dan Kementerian Kehutanan

Tabel Transisi Pengunaan Lahan dari tahun ke-1 (2011) ke tahun ke-2 (2012)			Tahun 2 (2012)																						
			FL							CL					GL			OL				ST	WL	
			Hutan Lahan Kering Primer	Hutan Lahan Kering Sekunder	Hutan Mangrove Primer	Hutan Rawa Primer	Hutan Mangrove Sekunder	Hutan Rawa Sekunder	Hutan Tanaman	Perkebunan	Pertanian Lahan Kering	Pertanian Lahan Kering Campur	Sawah	Transmigrasi	Belukar	Belukar Rawa	Rumput	Bandara	Pertambangan	Tambak	Tanah Kosong	Pemukiman	Rawa	Air
Tahun ke-2 (2011)	FL	Hutan Lahan Kering Primer	√	√					√	√					√				√					
		Hutan Lahan Kering Sekunder		√					√	√	√	√		√	√		√	√	√		√	√		
		Hutan Mangrove Primer			√		√									√			√	√			√	
		Hutan Rawa Primer				√		√	√	√						√			√	√			√	
		Hutan Mangrove Sekunder					√		√							√			√	√			√	
		Hutan Rawa Sekunder						√	√	√						√			√	√			√	
		Hutan Tanaman							√	√	√	√	√	√	√	√	√		√		√	√	√	
	CL	Perkebunan							√	√	√	√	√	√	√		√	√	√		√	√		
		Pertanian Lahan Kering					√	√	√	√						√	√		√	√	√	√	√	
		Pertanian Lahan Kering Campur								√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	
		Sawah																				√		
		Transmigrasi								√	√	√	√	√			√	√	√	√	√	√		
	GL	Belukar							√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
		Belukar Rawa							√	√	√		√	√	√		√	√	√		√	√		
		Rumput							√	√	√	√	√	√	√		√	√	√		√	√		
	OL	Bandara									√		√				√	√	√		√	√		
		Pertambangan											√				√		√	√	√	√		
		Tambak													√		√	√	√		√	√	√	
		Tanah Kosong												√			√		√		√			
	ST	Pemukiman															√		√		√			
	WL	Rawa							√	√	√					√	√		√	√	√		√	
		Air																						√

Perubahan simpanan karbon untuk setiap transisi dari kategori penggunaan lahan (Tabel 4.1) merupakan penjumlahan dari perubahan simpanan karbon dari biomassa hidup, biomassa mati, dan bahan organik tanah seperti ditunjukan pada persamaan di bawah ini.

$$\Delta C_{LUi} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

dimana:

ΔC_{LUi} = Perubahan simpanan karbon untuk suatu strata dari kategori penggunaan lahan

ΔC_{AB} = Perubahan simpanan karbon dari biomassa diatas permukaan tanah

ΔC_{BB} = Perubahan simpanan karbon dari biomassa dibawah permukaan tanah

ΔC_{DW} = Perubahan simpanan karbon dari kayu mati

ΔC_{LI} = Perubahan simpanan karbon dari serasah

ΔC_{SO} = Perubahan simpanan karbon dari bahan organik tanah

ΔC_{HWP} = Perubahan simpanan karbon dari produk kayu yang dipanen

4.1. Pendugaan Perubahan Simpanan Karbon

Emisi dan penyerapan CO2 untuk Sektor AFOLU, berdasarkan perubahan simpanan karbon ekosistem C, diperkirakan untuk setiap kategori penggunaan lahan (termasuk lahan yang kategorinya tetap dengan kategori penggunaan lahan sebelumnya dan lahan dikonversi ke penggunaan lahan lain). Perubahan simpanan karbon dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta C_{AFOLU} = \Delta C_{FL} + \Delta C_{CL} + \Delta C_{GL} + \Delta C_{WL} + \Delta C_{SL} + \Delta C_{OL}$$

Dimana:

ΔC_{AFOLU} = Perubahan simpanan karbon pada lahan pertanian, kehutanan, dan penggunaan lain

FL = Forest Land

CL = Cropland

GL = Grassland

WL = Wetlands

SL = Settlement

OL = Other Land

Untuk masing-masing kategori penggunaan lahan, perubahan simpanan karbon diperkirakan untuk semua strata atau subdivisi lahan (contoh zona iklim, tipe ekosistem, jenis tanah, dan rejim pengelolaan), pada kategori lahan sebagaimana persamaan dibawah ini.

$$\Delta C_{LU} = \sum_{i} \Delta C_{LUi}$$

dimana:

ΔC_{LU} = Perubahan simpanan karbon untuk suatu penggunaan lahan

i = strata atau subdivisi dalam kategori penggunaan lahan

Perubahan simpanan karbon untuk setiap strata dari kategori penggunaan lahan merupakan penjumlahan dari perubahan simpanan karbon dari biomassa hidup, biomassa mati, dan bahan organik tanah seperti ditunjukan pada persamaan di bawah ini.

$$\Delta C_{LU} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

dimana:

ΔC_{LU} = Perubahan simpanan karbon untuk suatu strata dari kategori penggunaan lahan

ΔC_{AB} = Perubahan simpanan karbon dari biomassa diatas permukaan tanah

ΔC_{BB} = Perubahan simpanan karbon dari biomassa dibawah permukaan tanah
ΔC_{DW} = Perubahan simpanan karbon dari kayu mati
ΔC_{LI} = Perubahan simpanan karbon dari serasah
ΔC_{so} = Perubahan simpanan karbon dari bahan organik tanah
ΔC_{HWP} = Perubahan simpanan karbon dari produk kayu yang dipanen

Memperkirakan perubahan tampungan karbon dan fluks tergantung pada ketersediaan data dan model, serta sumber daya dan kapasitas untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi tambahan. Selain itu, tergantung pada keadaan negara dan metode Tier yang dipilih, perubahan simpanan mungkin tidak dapat diperkirakan dalam persamaan diatas. Karena keterbatasan data yang berasal dari default untuk mendukung estimasi beberapa perubahan simpanan, metode Tier 1 memasukan beberapa asumsi penyederhanaan sebagai berikut:

- Perubahan stok karbon biomasa dibawah permukaan bawah tanah diasumsikan Nol pada Tier 1 (pada Tier 2, data spesifik negara pada perbandingan biomasa di bawah dan diatas permukaan tanah dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan simpanan di bawah permukaan tanah).

- Pada Tier 1, tampungan karbon dari kayu mati dan serasah sering disatukan bersama sebagai bahan organik mati. Simpanan bahan organik mati diasumsikan Nol untuk kategori penggunaan lahan non-hutan. Untuk Lahan hutan yang dikonversi ke lahan lain, nilai default untuk memperkirakan simpanan karbon pada bahan organik mati tersedia dalam IPCC 2006.

Ada dua pendekatan yang berbeda secara fundamental dan sama-sama valid untuk memperkirakan perubahan simpanan:

(1) Pendekatan berbasis proses, yang memperkirakan keseimbangan akhir dari penambahan dan penyerapan dari simpanan karbon; dan

(2) Pendekatan berbasis simpanan, yang memperkirakan perbedaan simpanan karbon pada dua titik waktu.

4.1.1 Pendekatan Berbasis Proses

Perubahan simpanan karbon tahunan di beberapa tampungan dapat diperkirakan menggunakan pendekatan berbasis proses, yang dapat diterapkan ke semua karbon, baik *gain* ataupun *loss*. *Gain* dapat dikaitkan dengan pertumbuhan (kenaikan biomassa) dan transfer karbon dari tampungan lain (misalnya, transfer

karbon dari tampungan karbon biomassa hidup ke bahan organik mati karena panen atau gangguan alam). *Gain* selalu ditandai dengan tanda (+) positif.

Sedangkan *Loss* dapat dikaitkan dengan transfer karbon dari satu tampungan ke yang lain (misalnya, karbon dalam potongan/tebangan selama operasi pemanenan adalah kehilangan dari tampungan biomassa di atas permukaan tanah), atau emisi karena pembusukan, panen, pembakaran, dan lain-lain. *Loss* selalu ditandai dengan tanda negatif (-). Pendekatan tersebut dapat digambarkan dalam persamaan berikut ini.

$$\Delta e = \Delta =_{G} - \Delta C_{L}$$

dimana:

ΔC = Perubahan simpanan karbon tahunan di tampungan, ton C/tahun

ΔC_G = Tambahan (*gain*) karbon tahunan, ton C/tahun

ΔC_{BB} = Kehilangan (loss) karbon tahunan, ton C/tahun

Metode yang digunakan dalam persamaan tersebut di atas disebut dengan *Metode Gain-Loss*, karena mencakup semua proses yang membawa perubahan di tampungan. Metode berbasis proses cocok untuk pendekatan pemodelan dengan menggunakan koefisien-koefisien yang berasal dari data penelitian empiris. Metode *Gain-Loss* akan menghilangkan variabilitas antar tahunan ke tingkat yang lebih baik.

4.1.2 Pendekatan Berbasis Simpanan Karbon

Pendekatan alternatif berbasis simpanan disebut *Metode Stock-Difference*, dimana simpanan karbon di dalam suatu tampungan diukur pada dua titik waktu untuk menilai perubahan simpanan karbon, seperti terlihat pada persamaan berikut.

$$\Delta = (C_{t2} - C_{t1})/(t2 - t1)$$

dimana:

ΔC = Perubahan simpanan karbon tahunan di tampungan, ton C/tahun

ΔC_{t1} = Simpanan karbon di dalam tampungan pada waktu t1, ton C

ΔC_{t2} = Simpanan karbon di dalam tampungan pada waktu t2, ton C

Jika perubahan simpanan C diperkirakan atas dasar per hektar, maka nilai dikalikan dengan total luas dalam setiap strata untuk mendapatkan perkiraan perubahan simpanan total untuk tampungan.

Dalam beberapa kasus, data aktivitas mungkin dalam bentuk total negara (misalnya, panen kayu) yang mana perkiraan perubahan simpanan untuk tampungan diperkirakan langsung dari data aktivitas setelah menerapkan faktor yang tepat untuk mengkonversi ke satuan massa C.

Dalam menggunakan Metode Stock-Difference untuk kategori penggunaan lahan tertentu, adalah penting untuk memastikan bahwa luas lahan dalam kategori pada waktu t_1 dan t_2 adalah sama, untuk menghindari kerancuan perkiraan perubahan simpanan akibat perubahan luas. Metode *stock-difference* bergantung pada perbedaan estimasi simpanan pada dua titik waktu.

Metode *Stock-Difference* memerlukan sistem inventarisasi nasional untuk hutan dan kategori-karegori penggunaan lahan lainnya, dimana simpanan-simpanan dari tampungan-tampungan biomassa yang berbeda diukur secara berkala. Metode *Stock-Difference* membutuhkan sumber daya yang besar, dengan sistem inventarisasi nasional yang baik. Metode ini memungkinkan untuk negara yang mengadopsi Tier 3, dan dalam beberapa kasus pendekatan Tier 2.

4.2. Perhitungan Perubahan Karbon Biomassa Diatas dan Dibawah Permukaan

Perubahan simpanan karbon biomassa pada lahan hutan dapat terjadi sebagai akibat pengelolaan dan pemanenan, gangguan alam, kematian alamiah dan pertumbuhan kembali. Selain itu, konversi penggunaan lahan dari lahan hutan ke penggunaan lahan lainnya sering mengakibatkan kehilangan karbon dari tampungan biomassa.

Untuk tujuan inventori, perubahan dalam simpanan karbon pada biomassa diperkirakan dari:

(i) Lahan yang kategorinya tetap dengan kategori penggunaan lahan sebelumnya; dan

(ii) Lahan yang dikonversi ke kategori penggunaan lahan lain.

4.2.1. Lahan yang Kategorinya Tetap dengan Kategori Penggunaan Lahan Sebelumnya

a. Perubahan Simpanan Karbon pada Biomassa

Metode Estimasi:

Perubahan simpanan karbon pada biomassa dapat dihitung dari pendekatan *gain-loss method*, yang merupakan selisih antara perolehan karbon biomassa dan kehilangan karbon biomassa dengan persamaan:

$$\Delta_B = (\Delta C_G - \Delta C_L)$$

dimana:

ΔC_B = perubahan simpanan karbon tahunan dari biomassa (termasuk Karbon Biomassa Diatas dan Dibawah Permukaan), tonC per tahun

ΔC_G = penambahan simpanan karbon tahunan akibat pertumbuhan biomassa, tonC per tahun

ΔC_L = penurunan simpanan karbon tahunan akibat kehilangan biomassa, tonC per tahun

Penambahan simpanan karbon tahunan pada biomassa (ΔCG) dapat diduga dari perkalian luas lahan sisa dengan rata-rata tahunan pertumbuhan biomassa (riap) untuk setiap kategori penggunaan lahan dan strata, seperti persamaan:

$$\Delta C_G = \sum_{ij} (A_{ij} x \boldsymbol{G}_{TOTALij} x\ CF)$$

dimana:

ΔC_G = penambahan simpanan karbon tahunan akibat pertumbuhan biomassa, *ton C per tahun*

A_{ij} = luas dari lahan tersisa dalam kategori penggunaan lahan yang sama pada zona ekologi ke *i* dan iklim ke *j*, *ha*

$G_{TOTALij}$ = rata-rata tahunan pertumbuhan biomas (riap), ton per (ha tahun) dalam berat kering

CF = fraksi karbon dalam berat kering, ton C per berat kering

$G_{TOTALij}$ = rata-rata tahunan pertumbuhan biomas

Besaran $G_{TOTALij}$ adalah total pertumbuhan biomassa yang merupakan jumlah dari pertumbuhanbiomassadi atas permukaan (GW) dan pertumbuhanbiomassa dibawah permukaan. Pada Tier 1 Pertumbuhan biomassa dibawah permukaan dapat diperoleh dengan mengalikan pertumbuhan biomassadi atas permukaan (GW) denganrasio biomassa bawah permukaan dan biomassa diatas permukaan (R), sehingga $G_{TOTALij}$ dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$G_{TOTALij} = \sum_{ij} \{G_W x (1 + R)\}$$

dimana:

$G_{TOTALij}$ = rata-rata tahunan pertumbuhan biomas (riap) atas dan bawah permukaan, *ton per (ha tahun) dalam berat kering*

G_W = rata-rata tahunan pertumbuhan biomas atas permukaan, *ton per (ha tahun) dalam berat kering*

R = rasio biomassa bawah permukaan dan biomassa diatas permukaan

Penurunan simpanan karbon tahunan pada biomasa (ΔCL) diduga dari kehilangan biomassa akibat pemanenan kayu, pengambilan kayu bakar, dan gangguan seperti hama/penyakit, kebakaran, dan badai. Hubungan tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\Delta C_L = L_{wood\text{-}removal} + L_{fuelwood} + L_{disturbances}$$

dimana:

ΔCL = penurunan simpanan karbon tahunan akibat kehilangan biomassa, *tonC pertahun*

$L_{wood\text{-}removal}$ = kehilangan karbon akibat pemanen kayu, *tonC per tahun*

$L_{fuelwood}$ = kehilangan karbon akibat pengambilan kayu bakar, *tonC per tahun*

$L_{disturbances}$ = kehilangan karbon akibat gangguan hama/penyakit, kebakaran, dan badai, *tonC per tahun*

<u>Contoh Perhitungan</u>:

Diketahui data sebagai berikut:

(1) Luas "lahan hutan tetap lahan hutan" [*Hutan mangrove primer yang tetap Hutan mangrove primer*] = 100 Ha

(2) Rata-rata tahunan pertumbuhan biomas (riap) atas permukaan = 0.98 ton dm per ha per tahun

(3) Fraksi/rasio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan = 0.24 tonbg dm per (ton ag dm)

(4) Fraksi karbon dalam berat kering =0.47 ton C per (ton dm)

Berdasarkan data tersebut, kenaikan simpanan karbon biomassa (ΔCG) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.9 dan persamaan 2.10 (IPCC, 2006) berikut ini.

$$\Delta CG = \sum_{ij} (A_{ijx}\{\boldsymbol{G}_{wij} \; x \; (1+R)\}) \; x \; CF$$

dimana:

A_{ij} = Luas dari lahan Fl-FL, *ha,* 100;

G_{wij} = Rata-rata tahunan pertumbuhan biomas (riap) atas permukaan, *ton per (ha tahun)*, 0.98;

R = Fraksi/rasio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan, 0.24

CF = Fraksi karbon dalam berat kering, *ton C per berat kering*, 0.47

Berdasarkan persamaan tersebut, didapatkan hasil perhitungan kenaikan simpanan karbon biomassa (ΔCG) sebagai berikut:

ΔCG = (100 ha x {0.98 ton ha^{-1} $tahun^{-1}$ x (1 + 0.24)}) x 0.47

ΔCG = 57.1 ton C ha^{-1}

<u>Cara Pengisian Worksheet IPCC 2006</u>:

Perhitungan peningkatan tahunan simpanan karbon biomasa menggunakan Worksheet IPCC (2006) berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Annual increase in carbon stocks in biomass (includes above-ground and below-ground biomass)						
Category code		3B1a						
Sheet		1 of 4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.9	Equation 2.10			Equation 2.9	
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area of Forest Land Remaining Forest Land	Average annual above-ground biomass growth	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Average annual biomass growth above- and below-ground	Carbon fraction of dry matter	Annual increase in biomass carbon stocks due to biomass growth
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes dm ha^{-1} yr^{-1})	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	(tonnes dm ha^{-1} yr^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Tables 4.9, 4.10 and 4.12	zero (0) or Table 4.4	G_{TOTAL} = GW * (1+R)	0.5 or Table 4.3	ΔC_G = A * G_{TOTAL} * CF
			A	G_W	R	G_{TOTAL}	CF	ΔC_G
FL	FL	(a)						
		(b)						
		(c)						
Total								

Tahapan pengisian Worksheet adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan jenis tutupan lahan hutan pada kolom "subcategories" contoh: Hutan Mangrove Primer].

(2) Masukkan luasan hutan pada kolom "A". (100 Ha)

(3) Masukkan nilai rata-rata tahunan pertumbuhan biomas (riap) atas permukaan pada kolom "G_w". (0.98)

(4) Masukkan nilai fraksi atau ratio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan pada kolom "R". (0.24)

(5) Pada kolom berikutnya akan dihitung nilai G_{TOTAL} dari perkalian "G_w" dan "R"

$$G_{TOTAL} = G_W * (1+R)$$

(6) Masukkan nilai fraksi karbon dalam berat kering pada kolom "CF". (0.47)

(7) Pada kolom terakhir merupakan hasil perhitungan untuk mendapatkan besarnya kenaikan simpanan karbon biomassa "ΔCG".
$\Delta CG = A * G_{TOTAL} * CF$

b. Kehilangan Karbon dari Pemanenan Kayu

<u>Metode Estimasi</u>:

Metode untuk menduga kehilangan karbon dari pemanenan kayu ($L_{wood\text{-}removal}$) dapat diperoleh dari persamaan dibawah ini.

$$L_{wood\text{-}removal} = \{H \times BCEF_R (1 + R) \times CF\}$$

dimana:

$L_{wood\text{-}removal}$	=	kehilangan karbon akibat pemanen kayu, *tonC per tahun*
H	=	pemanenan kayu tahunan, kayu bulat, *m^3per tahun*
$BCEF_R$	=	faktor konversi biomassa dan ekspansi dari pengambilan kayu dalamvolume kayu yang diperdagangkan terhadap total biomassa (termasuk kulit), *ton biomasa per m^3*
R	=	nisbah biomassa bawah permukaan dengan biomassa atas permukaan
CF	=	fraksi karbon dalam berat kering, *ton C per ton berat kering*

<u>Contoh Perhitungan</u>:

Diketahui data sebagai berikut:

(1) Pemanenan kayu bulat pertahun = 50 m^3 per tahun

(2) Faktor konversi biomassa dan ekspansi dari pengambilan kayu dalam, volume kayu yang diperdagangkan terhadap total biomassa (termasuk kulit) = 0.33 ton biomasa per m^3

(3) Fraksi/rasio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan = 0.24 ton bg dm per (ton ag dm)

(4) Fraksi karbon dalam berat kering, = 0.47 ton C per (ton dm)

Berdasarkan data tersebut, maka kehilangan karbon karena pemanenan kayu ($L_{wood\text{-}removal}$) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$L_{wood\text{-}removal} = \{H \times BCEF_R (1 + R) \times CF\}$$

dimana:

H = Pemanenan kayu tahunan, kayu bulat, *m^3 per tahun,* 50

$BCEF_R$ = Faktor konversi biomassa dan ekspansi dari pengambilan kayu dalam, volume kayu yang diperdagangkan terhadap total biomassa (termasuk kulit), *ton biomasa per m^3*, 0.33

R = Nisbah biomassa bawah permukaan dengan biomassa atas permukaan, 0.24

CF = Fraksi karbon dalam berat kering, *ton C per ton berat kering*, 0.47

Berdasarkan persmaan tersebut, dapat diketahui hasil perhitungan kehilangan karbon karena pemanenan kayu ($L_{wood\text{-}removal}$) sebagaimana berikut ini.

$L_{wood\text{-}removal}$ = {50 X 0.33 (1 + 0.24) X 0.47}

$L_{wood\text{-}removal}$ = 9.6 ton C ha^{-1}

<u>Cara Pengisian Worksheet IPCC (2006)</u>:

Perhitungan kehilangan karbon akibat pemanenan kayu menggunakan Worksheet berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use					
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Loss of carbon from wood removals					
Category code		3B1a					
Sheet		2 of 4					
Equation		Equation 2.2	Equation 2.12				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual wood removal	Biomass conversion and expansion factor for conversion of removals in merchantable volume to total biomass removals (including bark)	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Carbon fraction of dry matter	Annual carbon loss due to biomass removals
Initial land use	Land use during reporting year		(m^3 yr^{-1})	[tonnes of biomass removals (m^3 of removals) $^{-1}$]	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 4.5	zero (0) or Table 4.4	0.5 or Table 4.3	$L_{wood\text{-}removals} = H * BCEF_R * (1+R) * CF$
			H	$BCEF_R$	R	CF	$L_{wood\text{-}removals}$
FL	FL	(a)					
		(b)					
		(c)					
Total							

Tahapan pengisian Worksheet adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan jenis tutupan lahan hutan pada kolom "subcategories" contoh: Hutan Mangrove Primer].

(2) Masukkan pemanenan kayu bulat pertahun pada kolom "H". (50 m^3)

(3) Masukkan nilai faktor konversi biomassa dan ekspansi dari pengambilan kayu dalam, volume kayu yang diperdagangkan terhadap total biomassa (termasuk kulit) pada kolom "$BCEF_R$". (0.33)

(4) Masukkan nilai fraksi atau ratio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan pada kolom "R" (0.24)

(5) Masukkan nilai fraksi karbon dalam berat kering pada kolom "CF" (0.47)

(6) Pada kolom terakhir merupakan hasil perhitungan untuk mendapatkan besarnya kehilangan karbon akibat permanenan kayu "$L_{wood\text{-}removal}$".
$L_{wood\text{-}removal} = H * BCEF_R * (1+R) * CF$

c. Kehilangan Karbon dari Pengambilan Kayu Bakar

<u>Metode Estimasi</u>:

Pengambilan kayu bakar ($L_{fuelwood}$) sering dihitung dari 2 (dua) komponen. *Pertama*, pengambilan untuk kayu bakar dari pohon hidup dan bagian-bagian dari pohon seperti ranting dan cabang. Hal ini akan mengurangi karbon dari stok biomassa dan harus diperlakukan sebagai kehilangan karbon biomassa. *Kedua*, mengumpulkan kayu mati dan sisa-sisa penebangan.

Dugaan kehilangan karbon akibat pengambilan kayu bakar dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$L_{fuelwood} = [\{FG_{trees} x\ BCEF_R\ (1 + R)\} + FG_{part} x\ D]\ x\ CF$$

dimana:

$L_{fuelwood}$ = kehilangan karbon akibat pengambilan kayu bakar, *tonC per tahun*

FGtrees = volume tahunan kayu bakar yang diambil dari seluruh pohon, *m^3pertahun*

FGpart = volume tahunan kayu bakar yang diambil dari bagian-bagian pohon,*m^3per tahun*

R = nisbah biomassa bawah permukaan dengan biomassa atas permukaan

D = berat jenis kayu, *ton/m^3*

BCEFR = faktor konversi biomassa dan ekspansi dari pengambilan kayu dalamvolume kayu yang diperdagangkan terhadap total biomassa (termasuk kulit), *ton biomasa per m^3*

CF = fraksi karbon dalam berat kering, *ton C per ton berat kering*

Contoh Perhitungan:

Diketahui data sebagai berikut:

(1) Volume pengambilan kayu bakar dengan penebangan = 20 m^3 per tahun

(2) Volume pengambilan kayu bakar tanpa penebangan = 10 m^3per tahun

(3) Faktor konversi biomassa dan ekspansi dari pengambilan kayu dalam, volume kayu yang diperdagangkan terhadap total biomassa (termasuk kulit) = 0.33 ton biomasa per m^3

(4) Fraksi/rasio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan = 0.24 ton bg dm per(ton ag dm)

(5) Berat jenis kayu = 0.5 tonper m^3

(6) Fraksi karbon dalam berat kering, = 0.47 ton C per (ton dm)

Berdasarkan data tersebut, perhitungan kehilangan karbon karena pengambilan kayu bakar ($L_{fuelwood}$) menggunakan persamaan berikut ini.

$$L_{fuelwood} = [\{FG_{trees} X BCEF_R (1 + R)\} + FG_{part} X D] X CF$$

dimana:

FG_{trees} = Volume tahunan kayu bakar yang diambil dari seluruh pohon, *m^3 per tahun*, 20

FG_{part} = Volume tahunan kayu bakar yang diambil dari bagian-bagian pohon, *m^3 per tahun, 10*

R = Nisbah biomassa bawah permukaan dengan biomassa atas permukaan, 0.24

D = Berat jenis kayu, *ton/m^3*, 0.5

$BCEF_R$ = Faktor konversi biomassa dan ekspansi dari pengambilan kayu dalam, volume kayu yang diperdagangkan terhadap total biomassa (termasuk kulit), *ton biomasa per m^3*, 0.33

CF = Fraksi karbon dalam berat kering, *ton C per ton berat kering*, 0.47

Berdasarkan persamaan tersebut,diketahui hasil perhitungan kehilangan karbon karena pengambilan kayu bakar ($L_{fuelwood}$) berikut ini.

$L_{fuelwood}$ = [{20 X 0.33 (1 + 0.24)} + 10X 0.5] X 0.47

$L_{fuelwood}$ = 6.2 ton C ha^{-1}

Cara Pengisian Worksheet IPCC (2006):

Perhitungan kehilangan karbon dari penggunaan kayu bakar menggunakan Worksheet IPCC (2006) berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use							
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Loss of carbon from fuelwood removals							
Category code		3B1a							
Sheet		3 of 4							
Equation		Equation 2.2	Equation 2.13						
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual volume of fuelwood removal of whole trees	Biomass conversion and expansion factor for conversion of removals in merchantable volume to biomass removals (including bark)	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Annual volume of fuelwood removal as tree parts	Basic wood density	Carbon fraction of dry matter	Annual carbon loss due to fuelwood removal
Initial land use	Land use during reporting year		(m^3 yr^{-1})	[tonnes of biomass removals (m^3 of removals)$^{-1}$]	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	(m^3 yr^{-1})	tonnes m^{-3}	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			FAO statistics	Table 4.5	zero (0) or Table 4.4	FAO statistics	Tables 4.13 and 4.14	0.5 or Table 4.3	$L_{fuelwood} = [FG_{trees} * BCEF_R * (1+R) + FG_{part} * D] * CF$
			FG_{trees}	$BCEF_R$	R	FG_{part}	D	CF	$L_{fuelwood}$
FL	FL	(a)							
		(b)							
		(c)							
Total									

Tahapan pengisian Worksheet sebagai berikut:

(1) Masukkan jenis tutupan lahan hutan pada kolom "subcategories" contoh: Hutan Mangrove Primer].

(2) Masukkan volume pengambilan kayu bakar dengan penebangan pada kolom "FG_{trees}". (20 m^3)

(3) Masukkan nilai faktor konversi biomassa dan ekspansi dari pengambilan kayu dalam, volume kayu yang diperdagangkan terhadap total biomassa (termasuk kulit)pada kolom "$BCEF_R$". (0.33)

(4) Masukkan nilai fraksi atau ratio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan pada kolom "R". (0.24)

(5) Masukkan volume pengambilan kayu bakar tanpa penebangan pada kolom "FG_{part}". (10 m^3)

(6) Masukkan nilai berat jenis kayu pada kolom "D". (0.5)

(7) Masukkan nilai fraksi karbon dalam berat kering pada kolom "CF". (0.47)

(8) Pada kolom terakhir merupakan hasil perhitungan untuk mendapatkan besarnya kehilangan karbon akibat permanenan kayu "$L_{fuelwood}$".

$L_{fuelwood} = [FG_{trees} * BCEF_R * (1+R) + FG_{part} * D] * CF$

d. Kehilangan Biomassa dan Karbon akibat Gangguan

Metode Estimasi:

Kehilangan biomassa dan karbon akibat gangguan (L disturbances) pada kategori penggunaan lahan dapat diduga dengan persamaan berikut:

$$L_{disturbances} = \{A_{disturbances} x\ BW\ (1 + R)\ x\ CF\ x\ fd\}$$

dimana:

$L_{disturbances}$ = kehilangan karbon lainnya akibat gangguan hama/penyakit, kebakaran, dan badai, *tonC per tahun*

$A_{disturbances}$ = Luas lahan yang mengalami gangguan, *ha per tahun*

BW = Rata-rata biomassa atas permukaan dari lahan yang mengalamigangguan, *ton berat kering per ha*

R = nisbah biomassa bawah permukaan dengan biomassa atas permukaan

fd = fraksi kehilangan biomasa

CF = fraksi karbon dalam berat kering, *ton C per ton berat kering*

Contoh Data*:*

(1) Luas lahan yang mengalami gangguan = 100 ha per tahun

(2) Rata-rata biomassa atas permukaan dari lahan yang mengalami gangguan = 13 ton dm per ha

(3) Fraksi/rasio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan = 0.24 ton bg dm per (ton ag dm)

(4) Fraksi kehilangan biomasa = 0.66

(5) Fraksi karbon dalam berat kering, = 0.47 ton C per (ton dm)

Cara Pengisian Worksheet IPCC (2006):

Perhitungan kehilangan karbon dari gangguan menggunakan Worksheet IPCC (2006) sebagaimana dibawah ini. Adapun tahapan pengisian Worksheet adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan jenis tutupan lahan hutan pada kolom "subcategories" contoh: Hutan Mangrove Primer].

(2) Masukkan Luas lahan yang mengalami gangguan, ha per tahun pada kolom "A disturbances". (100)

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Loss of carbon from disturbance						
Category code		3B1a						
Sheet		4 of 4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.14					Equation 2.11
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area affected by disturbances	Average above-ground biomass of areas affected	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Carbon fraction of dry matter	Annual other losses of carbon	Annual decrease in carbon stocks due to biomass loss
Initial land use	Land use during reporting year		(ha yr^{-1})	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 4.9	zero (0) or Table 4.4	0.5 or Table 4.3	$L_{disturbances} = A * B_W * (1+R) * CF * fd$	$\Delta C_L = L_{wood\text{-}removals} + L_{fuelwood} + L_{disturbances}$
			$A_{disturbance}$	B_W	R	CF	$L_{disturbances}$	ΔC_L
FL	FL	(a)						
		(b)						
		(c)						
Total								

Note: fd = fraction of biomass lost in disturbance; a stand-replacing disturbance will kill all (fd = 1) biomass while an insect disturbance may only remove a portion (e.g. fd = 0.3) of the average biomass C density.

(3) Masukkan nilai Rata-rata biomassa atas permukaan dari lahan yang mengalami gangguan, ton berat kering per ha pada kolom "BW". (13)

(4) Masukkan nilai fraksi atau ratio biomassa bawah permukaan dan atas permukaan pada kolom "R". (0.24)

(5) Masukkan nilai fraksi kehilangan biomasa pada kolom "fd". (0.6)

(6) Masukkan nilai fraksi karbon dalam berat kering, ton C per ton berat kering pada kolom "CF". (0.47)

(7) Pada kolom $L_{disturbances}$ merupakan hasil perhitungan untuk mendapatkan besarnya kehilangan karbon lainnya akibat gangguan hama/penyakit, kebakaran, dan badai, tonC per tahun

$$L_{disturbances} = A * BW * (1+R) * CF * fd$$

(8) Pada kolom ΔCL merupakan hasil perhitungan

$$\Delta CL = L_{wood\text{-}removals} + L_{fuelwood} + L_{disturbances}$$

4.2.2. Lahan Berubah ke Penggunaan Lahan Lain

a. Metode Estimasi

Metode untuk menduga emisi dan serapan karbon yang dihasilkan dari perubahan penggunaan lahan dari satu kategori penggunaaan lahan ke kategori lain dibahas pada bagian ini, termasuk konversi dari Lahan Lain ke Lahan Hutan, Lahan Pertanian dan Lahan Hutan ke Padang Rumput, Padang Rumput dan Lahan Hutan ke lahan Pertanian.

Emisi dan serapan CO_2 pada lahan yang dikonversi ke kategori penggunaan lahan lain, termasuk perubahan dalam simpanan karbon pada biomassa di atas permukaan dan bawah permukaan. Perubahan simpanan karbon untuk masing-masing tampungan ($\Delta C_{B)}$ dapat diduga menggunakan persamaan:

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

dimana ΔC_B adalah perubahan simpanan karbon dan ΔC_G adalah penambahan simpanan karbon. ΔC_B diperkirakan secara terpisah untuk setiap kategori penggunaan lahan (misalnya, Lahan Hutan, Lahan Pertanian, Padang Rumput).

Pendugaan perubahan simpanan karbon (ΔC_B) pada lahan yang dikonversi ke lahan hutan (L-FL) dapat menggunakan cara perhitungan sebagaimana diuraikan sebelumnya, sedangkan pada lahan yang dikonversi ke lahan pertanian (L-CL), ke padang rumput (L-GL), ke pemukiman (L-SL), dan ke penggunaan lahan lainnya (L-OL) dihitung sebagai jumlah dari penambahan simpanan karbon akibat pertumbuhan biomassa (ΔC_G), perubahan simpanan karbon akibat konversi (perbedaan antar stok biomassa sebelum dan sesudah konversi), dan penurunan simpanan karbon akibat kehilangan biomassa (ΔCL). Hubungan ini dapat dinyatakan dengan persamaan di bawah ini:

$$\Delta C_B = (\Delta C_G + \Delta C_{CONVERSION} - \Delta C_L)$$

dimana:

ΔC_B = perubahan simpanan karbon tahunan dari biomassa (termasuk Karbon Biomassa Diatas dan Dibawah Permukaan), *tonC per tahun*

Δo_G = kenaikan simpanan karbon tahunan akibat pertumbuhan biomassa, *tonC pertahun*

$\Delta C_{CONVERSION}$ = perubahan simpanan karbon pada lahan dikonversi ke kategori penggunaan lahan lain, *tonC per tahun*

ΔC_L = penurunan simpanan karbon tahunan akibat kehilangan biomassa, *tonC pertahun*

Perubahan simpanan karbon pada konversi lahan ($\Delta C_{CONVERSION}$) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta_{CONVERSION} = \{(B_{AFTER} - B_{BEFORE}) \times \Delta A_{TO_OTHER}\} \times CF$$

dimana:

$\Delta i_{CONVERSION}$ = perubahan simpanan karbon pada lahan dikonversi ke kategori penggunaan lahan lain, *tonC per tahun*

B_{AFTER} = simpanan biomasa dari penggunaan lahan sesudah konversi lahan, *tonC berat kering per ha*

B_{BEFORE} = simpanan biomasa dari penggunaan lahan sebelum konversi lahan, *tonC berat kering per ha*

ΔA_{TO_OTHER} = luas dari konversi lahan, *ha*

CF = fraksi karbon dalam berat kering, *ton C per ton berat kering*

b. Perhitungan dengan Worksheet IPCC 2006

Perhitungan peningkatan tahunan simpanan karbon biomasa menggunakan Worksheet IPCC (2006) berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in biomass								
Category code		3B3b								
Sheet		1 of 1								
Equation		Equation 2.2		Equation 2.16				Equation 2.15, 2.16		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Type of vegetation[2]	Annual area of Land Converted to Grassland	Biomass stocks after the conversion	Biomass stocks before the conversion	Carbon fraction of dry matter	Annual biomass carbon growth	Annual loss of biomass carbon	Annual change in carbon stocks in biomass
				(ha)	(tonnes dm ha^{-1})	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
Initial land use[1]	Land use during reporting year				0 or Table 6.4	(see section 6.3.1.2)	0,47 (for herbaceous vegetation); 0,5 or Table 4.3 (for woody vegetation)	Table 5.9	National estimates, or Table 5.1	$\Delta C_B = \Delta C_G + ((B_{AFTER} - B_{BEFORE}) * \Delta A_{TO_OTHER}) * CF - \Delta C_L$
				ΔA_{TO_OTHER3}	B_{AFTER}	B_{BEFORE}	CF	ΔC_G	ΔC_L	ΔC_B
[non-GL]	GL	(a)	Herbaceous							
			Woody							
		Sub-total								
		(b)	Herbaceous							
			Woody							
		Sub-total								
Total										

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-GL" in this column. Otherwise use separate blocks by initial land use.

[2] Within each subcategory (a), (b) etc., calculations are to be made separately for herbaceous and wood vegetation.

Cara pengisian Worksheet adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan luasan area yang berubah menjadi padang rumput pada kolom "ΔA_{TO_OTHERS}"

(2) Masukkan nilai stok biomasa setelah konversi pada kolom "B_{AFTER}". (lihat tabel 6.4 pedoman IPCC)

(3) Masukkan nilai stok biomasa sebelum konversi pada kolom "B_{BEFORE}". (lihat bagian 5.3.1.2 pedoman IPCC)

(4) Masukkan nilai fraksi karbon dalam berat kering pada kolom "CF". (default: 0,47 for tanaman rumput; 0,5 or Table 4.3 for tanaman berkayu)

(5) Masukkan nilai peningkatan karbon biomasa pada kolom "ΔC_G". (lihat tabel 5.9 pedoman IPCC)

(6) Masukkan nilai kehilangan karbon biomasa pada kolom "ΔC_L". (lihat tabel 5.1 pedoman IPCC)

(7) Pada kolom terakhir dapat dihitung peningkatan stok karbon biomasa dengan menggunakan persamaan:
$DC_B = \Delta C_G + ((B_{AFTER} - B_{BEFORE}) * \Delta A_{TO_OTHER}) * CF - \Delta C_L$

4.3. Perubahan Simpanan Karbon pada Biomassa Mati (Bahan Oganik Mati)

Bahan organik mati terdiri dari kayu mati dan serasah. Pendugaan dinamika karbon dari tampungan bahan organik mati akan meningkat akurasi dalam pelaporan di mana dan kapan emisi dan serapan karbon terjadi. Misalnya, hanya beberapa karbon yang terkandung dalam biomassa mati yang dilepaskan ke atmosfer selama pembakaran biomassa. Sebagian biomassa ditambahkan ke kayu mati, serasah dan tampungan tanah (termasuk akar halus yang mati), dimana C akan diemisikan pada saat bahan organik mati terdekomposisi.

4.3.1. Lahan yang Kategorinya Tidak Mengalami Perubahan dari Sebelumnya

Untuk Tier 1 diasumsikan bahwa tidak ada perubahan simpanan karbon pada tampungan kayu mati dan serasah dari waktu ke waktu untuk semua kategori penggunan lahan jika lahan tetap dalam kategori penggunaan lahan yang sama. Dengan kata lain, karbon dalam biomassa yang mati akibat adanya gangguan atau pengelolaan (pengambilan sedikit dari produk kayu yang dipanen) diasumsikan akan dirilis sepenuhnya ke atmosfer pada tahun kejadian.

Negara-negara yang menggunakan Tier 1 dapat melaporkan bahan organik mati di lahan sisa dalam kategori penggunaan lahan yang sama dengan tidak ada perubahan ***(zero change)*** dalam cadangan karbon atau emisi karbon dari tampungan tersebut. Dengan aturan ini, emisi CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran bahan organik mati saat kebakaran tidak dilaporkan, demikian juga dengan kenaikan simpanan karbon pada bahan organik mati di tahun-tahun berikutnya. Namun, emisi gas non-CO_2 dari pembakaran tampungan bahan organik mati harus dilaporkan.

4.3.2. Lahan Dikonversi ke Penggunaan Lahan Lain

Konvensi pelaporan menyebutkan bahwa semua perubahan simpanan karbon dan emisi gas dari non-CO_2 terkait dengan perubahan penggunaan lahan dilaporkan dalam kategori penggunaan lahan baru atau terakhir. Sebagai contoh, dalam kasus konversi Lahan Hutan (FL) untuk lahan pertanian, kedua perubahan simpanan karbon yang terkait dengan pembukaan hutan serta setiap perubahan simpanan karbon berikutnya sebagai hasil dari konversi dilaporkan pada kategori Lahan Pertanian (CL).

Pada Tier 1 diasumsikan bahwa tampungan biomasa mati pada kategori Bukan Lahan Hutan setelah konversi adalah ***Nol***. Selain itu, pada konversi dari Lahan Hutan (FL) ke kategori penggunaan lahan lain diasumsikan bahwa kehilangan karbon dari biomasa mati terjadi pada tahun dimana konversi penggunaan lahan terjadi. Negara yang menggunakan pendekatan Tier 1 dapat menggunakan nilai default Tier 1 untuk memperkirakan tampungan karbon serasah dan kayu mati.

Untuk Negara-negara tropis seperti Indonesia nilai default simpanan karbon dari serasah dan kayu mati adalah *2.1 ton C per ha* untuk hutan berdaun lebar dan *5.2 ton C per ha* untuk hutan berdaun jarum. Nilai ini hanya digunakan untuk konversi dari Lahan Hutan (FL) ke semua kategori penggunaan lahan lain (kehilangan karbon) dan untuk konversi ke Lahan Hutan (serapan karbon).

Karena metode Tier 1 berasumsi bahwa tampungan karbon serasah dan kayu mati adalah Nol pada semua kategori non-hutan, maka transisi antar kategori non-hutan tidak ada perubahan simpanan karbon di kedua tampungan.

4.3.3 Penghitungan Perubahan Tahunan Simpanan Karbon pada Bahan Organik Mati Menggunakan Worksheet IPCC (2006)

Penghitungan perubahan tahunan simpanan karbon pada bahan organik mati menggunakan Worksheet IPCC (2006) berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use					
Category		Land Converted to Forest Land: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land conversion					
Category code		3B1b					
Sheet		1 of 1					
Equation		Equation 2.2	Equation 2.23				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area undergoing conversion from old to new land-use category	Dead wood/litter stock, under the new land-use category	Dead wood/litter stock, under the old land-use category	Time period of the transition from old to new land-use category	Annual change in carbon stocks in dead wood/litter
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 2.2 for litter, or national statistics	default value is zero (0)	default value is 20	$\Delta C_{DOM} = A * (C_n - C_o) / T$
			A	C_n	C_o	T	ΔC_{DOM}
CL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
GL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
WL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
SL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
OL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
Total							

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column.

Cara pengisian adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan luasan untuk setiap perubahan penggunaan lahan yang berubah menjadi hutan pada kolom "A".

(2) Masukkan nilai peningkatan biomasa diatas permukaan tanah pada kolom "G_W". (lihat tabel 4.9; 4.10; 4.12 Pedoman IPCC).

(3) Masukkan nilai ratio biomasa diatas dan dibawah permukaan tanah pada kolom "R" (lihat tabel tabel 4.4 pedoman IPCC)

(4) Pada kolom "G_{TOTAL}" akan dihitung simpanan biomasa diatas dan dibawah permukaan tanah dengan menggunakan persamaan:
$G_{TOTAL} = G_W * (1+R)$

(5) Masukkan nilai fraksi karbon dalam berat kering pada kolom "CF". (lihat tabel 4.3 pedoman IPCC)

(6) Pada kolom terakhir dapat dihitung peningkatan stok karbon biomasa dengan menggunakan persamaan:
$\Delta C_G = A * G_{TOTAL} * CF$

4.4. Perubahan Simpanan Karbon dalam Tanah

a. Metode Estimasi

Karbon dalam tanah dibedakan dari tanah mineral dan tanah organik, dimana tampungan karbon dari keduanya sangat dipengaruhi oleh penggunaan lahan dan jenis pengelolaan. Oleh karena itu, inventori karbon tanah mencakup estimasi perubahan simpanan karbon organik tanah untuk tanah mineral dan emisi CO2 dari tanah organik karena peningkatan dekomposisi mikroba yang disebabkan oleh drainase dan aktivitas pengelolaan.

Sebagai konsekuensi, estimasi simpanan karbon pada tanah mineral menggunakan metode perubahan simpanan karbon, dengan memodifikasi suatu simpanan karbon referensi menurut faktor-faktor yang mewakili dampak: penggunaan lahan, pengelolaan dan input pada simpanan karbon. Sementara, untuk tanah organik menggunakan pendekatan emisi karbon.

Persamaan untuk memperkirakan perubahan simpanan karbon tanah total diberikan dalam persamaan dibawah ini.

$$\Delta e_{Soils} = (\Delta C_{Mineral} + L_{Organic} - \Delta C_{Inorganic})$$

dimana:

Δi_{Soils} = Perubahan tahunan dari simpanan karbon dalam tanah, *tonC per tahun*

$\Delta o_{Minerals}$ = Perubahan tahunan dari simpanan karbon dalam tanah mineral, *tonC per tahun*

$L_{Organic}$ = Kehilangan karbon dari drainase tanah organik, *tonC per tahun*

$\Delta o_{Inorganic}$ = Perubahan tahunan dari simpanan karbon inorganic dari tanah, *tonC per tahun* (diasumsikan 0 kecuali menggunakan pendekatan Tier 3)

Untuk metode Tier 1 dan 2 metode, simpanan karbon organik tanah untuk tanah mineral dihitung hingga default kedalaman 30 cm. Kedalaman lebih besar dapat dipilih dan digunakan pada Tier 2 jika data tersedia, tetapi untuk Tier 1 hanya sampai kedalaman 30 cm.

Untuk setiap periode waktu inventori, simpanan karbon organik tanah dalam tanah mineral diperkirakan untuk tahun pertama (SOC_{0-T}) dan terakhir (SOC_0)

berdasarkan perkalian stok referensi kabon dengan faktor perubahan stok, seperti diberikan pada persamaan berikut.

$$\Delta e_{Mineral} = (SOC_0 - SOC_{(0-T)})/D$$

$$SOC = SOC_{REF} \times F_{LU} \times F_{MG} \times F_I \times A$$

dimana:

$\Delta i_{Minerals}$ = Perubahan tahunan dari simpanan karbon dalam tanah mineral, *tonC per tahun*

SOC_0 = Perubahan karbon organic tanah pada tahun terakhir pada suatu periodewaktu inventori, *tonC per tahun*

$SOC_{(0-T)}$ = Perubahan karbon organic tanah pada tahun awal pada suatuperiode waktu inventori, *tonC per tahun*

D = Periode waktu transisi dari $SOC_{(0-T)}$ ke SOC_0, *tahun*. Nilai default adalah20 tahun.

SOC_{REF} = Simpanan karbon referensi, *tonC per tahun*

F_{LU} = Faktor perubahan simpanankarbon untuk sistem penggunaan lahan atau sub-sistemuntuk suatu penggunaan lahan tertentu

F_{MG} = Faktor perubahan simpanankarbon untuk regim pengelolaan

F_I = Faktor perubahan simpanankarbon untuk input bahan organik

A = Luas lahan pada semua strata, *ha*

Metodologi dasar untuk memperkirakan emisi karbon dari tanah organik (misalnya gambut) adalah dengan menetapkan faktor emisi yang memperkirakan kehilangan karbon akibat drainase. Secara khusus, emisi CO_2 tahunan diperkirakan dengan perkalian antara luas tanah organik yang didrainase dan dikelola pada setiap tipe iklim dengan faktor emisi. Tier 1 menggunakan faktor emisi default, dimana untuk rejim temperatur iklim tropik/subt-tropik seperti Indonesia nilainya adalah *1.36 ton C per ha per tahun*.

Persamaan untuk mengitung emisi karbon dari tanah organik adalah sebagai berikut.

$$L_{Organic} = \sum(A \times EF)$$

dimana:

$L_{Organics}$ = kehilangan karbon dari drainase tanah organik, *tonC per tahun*

A = Luas lahan dari tanah organik yang didrainase, *ha*

EF = Faktor emisi, *tonC per (ha tahun)*

b. Penghitungan Perubahan Tahunan Simpanan Karbon pada Tanah Mineral dengan Worksheet IPCC (2006)

Penghitungan perubahan tahunan simpanan karbon pada tanah mineral menggunakan Worksheet IPCC (2006) berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use									
Category		Cropland Remaining Cropland: Annual change in carbon stocks in mineral soils									
Category code		3B2a									
Sheet		1 of 2									
Equation		Equation 2.2	Equation 2.25, Formulation A in Box 2.1 of Section 2.3.3.1								
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area in the last year of an inventory period	Area at the beginning of an inventory period	Reference carbon stock in the last year of an inventory period	Reference carbon stock at the beginning of an inventory period	Time dependence of stock change factors (D) or number of years over a single inventory time period (T)	Stock change factor for land-use system or sub-system	Stock change factor for management regime	Stock change factor for input of organic matter	Annual change in carbon stocks in mineral soils
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(ha)	(tonnes C·ha^{-1})	(tonnes C·ha^{-1})	(yr)	(-)	(-)	(-)	(tonnes C·yr^{-1})
					Table 2.3	Table 2.3	(default is 20 yr; if T>D then use the value of T)	Table 5.5	Table 5.5	Table 5.5	$\Delta C_{Mineral}$ as in Equation 2.25
			$A_{(0)}$	$A_{(0-T)}$	$SOC_{ref(0)}$	$SOC_{ref(T-0)}$	D	F_{LU}	F_{MG}	F_I	$\Delta C_{Mineral}$
CL	CL	(a)					20				
		(b)					20				
		(c)					20				
Total											

Cara pengisian data adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan luasan jenis cropland kondisi tahun terakhir inventori pada kolom "$A_{(0)}$".

(2) Masukkan luasan jenis cropland pada tahun awal inventory dilakukan pada kolom "$A_{(0-T)}$"

(3) Masukkan nilai referensi stok karbon kondisi tahun terakhir incevtory pada kolom "$SOC_{ref(0)}$" (lihat table 2.3 pedoman IPCC)

(4) Masukkan nilai referensi stok karbon kondisi tahun awal inventori pada kolom "$SOC_{ref(T-0)}$" (lihat table 2.3 pedoman IPCC)

(5) Masukkan nilai faktor perubahan stok untuk "landuse system or sub system" pada kolom "F_{LU}". (lihat table 5.5 pedoman IPCC)

(6) Masukkan nilai faktor perubahan stok untuk "management regime" pada kolom "F_{MG}". (lihat table 5.5 pedoman IPCC)

(7) Masukkan nilai faktor perubahan stok untuk masukan dari "organic matter" pada kolom kolom "F_I". (lihat table 5.5 pedoman IPCC)

(8) Pada kolom terakhir akan dihitung perubahan stok karbon pada tanah mineral dengan mengguakan persamaan:
$\Delta a_{Mineral} = (SOC_0 - SOC_{(0-T)})/D$
$SOC = SOC_{REF} \times F_{LU} \times F_{MG} \times F_{I} \times A$

d. Perhitungan Pengurangan tahunan simpanan karbon dari tanah organik yang didrainase dengan Worksheet IPCC (2006)

Diketahui data sebagai berikut:

(1) Luas lahan dari tanah organik yang didrainase pada tipe iklim = 100 ha

(2) Faktor emisi untuk tipe iklim = 0.68tonC /ha/tahun

Berdasarkan data tersebut, dilakukan perhitungan pengurangan tahunan simpanan karbon dari tanah organik yang didrainase dengan menggunakan Worksheet IPCC (2006) berikut ini.

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use			
Category		Forest Land Remaining Forest Land (FL-FL): Annual carbon loss from drained organic soils			
Category code		3B1a			
Sheet		1 of 1			
Equation		Equation 2.2	Equation 2.26		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of drained organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from drained organic soils
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 4.6	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	EF	$L_{Organic}$
FL	FL	(a)			
		(b)			
		(c)			
Total					

Cara pengisian data adalah sebagai berikut:

(1) Masukkan jenis tutupan lahan hutan pada kolom "subcategories" contoh: Hutan Mangrove Primer].

(2) Masukkan Luas lahan dari tanah organik yang didrainase pada kolom "A" (100 ha)

(3) Masukkan nilai faktor emisi untuk tipe iklim pada kolom "EF" (0.68 *ton C /ha/tahun*)

(4) Pada kolom terakhir merupakan hasil perhitungan untuk mendapatkan besarnya kehilangan karbon dari drainase tanah organik "$L_{Organic}$".
$L_{Organic}$ = A * EF

4.5. Emisi Non-CO_2

Emisi gas rumah kaca dari Non-CO_2 dari pembakaran biomassa cukup siginifikan. Kebakaran tidak hanya mengemisikan CO_2, tetapi juga gas rumah kaca lainnya, yang berasal dari pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar. Ini termasuk Karbon Monoksida (CO), Metan (CH_4), senyawa organik volatil non-metan (NMVOC) dan nitrogen (misalnya, N_2O, NO_x).

Emisi dari gas Non-CO_2 diperkirakan untuk semua situasi kebakaran. Secara khusus emisi gas Non-CO_2 dibedakan dari 5 (lima) tipe pembakaran:

(1) Pembakaran rumput (mencakup pembakaran kayu dari belukar dan savana),

(2) Pembakaran residu pertanian;

(3) Pembakaran serasah, residu panen di Lahan Hutan,

(4) Pembakaran pada pembukaan lahan hutan dan konversi untuk pertanian,

(5) Tipe pembakaran lainnya (termasuk yang dihasilkan dari kebakaran tidak terkendali, *wild fire*).

Metodologi umum untuk memperkirakan emisi dari gas rumah kaca individual untuk semua tipe kebakaran disajikan pada persamaan dibawah ini.

$$L_{Fire} = A \times M_b \times Cf \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

dimana:

L_{Fire} = jumlah emisi GRK dari api, *ton C* untuk setiap GHK (misalnya CH_4, NO_2, dsb.)

A = luas lahan yang terbakar

M_b = berat bahan bakar yang tersedia untuk pembakaran, *ton per ha*. Ini termasukbiomassa,serasah dan kayu mati. Jika Tier 1 yang digunakan, tampungan serasah dankayu mati diasumsikan nol, kecuali bila ada perubahan penggunaan lahan.

Cf = faktor pembakaran

G_{ef} = faktor emisi, *g per kg bahan kering*

Jika data MB and Cf tidak tersedia, nilai default dari jumlah bahan bakar yang dibakar (perkalian M_b x C_f) dapat mengunakan nilai pada Tabel 4.4, sedangkan default faktor pembakaran dan faktor emisi menurut IPCC (2006) disajikan pada Tabel 4.5.dan 4.6.

Tabel 4.4 Nilai Konsumsi Bahan Bakar Biomas (Bahan Organik Mati dan Biomas Hidup) dalam *ton bahan kering/ha* Untuk Menduga Mb*Cf

Vegetasi	Sub-Kategori	Rata-rata (ton C/ha)
Hutan Tropik Primer	Hutan Tropik Primer	83.9
	Hutan Tropik Primer Terbuka	163.6
	Hutan Basah Tropik Primer	160.4
Semua hutan-hutan tropik primer		119.6
Hutan sekunder tropic	Hutan tropic sekunder muda (3-5 tahun)	8.1
	Hutan tropik sekunder menengah (6-10 tahun)	41.1
	Hutan tropik sekunder tua (10-17 tahun)	46.4
Semua hutan-hutan tropik sekunder		42.2
Savana/Padang Rumput/Padang Pengembalaan (pembakaran di awal musim kering)	Padang rumput tropik/sub-tropik	2.1
	Padang rumput	-
Savana/Padang Rumput/Padang Pengembalaan (pembakaran di awal musim kering)		2.1
Savana/Padang Rumput/Padang Pengembalaan (pembakaran di pertengahan musim kering)	Padang rumput tropik/sub-tropik	5.2
	Padang rumput	4.1
	Padang pengembalaan	23.7
	Savana	7.0
Semuan Savana/Padang Rumput/Padang Pengembalaan (pembakaran di pertengahan musim kering)		10.0
Sisa pertanian	Sisa gandum	4.0

Vegetasi	Sub-Kategori	Rata-rata (ton C/ha)
	Sisa jagung	10.0
	Sisa padi	5.5
	Sisa tebu	6.5
Lainnya	Tanah Gambut	41.0

Tabel 4.5 Nilai Faktor Pembakaran pada Beberapa Jenis Vegetasi

Vegetasi	Sub-Kategori	Rata-rata
Hutan Tropik Primer	Hutan Tropik Primer	0.32
	Hutan Tropik Primer Terbuka	0.45
	Hutan Basah Tropik Primer	0.50
Semua hutan-hutan tropik primer		0.36
Hutan sekunder tropic	Hutan tropic sekunder muda (3-5 tahun)	0.46
	Hutan tropik sekunder menengah (6-10 tahun)	0.67
	Hutan tropik sekunder tua (10-17 tahun)	0.50
Semua hutan-hutan tropik sekunder		0.55
Savana/Padang Rumput/ Padang Pengembalaan (pembakaran di awal musim kering)	Padang rumput tropik/sub-tropik	0.74
	Padang rumput	-
Savana/Padang Rumput/Padang Pengembalaan (pembakaran di awal musim kering)		0.74
Savana/Padang Rumput/ Padang Pengembalaan (pembakaran di pertengahan musim kering)	Padang rumput tropik/sub-tropik	0.92
	Padang rumput	0.35
	Padang pengembalaan	0.35
	Savana	0.86
Semuan Savana/Padang Rumput/Padang Pengembalaan (pembakaran di pertengahan musim kering)		0.77
Sisa pertanian	Sisa gandum	0.90

Vegetasi	Sub-Kategori	Rata-rata
	Sisa jagung	0.80
	Sisa padi	0.80
	Sisa tebu	0.8
Lainnya	Tanah Gambut	0.5
	Lahan Basah Tropik	0.7

Tabel 4.6. Faktor Emisi dari Beberapa Jenis Pembakaran

Kategori	CO_2	CO	CH_4	N_2O	NO_x
Savana dan padang rumput	1613± 95	65±20	2.3±0.9	0.21±0.10	3.9±2.4
Residu pertanian	1515±177	92±84	2.7	0.07	2.5±1.0
Hutan tropis	1580±90	3.0±1.4	6.8±2.0	0.20	1.6±0.7
Hutan extra tropis	1569± 31	107±37	4.7±1.9	4.7±1.9	3.0±1.4
Bahan bakar nabati	1550 ±95	78± 31	6.1±2.2	0.06	1.1±0.6

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2011. Pedoman Umum Inventarisasi dan Mitigasi Gas Rumah Kaca Sektor Pertanian.

IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4*, Agriculture, Forestry and Other Land Use, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC 2008. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – A primer, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Miwa K., Srivastava N. and Tanabe K.(eds). IGES, Japan.

Pawitan, H., Makarim, A.K., Setyorini, D., Setyanto, P., Amien, I., Surmaini, E. 2009. Update dan penajaman emisi gas rumah kaca sektor pertanian. Laporan Akhir Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim sektor Pertanian. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.

LAMPIRAN 1.

Deskripsi Kategori Emisi dan Serapan Gas Rumah Kaca

Kegiatan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya

Lampiran 1. Deskripsi Kategori Emisi dan Serapan Gas Rumah Kaca Kegiatan Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya (Kategori 3)

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3	**PERTANIAN, KEHUTANAN, DAN PENGGUNAAN LAHAN LAINNYA (AGRICULTURE, FORESTRY, AND OTHER LAND USE)**	
3 A	Peternakan (*Livestock*)	Emisi metana dari fermentasi enterik, dan emisi metana dan dinitrogen oksida dari pengelolaan kotoran ternak
3 A 1	Fermentasi Enterik/lambung (*Enteric Fermentation*)	Emisi metana dari ternak herbivora yang dihasilkan dari fermentasi enterik (proses pencernaan oleh organisme mikro yang memecah karbohidrat menjadi molekul sederhana untuk diserap ke dalam aliran darah). Hewan pemamah-biak (misalnya: ternak sapi, domba) adalah sumber-sumber utama emisi, sementara hewan bukan pemamah-biak (mis: babi, kuda) mengemisikan metana dalam jumlah yang lebih kecil.
3 A 1 a	Ternak Sapi (*Cattle*)	Emisi metana dari sapi perah dan ternak sapi lainnya.
3 A 1 a i	Ternak Sapi Perah *(Dairy Cows)*	Emisi metana dari sapi penghasil susu untuk dijual, termasuk anak sapi dan sapi muda yang dibesarkan untuk menghasilkan susu.
3 A 1 a ii	Ternak Sapi lainnya *(Other Cattle)*	Emisi metana dari seluruh jenis ternak sapi bukan perah, termasuk sapi pedaging, sapi muda, dan sapi pembiakan
3 A 1 b	Kerbau (*Buffalo*)	Emisi metana dari kerbau
3 A 1 c	Domba (*Sheep*)	Emisi metana dari domba
3 A 1 d	Kambing (*Goats*)	Emisi metana dari kambing
3 A 1 e	Unta (*Camels*)	Emisi metana dari unta
3 A 1 f	Kuda (Horses)	Emisi metana dari kuda
3 A 1 g	Keledai (*Mules and Asses*)	Emisi metana dari keledai
3 A 1 h	Babi (*Swine*)	Emisi metana dari babi
3 A 1 j	Lainnya (*Other please specify*)	Emisi metana dari jenis hewan ternak lain (llama, rusa, dll.)
3 A 2	Pengelolaan kotoran ternak (*Manure Management)*	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi limbah ternak pada kondisi minim oksigen atau kondisi anaerobik. Kondisi ini seringkali terjadi apabila sejumlah besar ternak dipelihara dalam area yang terbatas (mis: kandang sapi, kandang babi, kandang ayam, dll) dimana limbah ternak biasanya dibiarkan tertumpuk atau dibuang ke kolam, atau sistem pengelolaan kotoran ternak lainnya.

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3 A 2 a	Ternak sapi (*Cattle*)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran ternak sapi.
3 A 2 a i	Ternak sapi perah (*Dairy Cows)*	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran sapi perah.
3 A 2 a ii	Ternak Sapi Lainnya (*Other Cattle)*	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran ternak sapi lainnya.
3 A 2 b	Kerbau (*Buffalo*)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran kerbau.
3 A 2 c	Domba (*Sheep*)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran domba.
3 A 2 d	Kambing (*Goats*)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran kambing
3 A 2 e	Unta (*Camels*)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran unta.
3 A 2 f	Kuda (*Horses*)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi limbah kuda.
3 A 2 g	Keledai (*Mules and Asses*)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran keledai.
3 A 2 h	Babi (Swine)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran babi.
3 A 2 i	Unggas (Poultry)	Emisi metana dan dinitro oksida dari dekomposisi kotoran unggas, termasuk ayam petelur, ayam pedaging, kalkun, dan bebek.
3 A 2 j	Jenis ternak lainnya (*Other*)	Emisi metana dan dinitrogen oksida dari dekomposisi kotoran ternak lainnya (mis: llama, rusa, burung unta, dll)
3 B	Lahan (*Land*)	Emisi dan serapan dari 5 kategori lahan (lahan hutan, lahan pertanian, padang rumput, pemukiman, dan lahan lain) kecuali untuk sumber-sumber yang dilist dibawah 3C (jumlah sumber dan sumber emisi non CO2 pada lahan). Kecuali untuk lahan basah, inventarisasi GRK mencakup pendugaan stok karbon dari 5 carbon pools (tampungan karbon) (antara lain: biomasa diatas tanah, biomasa dibawah tanah, kayu mati, serasah dan bahan organic tanah).

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3 B 1	Lahan Hutan *(Forest Land)*	Emisi dan serapan dari lahan dengan vegetasi berpohon konsisten dengan ambang batas yang digunakan untuk mendefiniskan lahan hutan di dalam inventarisasi GRK nasional, dikelompokkan kedalam pengelolaan dan tanpa pengelolaan, dan kemungkinan juga dengan wilayah iklim, tipe tanah dan tipe vegetasi yang jatuh dibawah, tetapi diharapkan kemudian bertambah, nilai ambang batas digunakan dengan sebuah negara untujk mendefinisikan kategori lahan.
3 B 1 a	Lahan Hutan Tetap Menjadi Lahan Hutan. (*Forest land Remaining Forest Land*)	Emisi dan serapan dari pengelolaan hutan dan perkebunan yang selalu dibawah penggunaan lahan hutan dan kategori lahan lainnya dikonversi ke hutan lebih dari 20 tahun yang lalu (*default* asumsi).
3 B 1 b	Lahan Yang dikonversi menjadi lahan hutan (*Land Converted to Forest Land*)	Emisi dan serapan dari lahan yang dikonversi ke lahan hutan termasuk konversi ke pertanian, padang rumput, lahan basah, pemukiman dan lahan lainnya ke lahan hutan. Bahkan tanah yang ditinggalkan akibat kegiatan manusia juga disertakan.
3 B 1 b i	Lahan Pertanian yang dikonversi menjadi lahan hutan (*Cropland Converted to Forest Land)*	Emisi dan serapan dari lahan pertanian dikonversi ke lahan hutan.
3 B 1 b ii	Padang rumput yang dikonversi menjadi lahan hutan (*Grassland Converted to Forest Land)*	Emisi dan serapan dari padang rumput dikonversi ke lahan hutan
3 B 1 b iii	Lahan Basah yang dikonversi menjadi lahan hutan (*Wetlands Converted to Forest Land)*	Emisi dan serapan dari lahan basah dikonversi ke lahan hutan
3 B 1 b iv	Pemukiman yang dikonversi menjadi lahan hutan (*Settlements Converted to Forest Land)*	Emisi dan serapan dari pemukiman dikonversi ke lahan hutan
3 B 1 b v	Lahan lainnya yang dikonversi menjadi lahan hutan (*Other Land Converted to Forest Land)*	Emisi dan serapan dari lahan lainnya dikonversi ke lahan hutan
3 B 2	Lahan Pertanian (*Cropland)*	Emisi dan serapan dari lahan dan pengelolaan lahan, lahan bekas hutan dan pertanian dan sistem dari vegetasi yang jatuh kebawah dari ambang batas yang digunakan untuk kategori lahan hutan.

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3 B 2 a	Lahan Pertanian tetap menjadi lahan pertanian (*Cropland Remaining Cropland*)	Emisi dan serapan dari lahan pertanian yang tidak megnalami perubahan lahan lahan selama periode inventarisasi.
3 B 2 b	Lahan Pertanian dikonversi ke Lahan pertanian (*Land Converted to Cropland*)	Emisi dan serapan dari lahan yang dikonversi ke lahan pertanian termasuk konversi lahan hutan, padang rumput, lahan basah, pemukiman dan lahan lain ke lahan pertanian.
3 B 2 b i	Lahan hutan dikonversi menjadi lahan pertanian (*Forest Land Converted to Cropland)*	Emisi dan serapan dari lahan hutan yang dikonversi ke lahan pertanian
3 B 2 b ii	Padang rumput dikonversi ke lahan pertanian (*Grassland Converted to Cropland)*	Emisi dan serapan dari padang rumput yang dikonversi ke lahan pertanian
3 B 2 b iii	Lahan basah dikonversi ke lahan pertanian (*Wetlands Converted to Cropland)*	Emisi dan serapan dari lahan basah yang dikonversi ke lahan pertanian.
3 B 2 b iv	Pemukiman dikonversi ke lahan pertanian (*Settlements Converted to Cropland)*	Emisi dan serapan dari pemukiman yang dikonversi ke lahan pertanian.
3 B 2 b v	Lahan lain dikonversi ke lahan pertanian (*Other Land Converted to Cropland)*	Emisi dan serapan dari lahan lainnya yang dikonversi ke lahan pertanian.
3 B 3	Padang Rumput (*Grassland)*	Emisi dan serapan dari berbagai tanah dan padang rumput yang tidak dipertimbangkan lahan pertanian. Hal ini juga mencakup sistem dengan vegetasi berkayu yang jatuh dibawah nilai ambang batas yang digunakan dalam kategori lahan hudan dan tidak diharapkan melebihi dan tanpa campur tangan manusia. Kategori ini juga mencakup semua padang rumput dari lahan kritis ke daerah rekreasi serta sistem pertanian dan silvi Pasteur, yang mana dibagi kedalam dikelolan dan tidak dikelola, dan konsisten dengan definisi nasional
3 B 3 a	Padang rumput tetap menjadi padang rumput (*Grassland Remaining Grassland*)	Emisi dan serapan dari padang rumput tetap menjadi padang rumput

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3 B 3 b	Lahan dikonversi ke padang rumput (Land Converted to Grassland)	Emisi dan serapan dari lahan dikonversi menjadi padang rumput
3 B 3 b i	Lahan hutan dikonversi ke padang rumput (*Forest Land Converted to Grassland)*	Emisi dan serapan dari lahan hutan dikonversi ke padang rumput
3 B 3 b ii	Lahan pertanian dikonversi ke padang rumput (*Cropland Converted to Grassland)*	Emisi dan serapan dari lahan pertanian dikonversi ke padang rumput
3 B 3 b iii	Lahan basah dikonversi ke padang rumput (*Wetlands Converted to Grassland)*	Emisi dan serapan dari lahan basah dikonversi ke padang rumput
3 B 3 b iv	Pemukiman dikonversi ke padang rumput (*Settlements Converted to Grassland)*	Emisi dan serapan dari pemukiman dikonversi menjadi padang rumput.
3 B 3 b v	Lahan lainnya dikonversi ke padang rumput (*Other Land Converted to Grassland)*	Emisi dan serapan dari lahan lain dikonversi menjadi padang rumput.
3 B 4	Lahan basah (*Wetlands)*	Emisi dari lahan yang dikonversi atau dijenuhkan oleh air untuk semua atau pertahunnya (contoh lahan gambut). Yang tidak jatuh dalam lahan hutan, lahan pertanian, padang rumput atau pemukiman. Kategori tersebut dibagi kedalam pengelolaan atau tidak berdasarkan definisi nasional, hal tersebut termasuk waduk sebagai subdivisi yang dikelola dan sungai alam yang tidak dikelola.
3 B 4 a	Lahan basah tetap menjadi lahan basah (*Wetlands Remaining Wetlands*)	Emisi dari lahan gambut mengalami ekstraksi gambut dan dari lahan irigasi yang tetap.
3 B 4 a i	Lahan gambut tetap menjadi lahan gambut (*Peatlands Remaining peatlands)*	Termasuk (1) di tempat emisi dari deposito gambut selama fase ekstraksi dan (2) off-site emisi dari penggunaan hortikultura gambut. Off-situs emisi dari penggunaan energi dari gambut dilaporkan di Sektor Energi dan karenanya tidak termasuk dalam kategori ini.

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3 B 4 a ii	Lahan yang terairi tetap menjadi lahan yang terairi (*Flooded Land Remaining Flooded Land)*	Emisi dari lahan irigasi. Lahan irigasi didefinisikan sebagai badan air di mana aktivitas manusia telah menyebabkan perubahan dalam di sejumlah area permukaan yang ditutupi oleh air, biasanya melalui peraturan tingkat air. Contoh lahan yang terkena banjir meliputi waduk untuk produksi listrik tenaga air, irigasi, navigasi, danau dan sungai dll. Aturan danau dan sungai yang belum mengalami perubahan substansial di daerah air dibandingkan dengan ekosistem pra-banjir tidak dianggap sebagai tanah kebanjiran. Beberapa sawah yang dibudidayakan melalui banjir tanah, tetapi karena karakteristik unik dari budidaya padi, sawah dibahas dalam 3C7.
3 B 4 b	Lahan dikonversi ke lahan basah (*Land Converted to Wetlands*)	Emisi dari tanah yang dikonversi untuk ekstraksi dari tanah gambut dikonversi menjadi lahan basah.
3 B 4 b i	Lahan dikonversi untuk ekstraksi gambut (*Land Converted for Peat Extraction)*	Emisi dari lahan gambut yang dikonversi untuk ekstraksi
3 B 4 b ii	Lahan pertanian yang dikonversi ke lahan yang terairi (*Land Converted to Flooded Land)*	Emisi dari lahan yang dikonversi menjadi lahan banjir
3 B 4 b iii	Lahan dikonversi ke lahan basah lainnya (*Land Converted to Other Wetlands)*	Emisi dari lahan yang dikonversi menjadi lahan basah selain lahan banjir dan tanah untuk ekstraksi gambut.
3 B 5	Pemukiman (*Settlements)*	Emisi dan serapan dari semua lahan yang dikembangkan, termasuk infrastruktur transportasi dan pemukiman manusia dari berbagai ukuran, kecuali mereka sudah termasuk dalam kategori lainnya. Hal ini harus konsisten dengan definisi nasional.
3 B 5 a	Pemukiman tetap menjadi pemukiman (*Settlements Remaining Settlements*)	Emisi dan serapan dari pemukiman yang belum mengalami perubahan penggunaan lahan selama periode inventarisasi
3 B 5 b	Lahan dikonversi ke pemukiman (*Land Converted to Settlements*)	Lahan dikonversi ke pemukiman: Emisi dan serapan dari tanah yang dikonversi ke pemukiman. Termasuk konversi lahan hutan, lahan pertanian, padang rumput, lahan basah, dan tanah lain untuk permukiman.

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3 B 5 b i	Lahan hutan dikonversi ke pemukiman (*Forest Land Converted to Settlements*)	Lahan hutan dikonversi ke pemukiman: Emisi dan serapan dari lahan hutan dikonversi ke pemukiman
3 B 5 b ii	Lahan pertanian dikonversi ke pemukiman (*Cropland Converted to Settlements*)	Lahan pertanian dikonversi ke pemukiman: Emisi dan serapan dari lahan pertanian dikonversi menjadi permukiman.
3 B 5 b iii	Padang rumput dikonversi ke pemukiman (*Grassland Converted to Settlements*)	Padang rumput dikonversi ke pemukiman: Emisi dan kepindahan dari padang rumput dikonversi ke pemukiman
3 B 5 b iv	Lahan basah dikonversi ke pemukiman (*Wetlands Converted to Settlements*)	Lahan basah dikonversi ke pemukiman: Emisi dan serapan dari lahan basah dikonversi ke pemukiman.
3 B 5 b v	Lahan lain dikonversi ke pemukiman (*Other Land Converted to Settlements*)	Lahan lain dikonversi ke pemukiman: Emisi dan serapan dari lahan lainnya dikonversi ke pemukiman.
3 B 6	Lahan lain (*Other Land*)	Lahan lain: Emisi dan serapan dari tanah kosong, batu, es, dan semua lahan yang tidak dikelola yang tidak jatuh ke dalam salah satu dari lima kategori lain. Hal ini memungkinkan total lahan yang diidentifikasi sesuai area nasional, dimana data yang tersedia.
3 B 6 a	Lahan lain tetap menjadi lahan lain (*Other Land Remaining Other Land*)	Lahan lain tetap menjadi lahan lain: Emisi dan serapan dari lahan lainnya yang belum mengalami perubahan penggunaan lahan selama periode inventarisasi.
3 B 6 b	Lahan dikonversi ke lahan lain (*Land Converted to Other Land*)	Lahan dikonversi ke lahan lain: Emisi dan serapan dari tanah yang dikonversi ke lahan lainnya. Termasuk konversi lahan hutan, lahan pertanian, padang rumput, lahan basah, dan permukiman ke lahan lainnya.
3 B 6 b i	Lahan hutan dikonversi lahan lain (*Forest Land Converted to OtherLand*)	Lahan hutan dikonversi lahan lain: Emisi dan serapan dari lahan hutan dikonversi ke lahan lainnya.
3 B 6 b ii	Lahan pertanian dikonversi ke lahan lain (*Cropland Converted to Other Land*)	Lahan pertanian dikonversi ke lahan lain: Emisi dan serapan dari lahan pertanian dikonversi menjadi lahan lainnya.
3 B 6 b iii	Padang rumput dikonnversi ke lahan lain (*Grassland Converted to Other Land*)	Padang rumput dikonnversi ke lahan lain: Emisi dan serapan dari padang rumput dikonversi ke lahan lainnya.
3 B 6 b iv	Lahan basah dikonversi ke lahan lain (*Wetlands Converted to Other Land*)	Lahan basah dikonversi ke lahan lain*:* Emisi dan serapan dari lahan basah dikonversi ke lahan lainnya.
3 B 6 b v	Pemukiman dikonversi ke lahan lain (*Settlements Converted to Other Land*)	Pemukiman dikonversi ke lahan lain*:* Emisi dan serapan dari pemukiman dikonversi ke lahan lainnya.

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3 C	Jumlah Sumber dan Sumber Emisi Non-CO2 pada Lahan (*Aggregate Sources and Non-CO2 Emissions Sources on Land*)	Jumlah sumber dan sumber emisi non Co2 pada lahan: Termasuk emisi dari kegiatan yang kemungkinan akan dilaporkan pada tingkat agregasi lahan yang sangat tinggi atau bahkan tingkat negara.
3 C 1	Emisi dari pembakaran biomasa (*Emissions from Biomass Burning*)	Emisi dari pembakaran biomasa*:* Emisi dari pembakaran biomassa yang mencakup N2O dan CH4. Emisi CO2 yang disertakan di sini hanya jika emisi tidak termasuk dalam kategori 3B sebagai perubahan stok karbon.
3 C 1 a	Pembakaran biomasa di lahan hutan (*Biomass Burning in Forest Lands*)	Pembakaran biomasa di lahan hutan: Emisi dari pembakaran biomassa yang mencakup N2O dan CH4 di lahan hutan. Emisi CO2 yang disertakan di sini hanya jika emisi tidak termasuk dalam kategori 3B1 sebagai perubahan stok karbon.
3 C 1 b	Pembakaran biomasa di lahan pertanian (*Biomass Burning in Croplands*)	Pembakaran biomasa di lahan pertanian: Emisi dari pembakaran biomassa yang mencakup N2O dan CH4 di lahan pertanian. Emisi CO2 yang disertakan di sini hanya jika emisi tidak termasuk dalam kategori 3B2 sebagai perubahan stok karbon.
3 C 1 c	Pembakaran biomasa di padang rumput (*Biomass Burning in Grasslands*)	Pembakaran biomasa di padang rumput: Emisi dari pembakaran biomassa yang mencakup N2O dan CH4 di padang rumput. Emisi CO2 yang disertakan di sini hanya jika emisi tidak termasuk dalam kategori 3B3 sebagai perubahan stok karbon.
3 C 1 d	Pembakaran buiomasa di semua lahan lainnya (*Biomass Burning in All Other Land*)	Pembakaran buiomasa di semua lahan lainnya: Emisi dari pembakaran biomassa yang mencakup N2O dan CH4 di pemukiman, dan semua lahan lainnya. Emisi CO2 yang disertakan di sini hanya jika emisi tidak termasuk dalam kategori 3B6 sebagai perubahan stok karbon.
3 C 2	Pengapuran (*Liming*)	Pengapuran: Emisi CO2 dari penggunaan kapur di tanah pertanian, tanah hutan dan danau yang dikelola.
3 C 3	Penggunaan Urea (*Urea Application*)	Penggunaan Urea: Emisi CO2 dari penggunaan urea.

Kode	Kategori	Deskripsi Kategori
(1)	(2)	(3)
3 C 4	Emisi N2O langsung dari pengelolaan tanah (*Direct N2O Emissions from Managed Soils*)	Emisi N2O langsung dari pengelolaan tanah: Peningkatan N-tersedia dalam tanah meningkatkan proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang memproduksi N_2O. Peningkatan N-tersedia dapat terjadi melalui praktek-praktek pengelolaan yang menyebabkan mineralisasi N organik tanah.
3 C 5	Emisi N2O tidak langsung dari pengelolaan tanah (*Indirect N2O Emissions from Managed Soils*)	Emisi N2O tidak langsung dari pengelolaan tanah: Emisi N2O langsung dari tanah dikelola dari penggunaan pupuk sintetis N; N dalam tanaman; organik sebagai pupuk N diterapkan (misalnya kotoran hewan, kompos, lumpur limbah, limbah render); urin dan kotoran N disimpan di padang rumput, jangkauan dan *paddock* oleh hewan-hewan pemakan rumput residu (atas dan bawah tanah), termasuk dari N-memperbaiki tanaman dan dari padang rumput hijauan selama berlangsungnya proses pembaruan; N mineralisasi / imobilisasi yang berhubungan dengan kerugian / keuntungan dari bahan organik tanah yang dihasilkan dari perubahan penggunaan lahan atau pengelolaan tanah mineral, dan drainase / manajemen tanah organik (yaitu, histosol).
3 C 6	Emisi N2O tidak langsung dari pengelolaan pupuk (*Indirect N2O Emissions from Manure Management*)	Emisi N2O tidak langsung dari pengelolaan pupuk: Emisi N2O Langsung dari pengelolaan kotoran (jumlah aktivitas data nitrogen dalam kotoran diekskresikan).
3 C 7	Pengelolaan sawah (*Rice Cultivations*)	Pengelolaan sawah: Metana (CH4) emisi dari dekomposisi anaerobik bahan organik di sawah banjir. Setiap emisi N2O dari penggunaan pupuk nitrogen dalam budidaya padi harus dilaporkan di bawah emisi N2O dari tanah dikelola.
3 C 8	Lainnya (*Other*)	Lainnya: Sumber emisi lain CH_4 dan N_2O di darat.
3 D	Lainnya (*Other*)	
3 D 1	Produk kayu yang dipanen (*Harvested Wood Products*)	Produk kayu yang dipanen: Emisi bersih CO_2 yang dihasilkan atau serapan dari Produk Kayu yang dipanen.
3 D 2	Lainnya (*Other*)	

LAMPIRAN 2.

Tabel Pelaporan
(*Common Reporting Format*)

Hasil Perhitungan Emisi Gas Rumah Kaca Kegiatan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya

Lampiran 2.1 Tabel Basis Data Kegiatan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya (AFOLU)

	Categories	Net CO2 Emission/ removals	Emission				
			CH_4	N_2O	NOx	CO	NMVOCs
		(Gg)					
3	**AFOLU**						
3 A	***Livestock***						
3 A 1	***Enteric Fermentation***						
3 A 1 a	*Cattle*						
3 A 1 a i	*Dairy Cows*						
3 A 1 a ii	*Other Cattle*						
3 A 1 b	*Buffalo*						
3 A 1 c	*Sheep*						
3 A 1 d	*Goats*						
3 A 1 e	*Camels*						
3 A 1 f	Horse						
3 A 1 g	*Mules and Asses*						
3 A 1 h	*Swine*						
3 A 1 j	*Other please specify*						
3 A 2	***Manure Management***						
3 A 2 a	*Cattle*						
3 A 2 a i	*Dairy Cows*						
3 A 2 a ii	*Other Cattle*						
3 A 2 b	*Buffalo*						
3 A 2 c	*Sheep*						
3 A 2 d	*Goats*						
3 A 2 e	*Camels*						
3 A 2 f	*Horses*						
3 A 2 g	*Mules and Asses*						
3 A 2 h	Swine						
3 A 2 i	Poultry						
3 A 2 j	*Other*						
3 B	***Land***						
3 B 1	*Forest Land*						
3 B 1 a	*Forest land Remaining Forest Land*						
3 B 1 b	*Land Converted to Forest Land*						
3 B 1 b i	*Cropland Converted to Forest Land*						
3 B 1 b ii	*Grassland Converted to Forest Land*						
3 B 1 b iii	*Wetlands Converted to Forest Land*						
3 B 1 b iv	*Settlements Converted to Forest Land*						
3 B 1 b v	*Other Land Converted to Forest Land*						
3 B 2	***Cropland***						

Lampiran 2.1 Tabel Basis Data Kegiatan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya (AFOLU)

	Categories	Net CO2 Emission/ removals	Emission				
			CH_4	N_2O	NOx	CO	NMVOCs
		(Gg)					
3 B 2 a	*Cropland Remaining Cropland*						
3 B 2 b	*Land Converted to Cropland*						
3 B 2 b i	*Forest Land Converted to Cropland*						
3 B 2 b ii	*Grassland Converted to Cropland*						
3 B 2 b iii	*Wetlands Converted to Cropland*						
3 B 2 b iv	*Settlements Converted to Cropland*						
3 B 2 b v	*Other Land Converted to Cropland*						
3 B 3	***Grassland***						
3 B 3 a	Grassland Remaining Grassland						
3 B 3 b	Land Converted to Grassland						
3 B 3 b i	*Forest Land Converted to Grassland*						
3 B 3 b ii	*Cropland Converted to Grassland*						
3 B 3 b iii	*Wetlands Converted to Grassland*						
3 B 3 b iv	*Settlements Converted to Grassland*						
3 B 3 b v	*Other Land Converted to Grassland*						
3 B 4	***Wetlands***						
3 B 4 a	*Wetlands Remaining Wetlands*						
3 B 4 a i	*Peatlands Remaining peatlands*						
3 B 4 a ii	*Flooded Land Remaining Flooded Land*						
3 B 4 b	Land Converted to Wetlands						
3 B 4 b i	*Land Converted for Peat Extraction*						
3 B 4 b ii	*Land Converted to Flooded Land*						
3 B 4 b iii	*Land Converted to Other Wetlands*						
3 B 5	***Settlements***						
3 B 5 a	*Settlements Remaining Settlements*						
3 B 5 b	*Land Converted to Settlements*						
3 B 5 b i	*Forest Land Converted to Settlements*						
3 B 5 b ii	*Cropland Converted to Settlements*						
3 B 5 b iii	*Grassland Converted to Settlements*						
3 B 5 b iv	*Wetlands Converted to Settlements*						
3 B 5 b v	*Other Land Converted to Settlements*						
3 B 6	***Other Land***						
3 B 6 a	*Other Land Remaining Other Land*						
3 B 6 b	*Land Converted to Other Land*						
3 B 6 b i	*Forest Land Converted to OtherLand*						
3 B 6 b ii	*Cropland Converted to Other Land*						
3 B 6 b iii	*Grassland Converted to Other Land*						
3 B 6 b iv	*Wetlands Converted to Other Land*						
3 B 6 b v	*Settlements Converted to Other Land*						

Lampiran 2.1 Tabel Basis Data Kegiatan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya (AFOLU)

	Categories	Net CO2 Emission/ removals	Emission				
			CH_4	N_2O	NOx	CO	NMVOCs
		(Gg)					
3 C	***Aggregate Sources and Non-CO2 Emissions Sources on Land***						
3 C 1	***Biomass Burning***						
3 C 1 a	*Biomass Burning in Forest Lands*						
3 C 1 b	*Biomass Burning in Croplands*						
3 C 1 c	*Biomass Burning in Grasslands*						
3 C 1 d	*Biomass Burning in All Other Land*						
3 C 2	***Liming***						
3 C 3	***Urea Fertilization***						
3 C 4	***Direct N2O Emissions from Managed Soils***						
3 C 5	***Indirect N2O Emissions from Managed Soils***						
3 C 6	***Indirect N2O Emissions from Manure Management***						
3 C 7	***Rice Cultivations***						
3 C 8	***Other* (Please specify)**						
3 D	***Other***						
3 D 1	*Harvested Wood Products*						
3 D 2	*Other*						

Lampiran2.2 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori 3A1 - 3A2 Pertanian/Peternakan (*Agriculture/Livestock*)

Categories		Activity Data	Emissions	
			CH_4	N_2O
		(number of animals)	(Gg)	
3 A	***Livestock***			
3 A 1	*Enteric Fermentation*			
3 A 1 a	*Cattle*			
3 A 1 a i	*Dairy Cows*			
3 A 1 a ii	*Other Cattle*			
3 A 1 b	*Buffalo*			
3 A 1 c	*Sheep*			
3 A 1 d	*Goats*			
3 A 1 e	*Camels*			
3 A 1 f	Horses			
3 A 1 g	*Mules and Asses*			
3 A 1 h	*Swine*			
3 A 1 j	*Other please specify*			
3 A 2	*Manure Management*			
3 A 2 a	*Cattle*			
3 A 2 a i	*Dairy Cows*			
3 A 2 a ii	*Other Cattle*			
3 A 2 b	*Buffalo*			
3 A 2 c	*Sheep*			
3 A 2 d	*Goats*			
3 A 2 e	*Camels*			
3 A 2 f	*Horses*			
3 A 2 g	*Mules and Asses*			
3 A 2 h	Swine			
3 A 2 i	Poultry			
3 A 2 j	*Other*			

Lamnpiran 2.3 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori 3B Perubahan Simpanan Karbon (*Carbon stock changes*) dalam FOLU

Categories		Activity Data		Net carbon stock change and CO2 emissions									Net CO2 emissions
				Biomass				Dead organic matter			Soils		
		Total Area	Thereof: Area of organic soils	Increase	Decrease	Carbon emitted as CH4 and CO from fires (1)	Net carbon stock change	Net carbon stock change	Carbon emitted as CH4 and CO from fires (1)	Net carbon stock change	Net carbon stock change in mineral soils (2)	Carbon loss from drained organic soils	
		(ha)		(Gg C)									(Gg CO2)
3 B	***Land***												
3 B 1	***Forest Land***												
3 B 1 a	*Forest land Remaining Forest Land*)												
3 B 1 b	*Land Converted to Forest Land*												
3 B 1 b i	*Cropland Converted to Forest Land*												
3 B 1 b ii	*Grassland Converted to Forest Land*												
3 B 1 b iii	*Wetlands Converted to Forest Land)*												
3 B 1 b iv	*Settlements Converted to Forest Land*												
3 B 1 b v	*Other Land Converted to Forest Land*												
3 B 2	*Cropland*												
3 B 2 a	*Cropland Remaining Cropland*												
3 B 2 b	*Land Converted to Cropland*												
3 B 2 b i	*Forest Land Converted to Cropland*												
3 B 2 b ii	*Grassland Converted to Cropland*												
3 B 2 b iii	*Wetlands Converted to Cropland*												
3 B 2 b iv	*Settlements Converted to Cropland*												
3 B 2 b v	*Other Land Converted to Cropland*												

Lamnpiran 2.3 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori 3B Perubahan Simpanan Karbon (*Carbon stock changes*) dalam FOLU

Categories		Activity Data		Net carbon stock change and CO2 emissions									Net CO2 emissions
				Biomass				Dead organic matter			Soils		
		Total Area	Thereof: Area of organic soils	Increase	Decrease	Carbon emitted as CH4 and CO from fires (1)	Net carbon stock change	Net carbon stock change	Carbon emitted as CH4 and CO from fires (1)	Net carbon stock change	Net carbon stock change in mineral soils (2)	Carbon loss from drained organic soils	
		(ha)		(Gg C)									(Gg CO2)
3 B 3	*Grassland*												
3 B 3 a	Grassland Remaining Grassland												
3 B 3 b	Land Converted to Grassland												
3 B 3 b i	*Forest Land Converted to Grassland*												
3 B 3 b ii	*Cropland Converted to Grassland*												
3 B 3 b iii	*Wetlands Converted to Grassland*												
3 B 3 b iv	*Settlements Converted to Grassland*												
3 B 3 b v	*Other Land Converted to Grassland*												
3 B 4	***Wetlands***												
3 B 5	***Settlements***												
3 B 5 a	*Settlements Remaining Settlements*												
3 B 5 b	*Land Converted to Settlements*												
3 B 5 b i	*Forest Land Converted to Settlements*												
3 B 5 b ii	*Cropland Converted to Settlements*												
3 B 5 b iii	*Grassland Converted to Settlements*												
3 B 5 b iv	*Wetlands Converted to Settlements*												
3 B 5 b v	*Other Land Converted to Settlements*												
3 B 6	***Other Land***												
3 B 6 a	*Other Land Remaining Other Land*												

Lamnpiran 2.3 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori 3B Perubahan Simpanan Karbon (*Carbon stock changes*) dalam FOLU

Categories		Activity Data		Net carbon stock change and CO2 emissions									Net CO2 emissions
				Biomass				Dead organic matter			Soils		
		Total Area	Thereof: Area of organic soils	Increase	Decrease	Carbon emitted as CH4 and CO from fires (1)	Net carbon stock change	Net carbon stock change	Carbon emitted as CH4 and CO from fires (1)	Net carbon stock change	Net carbon stock change in mineral soils (2)	Carbon loss from drained organic soils	
		(ha)		(Gg C)									(Gg CO2)
3 B 6 b	*Land Converted to Other Land*												
3 B 6 b i	*Forest Land Converted to OtherLand*												
3 B 6 b ii	*Cropland Converted to Other Land*												
3 B 6 b iii	*Grassland Converted to Other Land*												
3 B 6 b iv	*Wetlands Converted to Other Land*												
3 B 6 b v	*Settlements Converted to Other Land*												

Lampiran 2.4 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Emisi Lahan Basah/*Wetlands* (3B4)

Categories		Activity Data	Emission		
		Area	CO_2	CH_4	N_2O
		(ha)	(Gg)		
3 B 4	***Wetlands***				
3 B 4 a	*Wetlands Remaining Wetlands*				
3 B 4 a i	*Peatlands Remaining peatlands*				
3 B 4 a ii	*Flooded Land Remaining Flooded Land*				
3 B 4 b	Land Converted to Wetlands				
3 B 4 b i	*Land Converted for Peat Extraction*				
3 B 4 b ii	*Land Converted to Flooded Land*				
3 B 4 b iii	*Land Converted to Other Wetlands*				

Lampiran 2.5 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Pembakaran Biomasa/*Biomass Burning* (3C1)

Categories		Activity Data			Emission							Information item: Carbon emitted as CH4 and CO	
		Des kripsi	Unit	Values	CO_2	CH4 (4)		N_2O	CO(4)		NOx		
						Bio mass	DOM		Bio mass	DOM		Bio mass	DOM
		(ha or kg dm)			(Gg)							(C Gg)	
3 C 1	***Biomass Burning***												
3 C 1 a	***Biomass Burning in Forest Lands***												
	Controlled Burning												
	Wildfires												
3 C 1 b	***Biomass Burning in Croplands***												
	Biomass Burning in Cropland Remaining Cropland												
	Controlled Burning												
	Wildfires												
	Biomass burning in Forest Land Converted to Cropland												
	Controlled Burning												
	Wildfires												
	Biomass Burning in Non Forest Land Converted to Cropland												
	Controlled Burning												
	Wildfires												
3 C 1 c	***Biomass Burning in Grasslands***												

Lampiran 2.5 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Pembakaran Biomasa/*Biomass Burning* (3C1)

Categories		Activity Data			Emission							Information item: Carbon emitted as CH4 and CO	
		Des kripsi	Unit	Values	CO_2	CH4 (4)		N_2O	CO(4)		NOx		
						Bio mass	DOM		Bio mass	DOM		Bio mass	DOM
		(ha or kg dm)			(Gg)							(C Gg)	
	Burning in Grassland Remaining Grassland												
	Controlled Burning												
	Wildfires												
	Burning in Forest Land Converted to Grassland												
	Controlled Burning												
	Wildfires												
	Burning in Non Forest Land Converted to Grassland												
	Controlled Burning												
	Wildfires												
3 C 1 d	***Biomass Burning in All Other Land***												
	Biomass Burning in Other Land Remaining All Other Land												
	Controlled Burning												
	Wildfires												
	Biomass Burning in Forest Land Converted to All Other Land												
	Controlled Burning												
	Wildfires												

Lampiran 2.5 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Pembakaran Biomasa/*Biomass Burning* (3C1)

Categories		Activity Data			Emission							Information item: Carbon emitted as CH4 and CO	
		Des kripsi	Unit	Values	CO_2	CH4 (4)		N_2O	CO(4)		NOx		
						Bio mass	DOM		Bio mass	DOM		Bio mass	DOM
		(ha or kg dm)			(Gg)							(C Gg)	
	Biomass Burning in Non Forest Land Converted to All Other Land												
	Controlled Burning												
	Wildfires												

Lampiran 2.6 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Emisi CO2 dari Pengapuran/*Liming* (3C2)

Categories	Activity Data			Emission
	Limestone $CaCO_3$	Dolomite $CaMg(CO_3)_2$	Total amount of lime applied (2)	CO_2
	(Mg/yr)		(Mg/yr)	(Gg)
3C2 *Liming*				
Forest Land				
Cropland				
Grassland				
Wetland				
Other Land				
Other				

Lampiran 2.7 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Emisi CO2 dari Penggunaan Urea/*Urea Fertilization* (3C3)

Categories	Activity Data	Emission
	Total Amount of urea applied	CO_2
	(Mg/yr)	(Gg)
3C3 *Urea Application*		
Forest Land		
Cropland		
Grassland		
Settlements		
Other Land		

Lampiran 2.8 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Emisi N2O langsung dari Pengelolaan Tanah/*Managed Soils* (3C4)

Categories	Activity Data	Emissions
	Total Amount of nitrogen applied	N_2O
	(Gg N/yr)	(Gg)
3C4 *Direct N2O Emissions from Managed Soils*		
Inorganic N fertilizer application		
Forest Land		
Cropland		
Grassland		
Settlements		
Other Land		
Organic N applied as fertilizer (manure and sewage sludge)		
Forest Land		
Cropland		
Grassland		
Settlements		
Other Land		
Urine and dung N deposited on pasture, range and paddock by grazing animals		
N in crop residues		
	Area	
	(ha)	
N mineralization/ immobilization associated with loss/gain of soil organic matter resulting from change of land use or management of mineral soils		
Drainage/management of organic soils (i.e., Histosols)		

Lampiran 2.9 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Emisi N2O Tidak Langsung dari Pengelolaan Tanah/*Managed Soils* dan Pengelolaan Pupuk/*Manure Management* (3C5 and 3C6)

Categories	Activity Data	Emission
	Total amount of nitrogen applied / excreted	N_2O
	(Gg N/yr)	(Gg)
3C5 *Indirect N2O Emissions from Managed Soils*		
From atmospheric deposition of N volatilized from managed soils from agricultural inputs of N (synthetic N Fertilization; organic N applied as fertilizer, urine and dung N deposited on pasture, range and paddock by grazing animals; N ini crop residues; N mineralization/immobilization associated with loss/gain of soil organic matter resulting from change of land use or management of mineral soils		
Forest Land		
Cropland		
Grasslands		
Settlements		
Other Land		
From N leaching/runoff from managed soils (i.e. synthetic N Fertilization; organic N applied as fertilizer, urine and dung N deposited on pasture, range and paddock by grazing animals; N ini crop residues; N mineralization/immobilization associated with loss/gain of soil organic matter resulting from change of land use or management of mineral soils		
Forest Land		
Cropland		
Grasslands		
Settlements		
Other Land		
3C6 *Indirect N2O Emissions from Manure Management*		

Lampiran 2.10 Tabel Basis Data AFOLU: Kategori Emisi GRK Non-CO2 GHG (3C7 and 3C8)

Categories	Activity Data	Emission	
		CH_4	N_2O
	(ha)	(Gg)	
3C7 *Rice Cultivations*)			
3C8 *Other* (please specify)			

Lampiran 2.11 Tabel Basis Data AFOLU: Produk kayu yang dipanen/*Harvested Wood Products* (3D1)

Inventory Year	Variabel number										
	1A	1B	2A	2B	3	4	5	6	7	8	9
	Annual Change in stock of HWP in use from consumption	Annual Change in stock of HWP in SWDS from consumption	Annual Change in stock of HWP in use produced from domestic harvest	Annual Change in stock of HWP in SWDS produced from domestic harvest	Annual Imports of wood, and paper products + wood fuel, pulp, recovered paper, roundwood/ chips	Annual Exports of wood, and paper products + wood fuel, pulp, recovered paper, roundwood/ chips	Annual Domestic Harvest	Annual release of carbon to the atmosphere from HWP consumption (from fuelwood & products in use and products in SWDS)	Annual release of carbon to the atmosphere from HWP (including fuelwoood) where wood came from domestic harvest (from products in use and products in SWDS)	HWP Contribution to AFOLU CO2 emissions/ removals	Approach used to estimate HWP Contribution
	ΔCHWP IU DC	ΔCHWP SWDS DC	ΔC HWP IU DH	ΔCHWP SWDS DH	PIM	PEX	H	↑CHWP DC	↑CHWP DH		
	Gg C /yr									Gg CO2 /yr	
1990											
……											

Report Col 6 or 7 as needed for the approach used. Col 6 or 7 may be computed using Cols 1 through 5 or by a Tier 3 method. Alw ays report Cols 3, 4, and 5. Report Cols 1A, 1B, 2A, 2B if they are used.
The HWP contribution and approach should be reported in Columns 8 and 9 together with a description of the approach chosen and main assumptions in the Documentation Box Additional Variables calculated and used should be reported to enhance the transparency of the results. (e.g., CH 4 from SWDS if this was used) Add additional columns if needed.

Note:↑C HWP DC = H + PIM – PEX - ΔC HWP IU DC - ΔC HWP SWDS DC AND↑C HWP DH = H - ΔC HWP IU DH - ΔC HWP SWDS DH

LAMPIRAN 3.

Lembar Kerja (*Worksheet*) Penghitungan Emisi Gas Rumah Kaca

Kegiatan Pertanian, Kehutanan, dan Penggunaan Lahan Lainnya

Lampiran 3.1 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3A1 dan 3A2: *Methane Emissions from Eneteric Fermentation and Manure Management*

Sector	**Agriculture, Forestry and Other Land Use**				
Category	**Methane Emissions from Enteric Fermentation and Manure Management**				
Category code	**3A1 and 3A2**				
Sheet	**1 of 1**				
Equation	**Equation 10.19**		**Eq. 10.19 and 10.20**	**Equation 10.22**	
Species/Livestock category	Number of animals	Emission factor for Enteric Fermentation	CH_4 emissions from Enteric Fermentation	Emission factor for Manure Management	CH_4 emissions from Manure Management
	(head)	(kg head^{-1} yr^{-1})	(Gg CH_4 yr^{-1})	(kg head^{-1} yr^{-1})	(Gg CH_4 yr^{-1})
		Tables 10.10 and 10.11	$CH_{4\ Enteric} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6}$	Tables 10.14 - 10.16	$CH_{4\ Manure} = N_{(T)} * EF_{(T)} * 10^{-6}$
T	**$N_{(T)}$**	**$EF_{(T)}$**	**$CH_{4\ Enteric}$**	**$EF_{(T)}$**	**$CH_{4\ Manure}$**
Dairy Cows					
Other Cattle					
Buffalo					
Sheep					
Goats					
Camels					
Horses					
Mules and Asses					
Swine					
Poultry					
Other[1]					
Total					
[1] Specify livestock categories as needed using					

Lampiran 3.2 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3A2 Manure Mangement: *Direct* N_2O *Emissions from Manure Management Systems*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use							
Category		Manure Management: Direct N_2O Emissions from Manure Management Systems							
Category code		3A2							
Sheet		1 of 1							
Equation		Eq. 10.25	Equation 10.30			Equation 10.25			
Manure Management System (MMS)[1]	Species/Livestock category	Number of animals	Default N excretion rate	Typical animal mass for livestock category	Annual N excretion per head of species/livestock category[3]	Fraction of total annual nitrogen excretion managed in MMS for each species/livestock category	Total nitrogen excretion for the MMS [4]	Emission factor for direct N_2O-N emissions from MMS	Annual direct N_2O emissions from Manure Management
		(head)	[kg N (1000 kg animal)$^{-1}$ day^{-1}]	(kg)	(kg N animal^{-1} year^{-1})	(-)	(kg N yr^{-1})	[kg N_2O-N (kg N in MMS)$^{-1}$]	kg N_2O yr^{-1}
			Table 10.19	Tables 10A-4 to 10A-9	$Nex_{(T)} = N_{rate(T)} * TAM * 10^{-3} * 365$	Tables A4-A8	$NE_{MMS} = N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{(T,S)}$	Table 10.21	$N_2O_{(mm)} = NE_{MMS} * EF_{3(S)} * 44/28$
S	T	$N_{(T)}$	$N_{rate(T)}$	TAM	$Nex_{(T)}$	$MS_{(T,S)}$	NE_{MMS}	$EF_{3(S)}$	$N_2O_{D(mm)}$
	Dairy Cows								
	Other Cattle								
	Buffalo								
	Sheep								
	Goats								
	Camels								
	Horses								
	Mules and Asses								
	Swine								
	Poultry								
	Other[2]								
Total									

[1] The calculations must be done by Manure Management System, and for each management system, the relevant species/livestock category (ies) must be selected. For the Manure Management Systems, see Table 10.18.

[2] Specify livestock categories as needed using additional lines (e.g. llamas, alpacas, reindeers, rabbits, fur-bearing animals etc.)

[3] Country-specific values are preferred to directly enter into this column. If these are not available, use default values of $N_{rate(T)}$ and TAM to calculate this variable.

[4] This value will be input to worksheet in Indirect N_2O emissions from Manure Management (see category 3C6).

Lampiran 3.3 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B1a: *Forest land Remaining Forest land: Annual Increase in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Annual increase in carbon stocks in biomass (includes above-ground and below-ground biomass)						
Category code		3B1a						
Sheet		1 of 4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.9	Equation 2.10			Equation 2.9	
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area of Forest Land Remaining Forest Land	Average annual above-ground biomass growth	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Average annual biomass growth above- and below-ground	Carbon fraction of dry matter	Annual increase in biomass carbon stocks due to biomass growth
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes dm ha^{-1} yr^{-1})	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	(tonnes dm ha^{-1} yr^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Tables 4.9, 4.10 and 4.12	zero (0) or Table 4.4	G_{TOTAL} = GW * (1+R)	0.5 or Table 4.3	ΔC_G = A * G_{TOTAL} * CF
			A	G_W	R	G_{TOTAL}	CF	ΔC_G
FL	FL	(a)						
		(b)						
		(c)						
Total								

Lampiran 3.3 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B1a: *Forest land Remaining Forest land: Annual Increase in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use					
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Loss of carbon from wood removals					
Category code		3B1a					
Sheet		2 of 4					
Equation		Equation 2.2	Equation 2.12				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual wood removal	Biomass conversion and expansion factor for conversion of removals in merchantable volume to total biomass removals (including bark)	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Carbon fraction of dry matter	Annual carbon loss due to biomass removals
Initial land use	Land use during reporting year		(m^3 yr^{-1})	[tonnes of biomass removals (m^3 of removals) $^{-1}$]	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 4.5	zero (0) or Table 4.4	0.5 or Table 4.3	$L_{wood\text{-}removals} = H * BCEF_R * (1+R) * CF$
			H	$BCEF_R$	R	CF	$L_{wood\text{-}removals}$
FL	FL	(a)					
		(b)					
		(c)					
Total							

Lampiran 3.3 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B1a: *Forest land Remaining Forest land: Annual Increase in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use							
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Loss of carbon from fuelwood removals							
Category code		3B1a							
Sheet		3 of 4							
Equation		Equation 2.2	Equation 2.13						
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual volume of fuelwood removal of whole trees	Biomass conversion and expansion factor for conversion of removals in merchantable volume to biomass removals (including bark)	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Annual volume of fuelwood removal as tree parts	Basic wood density	Carbon fraction of dry matter	Annual carbon loss due to fuelwood removal
Initial land use	Land use during reporting year		(m^3 yr^{-1})	[tonnes of biomass removals / (m^3 of removals)$^{-1}$]	[tonnes bg dm / (tonne ag dm)$^{-1}$]	(m^3 yr^{-1})	tonnes m^{-3}	[tonnes C / (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			FAO statistics	Table 4.5	zero (0) or Table 4.4	FAO statistics	Tables 4.13 and 4.14	0.5 or Table 4.3	$L_{fuelwood}$ = [FG_{trees} * $BCEF_R$ * (1+R) + FG_{part} * D] * CF
			FG_{trees}	$BCEF_R$	R	FG_{part}	D	CF	$L_{fuelwood}$
FL	FL	(a)							
		(b)							
		(c)							
Total									

Lampiran 3.3 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B1a: *Forest land Remaining Forest land: Annual Increase in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Loss of carbon from disturbance						
Category code		3B1a						
Sheet		4 of 4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.14					Equation 2.11
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area affected by disturbances	Average above-ground biomass of areas affected	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Carbon fraction of dry matter	Annual other losses of carbon	Annual decrease in carbon stocks due to biomass loss
Initial land use	Land use during reporting year		(ha yr^{-1})	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 4.9	zero (0) or Table 4.4	0.5 or Table 4.3	$L_{disturbances} = A * B_W * (1+R) * CF * fd$	$\Delta C_L = L_{wood\text{-}removals} + L_{fuelwood} + L_{disturbancess}$
			$A_{disturbance}$	B_W	R	CF	$L_{disturbances}$	ΔC_L
FL	FL	(a)						
		(b)						
		(c)						
Total								

Note: fd = fraction of biomass lost in disturbance; a stand-replacing disturbance will kill all (fd = 1) biomass while an insect disturbance may only remove a portion (e.g. fd = 0.3) of the average biomass C density.

Lampiran 3.3 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B1a: *Forest land Remaining Forest land: Annual Increase in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use			
Category		Forest Land Remaining Forest Land (FL-FL): Annual carbon loss from drained organic soils			
Category code		3B1a			
Sheet		1 of 1			
Equation		Equation 2.2	Equation 2.26		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of drained organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from drained organic soils
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 4.6	$L_{Organic} = A * EF$
			A	EF	$L_{Organic}$
FL	FL	(a)			
		(b)			
		(c)			
Total					

Lampiran 3.4 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK 3B1b: *Land Converted to Forest Land: Annual increase in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Land Converted to Forest Land: Annual increase in carbon stocks in biomass (includes above- and below-ground biomass)						
Category code		3B1b						
Sheet		1 of 4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.9	Equation 2.10			Equation 2.9	
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area of land Converted to Forest Land	Average annual above-ground biomass growth	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Average annual biomass growth above and below-ground	Carbon fraction of dry matter	Annual increase in biomass carbon stocks due to biomass growth
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes dm ha^{-1} yr^{-1})	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	(tonnes dm ha^{-1} yr^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Tables 4.9, 4.10 and 4.12	zero (0) or Table 4.4	$G_{TOTAL} = G_W * (1+R)$	0.5 or Table 4.3	$\Delta C_G = A * G_{TOTAL} * CF$
			A	G_W	R	G_{TOTAL}	CF	ΔC_G
CL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
GL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
WL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
SL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
OL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
Total								

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column.

Lampiran 3.4 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK 3B1b: *Land Converted to Forest Land: Loss of Carbon from wood removals*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**					
Category		**Land Converted to Forest Land: Loss of carbon from wood removals[1]**					
Category code		**3B1b**					
Sheet		**2 of 4**					
Equation		**Equation 2.2**	**Equation 2.12**				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual wood removal	Biomass conversion and expansion factor for conversion of removals in merchantable volume to total biomass removals (including bark)	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Carbon fraction of dry matter	Annual carbon loss due to biomass removals
Initial land use[2]	Land use during reporting year		(m^3 yr^{-1})	[tonnes of biomass removals (m^3 of removals) $^{-1}$]	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 4.5	zero (0) or Table 4.4	0.5 or Table 4.3	$L_{wood\text{-}removals}$ = H * $BCEF_R$ * (1+R) * CF
			H	**$BCEF_R$**	**R**	**CF**	**$L_{wood\text{-}removals}$**
CL	FL	(a)					
		(b)					
Sub-total							
GL	FL	(a)					
		(b)					
Sub-total							
WL	FL	(a)					
		(b)					
Sub-total							
SL	FL	(a)					
		(b)					
Sub-total							
OL	FL	(a)					
		(b)					
Sub-total							
Total							

[1] This worksheet is to be used if the assumption is that losses are not zero. See Chapter 4.3.1.1.

[2] If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column.

Lampiran 3.4 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK 3B1b: *Land Converted to Forest Land: Loss of Carbon from wood removals*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use							
Category		Land Converted to Forest Land: Loss of carbon from fuelwood removals[1]							
Category code		3B1b							
Sheet		3 of 4							
Equation		Equation 2.2	Equation 2.13						
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual volume of fuelwood removal of whole trees	Biomass conversion and expansion factor for conversion of removals in merchantable volume to biomass removals (including bark)	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Annual volume of fuelwood removal as tree parts	Basic wood density	Carbon fraction of dry matter	Annual carbon loss due to fuelwood removal
Initial land use[2]	Land use during reporting year		(m^3 yr^{-1})	[tonnes of biomass removal (m^3 of removals)$^{-1}$]	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	(m^3 yr^{-1})	tonnes m^{-3}	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
			FAO statistics	Table 4.5	zero (0) or Table 4.4	FAO statistics	Tables 4.13 and 4.14	0.5 or Table 4.3	$L_{fuelwood} = [FG_{trees} * BCEF_R * (1+R) + FG_{part} * D] * CF$
			FG_{trees}	$BCEF_R$	R	FG_{parts}	D	CF	$L_{fuelwood}$
CL	FL	(a)							
		(b)							
Sub-total									
GL	FL	(a)							
		(b)							
Sub-total									
WL	FL	(a)							
		(b)							
Sub-total									
SL	FL	(a)							
		(b)							
Sub-total									
OL	FL	(a)							
		(b)							
Sub-total									
Total									

[1] This worksheet is to be used if the assumption is that losses are not zero. See Chapter 4, Section 4.3.1.1.

[2] If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column.

Lampiran 3.4 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK 3B1b: *Land Converted to Forest Land: Loss of Carbon from disturbance*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Land Converted to Forest Land: Loss of carbon from disturbance[1]						
Category code		3B1b						
Sheet		4 of 4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.14					Equation 2.7
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area affected by disturbances	Average above-ground biomass of areas affected	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Carbon fraction of dry matter	Annual other losses of carbon	Annual decrease in carbon stocks due to biomass loss
Initial land use[2]	Land use during reporting year		($ha\ yr^{-1}$)	($tonnes\ dm\ ha^{-1}$)	[tonnes bg dm (tonne ag dm)$^{-1}$]	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	($tonnes\ C\ yr^{-1}$)	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]
			National statistics or international data sources	Tables 4.7 and 4.8	zero (0) or Table 4.4	0.5 or Table 4.3	$L_{disturbances} = A_{disturbances} * B_W * (1+R) * CF * fd$	$\Delta C_L = L_{wood\text{-}removals} + L_{fuelwood} + L_{disturbances}$
			$A_{disturbances}$	B_W	R	CF	$L_{disturbances}$	ΔC_L
CL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
GL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
WL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
SL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
OL	FL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
Total								

[1] This worksheet is to be used if the assumption is that losses are not zero. See Chapter 4.3.1.1.

[2] If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column. Note: fd = fraction of biomass lost in disturbance

Lampiran 3.4 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK 3B1b: *Land Converted to Forest Land: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land convertion*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**					
Category		**Land Converted to Forest Land: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land conversion**					
Category code		**3B1b**					
Sheet		**1 of 1**					
Equation		**Equation 2.2**	**Equation 2.23**				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area undergoing conversion from old to new land-use category	Dead wood/litter stock, under the new land-use category	Dead wood/litter stock, under the old land-use category	Time period of the transition from old to new land-use category	Annual change in carbon stocks in dead wood/litter
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 2.2 for litter, or national statistics	default value is zero (0)	default value is 20	$\Delta C_{DOM} = A * (C_n - C_o) / T$
			A	**C_n**	**C_o**	**T**	**ΔC_{DOM}**
CL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
GL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
WL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
SL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
OL	FL	(a)				20	
		(b)				20	
Sub-total							
Total							

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column.

Lampiran 3.4 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK 3B1b: *Land Converted to Forest Land: Annual change in carbon stocks in mineral soils*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use										
Category		Land Converted to Forest Land: Annual change in carbon stocks in mineral soils										
Category code		3B1b										
Sheet		1 of 2										
Equation		Equation 2.2	Equation 2.25, Formulation B in Box 2.1 of Section 2.3.3.1									
Land-use category		Subcategories of unique climate, soil, land-use change and management combinations	Area for land-use change by climate and soil comb-ination	Reference carbon stock for the climate and soil combination	Time dependence of stock change factors (D) or number of years over a single inventory time period (T)	Stock change factor for land-use system in the last year of an inventory time period	Stock change factor for management regime in last year of an inventory period	Stock change factor for C input in the last year of the inventory period	Stock change factor for land-use system at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for management regime at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for C input at the beginning of the inventory time period	Annual change in carbon stocks in mineral soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(tonnes C yr^{-1})
				Table 2.3; Section 2.3.3.1	(default is 20 yr; if T>D then use the value of T)	See Chap. 4, Sec. 4.3.3	See Chap. 4, Sec. 4.3.3	See Chap. 4, Sec. 4.3.3	See Chap. 4, Sec. 4.3.3	See Chap. 4, Sec. 4.3.3	See Chap. 4, Sec. 4.3.3	$\Delta C_{Mineral}$ as in Eq. 2.25
			$A_{(i)}$	SOC_{ref}	D	$F_{LU(i)}$	$F_{MG(i)}$	$F_{I(i)}$	$F_{LU(i-T)}$	$F_{MG(i-T)}$	$F_{I(i-T)}$	$\Delta C_{Mineral}$
CL	FL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
GL	FL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
WL	FL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
SL	FL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
OL	FL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
Total												

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column.

Lampiran 3.4 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK 3B1b: *Land Converted to Forest Land: Annual change in carbon stocks in organic soils*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Land Converted to Forest Land: Annual change in carbon stocks in organic soils**			
Category code		**3B1b**			
Sheet		**2 of 2**			
Equation		**Equation 2.2**	**Equation 2.26**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area of organic soils on converted land	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from organic soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 4.6	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	EF	$L_{Organic}$
CL	FL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
GL	FL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
WL	FL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
SL	FL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
OL	FL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
Total					

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column.

Lampiran 3.5 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B2a: *Cropland Remaining Cropland: Annual change in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use				
Category		Cropland Remaining Cropland: Annual change in carbon stocks in biomass				
Category code		3B2a				
Sheet		1 of 1				
Equation		Equation 2.2	Equation 2.7[1]			
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual area of Cropland with perennial woody biomass	Annual growth rate of perennial woody biomass	Annual carbon stock in biomass removed (removal or harvest)	Annual change in carbon stocks in biomass
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				National estimates, or Table 5.1	National estimates, or Table 5.1	$\Delta C_B = A * (\Delta C_G - \Delta C_L)$
			A	ΔC_G	ΔC_L	ΔC_B
CL	CL	(a)				
		(b)				
		(c)				
Total						

[1] Multiplying per ha values from Table 5.1 is required here according to text in Section 5.2.1.

Lampiran 3.5 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B2a: *Cropland Remaining Cropland: Annual change in carbon stocks in mineral soils*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use									
Category		Cropland Remaining Cropland: Annual change in carbon stocks in mineral soils									
Category code		3B2a									
Sheet		1 of 2									
Equation		Equation 2.2	Equation 2.25, Formulation A in Box 2.1 of Section 2.3.3.1								
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area in the last year of an inventory period	Area at the beginning of an inventory period	Reference carbon stock in the last year of an inventory period	Reference carbon stock at the beginning of an inventory period	Time dependence of stock change factors (D) or number of years over a single inventory time period (T)	Stock change factor for land-use system or sub-system	Stock change factor for management regime	Stock change factor for input of organic matter	Annual change in carbon stocks in mineral soils
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(-)	(-)	(-)	(tonnes C yr^{-1})
					Table 2.3	Table 2.3	(default is 20 yr; if T>D then use the value of T)	Table 5.5	Table 5.5	Table 5.5	$\Delta C_{Mineral}$ as in Equation 2.25
			$A_{(0)}$	$A_{(0-T)}$	$SOC_{ref(0)}$	$SOC_{ref(T-0)}$	D	F_{LU}	F_{MG}	F_I	$\Delta C_{Mineral}$
CL	CL	(a)					20				
		(b)					20				
		(c)					20				
Total											

Lampiran 3.5 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B2a: *Cropland Remaining Cropland: Annual change in carbon stocks in organic soils*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Cropland Remaining Cropland: Annual change in carbon stocks in organic soils**			
Category code		**3B2a**			
Sheet		**2 of 2**			
Equation		**Equation 2.2**	**Equation 2.26**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of cultivated organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from cultivated organic soils
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 5.6	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	**EF**	$L_{Organic}$
CL	CL	(a)			
		(b)			
		(c)			
Total					

Lampiran 3.6 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B2: *Land Converted to Cropland: Annual change in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Land Converted to Cropland: Annual change in carbon stocks in biomass						
Category code		3B2b						
Sheet		1 of 1						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.16			Equation 2.15, 2.16		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual area of Land Converted to Cropland	Biomass stocks before the conversion	Carbon fraction of dry matter	Annual biomass carbon growth	Annual loss of biomass carbon	Annual change in carbon stocks in biomass
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 5.8	0,5	Table 5.9	National estimates, or Table 5.1	$\Delta C_B = \Delta C_G + ((0 - B_{BEFORE}) * \Delta A_{TO_OTHER}) * CF - \Delta C_L$
			ΔA_{TO_OTHERS}	B_{BEFORE}	CF	ΔC_G	ΔC_L	ΔC_B
FL	CL	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sub-total								
GL	CL	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sub-total								
WL	CL	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sub-total								
SL	CL	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sub-total								
OL	CL	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sub-total								
Total								

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-CL" in this column.

Lampiran 3.6 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B2: *Land Converted to Cropland: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land convertion*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use					
Category		Land Converted to Cropland: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land conversion[1]					
Category code		3B2b					
Sheet		1 of 1					
Equation		Equation 2.2	Equation 2.23				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area undergoing conversion from old to new land-use category	Dead wood/litter stock under the old land-use category	Dead wood/litter stock under the new land-use category	Time period of the transition from old to new land-use category	Annual change in carbon stocks in dead wood/litter
Initial land use[2]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 2.2 for litter, or national statistics	default value is zero (0)	default value is 1	$\Delta C_{DOM} = A_{on} * (C_n - C_o) / T_{on}$
			A_{on}	C_o	C_n	T_{on}	ΔC_{DOM}
FL	CL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
GL	CL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
WL	CL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
SL	CL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
OL	CL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
Total							

[1] Use separate worksheets to separately estimate carbon stock changes in deadwood and in litter.

[2] If data by initial land use are not available, use only "non-CL" in this column.

Lampiran 3.6 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B2: *Land Converted to Cropland: Annual change in carbon stocks in mineral soils*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use										
Category		Land Converted to Cropland: Annual change in carbon stocks in mineral soils										
Category code		3B2b										
Sheet		1 of 2										
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.25, Formulation B in Box 2.1 of Section 2.3.3.1									
Land-use category		Subcategories of unique climate, soil, land-use change and management combinations	Area for land-use change by climate and soil combination	Reference carbon stock for the climate/soil combination	Time dependence of stock change factors (D) or number of years over a single inventory time period (T)	Stock change factor for land-use system in the last year of an inventory time period	Stock change factor for management regime in last year of an inventory period	Stock change factor for C input in the last year of the inventory period	Stock change factor for land-use system at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for management regime at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for C input at the beginning of the inventory time period	Annual change in carbon stocks in mineral soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(tonnes C yr^{-1})
				Table 2.3; Chap 2, Sec. 2.3.3.1	(default is 20 yr; if T>D then use the value of T)	Table 5.10	Table 5.10	Table 5.10	Table 5.5	Table 5.5	Table 5.5	$\Delta C_{Mineral}$ as in Equation 2.25
			$A_{(t)}$	SOC_{ref}	D	$F_{LU(t)}$	$F_{MG(t)}$	$F_{I(t)}$	$F_{LU(t-T)}$	$F_{MG(t-T)}$	$F_{I(t-T)}$	$\Delta C_{Mineral}$
FL	CL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
GL	CL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
WL	CL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
SL	CL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
OL	CL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
Total												

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-CL" in this column.

Lampiran 3.6 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B2: *Land Converted to Cropland: Annual change in carbon stocks in organic soils*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Land Converted to Cropland: Annual change in carbon stocks in organic soils**			
Category code		**3B2b**			
Sheet		**2 of 2**			
Equation		**Equation 2.2**	**Equation 2.26**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of cultivated organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from cultivated organic soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 5.6	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	**EF**	**$L_{Organic}$**
FL	CL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
GL	CL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
WL	CL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
SL	CL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
OL	CL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
Total					

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-CL" in this column.

Lampiran 3.7 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B3a: *Grassland Remaining Grassland: Annual change in carbon stocks in mineral soils*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use										
Category		Grassland Remaining Grassland: Annual change in carbon stocks in mineral soils										
Category code		3B3a										
Sheet		1 of 2										
Equation		Equation 2.2	Equation 2.25									
Land-use category		Subcategories of unique climate, soil, and management combinations	Area in the last year of an inventory period	Area at the beginning of an inventory period	Reference carbon stock for Climate/Soil Combination	Stock change factor for land-use system or sub-system	Stock change factor for management regime	Stock change factor for C input	Carbon stock in last year of an inventory period	Carbon stock at the beginning of an inventory period	Time dependence of stock change factors (D) or number of years over a single inventory time period (T)	Annual change in carbon stocks in mineral soils
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(-)	(-)	(-)	tonnes C	tonnes C	(yr)	(tonnes C yr^{-1})
					Table 2.3, Chap. 2, Sec. 2.3.3.1	Table 6.2	Table 6.2	Table 6.2			(default is 20 yr; if T>D then use the value of T)	$\Delta C_{Mineral}$ as in Equation 2.25
			$A_{(0)}$	$A_{(0-T)}$	SOC_{ref}	F_{LU}	F_{MG}	F_I	SOC_0	SOC_{0-T}	D	$\Delta C_{Mineral}$
GL	GL	(a)										
		(b)										
		(c)										
		(d)										
		(e)										
		(f)										
		(g)										
		(h)										
Total											20	
Note: This worksheet is designed for computations using Formulation A in Box 2.1 of Section 2.3.3.1												

Lampiran 3.7 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B3a: *Grassland Remaining Grassland: Annual change in carbon stocks in organic soils*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use			
Category		Grassland Remaining Grassland: Annual change in carbon stocks in organic soils			
Category code		3B3a			
Sheet		2 of 2			
Equation		Equation 2.2	Equation 2.26		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of cultivated organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from cultivated organic soils
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 6.3	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	EF	$L_{Organic}$
GL	GL	(a)			
		(b)			
		(c)			
Total					

Lampiran 3.8 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B3b: *Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in biomass								
Category code		3B3b								
Sheet		1 of 1								
Equation		Equation 2.2		Equation 2.16				Equation 2.15, 2.16		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Type of vegetation[2]	Annual area of Land Converted to Grassland	Biomass stocks after the conversion	Biomass stocks before the conversion	Carbon fraction of dry matter	Annual biomass carbon growth	Annual loss of biomass carbon	Annual change in carbon stocks in biomass
Initial land use[1]	Land use during reporting year			(ha)	(tonnes dm ha^{-1})	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
					0 or Table 6.4	(see section 6.3.1.2)	0,47 (for herbaceous vegetation); 0,5 or Table 4.3 (for woody vegetation)	Table 5.9	National estimates, or Table 5.1	$\Delta C_B = \Delta C_G + ((B_{AFTER} - B_{BEFORE}) * \Delta A_{TO_OTHER}) * CF - \Delta C_L$
				ΔA_{TO_OTHERS}	B_{AFTER}	B_{BEFORE}	CF	ΔC_G	ΔC_L	ΔC_B
[non-GL]	GL	(a)	Herbaceous							
			Woody							
		Sub-total								
		(b)	Herbaceous							
			Woody							
		Sub-total								
Total										

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-GL" in this column. Otherwise use separate blocks by initial land use.

[2] Within each subcagetory (a), (b) etc., calculations are to be made separately for herbaceous and wood vegetation.

Lampiran 3.8 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B3b: *Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land convertion*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land conversion						
Category code		3B3b						
Sheet		1 of 1						
Equation		Equation 2.2		Equation 2.23				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Type of vegetation[2]	Area undergoing conversion from old to new land-use category	Dead wood/litter stock under the old land-use category	Dead wood/litter stock under the new land-use category	Time period of the transition from old to new land-use category	Annual change in carbon stocks in dead wood/litter
				(ha yr^{-1})	(tonnes C ha^{-1})	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(tonnes C yr^{-1})
Initial land use [1]	Land use during reporting year			National statistics or international data sources	Table 2.2 for litter, or national statistics	default value is zero (0)	default value is 1	$\Delta C_{DOM} = A_{on} * (Cn - Co) / Ton$
				A_{on}	C_o	C_n	T_{on}	ΔC_{DOM}
[non-GL]	GL	(a)	Deadwood				1	
			Litter				1	
		Sub-total						
		(b)	Deadwood				1	
			Litter				1	
		Sub-total						
Total								

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-GL" in this column. Otherwise use separate blocks by initial land use.

[2] Within each subcagetory (a), (b) etc., calculations are to be made separately for deadwood and litter.

Lampiran 3.8 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B3b: *Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in mineral soils*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use										
Category		Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in mineral soils										
Category code		3B3b										
Sheet		1 of 2										
Equation		Equation 2.2	Equation 2.25, Formulation B in Box 2.1 of Section 2.3.3.1									
Land-use category		Subcategories of unique climate, soil, land-use change and management combinations	Area for land-use change by climate and soil comb-ination	Reference carbon stock for the climate and soil combination	Time dependence of stock change factors (D) or number of years over a single inventory time period (T)	Stock change factor for land-use system in the last year of an inventory time period	Stock change factor for management regime in last year of an inventory period	Stock change factor for C input in the last year of the inventory period	Stock change factor for land-use system at the beginning of inventory time period	Stock change factor for management regime at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for C input at the beginning of the inventory time period	Annual change in carbon stocks in mineral soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(tonnes C yr^{-1})
				Table 2.3; Chap. 2, Sec. 2.3.3.1	(default is 20 yr; if T>D then use the value of T)	Table 6.2	Table 6.2	Table 6.2	Table 5.5 (Cropland); 1 for other uses	Table 5.5 (Cropland); 1 for other uses	Table 5.5 (Cropland); 1 for other uses	$\Delta C_{Mineral}$ as in Equation 2.25
			$A_{(i)}$	SOC_{ref}	D	$F_{LU(0)}$	$F_{MG(0)}$	$F_{I(0)}$	$F_{LU(0-T)}$	$F_{MG(0-T)}$	$F_{I(0-T)}$	$\Delta C_{Mineral}$
FL	GL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
CL	GL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
WL	GL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
SL	GL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
OL	GL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
Total												

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-GL" in this column.

Lampiran 3.8 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B3b: *Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in organic soils*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Land Converted to Grassland: Annual change in carbon stocks in organic soils**			
Category code		**3B3b**			
Sheet		**2 of 2**			
Equation		**Equation 2.2**	**Equation 2.26**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of cultivated organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from cultivated organic soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 6.3	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	**EF**	**$L_{Organic}$**
FL	GL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
CL	GL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
WL	GL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
SL	GL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
OL	GL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
Total					

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-GL" in this column.

Lampiran 3.9 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan Kategori 3B4ai: *Wetland Remaining Wetland: CO2-C Emissions from managed peatlands*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use					
Category		Wetlands Remaining Wetlands: CO_2-C emissions from managed peatlands					
Category code		3B4ai					
Sheet		1 of 3					
Equation		Eq. 2.2	Equation 7.4				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area of nutrient rich peat soils managed for peat extraction (all production phases)	Emission factors for CO_2-Cfrom nutrient rich peat soils managed for peat extraction	Area of nutrient poor peat soils managed for peat extraction (all production phases)	Emission factors for CO_2-Cfrom nutrient poor peat soils managed for peat extraction	CO_2-C emissions from managed peatlands
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	Gg C yr^{-1}
				Table 7.4		Table 7.4	CO_2-$C_{WW\ PeatSoil}$ = ($A_{PeatRich}$ * $EF_{PeatRich}$ + $A_{PeatPoor}$ * $EF_{PeatPoor}$) * 10^{-3}
			$A_{PeatRich}$	$EF_{CO2PeatRrich}$	$A_{PeatPoor}$	$EF_{CO2PeatPoor}$	CO_2-$C_{WW\ PeatSoil}$
WL_{Peat}	WL_{Peat}	(a)					
		(b)					
		(c)					
Total							

Lampiran 3.9 Lanjutan

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Wetlands Remaining Wetlands: CO_2-C emissions from managed peatlands						
Category code		3B4ai						
Sheet		2 of 3						
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.16					Equation 7.4
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual area of Land Converted to Wetlands	Biomass stocks after the conversion	Biomass stocks before the conversion	Carbon fraction of dry matter	Emissions from change in C stocks in biomass due to vegetation clearing	On-site CO_2-C emissions from peat deposit
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes dm ha^{-1})	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	Gg C yr^{-1}	Gg C yr^{-1}
					Table 4.7	0.5 or Table 4.3	$\Delta C_{WWpeatB}$ = {ΔA_{TO_OTHERS} * (B_{AFTER} - B_{BEFORE}) * CF)/1000	CO_2-$C_{WW\ Peat\text{-}on\text{-}site}$ = CO_2-$C_{WW\ PeatSoil}$ + $\Delta C_{WWpeatB}$
			ΔA_{TO_OTHERS}	B_{AFTER}	B_{BEFORE}	CF	$\Delta C_{WWpeatB}$	CO_2-$C_{WW\ Peat\text{-}_on_site}$
non-WL_{peat}	WL_{Peat}	(a)						
		(b)						
		(c)						
Total								

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-WLpeat" in this column.

Lampiran 3.9. Lanjutan

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**					
Category		**Wetlands Remaining Wetlands: CO_2-C emissions from managed peatlands**					
Category code		**3B4ai**					
Sheet		**3 of 3**					
Equation		**Eq. 2.2**	**Equation 7.5**			**Equations 7.3**	**Equations 7.2**
Land-use category		Subcategories for reporting year	Air-dry weight of extracted peat[1]	Carbon fraction of air-dry peat by weight[1]	Off-site emissions from peat removed for horticultural use	CO_2-C emissions from managed peatlands	CO_2 emissions from land undergoing peat extraction
Initial land use	Land use during reporting year		(tonnes yr^{-1})	[tonnes C (tonne peat)$^{-1}$]	Gg C yr^{-1}	Gg C yr^{-1}	(Gg CO_2 yr^{-1})
				Table 7.5	$CO_2\text{-}C_{WW\ peatoff\text{-}site}$ = ($Wt_{dry\ peat}$ * $Cfraction_{wt\ peat}$)/1000	$CO_2\text{-}C_{WW\ peat}$ = $CO_2\text{-}C_{WW\ peaton\text{-}site}$ + $CO_2\text{-}C_{WW\ peatoff\text{-}site}$	$CO_{2\ WW\ peat}$ = $CO_2\text{-}C_{WW\ peat}$ * 44/12
			Wt_{dry_peat}	**$Cfraction_{wt_peat}$**	**$CO_2\text{-}C_{WW\ peatOff\text{-}site}$**	**$CO_2\text{-}C_{WWpeat}$**	**$CO_{2WWpeat}$**
WL_{Peat}	WL_{Peat}	(a)					
		(b)					
		(c)					
Total							

[1] Countries may choose to report peat production either in weight units (Wt_{dry_peat}), or volumetric units (Vol_{dry_peat}), and use the appropriate carbon fraction ($Cfraction_{wt_peat}$, or $Cfraction_{vol_peat}$), respectively. The symbols in the equation to calcula

Lampiran 3.9 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan Kategori 3B4ai: *Wetland Remaining Wetland: N2O Emissions from peatlands during peat extraction*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Wetlands Remaining Wetlands: N_2O Emissions from peatlands during peat extraction**			
Category code		**3B4ai**			
Sheet		**1 of 1**			
Equation		**Eq. 2.2**	**Equation 7.7**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area of nutrient rich peat soils managed for peat extraction, including abandoned areas in which drainage is still present	Emission factor for drained nutrient-rich Wetlands organic soils	Direct N_2O emissions from peatlands managed for peat extraction
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(kg N_2O-N ha^{-1} yr^{-1})	(Gg N_2O yr^{-1})
				Table 7.6	$N_2O_{WW\ peatExtraction}$ = ($A_{PeatRich}$ * $EF_{N2O\text{-}NPeatRich}$) * 44/28 *10^{-6}
			$A_{PeatRich}$	**$EF_{N2O\text{-}NPeatRich}$**	**$N_2O_{WW\ PeatExtraction}$**
WL_{Peat}	WL_{Peat}	(a)			
		(b)			
		(c)			
Total					

Lampiran 3.10 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B4b: *Land Converted to Wetland: N2O Emissions from land converted for peat extraction*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Land Converted to Wetlands: N_2O Emissions from land converted for peat extraction**			
Category code		**3B4bi**			
Sheet		**1 of 1**			
Equation		**Eq. 2.2**	**Equation 7.7**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area of nutrient rich peat soils managed for peat extraction, including abandoned areas in which drainage is still present	Emission factor for drained nutrient-rich Wetlands organic soils	Direct N_2O emissions from peatlands managed for peat extraction
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(kg N_2O-N ha^{-1} yr^{-1})	(Gg N_2O yr^{-1})
				Table 7.6	$N_2O_{WW\ peatExtraction}$ = ($A_{PeatRich}$ * $EF_{N2O-NPeatRich}$) * 44/28 * 10^{-6}
			$A_{PeatRich}$	**$EF_{N2O-NPeatRich}$**	**$N_2O_{WW\ PeatExtraction}$**
FL	WL_{Peat}	(a)			
		(b)			
Sub-total					
CL	WL_{Peat}	(a)			
		(b)			
Sub-total					
GL	WL_{Peat}	(a)			
		(b)			
Sub-total					
SL	WL_{Peat}	(a)			
		(b)			
Sub-total					
OL	WL_{Peat}	(a)			
		(b)			
Sub-total					
Total					

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-WL" in this column.

Lampiran 3.10 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B4b: ***Land Converted to Wetland: Co2 Emissions from land converted to flooded land***

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**					
Category		**Land Converted to Wetlands: CO_2 Emissions from Land Converted to Flooded land**					
Category code		**3B4bii**					
Sheet		**1 of 1**					
Equation		**Eq. 2.2**	**Equation 7.10**				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area of land converted annually to Flooded Land from original land use *i*	Biomass immediately following conversion to Flooded Land	Biomass in land immediately before conversion to Flooded Land	Carbon fraction of dry matter	Annual change in carbon stocks in biomass on Land Converted to Flooded land
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha yr^{-1})	(tonnes dm ha^{-1})	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	tonnes C yr^{-1}
				(default = 0)	Table 4.7	0.5 or Table 4.3	$\Delta C_{LWfloodLB} = [\ \Sigma i A_i * (B_{AFTERi} - B_{BEFOREi})\ ] * CF$
			A_i	B_{AFTERi}	$B_{BEFOREi}$	CF	$\Delta C_{LWfloodLB}$
FL	$WL_{Flooded}$	(a)					
		(b)					
Sub-total							
CL	$WL_{Flooded}$	(a)					
		(b)					
Sub-total							
GL	$WL_{Flooded}$	(a)					
		(b)					
Sub-total							
SL	$WL_{Flooded}$	(a)					
		(b)					
Sub-total							
OL	$WL_{Flooded}$	(a)					
		(b)					
Sub-total							
Total							

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-WL" in this column.

Lampiran 3.11 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B5a: *Settlements Remaining Settelements: Annual change in carbon stocks in organic soils*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Settlements Remaining Settlements: Annual change in carbon stocks in organic soils**			
Category code		**3B5a**			
Sheet		**1 of 1**			
Equation		**Eq. 2.2**	**Equation 2.26**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of cultivated organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from cultivated organic soils
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 5.6	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	**EF**	$L_{Organic}$
SL	SL	(a)			
		(b)			
		(c)			
Total					

Lampiran 3.12 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B5b: *Land Converted to Settlements: Annual change in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Land Converted to Settlements: Annual change in carbon stocks in biomass						
Category code		3B5b						
Sheet		1 of 1						
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.16			Equation 2.15, 2.16		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual area of Land Converted to Settlements	Biomass stocks before the conversion	Carbon fraction of dry matter	Annual biomass carbon growth	Annual loss of biomass carbon	Annual change in carbon stocks in biomass
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 5.8	0,5	Table 5.9	National estimates, or Table 5.1	$\Delta C_B = \Delta C_G + ((0 - B_{BEFORE}) * \Delta A_{TO_OTHERS} * CF) - \Delta C_L$
			ΔA_{TO_OTHERS}	B_{BEFORE}	CF	ΔC_G	ΔC_L	ΔC_B
FL	SL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
CL	SL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
GL	SL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
WL	SL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
OL	SL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
Total								

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-SL" in this column.

Lampiran 3.12 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B5b: *Land Converted to Settlements: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land convertion*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use					
Category		Land Converted to Settlements: Annual change in carbon stocks in dead organic matter due to land conversion[1]					
Category code		3B5b					
Sheet		1 of 1					
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.23				
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area undergoing conversion from old to new land-use category	Dead wood/litter stock, under the new land-use category	Dead wood/litter stock, under the old land-use category	Time period of the transition from old to new land-use category	Annual change in carbon stocks in dead wood/litter
Initial land use[2]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(tonnes C yr^{-1})
			National statistics or international data sources	Table 2.2 for litter, or national statistics	default =0	default = 1	$\Delta C_{DOM} = A_{on} * (C_n - C_o) / T_{on}$
			A_{on}	C_n	C_o	T_{on}	ΔC_{DOM}
FL	SL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
CL	SL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
GL	SL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
WL	SL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
OL	SL	(a)			0	1	
		(b)			0	1	
Sub-total							
Total							

[1] Use separate worksheets to separately estimate carbon stock changes in deadwood and in litter.

[2] If data by initial land use are not available, use only "non-SL" in this column.

Lampiran 3.12 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B5b: *Land Converted to Settlements: Annual change in carbon stocks in mineral soils*

Sector			Agriculture, Forestry and Other Land Use									
Category			Land Converted to Settlements: Annual change in carbon stocks in mineral soils									
Category code			3B5b									
Sheet			1 of 2									
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.25, Formulation B in Box 2.1 of Section 2.3.3.1									
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area for land-use change by climate and soil combination	Reference carbon stock for the climate/soil combination	Time dependence of stock change factors (D) or number of years over a single inventory time period (T)	Stock change factor for land-use system in the last year of an inventory time period	Stock change factor for management regime in last year of an inventory period	Stock change factor for C input in the last year of the inventory period	Stock change factor for land-use system at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for management regime at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for C input at the beginning of the inventory time period	Annual change in carbon stocks in mineral soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(tonnes C yr^{-1})
				Table 2.3, Chap. 2, Sec. 2.3.3.1	(default is 20 yr; if T>D then use the value of T)	See Chap. 8, Sec. 8.3.3	See Chap. 8, Sec. 8.3.3	See Chap. 8, Sec. 8.3.3	See Chap. 8, Sec. 8.3.3	See Chap. 8, Sec. 8.3.3	See Chap. 8, Sec. 8.3.3	$\Delta C_{Mineral}$ as in Equation 2.25
			$A_{(t)}$	SOC_{ref}	D	$F_{LU(t)}$	$F_{MG(t)}$	$F_{I(t)}$	$F_{LU(t-T)}$	$F_{MG(t-T)}$	$F_{I(t-T)}$	$\Delta C_{Mineral}$
FL	SL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
CL	SL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
GL	SL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
WL	SL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
OL	SL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
Total												

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-SL" in this column.

Lampiran 3.12 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3B5b: *Land Converted to Settlements: Annual change in carbon stocks in organic soils*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Land Converted to Settlements: Annual change in carbon stocks in organic soils**			
Category code		**3B5b**			
Sheet		**2 of 2**			
Equation		**Eq. 2.2**	**Equation 2.26**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of cultivated organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from cultivated organic soils
Initial land use [1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 5.6	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	EF	$L_{Organic}$
FL	SL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
CL	SL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
GL	SL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
WL	SL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
OL	SL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
Total					

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-SL" in this column.

Lampiran 3.13 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan Kategori 3B6b: *Annual change in carbon stocks in biomass*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Land Converted to Other Land: Annual change in carbon stocks in biomass						
Category code		3B6b						
Sheet		1 of 1						
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.16			Equation 2.15, 2.16		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual area of Land Converted to Other Land	Biomass stocks before the conversion	Carbon fraction of dry matter	Annual biomass carbon growth	Annual loss of biomass carbon	Annual change in carbon stocks in biomass
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes dm ha^{-1})	[tonnes C (tonne dm)$^{-1}$]	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 5.8	0,5	Table 5.9	National estimates, or Table 5.1	$\Delta C_B = \Delta C_G + ((0 - B_{BEFORE}) * \Delta A_{TO_OTHERS}) * CF - \Delta C_L$
			ΔA_{TO_OTHERS}	B_{BEFORE}	CF	ΔC_G	ΔC_L	ΔC_B
FL	OL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
CL	OL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
GL	OL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
WL	OL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
SL	OL	(a)						
		(b)						
Sub-total								
Total								

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-OL" in this column.

Lampiran 3.13 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan Kategori 3B6b: *Annual change in carbon stocks in biomass mineral soils*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use										
Category		Land Converted to Other Land: Annual change in carbon stocks in mineral soils										
Category code		3B6b										
Sheet		1 of 2										
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.25, Formulation B in Box 2.1 of Section 2.3.3.1									
Land-use category		Subcategories for reporting year	Area for land-use change by climate and soil combination	Reference carbon stock for the climate/soil combination	Time dependence of stock change factors (D) or number of years over a single inventory time period (T)	Stock change factor for land-use system in the last year of an inventory time period	Stock change factor for management regime in last year of an inventory period	Stock change factor for C input in the last year of the inventory period	Stock change factor for land-use system at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for management regime at the beginning of the inventory time period	Stock change factor for C input at the beginning of the inventory time period	Annual change in carbon stocks in mineral soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1})	(yr)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(tonnes C yr^{-1})
				Table 2.3; Chap. 2, Sec. 2.3.3.1	(default is 20 yr; if T>D then use the value of T)	See Chap. 9, Sec. 9.3.3	See Chap. 9, Sec. 9.3.3	See Chap. 9, Sec. 9.3.3	See Chap. 9, Sec. 9.3.3	See Chap. 9, Sec. 9.3.3	See Chap. 9, Sec. 9.3.3	$\Delta C_{Mineral}$ as in Equation 2.25
			$A_{(y)}$	SOC_{ref}	D	$F_{LU(y)}$	$F_{MG(y)}$	$F_{I(y)}$	$F_{LU(y-T)}$	$F_{MG(y-T)}$	$F_{I(y-T)}$	
FL	OL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
CL	OL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
GL	OL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
WL	OL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
SL	OL	(a)			20							
		(b)			20							
Sub-total												
Total												

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-OL" in this column.

Lampiran 3.13 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan Kategori 3B6b: *Annual change in carbon stocks in biomass organic soils*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**			
Category		**Land Converted to Other Land: Annual change in carbon stocks in organic soils**			
Category code		**3B6b**			
Sheet		**2 of 2**			
Equation		**Eq. 2.2**	**Equation 2.26**		
Land-use category		Subcategories for reporting year	Land area of cultivated organic soil	Emission factor for climate type	Annual carbon loss from cultivated organic soils
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes C ha^{-1} yr^{-1})	(tonnes C yr^{-1})
				Table 5.6	$L_{Organic}$ = A * EF
			A	EF	$L_{Organic}$
FL	OL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
CL	OL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
GL	OL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
WL	OL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
SL	OL	(a)			
		(b)			
Sub-total					
Total					

[1] If data by initial land use are not available, use only "non-OL" in this column.

Lampiran 3.14 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C1a: *Emission from Biomass Burning in Forest Land (Forest Land Remaining Forest Land)*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Emissions from Biomass Burning in Forest Land (Forest Land Remaining Forest Land)								
Category code		3C1a								
Sheet		1 of 2								
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27							
Land-use category		Subcategories for reporting year[1]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[2]	Combustion factor[2]	Emission factor for each GHG	CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG (kg dm burnt)$^{-1}$]	(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
				Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}	L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
FL	FL	(a)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
		(b)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
Total						CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				

[1] For each subcategory, use separate line for each non-CO_2 greenhouse gas.

[2] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt (M_B * C_f) can be used (Table 2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

Lampiran 3.14 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C1a: *Emission from Biomass Burning in Forest Land (Forest Land Remaining Forest Land)*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use									
Category		Emissions from Biomass Burning in Forest Land (Land Converted to Forest Land)									
Category code		3C1a									
Sheet		2 of 2									
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27								
Land-use category		Subcategories for reporting year[2]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[3]	Combustion factor[3]	Emission factor for each GHG		CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG (kg dm burnt)$^{-1}$]		(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
				Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5		L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}		L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
[non-FL]	FL	(a)				CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					
		(b)				CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					
Total						CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					

[1] Similar tables should be completed separately for each initial land use, and subtotals must be added up. If data by initial land use are not available, use only "non-FL" in this column.

[2] For each subcategory, use separate lines for each non-CO_2 greenhouse gas.

[3] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt ($M_B * C_f$) can be used (Table2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

Lampiran 3.15 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C1b: *Emissions from Biomass Burning in Cropland (Cropland Remaining Cropland)*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Emissions from Biomass Burning in Cropland (Cropland Remaining Cropland)								
Category code		3C1b								
Sheet		1 of 2								
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27							
Land-use category		Subcategories for reporting year[1]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[2]	Combustion factor[3]	Emission factor for each GHG	CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG / (kg dm burnt)$^{-1}$]	(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
				(Table 2.4)	Table 2.6	Table 2.5	L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}	L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
CL	CL	(a)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
		(b)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
Total						CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				

[1] For each subcategory, use separate lines for each non-CO_2 greenhouse gas.

[2] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt (M_B * C_f) can be used (Table2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

Lampiran 3.15 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C1b: *Emissions from Biomass Burning in Cropland (Land Converted to Cropland)*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use									
Category		Emissions from Biomass Burning in Cropland (Land Converted to Cropland)									
Category code		3C1b									
Sheet		2 of 2									
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.27								
Land-use category		Subcategories for reporting year[2]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[3]	Combustion factor[3]	Emission factor for each GHG		CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG / (kg dm burnt)$^{-1}$]		(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
				Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5		L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}		L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
[non-CL]	CL	(a)				CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					
		(b)				CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					
Total						CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					

[1] Similar tables should be completed separately for each initial land use, and subtotals must be added up. If data by initial land use are not available, use only "non-CL" in this column.

[2] For each subcategory, use separate lines for each non-CO_2 greenhouse gas.

[3] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt ($M_B * C_f$) can be used (Table 2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

Lampiran 3.16 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C1c: *Emissions from Biomass Burn9ing in Grassland (Grassland Remaining Grassland)*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Emissions from Biomass Burning in Grassland (Grassland Remaining Grassland)								
Category code		3C1c								
Sheet		1 of 2								
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27							
Land-use category		Subcategories for reporting year[1]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[2]	Combustion factor[2]	Emission factor for each GHG	CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG (kg dm burnt)$^{-1}$]	(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
				(Table 2.4)[2]	Table 2.6	Table 2.5	L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}	L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
GL	GL	(a)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
		(b)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
		(c)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
Total						CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				

[1] For each subcategory, use separate line for each non-CO_2 greenhouse gas.

[2] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt ($M_B * C_f$) can be used (Table 2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

Lampiran 3.16 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C1c: *Emissions from Biomass Burn9ing in Grassland (Land Converted to Grassland)*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use									
Category		Emissions from Biomass Burning in Grassland (Land Converted to Grassland)									
Category code		3C1c									
Sheet		2 of 2									
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27								
Land-use category		Subcategories for reporting year[2]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[3]	Combustion factor[3]	Emission factor for each GHG		CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG / (kg dm burnt)$^{-1}$]		(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
				Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5		L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}		L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
[non-GL]	GL	(a)				CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					
		(b)				CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					
Total						CH_4					
						CO					
						N_2O					
						NO_x					

[1] Similar tables should be completed separately for each initial land use, and subtotals must be added up. If data by initial land use are not available, use only "non-GL" in this column.

[2] For each subcategory, use separate lines for each non-CO_2 greenhouse gas.

[3] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt ($M_B * C_f$) can be used (Table 2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

Lampiran 3.17 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C1d: *Emissions from Biomass Burning in Wetlands (Land Converted to Wetlands)*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Emissions from Biomass Burning in Wetlands (Land Converted to Wetlands)								
Category code		3C1d								
Sheet		1 of 1								
Equation		Eq. 2.2	Equation 2.27							
Land-use category		Subcategories for reporting year[2]	Area burnt	Mass of fuel available for combustion[3]	Combustion factor[3]	Emission factor for each GHG	CH_4 emissions from fire	CO emissions from fire	N_2O emissions from fire	NO_x emissions from fire
Initial land use[1]	Land use during reporting year		(ha)	(tonnes ha^{-1})	(-)	[g GHG / (kg dm burnt)$^{-1}$]	(tonnes CH_4)	(tonnes CO)	(tonnes N_2O)	(tonnes NO_x)
					Table 2.6	Table 2.5	L_{fire}-CH_4 = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-CO = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-N_2O = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$	L_{fire}-NO_x = $A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}	L_{fire}-CH_4	L_{fire}-CO	L_{fire}-N_2O	L_{fire}-NO_x
[non-WL]	WL	(a)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
		(b)				CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				
Subtotal						CH_4				
						CO				
						N_2O				
						NO_x				

[1] Similar tables should be completed separately for each initial land use, and subtotals must be added up. If data by initial land use are not available, use only "non-WL" in this column.

[2] Subcategories are created by vegetation type within strata ((a), (b), (c) etc.) within the country. For each subcategory, use separate lines for each non-CO_2 greenhouse gas.

[3] Where data for M_B and C_f are not available, a default value for the amount of fuel actually burnt (M_B * C_f) can be used (Table 2.4). In this case, M_B takes the value taken from the table, whereas C_f must be 1.

Lampiran 3.17 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C1d: ***Liming: Annual Co2-C Emissions from Liming***

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use				
Category	Liming: Annual CO_2-C emissions from Liming				
Category code	3C2				
Sheet	1 of 1				
Equation	Equation 11.12				
Type of lime applied	Annual amount of calcic limestone ($CaCO_3$)	Emission factor	Annual amount of dolomite ($CaMg(CO_3)_2$)	Emission factor	Annual C emissions from liming
	(tonnes yr^{-1})	[tonnes of C (tonne of limestone)$^{-1}$]	(tonnes yr^{-1})	[tonnes of C (tonne of dolomite)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
		default is 0.12		default is 0.13	CO_2-C Emission = ($M_{Limestone}$ * $EF_{Limestone}$) + ($M_{Dolomite}$ * $EF_{Dolomite}$)
	$M_{Limestone}$	$EF_{Limestone}$	$M_{Dolomite}$	$EF_{Dolomite}$	CO_2-C Emission
Limestone					
Dolomite					
Total					

Lampiran 3.18 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi GRK/Serapan Kategori 3C3: ***Urea Fertilization: Annual Co2 emissions from Urea Fertilization***

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use		
Category	Urea Fertilization: Annual CO_2 emissions from Urea Fertilization		
Category code	3C3		
Sheet	1 of 1		
Equation	Equation 11.13		
Subcategories for reporting year	Annual amount of Urea Fertilization	Emission factor	Annual CO_2-C emissions from Urea Fertilization
	(tonnes urea yr^{-1})	[tonnes of C (tonne of urea)$^{-1}$]	(tonnes C yr^{-1})
		default is 0.20	CO_2-C Emission = M * EF
	M	EF	CO_2-C Emission
(a)			
(b)			
(c)			
Total			

Lampiran 3.19 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C4: *Direct N2O Emissions from Managed Soils*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**				
Category		**Direct N_2O Emissions from Managed Soils**				
Category code		**3C4**				
Sheet		**1 of 2**				
Equation		**Equation 11.1**				
Anthropogenic N input type		Annual amount of N applied		Emission factor for N_2O emissions from N inputs		Annual direct N_2O-N emissions produced from managed soils
		(kg N yr^{-1})		[kg N2O-N (kg N input)$^{-1}$]		(kg N_2O-N yr^{-1})
				Table 11.1		$N_2O\text{-}N_{N\ inputs}$ = F * EF
		F		**EF**		**$N_2O\text{-}N_{N\ inputs}$**
Anthropogenic N input types to estimate annual direct N_2O-N emissions produced from managed soils	synthetic fertilizers	F_{SN}: N in synthetic fertilizers		EF_1		
	animal manure, compost, sewage sludge	F_{ON}: N in animal manure, compost, sewage sludge, other				
	crop residues	F_{CR}: N in crop residues				
	changes to land use or management	F_{SOM}: N in mineral soils that is mineralised, in association with loss of soil C from soil organic matter as a result of changes to land use or management				
Anthropogenic N input types to estimate annual direct N_2O-N emissions produced from flooded rice	synthetic fertilizers	F_{SN}: N in synthetic fertilizers		EF_{1FR}		
	animal manure, compost, sewage sludge	F_{ON}: N in animal manure, compost, sewage sludge, other				
	crop residues	F_{CR}: N in crop residues				
	changes to land use or management	F_{SOM}: N in mineral soils that is mineralised, in association with loss of soil C from soil organic matter as a result of changes to land use or management				
Total						

Lampiran 3.19 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C4: *Direct N2O Emissions from Managed Soils*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use						
Category		Direct N_2O Emissions from Managed Soils						
Category code		3C4						
Sheet		2 of 2						
Equation		Equation 11.1						
Anthropogenic N input type[1,2]		Annual area of managed/drained organic soils	Emission factor for N_2O emissions from drained/managed organic soils	Annual direct N_2O-N emissions produced from managed organic soils	Amount of urine and dung N deposited by grazing animals on pasture, range and paddock	Emission factor for N_2O emissions from urine and dung N deposited on pasture, range and paddock by grazing animals	Annual direct N_2O emissions from urine and dung inputs to grazed soils	Annual direct N_2O emissions from urine and dung inputs to grazed soils
		(ha)	(kg N_2O-N ha^{-1} yr^{-1})	(kg N_2O-N yr^{-1})	(kg N yr^{-1})	[kg N_2O-N (kg N input)$^{-1}$]	(kg N_2O-N yr^{-1})	(kg N_2O-N yr^{-1})
			Table 11.1	$N_2O\text{-}N_{OS} = F_{OS} * EF_2$		Table 11.1	$N_2O\text{-}N_{PRP} = F_{PRP} * EF_{3PRP}$	$N_2O_{Direct}\text{-}N = N_2O\text{-}N_{N\ input} + N_2O\text{-}N_{OS} + N_2O\text{-}N_{PRP}$
		F_{OS}	EF_2	$N_2O\text{-}N_{OS}$	F_{PRP}	EF_{3PRP}	$N_2O\text{-}N_{PRP}$	$N_2O_{Direct}\text{-}N$
Managed organic soils	CG, Temp							
	CG, Trop							
	F, Temp, NR							
	F, Temp, NP							
	F, Trop							
Urine and dung inputs to grazed soils	CPP							
	SO							
Total								

[1] The area must be disaggregated by Cropland and Grassland (CG), Forest (F), Temperate (Temp), Tropical (Trop), Nutrient Rich (NR), and Nutrient Poor (NP) categories, respectively, see Equation 11.1.

[2] The amount must be disaggregated by CPP and SO, which refer to Cattle, Poultry and Pigs, and Sheep and Other animals, respectively. See Equation 11.1.

Lampiran 3.20 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kegiatan 3C5: *Indirect N2O Emissions from Managed Soils: N2O from Atmospheric Deposition of N Volatilised from Managed Soils*

Sector	**Agriculture, Forestry and Other Land Use**						
Category	**Indirect N_2O Emissions from Managed Soils: N_2O from Atmospheric Deposition of N Volatilised from Managed Soils**						
Category code	**3C5**						
Sheet	**1 of 2**						
Equation	**Equation 11.9**						
Anthropogenic N input type	Annual amount of synthetic fertilizer N applied to soils	Fraction of synthetic fertilizer N that volatilises	Annual amount of animal manure, compost, sewage sludge and other organic N additions intentionally applied to soils	Annual amount of urine and dung N deposited by grazing animals on pasture, range and paddock	Fraction of applied organic N fertilizer materials (F_{ON}) and of urine and dung N deposited by grazing animals (F_{PRP}) that volatilises	Emission factor for N_2O emission from atmospheric deposition of N on soils and water surfaces	Annual amount of N_2O-N produced from atmospheric deposition of N volatilised from managed soils
	(kg N yr^{-1})	(kg NH_3-N + NO_x-N) (kg of N applied)$^{-1}$	(kg N yr^{-1})	(kg N yr^{-1})	(kg NH_3-N + NO_x-N) (kg of N applied or deposited)$^{-1}$	(kg N_2O-N) (kg NH_3-N + NO_x-N volatilized)$^{-1}$	(kg N_2O-N yr^{-1})
		Table 11.3			Table 11.3	Table 11.3	$N_2O_{(ATD)}$-N = [(F_{SN} * $Frac_{GASF}$) + (F_{ON} + F_{PRP}) * $Frac_{GASM}$)] * EF_4
	F_{SN}	**$Frac_{GASF}$**	**F_{ON}**	**F_{PRP}**	**$Frac_{GASM}$**	**EF_4**	**$N_2O_{(ATD)}$-N**
(a)							
(b)							
(c)							
Total							

Lampiran 3.20 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kegiatan 3C5: *Indirect N2O Emissions from Managed Soils: N2O from N leaching/runoff from Managed Soils*

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use							
Category	Indirect N_2O Emissions from Managed Soils: N_2O from N leaching/runoff from Managed Soils							
Category code	3C5							
Sheet	2 of 2							
Equation	Equation 11.10							
Anthropogenic N input type	Annual amount of synthetic fertilizer N applied to soils	Annual amount of animal manure, compost, sewage sludge and other organic N additions intentionally applied to soils	Annual amount of urine and dung N deposited by grazing animals on pasture, range and paddock	Amount of N in crop residues (above and below-ground), including N-fixing crops, and from forage/pasture renewal, returned to soils annually	Annual amount of N mineralized/immobilized in mineral soils associated with loss/gain of soil C from soil organic matter as a result of changes to land use or management	Fraction of all N additions to managed soils that is lost through leaching and runoff	Emission factor for N_2O emission from N leaching and runoff	Annual amount of N_2O-N produced from managed soils in regions where leaching and runoff occurs
	(kg N yr^{-1})	(kg N yr^{-1})	(kg N yr^{-1})	(kg N yr^{-1})	(kg N yr^{-1})	[kg N (kg of N additions)$^{-1}$]	[kg N_2O-N (kg N leaching and runoff)$^{-1}$]	(kg N_2O-N yr^{-1})
						Table 11.3	Table 11.3	$N_2O_{(L)}$-N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP} + F_{CR} + F_{SOM}) * $Frac_{LEACH-(H)}$ * EF_5
	F_{SN}	F_{ON}	F_{PRP}	F_{CR}	F_{SOM}	$Frac_{LEACH-(H)}$	EF_5	$N_2O_{(L)}$-N
(a)								
(b)								
(c)								
Total								

Lampiran 3.21 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C6: *Indirect N2O Emissions from Manure Mangement*

Sector		**Agriculture, Forestry and Other Land Use**				
Category		**Indirect N_2O Emissions from Manure Management**[1]				
Category code		**3C6**				
Sheet		**1 of 2**				
Equation		**Equation 10.25**	**Equation 10.26**		**Equation 10.27**	
Manure management System (MMS)[1]	Species/Livestock category [2]	Total nitrogen excretion for the MMS [3]	Fraction of managed livestock manure nitrogen that volatilises	Amount of manure nitrogen that is loss due to volatilisation of NH_3 and NO_x	Emission factor for N_2O emissions from atmospheric deposition of nitrogen on soils and water surfaces	Indirect N_2O emissions due to volatilization from Manure Management
		kg N yr^{-1}	(-)	kg N yr^{-1}	[kg N_2O-N (kg NH_3-N + NO_x-N volatilised)$^{-1}$]	kg N_2O yr^{-1}
			Table 10.22	$N_{volatilization\text{-}MMS}$ = NE_{MMS} * $Frac_{(GasMS)}$	Table 11.3	$N_2O_{G(mm)}$ = $NE_{volatilization\text{-}MMS}$ * EF_4
S	**T**	**NE_{MMS}**	**$Frac_{(GasMS)}$**	**$N_{volatilization\text{-}MMS}$**	**EF_4**	**$N_2O_{G(mm)}$**
	Dairy Cows					
	Other Cattle					
	Buffalo					
	Sheep					
	Goats					
	Camels					
	Horses					
	Mules & Asses					
	Swine					
	Poultry					
	Other[2]					
Total						

[1] The calculations must be done by Manure Management System, and for each management system, the relevant species/livestock category (ies) must be selected. For the Manure Management Systems, see Table 10.18.

[2] Specify livestock categories as needed using additional lines (e.g. llamas, alpacas, reindeers, rabbits, fur-bearing animals etc.)

[3] See worksheet for Direct N_2O from Manure Management (3A2) for the value of Total N excretion for the MMS (NE_{MMS}).

Lampiran 3.21 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C6: *Indirect N2O Emissions from Manure Mangement*

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use					
Category		Indirect N_2O Emissions from Manure Management[1]					
Category code		3C6					
Sheet		2 of 2					
Equation		Equation 10.34					
Manure Management System (MMS)[2]	Species/Livestock category[3]	Total nitrogen excretion for the MMS	Amt. of managed manure nitrogen for livestock category T that is lost in the Manure Management Sys.	Number of animals	Fraction of total annual nitrogen excretion managed in MMS for each species/livestock category	Amount of nitrogen from bedding	Amount of managed manure nitrogen available for application to managed soils or for feed, fuel, or construction purposes
		(kg N yr^{-1})	(per cent)	(head)	(-)	(kg N $animal^{-1}$ yr^{-1})	(kg N yr^{-1})
			Table 10.23		Tables 10A-4 to 10A-9	(If applicable to MMS - see text under Equation 10.35)	$N_{MMS_Avb} = NE_{MMS} * (1-Frac_{LossMS} * 10^{-2}) + N_{(T)} * MS_{(T,S)} * N_{beddingMS}$
S	T	NE_{MMS}	$Frac_{(LossMS)}$	$N_{(T)}$	$MS_{(T,S)}$	$N_{beddingMS}$	N_{MMS_Avb}
	Dairy Cows						
	Other Cattle						
	Buffalo						
	Sheep						
	Goats						
	Camels						
	Horses						
	Mules & Asses						
	Swine						
	Poultry						
	Other[3]						
Total							

[1] The available nitrogen data to be estimated in this worksheet are necessary to coordinate with the calculation and reporting of N_2O emissions from Managed Soils (see Chapter 11).

[2] The calculations must be done by Manure Management System, and for each management system, the relevant species/livestock category(ies) must be selected, and the same set of worksheets must be used for all management systems. For the Manure Management S

[3] Specify livestock categories as needed using additional lines (e.g. llamas, alpacas, reindeers, rabbits, fur-bearing animals etc.)

Lampiran 3.22 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C7: *Rice Cultivation: Annual CH4 Emission from rice*

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category	Rice Cultivation: Annual CH_4 emission from rice								
Category code	3C7								
Sheet	1 of 2								
Equation	Eq. 2.2	Equation 5.1		Equation 5.2			Equation 5.3		
Rice Ecosystem	Subcate-gories for reporting year[1]	Annual harvested area	Cultivation period of rice	Baseline emission factor for continuously flooded fields without organic amendments	Scaling factor to account for the differences in water regime during the cultivation period	Scaling factor to account for the differences in water regime in the pre-season before the cultivation period	Application rate of organic amendment in fresh weight	Conversion factor for organic amendment	Scaling factor for both types and amount of organic amendment applied
		(ha yr^{-1})	(day)	kg CH_4 ha^{-1} day^{-1}	(-)	(-)	(tonnes ha^{-1})	(-)	(-)
				Table 5.11	Table 5.12	Table 5.13		Table 5.14	$SF_0 = (1+ROA_i * CFOA_i)^{0.59}$
		A	t	EF_c	SF_W	SF_p	ROA_i	$CFOA_i$	SF_o
Irrigated									
	Sub-total								
Rainfed and deep water									
	Sub-total								
Upland									
	Sub-total								
Total									

[1] Rice ecosystem can be stratified according to water regimes, type and amount of organic amendments, and other conditions under which CH_4 emissions from rice may vary.

Lampiran 3.22 Lembar Kerja (Worksheet) Penghitungan Emisi/Serapan GRK Kategori 3C7: *Rice Cultivation: Annual CH4 Emission from rice*

Sector	Agriculture, Forestry and Other Land Use			
Category	Rice Cultivation: Annual CH_4 emission from rice			
Category code	3C7			
Sheet	2 of 2			
Equation	Equation 2.2	Equation 5.2		Equation 5.1
Rice Ecosystem	Subcategories for reporting year[1]	Scaling factor for soil type, rice cultivar, etc., if available	Adjusted daily emission factor for a particular harvested area	Annual CH_4 emission from Rice Cultivation
		(-)	(kg CH_4 ha^{-1} day^{-1})	Gg CH_4 yr^{-1}
			$EF_i = EF_c * SF_w * SF_p * SF_o * SF_{s,r}$	$CH_{4Rice} = A * t * EF_i * 10^{-6}$
		$SF_{s,r}$	EF_i	CH_{4Rice}
Irrigated				
	Sub-total			
Rainfed and deep water				
	Sub-total			
Upland				
	Sub-total			
Total				

[1] Land should be stratified according to ecosystems, water regimes, type and amount of organic amendments, and other conditions under which CH_4 emissions from rice may vary. The disaggregation of the annual harvest area of rice needs to be done at least f