

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dari aspek meteorologis, perubahan iklim adalah kondisi beberapa unsur iklim yang *magnitude* dan/atau intensitasnya cenderung berubah atau menyimpang dari dinamika dan kondisi rata-rata menuju ke arah tertentu, meningkat atau menurun. Perubahan iklim terjadi karena proses alam dan/atau akibat kegiatan manusia secara terus-menerus yang mengubah komposisi atmosfer dan tata guna lahan yang menyebabkan pemanasan global. Pemanasan global disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca yang berlangsung dalam jangka waktu lama.

GRK adalah gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah. GRK utama dari pertanian adalah CO₂ (karbondioksida), CH₄ (metana), dan N₂O (dinitrogen oksida), CFCs (chlorofluorocarbon), dll. **Inventory** atau **Inventarisasi GRK** adalah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi (*source*) dan penyerapnya (*sink*), termasuk simpanan karbon (*carbon stock*). **Emisi GRK** adalah lepasnya gas rumah kaca ke atmosfer pada area tertentu dalam jangka waktu tertentu. **Data Aktivitas** adalah besaran kuantitatif kegiatan atau aktivitas manusia yang dapat melepaskan dan/atau menyerap GRK. **Faktor Emisi** adalah besaran emisi GRK yang dilepaskan ke atmosfer per satuan aktivitas tertentu.

Perubahan iklim menuntut perhatian ekstra umat manusia di muka bumi. Ada dua kata kunci yang berakitan dengan perubahan iklim, yaitu (1) mitigasi dan (2) adaptasi. Kedua kata ini sering disebut dalam tulisan tentang perubahan iklim dan di lapangan adakalanya tidak mudah dibedakan. **Mitigasi** adalah usaha untuk menurunkan emisi dan atau meningkatkan penyerapan GRK dari berbagai sumber emisi, dalam upaya pengendalian atau pengurangan dampak perubahan iklim. **Adaptasi** adalah kemampuan manusia, ternak, dan tanaman atau organisme untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan, baik bersifat mikro maupun makro, baik langsung maupun tidak langsung akibat perubahan iklim, agar tetap dapat menjalankan fungsi biologisnya secara wajar.

Pedoman Umum Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan Mitigasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian berisikan berbagai informasi terkait dengan dinamika diplomasi perubahan iklim internasional dan kebijakan nasional, emisi GRK, arah, strategi nasional, serta upaya dan teknologi mitigasi perubahan iklim, beberapa perangkat hukum, dan kelembagaan pendukungnya.

1.2. Tujuan

Tujuan penyusunan pedoman umum mitigasi perubahan iklim di sektor pertanian adalah:

1. Memberikan arahan dan meningkatkan pemahaman tentang kebijakan pemerintah dalam mitigasi perubahan iklim di sektor pertanian.
2. Mendorong dan mengarahkan program mitigasi pertanian dalam upaya menurunkan GRK atau meningkatkan resor karbon.
3. Memberikan arahan dan pemahaman tentang MRV dan kelembagaannya.
4. Mendorong dan mengarahkan upaya identifikasi teknologi eksisting dan sederhana, serta perakitan teknologi yang adaptif terhadap perubahan iklim.

1.3. Pendekatan dan Sasaran

Pedoman umum mitigasi perubahan iklim disusun berdasarkan berbagai referensi, hasil kajian, dan analisis dari berbagai dokumen, diantaranya:

1. Perpres 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK.
2. Perpres 71 tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional.
3. NAMAs, *Nationally Appropriate Mitigation Actions* (komitmen negara berkembang untuk menurunkan emisi) sesuai kesepakatan *Cancun Agreement*, 2010.
4. UU 17 tahun 2004 tentang pengesahan Protokol Kyoto atas konvensi kerangka kerja Perserikatan Bangsa Bangsa tentang perubahan iklim.

Sasaran penyusunan pedoman umum mitigasi perubahan iklim di sektor pertanian adalah: (1) meningkatnya pemahaman dan pengertian mengenai perubahan iklim oleh pemangku kebijakan dan para pihak, terutama di lingkungan Kementerian Pertanian, pemerintah daerah, dan dinas terkait; (2) pengarusutamaan program mitigasi perubahan iklim dalam program Kementerian Pertanian, termasuk program penelitian dan pengembangan; (3) peningkatan kepedulian dan pemahaman petani atau masyarakat terhadap upaya dan teknologi mitigasi perubahan iklim di sektor pertanian, dan (d) terselenggaranya program mitigasi perubahan iklim di sektor pertanian.

Sasaran akhir pedoman umum ini adalah memberikan pengertian dan pemahaman kepada masyarakat dan pemangku kebijakan, bahwa sektor pertanian memiliki potensi besar dalam mitigasi GRK, sekaligus mempertahankan produktivitas.

II. KOMUNIKASI INTERNASIONAL DAN KEBIJAKAN PERUBAHAN IKLIM

2.1 Perkembangan Negosiasi Internasional Perubahan Iklim Terkait Mitigasi

Isu perubahan iklim semakin sering mengemuka dan banyak dibahas di berbagai tataran dan forum, dan semakin santer sejak 10 tahun terakhir. Di Indonesia, isu perubahan iklim semakin mengemuka di berbagai kalangan, sejak tahun 2007 saat Indonesia menjadi tuan rumah Konferensi Perubahan Iklim ke-13 (COP-13 UNFCCC).

Hasil konvensi para pemimpin di dunia (*Earth Summit*) di Rio de Janeiro pada tahun 1992 menetapkan PBB membentuk badan bernama UNFCCC (*United Nation Framework Convention on Climate Change*) yang akan membangun kerangka kerja bersama untuk mengatasi perubahan iklim. Walaupun dengan diskusi yang alot antara negara industri dan berkembang perihal pertanggungjawaban terhadap kenaikan suhu bumi, akhirnya pada pertemuan antar-negara ke-5 (COP 5) di Kyoto, Jepang, pada tahun 1997 dihasilkan satu kesepakatan bersama yang dikenal dengan nama Kyoto Protocol (KP). Pemerintah Indonesia melalui Undang-Undang No. 17 tahun 2004 telah meratifikasi protokol ini, berarti Indonesia terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam upaya mengatasi perubahan iklim. Hasil kesepakatan bersama dari Kyoto Protocol menargetkan penurunan emisi dari negara maju rata-rata 5,2% (Lampiran 1 Kyoto Protocol) sampai tahun 2012, dari tingkat emisi pada tahun 1990.

Seyogianya pada tahun 2012 target penurunan emisi 5,2% oleh negara maju (Annex 1) sudah dievaluasi (kesepakatan Kyoto Protocol 1997). Namun, target tersebut diperkirakan tidak tercapai. Panel antar-pemerintah mengenai perubahan iklim (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) memprediksi bahwa perubahan iklim saat ini berjalan lebih cepat dari perkiraan sebelumnya. Oleh karena itu, perlu ada upaya ekstrim atau *deep cut* penurunan emisi gas rumah kaca sampai tahun 2050. Sampai tahun 2020, negara-negara yang tergabung dalam Uni Eropa berencana menurunkan emisinya rata-rata 20% di bawah tingkat emisi tahun 1990. Hingga saat ini negosiasi masih berlangsung dan belum ada kesepakatan bersama yang akan dilakukan pasca-berakhirnya Kyoto Protocol 2012.

Beberapa negara maju yang menjadi kunci keberhasilan negosiasi perubahan iklim justru menghambat. Amerika Serikat, misalnya, menyatakan penolakan secara terang-terangan terhadap pencantuman terminologi Protokol Kyoto dalam bentuk apa pun. Posisi serupa diambil Jepang pada saat menolak konsep periode kedua komitmen Protokol Kyoto, atau lebih dikenal dengan

istilah *second commitment period*. Ditengarai, situasi seperti ini bias dan menimbulkan polarisasi yang lebih kuat antara kubu-kubu yang memiliki pendapat berbeda, sehingga menghambat kemajuan perundingan. Jepang dan Rusia terang-terangan tidak mau melanjutkan komitmen penurunan CO₂ sesuai Protokol Kyoto, yang akan berakhir komitmennya pada 2012. Namun pada COP 17, Kelompok Kerja *Adhoc* Protokol Kyoto (AWGKP) menyepakati komitmen kedua Protokol Kyoto yang dimulai pada tahun 2013 hingga 2017, atau sampai tahun 2020.

2.2 Kebijakan Nasional (Perpres 61 dan 71 tahun 2011)

Indonesia telah mengambil sikap untuk berjuang pada dua jalur negosiasi, yaitu pada Protokol Kyoto (*Adhoc Working Group under the Kyoto Protocol*, AWG-KP) dan negoisasi di bawah kerangka aksi jangka panjang (*Adhoc Working Group for Longterm Cooperative Actions under the Convention*, AWG-LCA). Topik negosiasi adalah mitigasi, adaptasi, pendanaan, transfer teknologi, pengembangan kapasitas dan REDD+. Indonesia juga mengambil peran dengan menyetujui peran MRV sebagai suatu mekanisme untuk diaplikasikan oleh semua pihak dalam reduksi emisi.

Indonesia berkomitmen menurunkan emisi GRK 26% dengan kemampuan sendiri dan menjadi 41% dengan bantuan luar negeri sampai tahun 2020. Komitmen ini tertuang dalam Rencana Aksi Nasional (RAN) GRK yang diprakarsai oleh Bappenas dan sudah ditandatangani oleh Presiden RI, Susilo Bambang Yudhoyono, melalui Perpres 61 tahun 2011. Ada lima sektor yang terlibat secara langsung, yaitu kehutanan dan lahan gambut, limbah, pertanian, industri dan energi. Berdasarkan lampiran Perpres RAN GRK, pertanian berkewajiban menurunkan emisinya sekitar 8 juta ton CO₂e sampai tahun 2020.

Dalam konteks perundingan internasional UNFCCC, komitmen negara maju dan berkembang menurunkan emisi GRK tertuang dalam NAMACs (*Nationally Appropriate Mitigation Action Commitments*) dan NAMAs (*Nationally Appropriate Mitigation Actions*). Hal ini tertuang dalam Bab 4 hasil kesepakatan Cancun pada tahun 2010 atau dikenal dengan nama Cancun Agreements. Dalam berbagai diskusi tentang perubahan iklim di tingkat nasional sering muncul pertanyaan apakah RAN GRK dalam Perpres 61 2011 adalah NAMAs Indonesia, sebagai komitmen kepada UNFCCC untuk menurunkan emisi. Sampai saat ini pemerintah belum mengusulkan NAMAs Indonesia ke UNFCCC. Namun sebagian kegiatan yang tertera dalam RAN GRK kemungkinan akan diangkat sebagai NAMAs Indonesia.

Dalam NAMAs, ada beberapa istilah, yaitu unilateral NAMAs yang berarti komitmen menurunkan emisi GRK berdasarkan pembiayaan sendiri atau melalui mekanisme APBN. Unilateral NAMAs untuk Indonesia adalah

komitmen penurunan emisi sampai 26%. Selain Unilateral NAMAs, ada istilah *Supported NAMAs* dimana penurunan emisi GRK Indonesia harus didukung oleh pendanaan internasional. *Supported NAMAs* adalah tambahan 15% dari komitmen yang sudah dicanangkan 26%. Artinya, untuk *supported NAMAs*, target yang akan dicapai 41%. Istilah lainnya adalah *market based mechanism* atau perdagangan karbon. Untuk *market base NAMAs* ini adalah penurunan emisi GRK di atas 41%.

Semua komitmen penurunan emisi yang bersifat *unilateral*, *supported* maupun *market* menurut ketentuan dalam *Cancun Agreement* akan dikenakan monitoring yang bersifat MRV. Namun sebagai negara berkembang, MRV yang akan dilakukan hanya bersifat domestik dengan menggunakan metode yang diterima internasional sesuai dengan prinsip *common but differentiated responsibilities and respected capabilities (CDBR)*. Makna dari prinsip CDBR dalam konteks perundingan perubahan iklim, khususnya untuk mitigasi, adalah para pihak harus menurunkan emisi GRK dengan kewajiban, kemampuan, dan tanggung jawab yang berbeda.

2.3. Kebijakan Sektor Pertanian dalam Mitigasi Perubahan Iklim

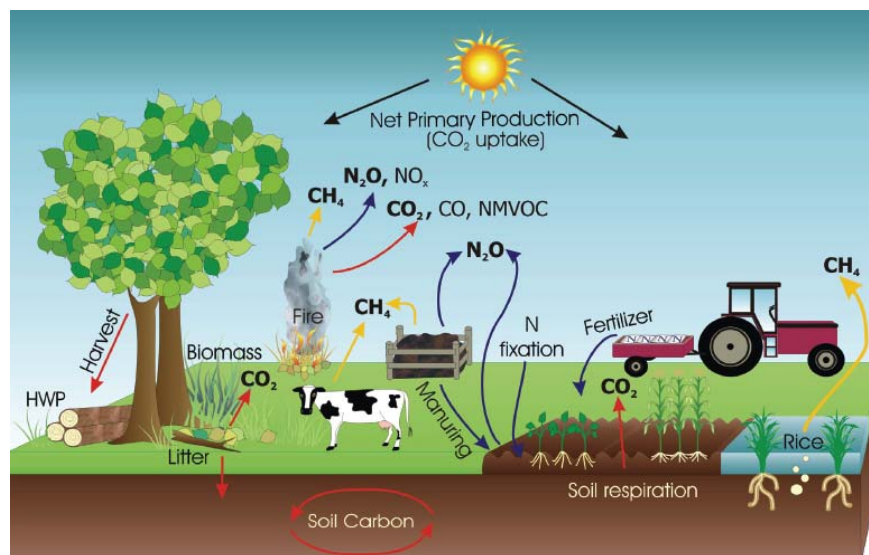
Menyikapi perubahan iklim, kebijakan pembangunan pertanian secara umum adalah meminimalisasi dampak negatif dari fenomena alam tersebut, agar sasaran pembangunan pertanian tetap dapat dicapai. Kebijakan juga diarahkan untuk meningkatkan peran sektor pertanian, terutama subsektor perkebunan dan subsektor pertanian di lahan gambut, dalam menurunkan emisi GRK. Secara rinci, kebijakan yang akan ditempuh adalah: (1) meningkatkan pemahaman petani dan pihak terkait dalam mengantisipasi perubahan iklim; (2) meningkatkan kemampuan sektor pertanian untuk beradaptasi dengan perubahan iklim, termasuk membangun sistem asuransi perubahan iklim; (3) merakit dan menerapkan teknologi tepat guna dalam memitigasi emisi GRK, dan (4) meningkatkan kinerja penelitian dan pengembangan di bidang adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

III. INVENTARISASI GRK

Emisi GRK adalah lepasnya gas-gas yang mempunyai efek rumah kaca pada suatu area ke atmosfer dalam jangka waktu tertentu, baik yang disebabkan oleh proses alamiah dan biologi maupun proses kimia dan fisika akibat aktivitas manusia, seperti pertanian, kehutanan, industri, dan transportasi. Peningkatan emisi GRK secara langsung akan meningkatkan konsentrasi GRK di atmosfer yang menyebabkan pemanasan global akibat efek rumah kaca atau terhalangnya panas (*heat*) atau radiasi gelombang panjang ke luar atau ke atmosfer oleh GRK.

3.1. Sumber GRK di Sektor Pertanian

Sumber emisi utama GRK terdiri atas CO_2 , N_2O dan CH_4 . Gas CO_2 diserap dari atmosfer melalui proses fotosintesis dan dilepaskan melalui respirasi, dekomposisi, dan pembakaran bahan organik. Gas N_2O terutama diemisikan sebagai hasil samping proses nitrifikasi dan denitrifikasi, sedangkan gas CH_4 diemisikan melalui proses metanogenesis pada kondisi an-aerob dalam tanah, penyimpanan pupuk kandang melalui proses *enteric fermentation*, dan akibat pembakaran tidak sempurna pada pembakaran bahan organik. Gas lain yang dihasilkan dari proses pembakaran adalah NO_x , NH_3 , NMVOC dan CO yang disebut emisi tidak langsung. Gas-gas tersebut merupakan pemicu (*precursor*) dalam pembentukan GRK di atmosfer. Emisi tidak langsung juga terjadi dari proses pencucian atau aliran permukaan yang membawa senyawa nitrogen,



Gambar 1. Proses pembentukan dan pembuangan GRK dalam ekosistem yang dikelola.

terutama NO_3 yang kemudian dapat dikonversi menjadi N_2O melalui proses denitrifikasi (IPCC, 2006).

Menurut IPCC (2006), sumber GRK dari aktivitas pertanian dikelompokkan sebagai berikut: 1) *enteric fermentation*, 2) pengelolaan limbah ternak, 3) pembakaran pada aktivitas pertanian (*grassland burning*), 4) pembakaran padang rumput, 5) penggunaan kapur pertanian, 6) pemupukan urea, 7) emisi langsung dan tidak langsung N_2O dari tanah, dan 8) lahan sawah irigasi.

Proses *enteric fermentation* mengemisikan CH_4 , sedangkan pengelolaan limbah ternak menghasilkan emisi CH_4 dan N_2O . Emisi N_2O dari lahan pertanian bersumber dari pupuk N, pengelolaan sisa tanaman, bahan organik, dan konversi lahan yang menyebabkan mineralisasi bahan organik tanah. Emisi CO_2 bersumber dari pengapuran dan pemupukan urea. Emisi non- CO_2 dihasilkan dari pembakaran sisa tanaman seperti jerami (padi, jagung, tebu) dan dari pembakaran yang dilakukan pada saat konversi lahan. Sawah irigasi mengemisikan CH_4 akibat proses an-aerobik yang terjadi pada proses dekomposisi bahan organik pada tanah sawah yang tergenang dan dilepaskan ke atmosfer melalui tanaman (Conrad, 1989; Nouchi *et al.*, 1990). Volume gas CH_4 dari lahan sawah dipengaruhi oleh masa tanam, jenis irigasi, pupuk organik dan an-organik, jenis tanah, suhu, dan varietas (Minami, 1995).

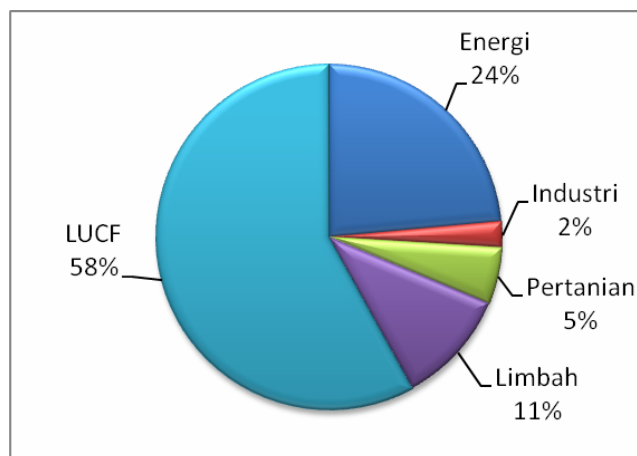
3.2. Emisi GRK dari Sektor Pertanian

Ministry of Environment (2010) dalam *Indonesian Second National Communication* (SNC) menyatakan sektor pertanian berkontribusi sebesar 5% terhadap total emisi nasional, tanpa memperhitungkan emisi dari kebakaran gambut dan dari drainase lahan gambut (Gambar 2). Total emisi nasional pada tahun 2000 adalah 1.415.998 Gg dan emisi sektor pertanian hanya 75.420 Gg CO_2e . Gas N_2O merupakan GRK terbesar dari sektor pertanian (79,2%) dan yang kedua adalah CH_4 (21,5%). Pada tahun 2000, total emisi dari tiga GRK sektor pertanian (CO_2 , CH_4 , dan N_2O) mencapai 75.420 Gg; dan pada tahun 2005 meningkat 6,3% menjadi 80.179 Gg CO_2e . Metana berkontribusi sekitar 65% dari total emisi, N_2O 31%, dan CO_2 4% (Tabel 1).

Tabel 1. Emisi GRK dari sektor pertanian tahun 2000-2005 (dalam Gg CO_2e).

Gas	2000	2001	2002	2003	2004	2005
CO_2	2,178	3,232	3,215	3,457	3,692	3,837
CH_4	50,800	50,677	50,833	52,547	49,342	50,670
N_2O	22,441	23,592	22,982	23,825	24,828	25,672
Total	75,420	77,501	77,030	79,829	77,863	80,179

Sumber: *Ministry of Environment* (2010); Kimpraswil (2003).



Gambar 2. Kontribusi emisi dari berbagai sektor terhadap emisi GRK nasional (Ministry of Environment (2010)).

Emisi yang diperkirakan dalam SNC lebih rendah daripada yang dilaporkan PEACE, bahkan World Bank dan DFID (2007) pernah yang menyatakan Indonesia sebagai negara dengan emisi tertinggi ke-3 di dunia. PEACE memperkirakan total emisi sebesar 3.014.000 Gg CO₂, dimana sektor LUCF berkontribusi sebesar 85% atau 2.563.000 Gg CO₂, dua kali lebih tinggi daripada perkiraan SNC. Penelitian World Bank (2008) menunjukkan bahwa rata-rata emisi CO₂ dari LUCF mencapai 2.398.000 Gg, dengan asumsi 53% dari kebakaran gambut, 20% dari drainase gambut (oksidasi gambut), 22% dari deforestasi, dan 5% dari pembukaan perkebunan kelapa sawit dan karet. McKinsey (2009) melaporkan pula bahwa total emisi GRK dari pertanian pada tahun 2005 mencapai 1.880.000 Gg CO₂e, dan 55% diantaranya dari gambut. Kisaran yang besar dari emisi GRK Indonesia antara lain disebabkan oleh perbedaan perkiraan emisi dari LUCF, terutama di gambut (Ministry of Environment, 2010).

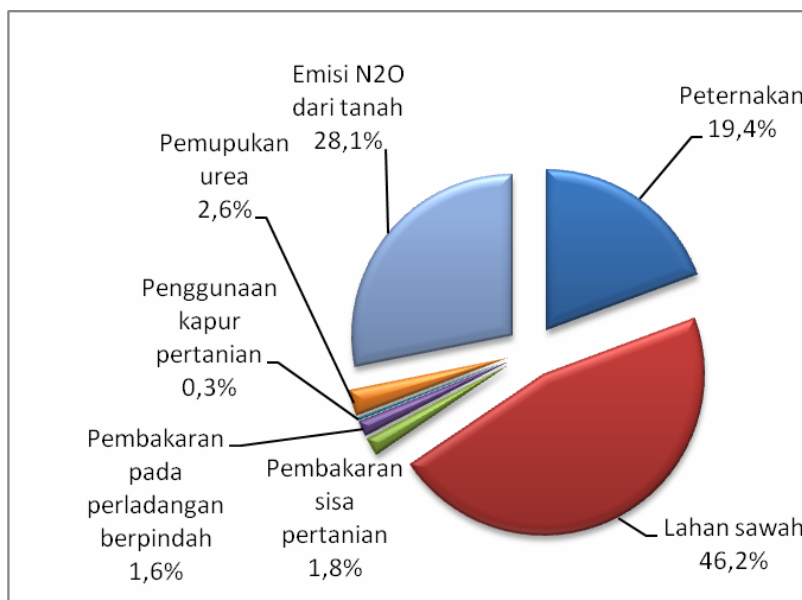
Van der Werf *et al.* (2007) mengembangkan perhitungan emisi yang disebabkan oleh kebakaran gambut dengan menggunakan beberapa sumber data satelit dengan pemodelan biogeokimia dan atmosfer. Hasil penelitian tersebut memperkirakan bahwa emisi dari kebakaran gambut sekitar 172.000 Gg CO₂e, dan bila menggunakan rata-rata emisi kebakaran gambut tahun 1997-2007 menjadi 466,000 Gg CO₂e. Berbagai hasil penelitian menunjukkan banyaknya kelemahan data yang dipublikasikan tersebut. Data tahun 1997/98 sebagai tahun El-Nino menunjukkan kebakaran hutan dan gambut sangat tinggi dan tidak mencerminkan rata-rata. Berbagai hasil pengukuran menunjukkan tingginya keragaman emisi GRK lahan gambut, dan beberapa asumsi yang terkait dengan karakteristik yang digunakan tidak valid (BBSDLP-ICCTF, 2011).

3.3. Baseline dan Proyeksi GRK Sektor Pertanian

Baseline GRK Indonesia pada tahun 2020, ditetapkan berdasarkan Perpres No. 61 tahun 2011, adalah sebesar 2,950 Gt. Pemerintah Indonesia pada pertemuan G20 di Pittsburg berkomitmen menurunkan emisi gas rumah kaca pada tahun 2020 sebesar 26% dengan usaha sendiri dan 41% jika mendapat bantuan internasional dari kondisi tanpa rencana aksi (*business as usual/BAU*). Bidang pertanian pada tahun 2020 akan menurunkan emisi sebesar 0,008 Gt CO₂e dengan usaha sendiri dan 0,11 Gt CO₂e jika mendapat bantuan internasional. Sektor pertanian menargetkan penurunan GRK pada tahun 2020 sebesar 130,57 juta ton CO₂e pada lahan pertanian non-gambut dan sebesar 204.73 juta ton CO₂e pada lahan gambut.

Sumber utama emisi terbesar dari sektor pertanian adalah dari lahan sawah, N₂O dari tanah, dan peternakan berturut-turut sebesar 46,2%, 28,1%, dan 19,2% (Gambar 3). Proyeksi emisi GRK dari lahan sawah menggunakan dua skenario BAU adalah sebagai berikut:

1. BAU 1: dengan asumsi seluruh lahan sawah beririgasi terus-menerus, menggunakan pupuk an-organik, dan varietas Cisadane. Luas sawah irigasi di Jawa tidak berubah terkait peraturan larangan konversi lahan sawah, dan di luar Jawa meningkat dengan laju 50 ribu ha/tahun karena kebijakan pencetakan lahan sawah. Indeks pertanaman diasumsikan 2,4 apabila irigasi berasal dari waduk dan 1,4 bila tidak dari waduk.



Gambar 3. Emisi GRK dari berbagai sumber pada sektor pertanian.

2. BAU2: sama dengan BAU1, namun luas lahan sawah diasumsikan dikonversi menjadi non-sawah dengan laju 50 ribu ha/tahun di Jawa dan di luar Jawa luas sawah meningkat dengan laju 150 ribu ha/tahun.

Emisi GRK dari lahan sawah pada tahun 2000 adalah 34 ribu Gg CO₂e dan pada tahun 2030 diproyeksikan mencapai 38 ribu Gg CO₂e apabila tidak ada upaya mitigasi (*business as usual*) berdasarkan BAU1, dan sebesar 43 ribu Gg CO₂e berdasarkan BAU2. Untuk menurunkan emisi pada lahan sawah, disusun enam skenario mitigasi seperti terlihat pada Tabel 2. Pada tahun 2030, dengan asumsi sekitar 30% diaplikasi skenario mitigasi yang ditargetkan dapat menurunkan emisi 30%, yaitu 21% dari S1, 5% S2, 15% S3, 14% S4, 6% S5, dan 1,6% S6. Skenario mitigasi yang paling efektif adalah menggunakan varietas rendah emisi (KP3I, 2008).

Emisi dari peternakan pada tahun 2000 adalah sebesar 14,6 ribu Gg CO₂e dan diproyeksikan pada tahun 2030 mencapai 36,7 ribu Gg CO₂e. Asumsi yang digunakan agar konsisten dengan laju pertumbuhan populasi, misalnya sapi perah dan sapi potong 5% per tahun, ayam petelur dan ayam pedaging 3% per tahun, kerbau, kambing, domba, babi, dan ayam kampung 2% per tahun, kuda dan bebek 1% per tahun. Teknologi mitigasi untuk menurunkan emisi dari peternakan adalah pengembangan kualitas pakan ternak, penggunaan *Feed Supplement Block* (FBS), program pembiakan jangka panjang, dan pengembangan biogas dari limbah ternak. Implementasi keempat skenario mitigasi tersebut dapat menurunkan emisi sampai 12,5% pada tahun 2030.

Tabel 2. Skenario mitigasi untuk mengurangi emisi gas metana dari lahan sawah.

Skenario	Teknologi mitigasi	Potensi aplikasi	Laju adopsi teknologi (% luas area)					
			2005*	2010	2015	2020	2025	2030
S0	Sawah irigasi dengan pupuk an organik (berdasarkan Kepmentan)	100	100	100	100	100	100	100
S1	Irigasi berselang (termasuk SRI, PTT)	70	3	5	10	20	25	30
S2	Suplemen Pupuk (ZA dan urea briket)	100	0	0	1	2	3	5
S3	Varietas rendah emisi *	30	20	25	30	40	45	50
S4	Irigasi berselang + suplemen pupuk (kombinasi S1 and S2)	70	3	5	8	10	15	20
S5	Irigasi berselang + suplemen pupuk + varietas rendah emisi (kombinasi S1, S2 & S3)	30	3	5	8	10	15	20
S6	S5 + <i>iron material</i> /silikat	30	0	0	1	2	4	6

Keterangan: Asumsi luas sawah 7,8 juta ha. Potensi aplikasi adalah luas sawah yang sesuai untuk aplikasi teknologi mitigasi; sisa sawah lainnya masih menggunakan teknologi konvensional. Varietas rendah emisi antara lain Ciherang, Cisantana, Tukad Balian, dan Way Apo Buru (KP3I, 2008)

IV. PEDOMAN MITIGASI

4.1. Potensi Pertanian dalam Penyerapan dan Sekuestrasi Karbon

Penyerapan dan sekuestrasi karbon adalah proses pemindahan karbon dari atmosfer ke wadah penampung, seperti ekosistem laut atau darat melalui proses biologi atau fisika seperti fotosintesis. Sejak ribuan tahun yang lalu, perkembangan kehidupan di berbagai ekosistem yang ada di alam telah membentuk pola aliran karbon melalui sistem lingkungan global. Pertukaran karbon terjadi secara alami antara atmosfer, lautan, dan daratan, namun pola pertukaran itu telah diubah karena aktivitas manusia dan alih fungsi lahan. Aktivitas manusia di bidang industri, transportasi, maupun pertanian meningkatkan konsentrasi CO₂ di atmosfer, dari 280 ppm sebelum revolusi industri (abad ke-19) menjadi 379 ppm pada tahun 2005. Laju pertumbuhan konsentrasi CO₂ pada periode 1995-2005 mencapai 1,9 ppm/tahun, sedangkan pada periode 1960-2005 rata-rata 1,4 ppm/tahun. Faktor yang paling terasa akibat kenaikan konsentrasi CO₂ di atmosfer adalah kenaikan temperatur udara.

Pertanian dalam arti luas merupakan salah satu sektor dalam siklus aliran karbon yang dapat mempengaruhi konsentrasi karbon di atmosfer. Pertanian merupakan salah satu sektor yang berpotensi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Berbagai aktivitas pertanian dipengaruhi oleh keberadaan CO₂, seperti fotosintesis, respirasi, dekomposisi, nitrifikasi-denitrifikasi, enterik fermentasi, dan pembakaran. Proses-proses tersebut termasuk transformasi karbon dan nitrogen yang menggerakkan proses biologi (aktivitas mikroorganisme, tanaman, dan hewan) dan proses fisika (pembakaran, pencucian, dan *run-off*) dalam suatu ekosistem.

Sumber penyerap dan penyimpan/cadangan karbon sektor pertanian berbeda untuk setiap penggunaan lahan, seperti tanaman tahunan (pepohonan, semak-belukar, kombinasi pepohonan dan tanaman rempah, perkebunan anggur, kebun buah-buahan, coklat, kopi, teh, kelapa sawit, kelapa, karet), tanaman semusim (sereal, sayuran, umbi-umbian, dan rerumputan), dan semua tanaman kecuali tanaman hutan. Tanaman perkebunan merupakan penyerap (*sequester*) karbon terbesar di antara berbagai jenis tanaman pertanian.

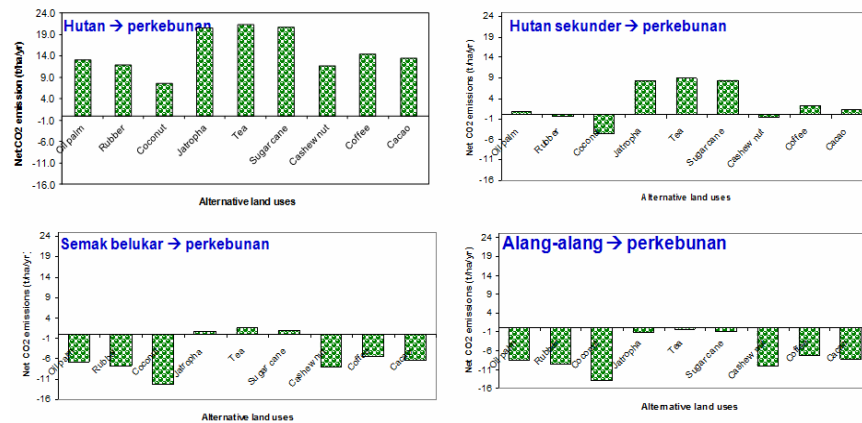
Jumlah cadangan karbon pada setiap penggunaan lahan sangat bervariasi, bergantung pada keragaman dan kepadatan tanaman, kesuburan tanah, kondisi iklim, ketinggian tempat dari permukaan laut, lamanya lahan dimanfaatkan untuk penggunaan tertentu, dan cara pengelolaan. Makin rapat dan makin subur tanaman maka cadangan karbon lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang kurang subur. Jumlah karbon yang tersimpan dan diemisikan oleh tanaman bergantung pada jenis tanaman, manajemen tanah dan iklimnya. Contohnya, tanaman sereal dan sayuran yang dipanen setiap musim tidak

dapat menyimpan lama dalam bentuk biomas, tetapi tanaman kayu dan buah-buahan, atau pertanaman pada sistem wanatani, dapat menyimpan karbon dalam waktu yang lama sepanjang siklus hidupnya.

Komponen cadangan karbon sektor pertanian dalam satu sistem penggunaan lahan terdiri atas cadangan karbon di atas (*above ground*) dan di bawah permukaan tanah (*below ground*). Cadangan karbon di atas permukaan tanah terdiri atas biomas pohon, biomas tanaman bawah, nekromas kayu, serasah, dan bahan organik tanah. Cadangan karbon di bawah permukaan tanah terdiri atas akar dan bahan organik tanah. Pada tanah mineral, cadangan gambut terbesar adalah pada komponen di atas permukaan tanah, sedangkan pada tanah gambut cadangan karbon terbesar pada komponen di bawah permukaan tanah. Hutan sebagai komponen terbesar biomas di tanah mineral mempunyai cadangan karbon sekitar 300 t/ha/tahun. Lahan gambut mempunyai cadangan karbon sangat tinggi, sekitar 60 kg C m⁻³ (Page *et al.*, 2002) atau ekuivalen dengan 600 t C/ha/m. Lahan gambut di Sumatera lebih tebal sehingga mengandung C sekitar 3.000 t/ha, sedangkan gambut di Kalimantan mengandung C rata-rata 2.000 t/ha (Wahyunto *et al.*, 2003, 2004). Jadi terlihat jelas perbedaan cadangan karbon di tanah mineral dengan di tanah gambut.

Hilang atau bertambahnya cadangan karbon di tanah mineral maupun di tanah gambut disebabkan terutama oleh perubahan alih fungsi lahan. Untuk tanah mineral, perubahan penggunaan lahan dari suatu sistem ke sistem lain tentu akan mengubah cadangan karbonnya (Gambar 4).

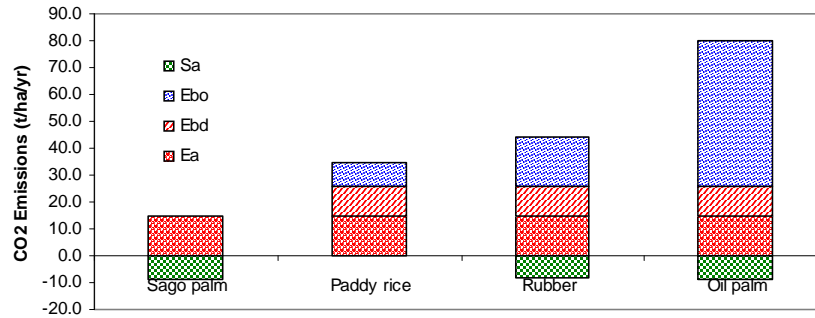
Penggunaan awal lahan menentukan jumlah *net* emisi dari perubahan penggunaan lahan. Misalnya, apabila lahan hutan primer dikonversi menjadi lahan perkebunan sawit maka terjadi *net* emisi CO₂ sebesar 325 t/ha/25 tahun (25 tahun adalah asumsi satu siklus perkebunan karet). Sebaliknya, apabila



Gambar 4. Emisi CO₂ bersih akibat perubahan penggunaan lahan (Fahmuddin Agus *et al.* 2008).

lahan semak belukar dikonversi menjadi lahan perkebunan sawit maka potensi penambatan CO₂ adalah 215 t/ha/25 tahun (Agus *et al.* 2008).

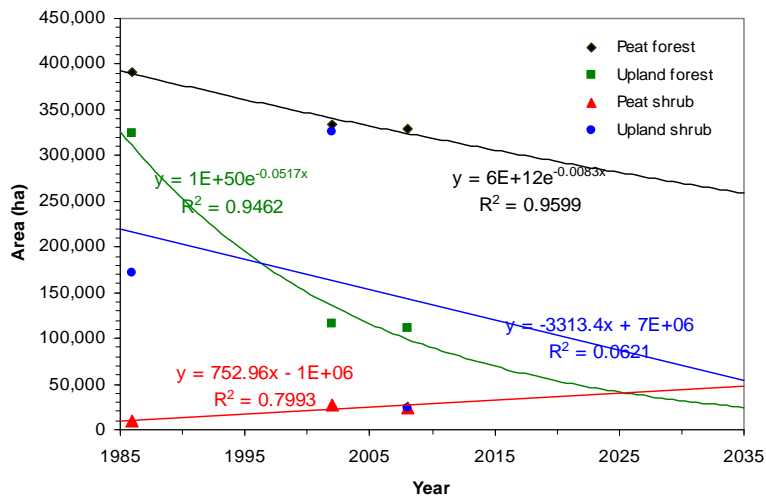
Alih fungsi lahan hutan di lahan gambut mengakibatkan hilangnya cadangan karbon yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah mineral. Hilangnya cadangan karbon tertinggi adalah akibat hilangnya sebagian karbon yang terdapat dalam bahan organik tanah gambut yang terbakar atau terdekomposisi seperti disajikan pada Gambar 5. Pada hal luas hutan gambut menurun secara drastis dalam periode 1985-2010, seperti terlihat pada Gambar 6. Jika ini dibiarkan akan banyak potensi karbon yang akan hilang.



Subsequent land uses

Keterangan: Sa = Emisi di permukaan tanah; Ebd = emisi dari kebakaran gambut, Ebo = emisi dari dekomposisi gambut dan Sa=sekuestrasi tanaman (Sumber: Fahmuddin Agus, KP3I 2008)

Gambar 5. Emisi CO2 pada berbagai penggunaan lahan.



Gambar 6. Perubahan luas hutan dan semak belukar pada lahan gambut dan lahan mineral di Kabupaten Kubu Raya dan Pontianak dari tahun 1985 sampai 2008 serta trend sampai tahun 2035 (Fahmuddin Agus *et al.*, 2010).

Peningkatan cadangan karbon dapat ditempuh melalui berbagai cara, untuk tanah mineral dengan reboisasi, atau memanfaatkan lahan alang-alang atau semak belukar menjadi lahan perkebunan. Untuk tanah gambut adalah dengan pengendalian pembukaan hutan gambut mengacu Permentan 14/2009, pemberian amelioran ke tanah gambut untuk memperlambat proses dekomposisi, pengendalian pembakaran gambut pada sistem pertanian tradisional dengan pemberian subsidi pupuk kepada petani, dan pengalihan perluasan lahan pertanian ke lahan non-gambut.

4.2. Strategi Mitigasi Nasional

Indonesia tidak termasuk negara Annex 1, dimana menurut Protokol Kyoto tidak berkewajiban melakukan mitigasi seperti negara-negara industri maju yang sudah sejak lama memiliki emisi GRK yang tinggi. Meski sebagai negara berkembang, Indonesia tetap berkomitmen menurunkan emisi GRK dengan tetap mengutamakan prinsip universal yang menjadi acuan dalam Konvensi Bumi 1992.

Strategi umum mitigasi adalah untuk mengurangi emisi GRK atau meningkatkan penyerapan GRK. Dalam rancangan Perpres RAN-GRK 2020, emisi GRK dari sektor pertanian akan diturunkan sebesar 8 juta ton CO₂ eq atas kemampuan sendiri (unilateral) atau sekitar 11 juta ton CO₂ eq dengan bantuan negara donor (multilateral).

Sasaran penurunan emisi GRK sektor pertanian adalah pada sub-sektor tanaman pangan, perkebunan, peternakan, prasarana dan sarana pertanian, dan kegiatan pendukung (Litbang Pertanian). Pencapaian sasaran penurunan emisi GRK dari sektor pertanian diupayakan melalui sembilan program, enam di tanah mineral dan tiga di lahan gambut. Program mitigasi pada tanah mineral adalah: (1) pembukaan lahan tanpa bakar dan optimalisasi pemanfaatan lahan, (2) penerapan teknologi budidaya tanaman, (3) pemanfaatan pupuk organik dan bio-pestisida, (4) pengembangan areal perkebunan di lahan tidak berhutan, terlantar, dan terdegradasi atau areal penggunaan lain (APL), (5) pemanfaatan kotoran/urine ternak/limbah pertanian untuk bio-energi dan pupuk organik, dan (6) penelitian dan pengembangan teknologi rendah emisi dan metodologi MRV sektor pertanian. Program mitigasi di tanah gambut adalah: (1) pengelolaan lahan gambut melalui pertanian berkelanjutan sesuai dengan Permentan No.14/2009, (2) rehabilitasi, reklamasi, dan revitalisasi lahan gambut terlantar/terdegradasi pada areal pertanian, dan (3) penelitian dan pengembangan teknologi serta metodologi MRV pada areal pertanian di lahan gambut.

4.3. Penjelasan Perpres 61 dan 71 Tahun 2011

Komitmen Indonesia untuk menurunkan emisi GRK sebesar 26% dengan usaha sendiri atau 41% dengan bantuan luar negeri sampai tahun 2020 telah diperkuat dengan diterbitkannya Perpres No. 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK yang berisi tentang pedoman perencanaan, pelaksanaan, monitoring, evaluasi penurunan emisi GRK dan target pada lima sektor utama, yaitu kehutanan dan lahan gambut, pertanian, energi dan transportasi, industri, dan pengelolaan limbah, serta Perpres No. 71 tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Dalam Perpres No. 71 tahun 2011 disebutkan bahwa penyelenggaraan inventarisasi GRK nasional bertujuan untuk menyediakan:

- a. Informasi secara berkala mengenai tingkat, status, kecenderungan perubahan emisi dan serapan GRK, termasuk simpanan karbon di tingkat nasional, provinsi, dan kabupaten/kota.
- b. Informasi pencapaian penurunan emisi GRK dari kegiatan mitigasi perubahan iklim nasional.

Meskipun kontribusi sektor pertanian terhadap emisi gas rumah kaca nasional relatif kecil ($\pm 7\%$), tetapi pertanian merupakan sektor yang mengalami dampak cukup besar dari perubahan iklim. Tiga faktor utama yang terkait dengan perubahan iklim global dan berdampak terhadap sektor pertanian adalah: (1) perubahan pola hujan dan iklim ekstrim (banjir dan kekeringan), (2) peningkatan suhu udara, dan (3) peningkatan muka laut.

Dalam SNC disebutkan bahwa emisi dari sektor pertanian pada tahun 2000 adalah sebesar 75,419 Gigaton CO₂e dan mencapai 80,179 Gigaton CO₂e pada tahun 2005 dengan tren meningkat setiap tahun. Gas rumah kaca dari sektor pertanian didominasi oleh CH₄ (67%) yang diemisikan oleh tanaman padi (69%) dan peternakan (28%) dari total sektor pertanian. Untuk memenuhi target penurunan emisi sampai 2020, strategi dan program mitigasi yang tepat di semua sub-sektor sangat diperlukan. Kegiatan mitigasi GRK dari sektor pertanian meliputi cakupan, cara, dan metode pengukuran, banyak dijabarkan dalam IPCC *Guideline* 2006. Badan Litbang Kementerian Pertanian dalam beberapa tahun terakhir sudah menghasilkan berbagai teknologi mitigasi GRK.

Dalam Lampiran I Perpres 61 tahun 2011 disebutkan beberapa rencana aksi, sasaran, daerah target, dan target penurunan emisi. Sektor pertanian sendiri memiliki lima rencana aksi yang telah ditetapkan untuk mendukung penurunan emisi GRK.

Tabel 3. Rencana aksi nasional untuk menurunkan emisi GRK 26% sampai tahun 2020 (tanah mineral).

NO	RENCANA AKSI	KEGIATAN/SASARAN	PERIODE	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)
1	Optimalisasi lahan	Terlaksananya pengelolaan lahan pertanian tanaman pertanian tanpa bakar seluas 300.500 ha	2011-2014	8 provinsi: Sumut, Riau, Jambi, Sumsel, Kalbar, Kalsel, Kaltim, dan Kalteng	4,81
2	Penerapan teknologi budidaya tanaman	Terlaksananya penggunaan teknologi untuk melindungi tanaman pangan dari gangguan organisme pengganggu tanaman dan dampak perubahan iklim pada lahanseluas 2,03 juta ha	2010-2014	Seluruh provinsi kecuali DKI Jakarta	32,42
3	Pemanfaatan pupuk organik dan bio-pestisida	Terlaksananya pemanfaatan pupuk organik dan biopestisida pada lahan seluas 250.000 ha	2010-2014	Seluruh provinsi	10,0
4	Pengembangan areal perkebunan (sawit, karet, kakao) di lahan tidak berhutan/lahan terlarang/lahan terdegradasi /Areal Penggunaan Lain (APL)	<p>a. Terlaksananya pengembangan areal perkebunan dan peningkatan produksi dan produktivitas, serta mutu tanaman tahunan dengan sasaran kelapa sawit seluas 860.000 ha, dan karet seluas 105.200 ha</p> <p>b. Terlaksananya pengembangan areal perkebunan dan peningkatan produksi dan produktivitas, serta mutu tanaman rempah dan penyegar, dengan sasaran kakao seluas 687.000 ha</p>	2011-2014	<p>Kelapa sawit di 19 provinsi: NAD, Sumut, Sumbar, Babel, Bengkulu, Riau, Jambi, Sumsel, Lampung, Kalbar, Kalteng, Kaltim, Kalsel, Sulteng, Sulse, Sulbar, Sultra, Papua, dan Papua Barat</p> <p>Karet di 14 provinsi: Sumut, Riau, Sumsel, Sumbar, Jambi, Kepri, Bengkulu, Babel, Lampung, Jateng, Kalbar, Kalteng, Kalsel, dan Kaltim</p> <p>Kakao di 16 provinsi: NAD, Sumut, Sumbar, Bengkulu, Lampung, Jatim, Bali, NTT, Kaltim, Kalbar, Sulbar, Sulse, Sultra, Sulteng, Maluku, dan Papua</p>	<p>Kelapa sawit : 74,53</p> <p>Karet : 2,38</p> <p>Kakao : 5,42</p>
5	Pemanfaatan kotoran/urine ternak dan limbah pertanian untuk biogas	Terlaksananya pengembangan dan pembinaan Biogas Asal Ternak Bersama Masyarakat (BATAMAS) di wilayah terpencil dan padat ternak sebanyak 1.500 kelompok Masyarakat	2010-2014	Seluruh provinsi	1,01
6	Penelitian dan Pengembangan Teknologi Rendah Emisi dan metodologi MRV di lahan pertanian	4 kegiatan untuk tanaman pangan, 12 kegiatan di sektor peternakan, 4 kegiatan untuk perkebunan, 3 kegiatan MRV			

Sumber: Lampiran I Perpres No. 61 Tahun 2011

Tabel 4. Rencana aksi nasional untuk menurunkan emisi GRK 26% sampai tahun 2020 (tanah gambut)

RENCANA AKSI	KEGIATAN/ SASARAN	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)
Pengelolaan gambut berkelanjutan untuk pertanian	325.000 ha		103,432
Rehabilitasi, reklamasi dan revitalisasi lahan gambut terdegradasi untuk pertanian	8 kegiatan		100,750
Penelitian dan pengembangan metodologi untuk MRV di lahan gambut	6 kegiatan/12 paket teknologi		

Sumber: Lampiran I Perpres No. 61 Tahun 2011

4.4. Teknologi Mitigasi

Program-program mitigasi di lahan sawah, lahan gambut, peternakan dan perkebunan yang mendukung pelaksanaan Perpres 61/2011 adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan varietas padi rendah emisi gas CH₄.
2. Penggunaan limbah pertanian untuk bioenergi dan kompos.
3. Pengembangan pupuk organik untuk peningkatan simpanan karbon dalam tanah.
4. Pengembangan teknologi biogas dan pakan untuk mengurangi emisi GRK dari ternak.
5. Optimasi lahan pertanian dengan meningkatkan produktivitas dan indeks pertanaman melalui dukungan inovasi teknologi rendah emisi GRK.
6. Perluasan areal pertanian dan perkebunan di lahan tidak produktif/terdegradasi.
7. Rehabilitasi, reklamasi, dan revitalisasi lahan gambut terlantar dan pengelolaan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan (tatakelola air dan ameliorasi).
8. Pengembangan teknologi pengelolaan lahan tanpa bakar.
9. Pengembangan ICEF (*Indonesian Carbon Efficient Farming*), ISPO (*Indonesian Sustainable Palm Oil*), dan KRPL (Kawasan Rumah Pangan Lestari).

10. Penelitian dan pengembangan teknologi rendah emisi dan MRV di sektor pertanian.
11. Pengembangan *Early Warning System* (sistem peringatan dini) terhadap kebakaran untuk mengurangi risiko kebakaran pada musim kemarau ekstrim, terutama di lahan gambut.

4.4.1 Teknologi mitigasi GRK di lahan sawah

Penggunaan varietas. GRK yang dikeluarkan oleh tanaman padi terutama adalah CH_4 . Sekitar 90% gas CH_4 dilepaskan melalui pembuluh aerenkima tanaman. Namun kemampuan dalam melepaskan gas CH_4 berbeda-beda, bergantung pada karakteristik varietas padi, seperti sifat, umur, dan aktivitas akar. Padi yang mempunyai jumlah anakan lebih banyak akan meningkatkan jumlah aerenkima, sehingga emisi gas CH_4 semakin besar. Varietas berumur panjang (dalam) menghasilkan emisi gas CH_4 yang lebih besar daripada varietas berumur pendek (genjah). Hal ini berhubungan dengan siklus hidup tanaman padi. Semakin lama periode tumbuh tanaman semakin banyak eksudat dan biomas akar yang terbentuk sehingga emisi gas CH_4 menjadi tinggi.

Eksudat merupakan senyawa organik yang mengandung gula, asam amino, dan asam organik sebagai penyusun bahan yang mudah tersedia bagi bakteri penghasil gas CH_4 . Semakin banyak dan merata perakaran tanaman semakin besar distribusi eksudat ke dalam tanah. Pembentukan gas CH_4 tidak terlepas dari kemampuan akar sebagai pengoksidasi dalam tanah. Varietas yang memiliki kapasitas pengoksidasi akar yang baik mempunyai potensi menekan emisi CH_4 . Melalui kapasitas pengoksidasi akar tersebut, pertukaran gas akan menyebabkan meningkatnya konsentrasi gas O_2 , sedangkan konsentrasi CH_4 akan teroksidasi secara biologi oleh bakteri metanotropik. Beberapa varietas menghasilkan emisi GRK rendah adalah IR64, Dodokan, Tukad Balian, Batanghari, Ciherang, dan Inpari 1. Jenis padi yang menghasilkan emisi gas CH_4 rendah adalah padi tipe baru. Padi sawah, padi pasang surut, dan padi toleran rendaman menghasilkan emisi gas CH_4 sedang, dan padi hibrida menghasilkan emisi gas CH_4 tinggi (Setyanto *et al.*, 2010).

Pemupukan. Pemberian pupuk N (urea dan ZA) pada lahan sawah merupakan suatu keharusan untuk meningkatkan produksi tanaman padi. Namun pemberian pupuk ini berpotensi menghasilkan GRK. Penggunaan ZA dengan takaran 90-115 kg N/ha, disebar tiga kali (pada 7, 21 dan 42 hari setelah tanam), menghasilkan emisi gas CH_4 yang rendah. Penggunaan urea juga berpeluang menekan emisi metana. Hal ini disebabkan karena amonium (NH_4^+) yang diserap tanaman akan diseimbangkan dengan pelepasan H^+ di sekitar perakaran, sehingga menurunkan pH di sekitar perakaran tanaman, yang selanjutnya akan menghambat perkembangan bakteri metanogen.

Teknik lain yang diketahui dapat mengurangi emisi CH_4 adalah mengkombinasikan penggunaan pupuk organik dengan pupuk N, mengaplikasikan pupuk N dengan cara membenamkan. Cara tersebut juga dapat mengurangi hilangnya N karena volatilisasi. Penggunaan pupuk anorganik agar lebih efisien dan efektif perlu didasarkan pada kebutuhan tanaman. Hal ini dapat dilihat dari warna daun padi dengan menggunakan bagan warna daun (BWD). Pupuk organik diberikan pada saat pengolahan tanah, setara 2 t/ha. Mekanisme penggunaan BWD adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran hijau daun padi dengan BWD dimulai pada saat tanaman berumur 25-28 HST dan dilanjutkan setiap 7-10 hari sekali sampai fase primordia tanaman.
- b. Pilih secara acak 10 rumpun tanaman yang sehat, letakkan bagian tengah daun di atas BWD dan bandingkan dengan warna yang terdapat pada BWD. Jika lebih dari lima dari 10 daun yang diamati warna daun di bawah skala 4 BWD, sehingga tanaman perlu dipupuk dengan 75-100 kg urea/ha pada musim hasil tinggi dan 50-75 kg/ha pada musim hasil rendah.

Pada saat pengukuran daun padi dengan BWD sebaiknya tidak menghadap sinar matahari karena akan berpengaruh terhadap hasil pengukuran. Mitigasi emisi CH_4 juga dapat ditekan dengan menggunakan pupuk silikat. Total emisi CH_4 menurun 16-20% dengan penggunaan pupuk silikat dengan takaran 4 Mg/ha dan hasil padi meningkat 13-18%. Pupuk silikat nyata mendorong pertumbuhan tanaman, khususnya biomassa akar, volume, dan porositas akar yang dapat meningkatkan konsentrasi oksigen di sekitar perakaran. Kondisi ini akan meningkatkan oksidasi CH_4 sehingga dapat mengurangi emisi CH_4 ke atmosfer (Kartikawati *et al.*, 2011).

Rejim air. Selain berpengaruh terhadap hasil padi, pemberian air juga berpengaruh terhadap volume emisi gas CH_4 . Pada kondisi tergenang, emisi gas CH_4 lebih tinggi daripada kondisi kering. Menekan emisi gas CH_4 dari sistem pengairan perlu dilakukan karena selain dapat menurunkan emisi juga dapat menghemat penggunaan air yang berlebihan. Pengairan secara terputus-putus (*intermittent*) merupakan manajemen pengairan yang paling efisien untuk mengurangi emisi gas CH_4 dari lahan sawah. Sistem pengairan yang dikombinasikan dengan olah tanah (*intermittent* + tabela + tanpa olah tanah/TOT) memberikan emisi lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan olah tanah dengan berbagai kondisi pengairan (tergenang, *intermittent*, dan macak-macam), baik dengan kombinasi tabela maupun tapin.

Pengairan *intermittent* dapat menekan emisi GRK sebesar 41-45% dibandingkan dengan pengairan terus-menerus. Pengairan *intermittent* juga berpeluang sebagai pengabsorpsi karbon, karena net karbon yang dihasilkan bernilai negatif. Dalam sistem pengairan *intermittent*, pengeringan lahan dilakukan pada saat tanaman berumur 15-20 HST, 30-35 HST, dan menjelang panen. Tinggi air untuk penggenangan lahan adalah sekitar 5 cm. Tanaman

padi yang dibudidayakan dengan pendekatan PTT (Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu) dengan pengairan *intermittent* juga menunjukkan bahwa emisi gas CH₄ yang dihasilkan rendah (78,3 kg/ha/musim) dengan hasil panen mencapai 6,76 t/ha. Pada lahan dengan pengairan *intermittent* sebaiknya dibuat sistem buka-tutup pada galengan sehingga memudahkan pengaturan air (Kartikawati *et al.*, 2011).

Herbisida dan pengelolaan lahan. Penggunaan herbisida paraquat dan glifosat dapat menurunkan emisi gas CH₄. Selain paraquat dan glifosat, aplikasi organoklorin dan hexakloro-sikloheksan (HCH) juga dapat menekan perkembangan bakteri metanogen. Meskipun herbisida dapat mereduksi emisi CH₄, penggunaannya harus sesuai dengan anjuran sehingga tidak meninggalkan residu di tanah yang akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Sistem olah tanah sempurna (OTS) yang dikombinasikan dengan pengairan tergenang menghasilkan emisi CH₄ yang cukup tinggi. Pada sistem ini tanah diolah menggunakan bajak atau cangkul pada kedalaman lapisan olah (± 20 cm).

Pada sistem OTS, fisik tanah telah terdegradasi, sedangkan sistem tanpa olah tanah (TOT) menghasilkan emisi CH₄ yang relatif lebih kecil. Pada kondisi ini fisik tanah tidak terlalu terganggu kecuali alur atau lubang tanam untuk penempatan benih sehingga degradasi lahan lebih terkendali. Sistem TOT efektif mereduksi emisi CH₄, yang berarti turut mereduksi besarnya potensi pemanasan global. Sistem TOT 12% lebih efektif dari sistem OTS. Upaya untuk mereduksi emisi GRK, terutama gas N₂O, adalah segera menanam tanaman setelah pengolahan tanah (menghindari tanah dalam keadaan bera) dan menanam tanaman penutup selama periode bera untuk mengurangi konsentrasi nitrat dan amonia di tanah, dan memberikan kapur pada lahan masam.

Besarnya emisi CO₂ yang terjadi pada lahan pertanian tidak terlepas dari teknik pengelolaan tanah. Pada lahan yang dibiarkan bera, gas CO₂ secara umum diemisikan ke atmosfer. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya pertanaman dan proses fotosintesis, sehingga tidak ada media yang berfungsi sebagai penyerap CO₂. Gulma (famili graminiae) yang terdapat pada pertanaman juga memberikan kontribusi terhadap emisi CH₄, sehingga diperlukan upaya untuk menekan emisi. Sebelum tanam, gulma dikendalikan dengan herbisida yang mudah terdegradasi, tidak menimbulkan polusi, dan tidak merusak lingkungan. Sisa-sisa tanaman pada musim sebelumnya dimanfaatkan untuk menutupi tanah yang berfungsi menekan pertumbuhan gulma dan mengawetkan tanah dan air (Setyanto *et al.*, 2009).

Penggunaan Zat Penghambat Nitrifikasi (*Nitrification inhibitor*)

Pengelolaan penggunaan pupuk N berperan penting dalam meminimalisasi residu nitrat tanah yang dapat membantu menurunkan peningkatan emisi N_2O . Hasil penelitian Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (2009, 2010) menunjukkan penggunaan urea+hydroquinone (HQ)+DCD dapat menurunkan emisi N_2O dan CH_4 masing-masing sebesar 30% dan 50% dibandingkan dengan kontrol. Beberapa bahan penghambat nitrifikasi dari industri kimia antara lain dicycendiamine (DCD), *nitrapyrin*, *encapsulated calcium carbide* (ECC), *N-2,5-dichlorophenil succinamic acid* (DCS). Bahan-bahan tersebut nyata dapat mereduksi emisi N_2O dan meningkatkan produksi padi.

Selain itu penggunaan *S-benzylisothiuronium butanoate* (SBTbutanoate) dan *S-benzylisothiuronium furoate* (SBT-furoate) pada pertanaman gandum mampu mereduksi potensi pemanasan global sebesar 8,9–19,5%. Bahan penghambat nitrifikasi lainnya adalah *3,4-dimethylpyrazole phosphate* (DMPP), *2-chloro-6 (trichloromethyl) pyridine*, *sulfathiazole*, *2-amino-4-chloro-6-methyl pyrimidine*, *2 mercaptobenzothiazole*, *thiourea*, *5-ethoxy-3-trichloromethyl-1,2,4-thiadiazole (terrazole)*, dan *karbofuran (2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil metilkarbamat)*.

Selain dari industri kimia, beberapa bahan tanaman dapat berfungsi sebagai zat penghambat nitrifikasi, di antaranya tanaman babadotan (*Ageratum conyzoides*), kunyit (*Curcuma domestica* Val.), daun randu (*Ceiba pentandra* Gaertn.), bakau (*Rhizophora conjugata* Linn., mimba (*Azadirachta indica*), dan belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). Penggunaan biji mimba (20 kg/ha) dapat menurunkan fluks N_2O sebesar 48,9% di lahan sawah tadah hujan. Biji mimba mengandung senyawa polifenol (0,13% tanin). Polifenol dalam tanah dapat menghambat aktivitas bakteri nitrifikasi dan denitrifikasi.

Penerapan teknologi budidaya tanaman. Rencana kegiatan ini dititikberatkan pada pelaksanaan Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu (PTT) yang di kombinasikan dengan beberapa teknologi pertanaman padi rendah emisi GRK. Mitigasi GRK dari lahan sawah menjadi salah satu kegiatan utama dalam agenda nasional, karena lahan sawah merupakan sumber emisi gas CH_4 terbesar yang mempunyai potensi pemanasan global 23 kali lipat CO_2 serta gas N_2O dari kegiatan pemupukan dengan potensi pemanasan global 296 kali lipat CO_2 (IPCC, 1996). Untuk tanaman pangan terutama padi sawah yang merupakan sumber utama emisi GRK terbesar sektor pertanian, beberapa teknologi mitigasi telah dikembangkan, salah satunya tercantum dalam *road map* program mitigasi nasional, yaitu penggunaan varietas padi rendah emisi. Tanaman padi mempunyai jaringan aerenkima yang berfungsi sebagai cerobong keluarnya gas CH_4 dari dalam tanah ke atmosfer. Teknologi pemupukan, pengaturan air, pengolahan tanah, dan penggunaan bahan penghambat nitrifikasi juga merupakan teknologi yang mampu menurunkan emisi GRK dari lahan sawah (Setyanto *et al.*, 2004).

Tanaman pangan merupakan subsektor terpenting dalam kegiatan pertanian, Dalam lima tahun terakhir sektor pertanian berhasil meningkatkan produksi padi dari 54,1 juta ton GKG pada tahun 2004 menjadi 60,3 juta ton GKG pada 2008 atau meningkat rata-rata 2,8 % per tahun, bahkan laju peningkatan produksi padi dalam tiga tahun terakhir (2006-2008) mencapai 5,2% per tahun. Kenaikan produksi ini menjadikan Indonesia kembali berswasembada beras pada tahun 2008. Selain padi, produksi jagung dan kedelai juga mengalami peningkatan masing-masing sebesar 9,5% dan 3,14% per tahun (Ditjen Tanaman Pangan, 2009; Apriyanto, *et al.* 2009 dalam ICCSR 2010).

Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) padi sawah merupakan pendekatan penerapan beberapa komponen teknologi yang sesuai dalam usahatani padi sawah, meliputi varietas unggul, benih bermutu, bibit muda, jumlah bibit dan sistem tanam (populasi), pemupukan N berdasarkan Bagan Warna Daun (BWD), bahan organik, pengairan berselang (*intermittent irrigation*), pengendalian gulma secara terpadu, pengendalian hama dan penyakit secara terpadu, penanganan panen dan pascapanen dengan tujuan untuk mempertahankan atau meningkatkan produktivitas padi secara berkelanjutan (*sustainable*) dan efisiensi produksi dengan memperhatikan sumber daya, kemampuan, dan kemauan petani (Suyanto *et al.*, 2007).

Penerapan PTT padi sawah di Sukamandi menghasilkan 8-9 ton GKG/ha/musim tanam, 1-2 ton/ha lebih tinggi dari hasil padi yang dibudidayakan secara konvensional. Pada tingkat pengkajian di lahan petani di 18 lokasi pada 10 provinsi, produktivitas padi meningkat rata-rata 27% (6,5-8,0 ton/ha). Dengan pendekatan tersebut yang di kombinasikan dengan teknologi rendah emisi diharapkan tujuan mitigasi GRK dari lahan sawah dapat tercapai tanpa mengenyampingkan produktivitas. Sasaran dari kegiatan ini adalah semua lokasi pertanaman padi di semua propinsi di Indonesia, kecuali DKI Jakarta.

4.2.2. Teknologi Mitigasi GRK di Lahan Gambut

Ameliorasi. Amelioran adalah bahan yang dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan kondisi fisik dan kimia. Kriteria amelioran yang baik bagi lahan gambut adalah: (1) memiliki kejenuhan basa (KB) tinggi, (2) mampu meningkatkan pH secara nyata, (3) mampu memperbaiki struktur tanah, (4) memiliki kandungan unsur hara yang lengkap, dan (5) mampu menetralkan senyawa beracun, terutama asam-asam organik. Amelioran dapat berupa bahan organik maupun anorganik. Pemberian bahan amelioran seperti pupuk organik, tanah mineral, zeolit, dolomit, fosfat alam, pupuk kandang, kapur pertanian, abu sekam, purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dapat meningkatkan pH tanah dan basa-basa tanah (Subiksa *et al.*, 1997; Mario, 2002; Salampak, 1999).

Penambahan bahan amelioran yang banyak mengandung kation polivalen juga dapat mengurangi pengaruh buruk asam-asam organik beracun. Penambahan kation Fe^{3+} sebagai bahan amelioran digunakan untuk menekan emisi gas metana pada lahan gambut (Sulistiyono, 2000; Situmorang dan Untung, 2001). Pertumbuhan tanaman lebih baik dengan penambahan bahan amelioran Fe^{3+} pada tanah gambut pantai saprik hingga takaran 2,5% erapan maksimum Fe^{3+} yang ditunjukkan oleh bobot kering tanaman tertinggi 13,7 g/pot (Murnita, 2001). Penambahan pupuk silikat yang mengandung besi nyata menurunkan emisi CH_4 pada lahan sawah, 16-20% dibanding kontrol dan meningkatkan hasil padi 13-18% pada takaran 4 Mg/ha (Ali *et al.*, 2008). Percobaan Saragih (1996) menunjukkan Fe^{3+} mempunyai ikatan kation yang kuat dan kestabilan yang tinggi berdasarkan urutan kestabilan kompleks antara kation logam dengan organik. Fe^{3+} dapat mengikat asam-asam organik yang merupakan sumber energi dari bakteri penghasil metana (metanogen). Menurut Setyanto (2004), semakin kaya kandungan oksidan dalam tanah, CH_4 semakin lama dibentuk.

Pembukaan lahan gambut. Pada lampiran Permentan No. 14 tahun 2009 telah dijelaskan lahan gambut yang diperbolehkan untuk areal perkebunan dengan memenuhi kriteria yang dapat menjamin kelestarian fungsi lahan gambut, yaitu hanya diusahakan pada lahan masyarakat dan kawasan budidaya. Kawasan budidaya tersebut dapat berasal dari kawasan hutan yang telah dilepas dan/atau areal penggunaan lain (APL) untuk usaha budidaya kelapa sawit, dalam bentuk hamparan dengan ketebalan gambut kurang dari 3 m. Proporsi lahan dengan ketebalan gambut kurang dari 3 m minimal 70% dari luas areal yang diusahakan.

- a. substratum tanah mineral di bawah gambut bukan pasir kuarsa dan bukan tanah sulfat masam.
 1. Lapisan pasir kuarsa di bawah gambut merupakan lapisan mineral yang tidak tercampur dengan tanah liat dan terdiri atas pasir murni sehingga tidak layak untuk usaha budidaya.
 2. Lapisan tanah sulfat masam merupakan lahan pasang surut yang tanahnya mempunyai lapisan pirit atau sulfidik berkadar lebih besar dari 2% pada kedalaman kurang dari 50 (lima puluh) cm di bawah permukaan tanah gambut. Pirit merupakan bahan mineral yang berasal dari endapan laut (*marine*) yang kaya akan besi dan sulfida dalam keadaan *anaerob*, dan kaya bahan organik.
- (b) Tingkat kematangan gambut saprik (matang) atau hemik (setengah matang).
 1. Gambut matang (saprik) adalah gambut yang sudah melapuk lanjut, bahan asalnya tidak dikenali, berwarna coklat tua sampai hitam, dan apabila diremas kandungan seratnya kurang dari 15%.

2. Gambut setengah matang (hemik) adalah gambut setengah lapuk, sebagian bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna coklat, dan apabila diremas bahan seratnya 15-75%.
- (c) Tingkat kesuburan tanah gambut eutropik.
Tingkat kesuburan tanah dalam kategori eutropik adalah tingkat kesuburan gambut dengan kandungan unsur hara makro dan mikro yang cukup untuk budidaya kelapa sawit sebagai pengaruh luapan air sungai dan/atau pasang surut air laut.

Penggunaan varietas rendah emisi CH_4 . Pada lahan gambut yang disawahkan terdapat varietas padi yang rendah emisi CH_4 . Jumlah anakan dan tinggi tanaman merupakan faktor penentu volume emisi CH_4 yang dilepaskan dari tanah sawah. Semakin banyak jumlah anakan semakin banyak cerobong yang menghubungkan antara rhizosfer dan atmosfer sehingga semakin banyak pula emisi CH_4 . Semakin banyak jumlah anakan semakin meningkat kerapatan dan jumlah pembuluh aerenkima, sehingga kapasitas angkut CH_4 menjadi besar.

Faktor lain yang berpengaruh adalah perbedaan kapastias oksidasi akar dalam menghasilkan eksudat akar. Sekitar 90% gas CH_4 dikeluarkan melalui tanaman padi yang mempunyai ruang udara pada pembuluh aerenkima daun, batang, dan akar. Pembuluh tersebut bertindak sebagai cerobong (*chimney*) bagi pelepasan CH_4 ke atmosfer. Umur tanaman berpengaruh terhadap hubungan tinggi tanaman dengan fluks CH_4 dan hubungan jumlah anakan dengan fluks CH_4 . Varietas Batanghari merupakan salah satu varietas padi pasang surut atau lahan gambut yang mempunyai potensi emisi CH_4 rendah (Susilawati *et al.*, 2009 dan Setyanto *et al.*, 2009).

4.2.3. Teknologi Mitigasi GRK di Subsektor Perkebunan

Optimalisasi lahan tanpa bakar.

Rencana kegiatan untuk optimalisasi lahan pertanian (pangan maupun perkebunan) tanpa pembakaran menjadi salah satu kegiatan utama untuk mitigasi GRK sektor pertanian, karena proses pembakaran akan menghasilkan gas-gas rumah kaca seperti CO_2 , CO, N_2O , dan NOx yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Mekanisme pembakaran lahan seringkali digunakan petani, terutama pada saat pembukaan lahan baru dan pembersihan lahan setelah panen. Masalah ini dapat diatasi dengan penyediaan insentif (*payment for environmental service/PES*) bagi masyarakat lokal yang menerapkan teknik pembukaan lahan tanpa bakar (PLTB), terutama bagi petani karet dan kelapa sawit, serta mekanisme pemberian sanksi bagi perusahaan perkebunan yang menerapkan teknik pembakaran dalam persiapan lahan (ICCSR, 2010).

Pengembangan areal perkebunan di lahan terdegradasi.

Kegiatan utama pada sektor perkebunan terutama difokuskan pada tiga komoditas utama, yaitu sawit, karet, dan kakao. Ketiga komoditas ini mempunyai posisi yang strategis dalam mendukung perekonomian nasional, antara lain sebagai bahan baku industri dan komoditas ekspor yang paling dominan menghasilkan devisa, sebagai bahan baku energi terbarukan (bioenergi), dan penyerapan tenaga kerja. Subsektor perkebunan juga memiliki fungsi ekologis yang lebih unggul, terutama dalam menyerap karbon dioksida. Oleh sebab itu, subsektor perkebunan berperan strategis dalam mitigasi perubahan iklim dan pada gilirannya berpotensi dalam perdagangan karbon (*carbon trading*). Sasaran pengembangan areal perkebunan ini terutama pada lahan yang tidak berhutan atau terdegradasi, sehingga selain dapat menyediakan produk perkebunan juga fungsi sebagai penyerap karbon dan menurunkan emisi GRK. Akan tetapi, areal perkebunan, khususnya kelapa sawit, dalam beberapa tahun terakhir meluas ke lahan gambut. Pembukaan lahan gambut menjadi kontroversi dan polemik internasional karena berpotensi meningkatkan emisi GRK. Penelitian dan pengembangan teknologi perkebunan di lahan gambut yang rendah emisi GRK masih dikembangkan.

4.2.4. Teknologi Mitigasi GRK di Subsektor Peternakan

Kotoran/urine ternak dan limbah pertanian untuk biogas

Sasaran dari kegiatan ini adalah pemanfaatan produk biogas, terutama untuk keperluan rumah tangga petani, sehingga diharapkan akan ada penghematan energi listrik dan ekonomi rumah tangga petani. Biogas dapat berasal dari kotoran ternak yang langsung digunakan sebagai inputnya atau limbah pertanian terutama jerami padi yang telah difermentasi. Sistem Integrasi Tanaman-Ternak adalah salah satu model pengelolaan pertanian yang cocok diterapkan dalam kaitannya dengan penggunaan biogas.

Penggunaan biogas, selain adanya optimasi di sektor pertanian, sektor energi juga memperoleh manfaatnya. Pemanfaatan limbah ternak sebagai sumber bioenergi atau biogas relevan dengan program nasional. Saat ini pemerintah Indonesia terus berupaya menciptakan sumber daya terbarukan dan energi ramah lingkungan. Bioenergi dari limbah ternak yang diolah dalam digester dapat mengurangi emisi metana sampai 80%. Produk samping digester adalah pupuk organik yang dapat digunakan untuk tanaman dan memiliki nilai ekonomi cukup tinggi. Program ini memerlukan investasi dalam jumlah besar.

Perbaikan kualitas pakan ternak dan suplemen

Perbaikan kualitas pakan ternak dapat mengurangi produksi metana hingga 20%. Kualitas pakan ternak dapat diperbaiki melalui penggunaan bahan lokal berkualitas, seperti kacang-kacangan dan rumput berkualitas tinggi, peningkatan konsentrasi rasio hijauan.

Penggunaan suplemen mineral dalam bentuk pakan blok (FBS) pada ternak telah dipraktekkan peternak dalam skala terbatas. Hasil penelitian menunjukkan, pemberian suplemen mineral pada ternak meningkatkan produktivitas dan menurunkan pembentukan gas metana sampai 15% (Suryahadi *et al.*, 2007). Program suplemen mineral memiliki keuntungan karena mudah diaplikasikan dan lebih sedikit risiko kegagalan.

Program pemuliaan jangka panjang

Perbaikan perkembangbiakan ternak dapat mengurangi emisi metana sebesar 10%. Melalui program pemuliaan, ternak akan berkembang biak dan dapat beradaptasi terhadap iklim, produktivitas lebih tinggi, dan bakteri metanogenik berkurang sehingga produksi metana juga berkurang. Program ini memerlukan investasi yang tinggi sehingga dukungan pemerintah sangat diperlukan.

Pemanfaatan pupuk organik dan biopestisida

Kegiatan ini terutama pada daerah dengan jenis tanah miskin unsur hara sehingga diperlukan masukan bahan organik dalam jumlah besar. Penggunaan pupuk organik juga dapat mengurangi limbah pertanian dan peternakan dengan memanfaatkannya sebagai kompos. Akan tetapi, penggunaan pupuk organik secara inefisien, terutama urea, dapat meningkatkan emisi GRK terutama N_2O . Biopestisida digunakan terutama untuk mengurangi residu bahan agrokimia di lahan pertanian yang dapat bersifat toksik.

V. MRV DAN KELEMBAGAAN

Istilah MRV saat ini sudah mulai dikenal oleh para pengambil kebijakan di tingkat nasional sejak pertama kali dicetuskan dalam acara *Bali Action Plan* pada COP 13 di Bali pada tahun 2007. MRV pada dasarnya adalah sistem monitoring terhadap keinginan bersama agar perubahan iklim tidak berjalan drastis dengan mengurangi emisi GRK dari sumber-sumber yang teridentifikasi sebagai emitor utama GRK.

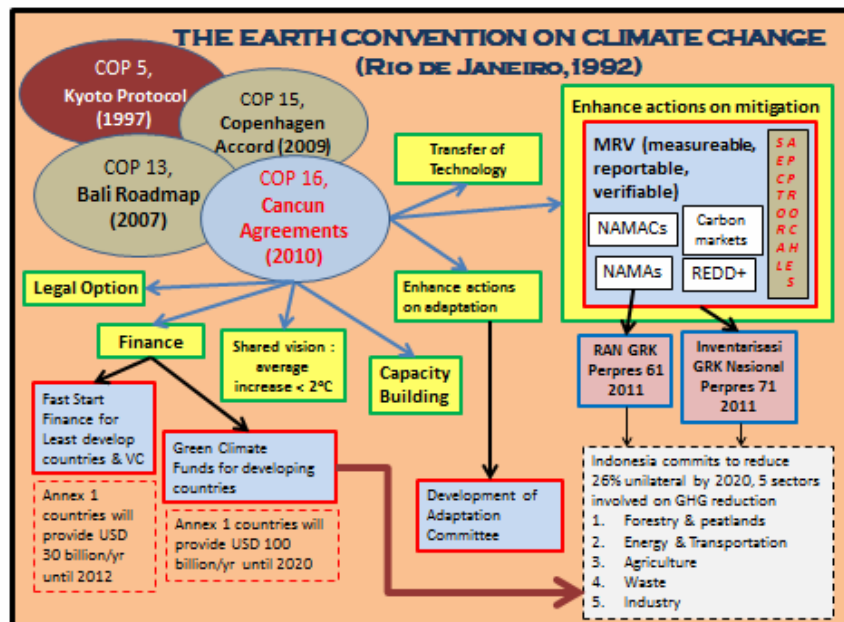
5.1. Pengertian MRV

MRV adalah singkatan dari *Measureable, Reportable, dan Verifiable*, atau dalam bahasa Indonesia diterjemahkan sebagai terukur, dilaporkan, dan terverifikasi. Singkatan ini sering mencuat dalam perundingan perubahan iklim di UNFCCC (*United National Framework Convention on Climate Change*, Kerangka Kerja PBB untuk Konvensi Perubahan Iklim). Menurut Breidenich (2009), MRV mempunyai nilai ketepatan yang tinggi dan dapat dipertanggungjawabkan sehingga mampu menyediakan informasi yang dapat diperiksa keakuratannya dan dapat dipercaya.

Salah satu agenda kegiatan dari UNFCCC adalah pertemuan rutin Konferensi Para Pihak (*Conference of Parties, COP*). Pada COP 13 yang diselenggarakan di Bali pada tahun 2007 dihasilkan rencana aksi yang lebih dikenal dengan Bali Action Plan (BAP). Tujuan utama UNFCCC adalah “Untuk mencapai ... stabilisasi konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer pada tingkat yang tidak membahayakan sistem iklim”. Konvensi tidak mendefinisikan secara spesifik seberapa besar “tingkat membahayakan”, dan kapan waktu pelaksanaan aksi mitigasi. Tetapi konvensi menyebutkan bahwa tingkat stabilisasi harus dicapai dalam periode waktu yang mencukupi: (1) bagi ekosistem untuk beradaptasi secara alami terhadap perubahan iklim, (2) untuk menjamin produksi pangan tidak terancam, dan (3) untuk membangun ekonomi secara berkelanjutan.

Pertemuan COP 13 di Bali mempunyai agenda penting karena negara-negara peserta harus mendiskusikan dan memutuskan langkah ke depan untuk mengatasi rejim iklim global pasca-berakhirnya Protokol Kyoto pada tahun 2012. BAP berisi rumusan tentang mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim yang harus dilakukan oleh negara-negara anggota yang dikategorikan dalam dua kelompok, yaitu negara maju dan negara berkembang. Rumusan ini kemudian dibahas lebih lanjut untuk ditetapkan sebagai komitmen bersama dalam pertemuan COP selanjutnya.

Rumusan dari *Bali Action Plan* tentang mitigasi perubahan iklim pada dasarnya adalah peningkatan kegiatan mitigasi perubahan iklim di tingkat nasional maupun internasional melalui komitmen atau kegiatan bersama yang



Gambar 6. Perkembangan secara ringkas perundingan perubahan iklim yang diselenggarakan oleh UNFCCC.

dapat diukur, dilaporkan, dan diverifikasi di antara semua negara dengan prinsip *common but differentiated responsibility and respected capacity*. Konsep dapat diukur, dilaporkan, dan diverifikasi (MRV) kemudian menjadi faktor kunci dalam kegiatan mitigasi perubahan iklim.

Secara ringkas, proses perundingan perubahan iklim di UNFCCC dan kaitannya dengan isu-isu yang berkembang seperti *legal option*, *finance*, *shared vision*, *capacity building*, *transfer of technology*, *enhanced action on adaptation*, dan *enhanced action on mitigation* diilustrasikan pada Gambar 6. MRV berada dalam konteks *enhanced actions on mitigation* dimana di dalamnya terdapat NAMACs, NAMAs, *Carbon Market*, REDD+ dan *sectoral approaches*, yang semua sistem monitoringnya terhadap penurunan emisi harus memiliki nilai MRV dengan prinsip *Common but Differentiated Responsibilities and Specific Capabilities*.

5.1.1 Measurable (Terukur)

Typically, "measurement," is used in connection with quantifiable attributes, such as volume, mass, distance, area, time, and temperature, which can be characterized and determined very precisely (Breidenich, 2009).

Pengukuran merupakan kunci penting untuk memulai berbagai macam kegiatan mitigasi perubahan iklim. Berbicara tentang pengukuran, berarti bicara tentang apa yang dapat diukur. Kegiatan mitigasi yang dilakukan oleh satu negara harus dapat diukur secara kuantitatif, karena dari kegiatan pengukuran ini akan diperoleh data untuk inventori. Mengenai kegiatan inventori gas rumah kaca dan perubahan rosotnya, semua negara telah berkomitmen untuk mengembangkan, meng-update secara berkala, menerbitkan dan menyediakan data untuk kegiatan COP (UNFCCC, 2002). Dengan banyaknya data yang mungkin tersedia, dapat dibayangkan betapa banyak cara yang dapat dipakai oleh masing-masing negara untuk menyatakan status emisi dari masing-masing negara. Untuk menyeragamkan hasilnya, maka data pengukuran harus dinyatakan dalam ton CO₂-equivalent.

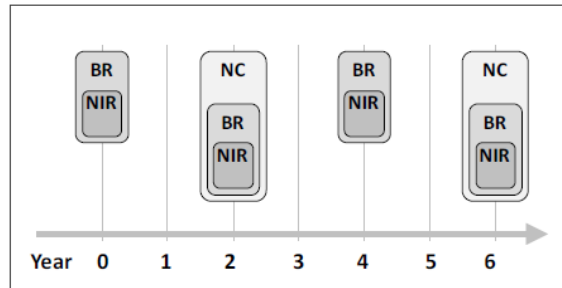
5.1.2. Reportable (Terlaporkan)

Successful reporting is a function of two factors: (1) the precision and reliability of the reported information, which brings us back to the issue of measurement, and (2) the degree to which information is presented in a transparent and standardized way that allows comparisons between reports and verification (Breidenich, 2009)

Semua pihak yang terlibat dalam UNFCCC telah berkomitmen untuk membuat laporan tentang hasil kegiatan mitigasi perubahan iklim yang telah mereka lakukan di masing-masing negara (Winkler, 2008). Negara berkembang yang tergabung dalam negara non-Annex 1 dari UNFCCC, harus membuat laporan secara berkala dengan periode yang lebih jarang dibanding negara-negara Annex I, untuk memonitor tren jangka panjang, misalnya setiap 2-3 tahun sekali. International Consultation and Analysis (ICA) dibentuk untuk meningkatkan mutu laporan, komunikasi nasional, dan transparansi tindakan mitigasi dari negara-negara non-Annex-1. Dengan adanya *Bienial Update Report (BUR)* mewajibkan negara-negara berkembang untuk melaporkan inventory ke UNFCCC setiap dua tahun sekali mulai tahun 2014.

Laporan dua tahunan ini mencakup inventarisasi GRK dan inventarisasi nasional, informasi tindakan mitigasi, dan informasi tentang dukungan keuangan, teknis dan kapasitas yang dibutuhkan dan diterima. Keputusan dalam COP 16 menunjukkan bahwa laporan dua tahunan ICA dari negara-negara berkembang akan mempertimbangkan informasi metodologi dan asumsi, kemajuan pelaksanaan dan pengukuran dalam negeri, pelaporan dan verifikasi. Beberapa topik yang saat ini disertakan dalam komunikasi nasional tidak disebutkan dalam keputusan COP 16 untuk dimasukkan ke dalam laporan dua tahunan. Termasuk didalamnya informasi tentang kerentanan, dampak perubahan iklim dan adaptasi, penelitian dan pengamatan yang sistematis, pendidikan, pelatihan dan kesadaran publik, dan keadaan nasional.

NC = National communication BR = Biennial report NIR = National inventory report



Gambar. Skema Biennial Report untuk negara-negara berkembang.

Kegiatan utama inventori GRK adalah mengukur emisi bukan reduksinya. Kegiatan mitigasi GRK seperti terlampir dalam BAP tidak dapat secara parsial, semua harus saling mendukung, antara negara maju dan negara berkembang. Dalam laporan hasil kegiatan mitigasi, termasuk juga didalamnya data mengenai biaya untuk mitigasinya dan dampak dari kegiatan itu sendiri secara luas. Pembuatan laporan ini sesuai dengan komitmen bersama semua pihak untuk memudahkan penyusunan langkah-langkah ke depan dalam menghadapi perubahan iklim yang terjadi secara global tanpa memperhatikan negara.

Untuk mengakomodasi konsultasi dan berbagi pandangan di antara para pihak terkait laporan hasil kegiatan, dibentuk International Consultation and Analysis (ICA). Institusi ini berada di bawah UNFCCC yang dibentuk untuk melengkapi kelembagaan MRV di tingkat internasional.

Decides to conduct a process for international consultations and analysis of biennial reports in the Subsidiary Body on Implementation, in a manner that is non-intrusive, non-punitive and respectful of national sovereignty; [t]he international consultations and analysis aim to increase transparency of mitigation actions and their effects, through analysis by technical experts in consultation with the Party concerned, and through a facilitative sharing of views, and will result in a summary report.

Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan transparansi kegiatan mitigasi GRK dan dampaknya. Tugasnya adalah:

- untuk meningkatkan dialog antar-negara dan memfasilitasinya untuk dapat berbagi pandangan dan pengalaman tentang respons kebijakan iklim;
- untuk meningkatkan pelaporan data iklim yang relevan dan informasi pembaruan laporan dari waktu ke waktu;
- untuk membangun laporan internasional terbaru yang sebanding dan konsisten secara transparan dan akurat.

Tantangan utama adalah merancang proses non-intrusif ICA yang menghormati kedaulatan nasional, menghormati keterbatasan sumber daya, dan meningkatkan transparansi sistem pelaporan mitigasi dan dampaknya. Dengan demikian, hasilnya fokus pada proses kolaboratif yang membantu para pihak untuk meningkatkan pelaporan, seperti konsultasi yang sedang berlangsung intensif dengan pihak yang bersangkutan, penyediaan rekomendasi, atau peningkatan keuangan, teknologi, dan dukungan pengembangan kapasitas.

ICA dapat dibagi ke dalam komponen konstituen berikut:

- aktor yang terlibat, termasuk pihak yang bersangkutan, tim ahli teknis, peserta lain, dan pemangku kepentingan nasional dan internasional lainnya;
- tindakan yang dilakukan oleh aktor, misalnya analisis, konsultasi;
- dokumen, termasuk update laporan, ringkasan laporan, dan dokumen berpotensi menengah.

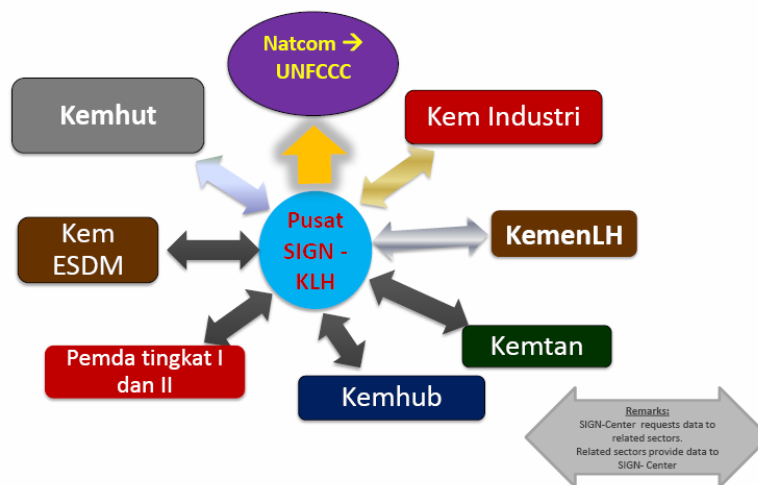
Waktu pelaporan pada ICA harus diatur sedemikian rupa agar para pihak yang bersangkutan masih mempunyai cukup waktu untuk melaksanakan semua rekomendasi sebelum *update* laporan berikutnya.

5.1.3. *Verifiable* (Terverifikasi)

Verification generally refers to the process of independently checking the accuracy and reliability of reported information or the procedures used to generate information, although the term is occasionally used differently in international law (Breidenich, 2009).

Reduksi emisi GRK telah banyak dilakukan dengan beragam kegiatan, dalam jangka panjang dan dapat diukur. Oleh karena itu, verifikasi sangat penting untuk dilakukan. Kegiatan verifikasi, terutama di negara berkembang, dapat dilakukan oleh suatu lembaga/institusi dalam negeri dengan menggunakan standar pengukuran internasional, misalnya ISO atau IPCC.

Kegiatan mitigasi yang dibiayai dari luar negeri, diverifikasi oleh lembaga internasional, sedangkan kegiatan mitigasi yang dibiayai dari dalam negeri, diverifikasi oleh lembaga dalam negeri, dalam hal ini akan diakomodasi oleh Kementerian Lingkungan Hidup (Gambar 7). Untuk meyakini keakuratannya, dapat pula diverifikasi oleh negara berkembang lainnya. Verifikasi dari hasil kegiatan inventori GRK menjadi penting, karena untuk memastikan keakuratan data yang diperoleh tidak hanya oleh satu pihak mengingat pentingnya data setelah dipublikasikan sebagai masukan dalam penyusunan rencana aksi selanjutnya untuk menghadapi perubahan iklim global (Winkler, 2008).



Gambar 7. Mekanisme pelaporan untuk inventarisasi GRK nasional. SIGN (Sistem Inventarisasi GRK Nasional) akan dibangun di Kementerian Lingkungan Hidup.

5.2. Mekanisme MRV di Tingkat Nasional

Peran MRV

- Seluruh negara yang meratifikasi Konvensi Bumi 1992 harus melakukan upaya pengurangan emisi GRK ke atmosfer guna mencegah kenaikan suhu bumi dengan prinsip “*common but differentiated responsibilities and respective capabilities (CBDR)*” serta memperhatikan “*historical responsibilities*” dari emisi GRK setiap negara.
- Upaya penurunan emisi GRK, baik oleh negara maju maupun negara berkembang, harus *Measureable, Reportable* dan *Verifiable* dengan tetap memegang prinsip *CBDR*.
- MRV pada dasarnya adalah monitoring dan evaluasi (Monev) terhadap kegiatan mitigasi. Dalam pelaksanaannya, MRV berpegang pada prinsip TACCC (*Transparent, Accurate, Comparable, Consistent and Complete*).

Tahapan penyiapan MRV

1. Pembangunan sistem register untuk NAMACs (*Nationally Appropriate Mitigation Actions or Commitments by Developed Countries*) dan NAMAs untuk *unilateral commitment* (26%) dan *international seeking support* (41%).
2. Penyusunan kerangka kerja yang mengatur sistem verifikasi bagi NAMAs *seeking international supports* secara internasional.

3. Pembangunan sistem MRV bagi bantuan dari negara maju yang akan digunakan dalam NAMAs *seeking international supports*.
4. Elaborasi dari peran Rencana Aksi Nasional penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN GRK) dan *National Communication* dalam penerapan sistem MRV.

Kebutuhan data MRV

1. Jenis aksi yang akan di-MRV-kan. Misalnya dalam Perpres No. 61 tentang RAN GRK perlu diputuskan untuk diregister sebagai NAMAs yang bersifat *unilateral* dan *international seeking support*.
2. Lingkup sektor yang dicantumkan dalam Rencana Aksi Nasional (RAN) dan Rencana Aksi Daerah (RAD).
3. *Baseline* untuk pengukuran pengurangan emisi: terkait dengan besaran emisi GRK dari sektor saat ini dalam kondisi *business as usual* (BAU), target pengurangan emisi, dan tahun target tersebut ingin dicapai.
4. Besaran pengurangan emisi: perlu sistem pendataan yang konsisten untuk memperoleh informasi pengurangan emisi yang dapat diukur. Misalnya luas lahan pertanian yang menerapkan sistem pengelolaan tanaman terpadu (PTT) dengan sistem pengairan *intermittent* (dimana, berapa luas, kapan petani melaksanakan).
5. Mekanisme pelaporan: terkait dengan apa, kapan, dimana, siapa yang melakukan, dan yang berwenang dalam membuat laporan dan substansi pelaporan, baik di tingkat nasional maupun daerah.
6. Mekanisme verifikasi: terkait dengan apa, kapan, dimana, siapa yang melakukan dan berwenang dalam melakukan verifikasi, baik di tingkat nasional maupun daerah.
7. Jangka waktu aksi: pada Perpres 61/2011, jangka waktu pelaksanaan Rencana Aksi Penurunan Emisi GRK (RAN-GRK) adalah sampai tahun 2020.

Prinsip dasar dalam membangun inventory GRK

1. **Transparan (*Transparency*)**: semua dokumen dan sumber data yang digunakan dalam penyusunan inventori tersedia dan terdokumentasi dengan baik sehingga dapat diketahui dan mudah dilacak bagaimana inventori tersebut disusun.
2. **Akurat (*Accuracy*)**: inventori yang disusun diupayakan sedapat mungkin tidak *under* atau *over estimate* dengan menggunakan metodologi yang jelas.
3. **Komplit (*Completeness*)**: mencakup semua jenis GRK dari semua sumber emisi dan rosotnya. Apabila terdapat sumber emisi dan rosot yang tidak diperhitungkan dalam pelaporan inventarisasi sebelumnya harus disebutkan yang disertai oleh justifikasi.

- 4 **Konsisten (*Consistency*):** estimasi emisi GRK dan serapan untuk semua tahun harus menggunakan metode yang sama dengan sumber dan rosot yang sama sehingga perbedaan emisi GRK antar-tahun betul-betul merefleksikan perubahan emisi dari tahun ke tahun, bukan sebagai akibat perubahan metode yang digunakan atau bertambah/berkurangnya sumber atau rosot.
- 5 **Komparabel (*Comparability*):** inventarisasi GRK dilaporkan sedemikian rupa sehingga dapat diperbandingkan dengan inventarisasi GRK negara lain.

Kesepakatan para pihak untuk inventori GRK

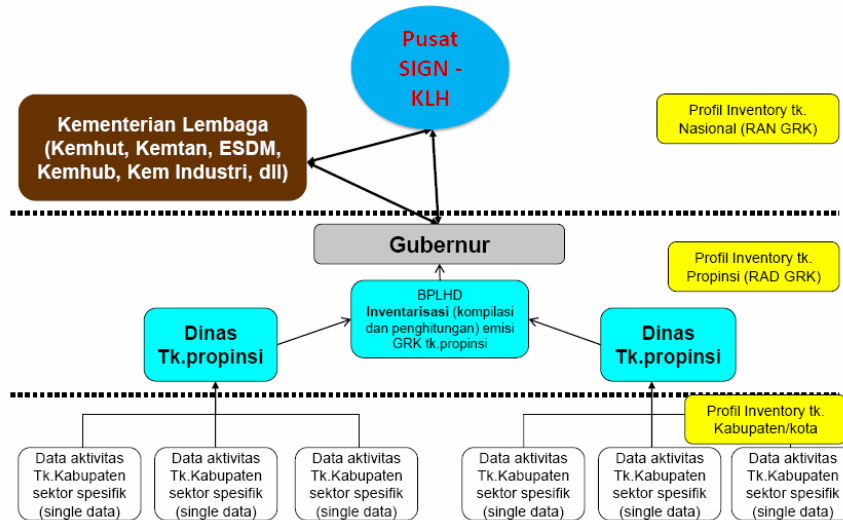
Para pihak setuju membangun, meng*update* secara periodik, menyediakan informasi inventarisasi emisi nasional menurut sumber (*source*) dan rosot (*sink*) untuk semua jenis gas yang tidak diatur dalam Protokol Montreal, dengan menggunakan metodologi yang dapat diperbandingkan dan disetujui oleh para pihak (UNFCCC, 1992). Metodologi yang dapat diperbandingkan adalah metode-metode yang disusun oleh IPCC.

Metodologi Perhitungan Emisi

Dalam pelaksanaan inventori yang berprinsip kepada transparan, akurat, komplit, konsisten dan komparabel, UNFCCC mengadopsi metodologi yang digunakan oleh IPCC.

1. IPCC Guidelines 1996, petunjuk perhitungan emisi GRK semua sektor.
2. IPCC GPG (*Good Practice Guidelines 2000*), petunjuk melakukan *Uncertainty Analysis*.
3. IPCC GPG 2003, petunjuk perhitungan emisi GRK untuk LULUCF (*Land use – land use change and forestry*).
4. IPCC Guidelines 2006, petunjuk perhitungan emisi GRK semua sektor revisi dari IPCC Guidelines 1996, tapi belum disetujui oleh para pihak penandatanganan konvensi bumi.
5. *IPCC Guidelines 2006* dibanding pedoman sebelumnya (*IPCC Guidelines 1996*):
 - Lebih akurat: metode sudah diupdate dan nilai default sudah diperbaiki berdasarkan kajian terkini.
 - Lebih komplit dan konsisten dari aspek jenis sumber dan rosot, khususnya sektor penggunaan lahan dan kehutanan.
 - Mengurangi sumber kesalahan: kategori sumber emisi sudah ditataulang sehingga memperkecil kemungkinan *double counting*.
 - Lebih jelas dan relevan.

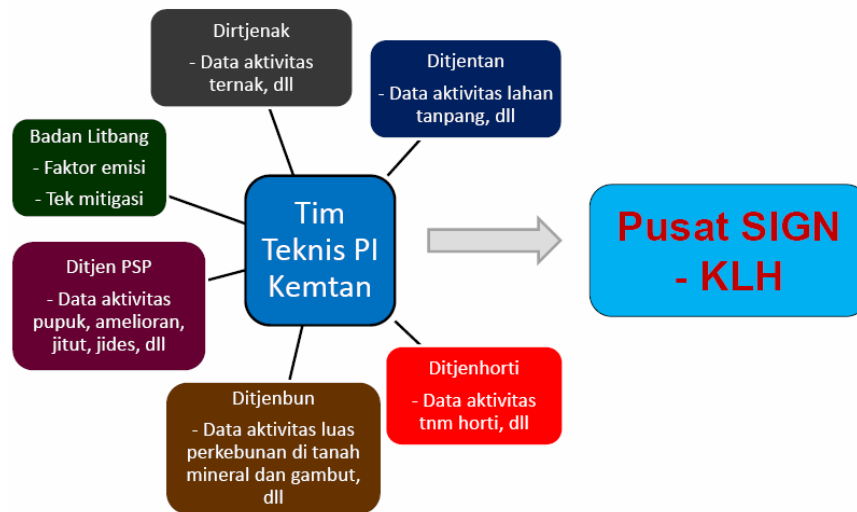
ALUR INVENTARISASI GRK



Gambar 8. Rencana alur inventarisasi GRK dari Kementerian Lingkungan Hidup untuk RAN dan RAD GRK.

5.3. Strategi Pencapaian Penurunan Emisi GRK Sektor Pertanian

1. Sub sektor/direktorat jenderal teknis harus menyediakan data aktivitas yang sesuai dengan kebutuhan inventarisasi GRK berdasarkan *IPCC guidelines*
2. Data aktivitas dari sub sektor merupakan data resmi yang dikeluarkan oleh sector dan data ini harus tercatat di Badan Pusat Statistik Nasional.
3. Sub-sektor melaporkan data aktivitas untuk keperluan inventarisasi GRK pertanian ke tim teknis perubahan iklim Kementerian Pertanian.
4. Tim Teknis Perubahan Iklim Kementerian Pertanian melaporkan hasil inventarisasinya ke KLH melalui Pusat SIGN (Sistem Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional), seperti tercantum dalam Gambar 9.



Gambar 9. Alur Kelembagaan inventarisasi dan aksi mitigasi GRK Pertanian yang MRV.

Data aktivitas untuk perhitungan emisi GRK yang harus disediakan oleh sektor pertanian adalah seperti terlihat pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Data aktivitas untuk perhitungan emisi GRK sektor pertanian.

No	Aktivitas sumber emisi	Jenis data	Sumber Data
1	<i>Enteric fermentation</i>	Populasi ternak (sapi potong, sapi perah, kerbau, kambing, babi, kuda, domba, ayam kampung, ayam pedaging, ayam petelur, itik) Persentase ternak menurut umur Faktor emisi enterik fermentasi	Kementerian Pertanian/BPS BPS IPCC (2006)
2	Pengelolaan limbah ternak (<i>manure management</i>)	Populasi ternak (sapi potong, sapi perah, kerbau, kambing, babi, kuda, domba, ayam kampung, ayam pedaging, ayam petelur, itik) Persentase ternak menurut umur Faktor emisi pengelolaan pupuk kandang	Kementerian Pertanian/BPS BPS IPCC (2006)
3	Pembakaran biomas pada aktivitas pertanian (<i>biomass burning cropland</i>)	Produksi padi Fraksi tanaman yang dibakar Fraksi biomas Faktor emisi	Kementerian Pertanian /BPS <i>Expert judgement</i> <i>Expert judgement</i> IPCC (2006)

Tabel 5. Lanjutan...

No	Aktivitas sumber emisi	Jenis data	Sumber Data
4	Pembakaran biomas padang rumput (<i>biomass burning</i> in grassland)	Luas area panen	Kementerian Pertanian/BPS
		Fraksi area yang dibakar	<i>Expert judgement</i>
		<i>Mass of fuel available for combustion (Mb)</i>	IPCC (2006)
		<i>Combustion Factor (Cf)</i>	IPCC (2006)
5	Penggunaan kapur pertanian	<i>Emission Factor combustion</i>	IPCC (2006)
		Luas area perkebunan sawit	Kementerian Pertanian
		Dosis dolomit	<i>Expert judgement</i>
		Luas area sawit pada lahan gambut	<i>Expert judgement</i>
6	Pemupukan urea	Faktor emisi dolomit	IPCC (2006)
		Konsumsi urea	AP3I
		Luas area tanam (padi, jagung, kedelai,	Kementerian Pertanian/BPS
		Dosis urea	<i>Expert judgement</i>
7	Emisi langsung dan tidak langsung N ₂ O dari tanah	Faktor emisi urea	IPCC (2006)
		Luas area tanam pangan (padi, jagung, kedelai, dll)	Kementerian Pertanian/BPS
		Komposisi pupuk N (Urea, NPK, AS)	AP3I
		Dosis pupuk kandang	<i>Expert judgement</i>
		Dosis pupuk N an-organik	<i>Expert judgement</i>
		Kandungan N pada pupuk kandang dan pupuk an organik	<i>Stusi pustaka</i>
		Faktor emisi sawah irigasi	IPCC (2006)
8	Lahan sawah	Faktor emisi lahan kering	IPCC (2006)
		Luas sawah menurut pengairan	BPS
		Luas areal panen	Kementerian Pertanian/ BPS
		Persen luas lahan sawah berdasarkan jenis tanah	BB Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian
		Faktor koreksi jenis tanah	Litbang Pertanian
		Faktor skala rejim air	Litbang Pertanian
		Faktor emisi padi	Litbang Pertanian

VI. DUKUNGAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KE DEPAN

6.1. Arah Penelitian untuk Perakitan Teknologi Mitigasi

Strategi dan kebijakan umum sektor pertanian menghadapi perubahan iklim dituangkan dalam *Road Map* Strategi Sektor Pertanian Menghadapi Perubahan Iklim yang diluncurkan oleh Menteri Pertanian pada awal tahun 2010. Secara teknis, strategi tersebut implementasikan melalui antara lain: (1) optimalisasi pengelolaan sumberdaya lahan eksisting, sumberdaya air dan irigasi; (2) penyesuaian pola tanam dan pengelolaan lahan, terutama untuk tanaman pangan dan diversifikasi pertanian; (3) perakitan dan penyiapan teknologi adaptif dan berbagai pedoman atau tool; dan (4) penerapan teknologi adaptif dan ramah lingkungan (mitigatif).

Untuk mendukung strategi tersebut, Badan Litbang Pertanian telah mengidentifikasi dan menghasilkan dan akan/sedang merakit berbagai inovasi teknologi adaptif, baik untuk mitigasi maupun adaptasi. Program mitigasi lebih diarahkan pada aplikasi teknologi rendah emisi, baik pada tanaman pangan maupun perkebunan, hortikultura, dan peternakan.

Perakitan teknologi mitigasi diarahkan kepada teknologi rendah emisi dan/atau menurunkan emisi GRK dan sekaligus adaptif terhadap perubahan iklim. Pada tanaman pangan, terutama padi, arah penelitian difokuskan pada pengembangan varietas rendah emisi GRK, dan/atau dengan kapasitas absorpsi karbon tinggi. Pada sub-sektor peternakan, penelitian difokuskan pada perakitan teknologi formula pakan ternak dan konsentrat yang potensial menurunkan emisi GRK dari enterik dan pakan ternak yang sekaligus meningkatkan produktivitas ternak.

Pada sub-sektor perkebunan adalah teknologi penyiapan lahan (tanpa bakar), pengembangan dan pemanfaatan biofuel, penggunaan pupuk organik, biopestisida dan pengelolaan lahan gambut berkelanjutan, terutama teknologi ameliorasi dan pengelolaan drainase, dan pemupukan. Penelitian dan pengembangan dalam konteks pemanfaatan dan perluasan areal pertanian difokuskan pada perakitan komponen teknologi pembukaan lahan baru pada lahan terlantar dan terdegradasi yang bersifat fragil dan/atau memiliki kendala biofisik.

6.2. Kajian Sosial-Ekonomi dan Sintesis Kebijakan

Sasaran utama pembangunan pertanian adalah ketahanan pangan, diversifikasi, daya saing dan nilai tambah, serta peningkatan kesejahteraan petani. Oleh sebab itu, strategi dan kebijakan umum mitigasi pada sektor

pertanian adalah mengintegrasikan dan mensinergikan upaya dan program mitigasi, terutama yang tertuang dalam Pepres 61/2011, dengan kegiatan/program utama pembangunan yang sudah tertuang pada RENSTRA dan RPJM Kementerian Pertanian.

Program, upaya, dan teknologi mitigasi tertentu berdampak terhadap strategi dan kebijakan pembangunan pertanian tertentu. Misalnya program penataan hutan lahan gambut (Inpres 10/2011), sangat berkaitan dengan arah dan program perluasan lahan pertanian baru untuk ketahanan pangan dan pengembangan bahan baku energi nabati, pengembangan perkebunan, terutama kelapa sawit. Di sisi lain, mitigasi perubahan iklim tidak hanya terkait dengan aspek teknis, tetapi juga bersentuhan dengan aspek sosial-ekonomi. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan kajian dan analisis sosial-ekonomi terhadap berbagai program dan teknologi mitigasi, antara lain: (a) analisis ekonomi dalam penerapan teknologi mitigasi, (b) dampak sosial penerapan teknologi mitigasi, (c) kajian terhadap implikasi dan analisis ekonomi penerapan Inpres No. 10/2011, dan (d) pengembangan model usaha tani lahan gambut berkelanjutan.

Beberapa program strategis pengembangan komunikasi, diseminasi teknologi, dan sistem informasi dalam menghadapi perubahan iklim dapat diimplementasikan antara lain melalui pengembangan Sekolah Lapang Iklim (SLI), PTT, dan SRI, dengan dukungan SLPTT (Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu), di semua provinsi sentra produksi padi.

VII. PENUTUP

Perubahan iklim merupakan suatu keniscayaan yang dipercepat oleh berbagai aktivitas manusia yang berdampak cukup luas terhadap berbagai sektor kehidupan, termasuk pertanian. Bahkan sektor pertanian paling rentan dan menderita akibat perubahan iklim. Banyak ahli memprediksi konsekuensi dan skenario perubahan iklim, baik suhu, maupun peningkatan air laut dan komponen iklim lainnya.

Pemerintah Indonesia telah berkomitmen untuk menurunkan emsi GRK 26-41% hingga tahun 2010. Walaupun kecil, sektor pertanian berkontribusi terhadap perubahan iklim dan menjadi korban dan paling rentan (*vulnerable*) terhadap perubahan iklim itu sendiri. Prioritas utama penanganan perubahan iklim pada sektor pertanian adalah adaptasi, tetapi sektor pertanian perlu berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim.

Pedoman umum Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan Mitigasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian ini diharapkan menjadi acuan bagi pihak terkait, terutama UP/UKT lingkup Badan Litbang Pertanian, dalam menyusun program dan petunjuk operasionalisasi mitigasi perubahan iklim di sektor pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. et al. 2008. Laporan Kegiatan KP3I (Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim) tentang Analisis Neraca Karbon Nasional Kelapa Sawit periode 1994-2015. Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Agus, F. et.al. 2010. Laporan Kegiatan RISTEK (Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim) tentang Penggunaan Lahan Gambut: *Tradeoffs* antara Emisi CO₂ dan Keuntungan Ekonomi. Kerjasama Asisten Deputi Iptek Pemerintah Deputi Bidang Pendayagunaan Iptek Kementerian Riset dan Teknologi (RISTEK) dengan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian.
- Ali, M. A., J. H. Oh and P. J. Kim. 2008. Evaluation of Silicate Iron Slag Amendment on Reducing Methane Emission from Flood Water Rice Farming. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 128:21-26.
- Apriyantono, A.S. G.Irianto, Suyanto, Irsal Las, T. Sudaryanto, T. Alihamsyah. 2009. Indonesia Experience : Regaining Rice Self-Sufficiency, Indonesia Ministry of Agriculture *dalam* Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap. 2009. Bappenas.
- Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 2009. Laporan Tahunan. Kementerian Pertanian.
- Kartikawati R., M. Ariani. H.L. Susilawati. P. Setyanto. Mitigasi GRK dari Lahan sawah. 2011. *Suplemen Sinar tani* eds 6-12 April No.3400.
- Mario, M.D. 2002. Peningkatan Produktivitas dan Stabilitas Tanah Gambut dengan Pemberian Tanah Mineral yang Diperkaya oleh Bahan Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ministry Environment. 2010. Indonesian Second National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change: Climate change protection for present and future generation. Ministry of Environment, Republic of Indonesia.
- Murnita. 2001. Peranan bahan amelioran besi (Fe³⁺) dan zeolit terhadap perilaku kalium dan produksi padi pada tanah gambut pantai dan peralihan Jambi. Thesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Page, S.E., F. Siegert, J.O. Rieley, HDV. Boehm, A. Jaya and S.H. Limin, 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420: 61-65.

- Permentan No. 14 Tahun 2009 tentang pedoman pemanfaatan lahan gambut untuk budidaya Kelapa sawit.
- Perpres 61 Tahun 2011. Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) 26% dengan usaha sendiri dan 41% jika ada bantuan dari negara lain pada tahun 2020 dari kondisi tanpa adanya rencana aksi (BAU).
- Perpres 71 Tahun 2011. Penyelenggaraan Inventarisasi GRK oleh pemerintah pusat, provinsi dan kab/kota.
- Salampak. 1999. Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang Disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi. Disertasi Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saragih, E.S. 1996. Pengendalian Asam-asam Organik Meracun dengan Penambahan Fe (III) pada Tanah Gambut Jambi, Sumatera. Thesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Setyanto P., A. Miranti. Mtigasi GRK degn varietas rendah emisi. 2009. Prosiding seminar Nasional Sumber daya Lahan.
- Setyanto P. 2004. Methane Emission and it's mitigation in rice field under different management practices in central java. (Thesis).UPM.
- Subiksa, IGM., K. Nugroho, Sholeh and IPG. Widjaja Adhi. 1997. The effect of ameliorants on the chemical properties and productivity of peat soil. In: Rieley and Page (Eds). Pp:321-326. Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands. Samara Publishing Limited, UK.
- Suyamto, Irsal Las, H. Sembiring, dan M. Syam. 2007. TanyaJawab: PTT (Pengelolaan Tanaman secara Terpadu. Puslitbangtan.
- Sulistiyono. 2000. Peranan kation Fe(III) terhadap produksi karbon dioksida dan metana dari gambut tropika pada inkubasi aerob dan anaerob. Thesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor
- Susilawati H.L., M. Ariani A, R. Kartikawati, P. Setyanto. 2011. Ameliorasi tanah gambut meningkatkan produksi padi dan menekan emisi GRK.eds 6-12 maret No.3400.
- Suryahadi. 2007. Strategies for reducing emission from animal husbandry in indonesia: farmers' adoption to mitigation technologies. Sustainable and Low-Carbon Development in Indonesia and Asia: Is Indonesia in good position toward Low Carbon Societies? (p. 15). Bogor, Indonesia: IGES and Bogor Agriculture University.
- UU 17 Tahun 2004. Pengesahan Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change (Protokol Kyoto Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Tentang Perubahan Iklim).

Wahyunto, Ritung, S., and Subagjo, H. 2003. Map of Peatland Distribution Area and Carbon Content in Sumatera 1990-2002. Wetlands International-Indonesia Programme & Wildlife Habitat Canada.

Wahyunto, S. Ritung., Suparto dan Subagyo H., 2004. Sebaran dan kandungan karbon lahan gambut di Sumatera dan Kalimantan. Wetland International Indonesia Program.

GLOSSARY

Adaptasi

Penyesuaian manusia dalam sistem alam sebagai respon terhadap rangsangan iklim aktual dan efeknya, yang merugikan atau mengeksplorasi peluang moderat menguntungkan. Berbagai jenis adaptasi dapat dibedakan, termasuk adaptasi antisipatif dan reaktif, swasta dan adaptasi publik, dan otonom (IPCC TAR, 2001). Adaptasi juga dapat diartikan sebagai langkah-langkah praktis untuk melindungi masyarakat dari kemungkinan gangguan dan kerusakan yang akan ditimbulkan dari dampak perubahan iklim (*Website of the UNFCCC Secretariat*).

Annex I Parties

Negara-negara industri yang terdaftar pada lampiran Konvensi yang mempunyai komitmen untuk mengembalikan emisi gas rumah kaca ke tingkatan tahun 1990 pada tahun 2000 sebagaimana pada Artikel 4.2 (a) dan (b). Negara-negara ini juga menerima target emisi untuk periode 2008-2012 seperti pada Artikel 3 dan Lampiran B Protokol Kyoto. Negara-negara ini termasuk 24 anggota asli OECD, Uni Eropa, dan 14 negara transisi ekonomi. (Croatia, Liechtenstein, Monaco, and Slovenia bergabung dengan Lampiran/Annex 1 pada COP-3, dan the Czech Republic dan Slovakia menggantikan Czechoslovakia.)

Annex II Parties

Negara-negara yang terdaftar pada Lampiran/Annex II Konvensi yang mempunyai kewajiban khusus untuk menyediakan sumberdaya financial dan memfasilitasi transfer teknologi untuk Negara berkembang. Negara-negara ini termasuk 24 anggota awal OECD ditambah dengan negara-negara Uni Eropa.

BAU (*Business as Usual*)

BAU merupakan referensi kebijakan netral (*status quo*) untuk perkiraan emisi yang dapat terjadi di masa mendatang, tanpa aktivitas REDD.

Biomass fuels or biofuels

Bahan bakar yang diproduksi dari bahan organik kering atau minyak bakar yang dihasilkan oleh tumbuhan/tanaman. Bahan bakar ini diyakini dapat diperbaharui selama vegetasi yang menghasilkannya dipelihara atau ditanam kembali, seperti misalnya kayu bakar, alkohol hasil fermentasi dari gula, dan minyak bakar yang dihasilkan dari sari kacang kedele. Kegunaannya dalam menggantikan bahan bakar fosil adalah untuk mengurangi emisi gas rumah kaca karena tanaman yang

merupakan sumber bahan bakar menangkap karbon dioksida dari atmosfer.

Carbon sink (Rosot karbon)

Tampungan (pool) yang menyerap karbon yang dilepaskan oleh bagian lain dalam siklus karbon

Carbon Trading (Perdagangan Karbon)

Mekanisme berbasis pasar yang memungkinkan terjadinya negosiasi dan pertukaran hak emisi gas rumah kaca. Mekanisme pasar yang diatur dalam Protokol Kyoto ini dapat terjadi pada skala nasional maupun internasional sejauh hak-hak negosiasi dan pertukaran yang sama dapat dialokasikan kepada semua pelaku pasar yang terlibat. Pemilik industri yang menghasilkan CO₂ ke atmosfer memiliki keterarikan atau diwajibkan oleh hukum untuk menyeimbangkan emisi yang mereka keluarkan melalui mekanisme sekuestrasi karbon. Fasilitas pembangkit tenaga bisa termasuk ke dalam industri ini. Pemilik yang mengelola hutan atau lahan pertanian bisa menjual kredit karbon berdasarkan akumulasi karbon yang terkandung dalam pepohonan di hutan mereka. Atau bisa juga pengelola industri yang mengurangi emisi karbon mereka menjual emisi mereka yang telah dikurangi kepada emitor lain (http://id.wikipedia.org/wiki/Perdagangan_karbon).

Conference of the Parties (COP)

Badan tertinggi pada Konvensi. bertemu secara periodik, bertemu sekali setahun untuk mereview kemajuan dari kesepakatan-kesepakatan yang telah disepakati dan menyusun kesepakatan baru.

Coping range

Variasi pada stimulus iklim bahwa sistem dapat menyerap tanpa menghasilkan dampak yang signifikan (IPCC TAR, 2001). Merupakan rentang iklim di mana hasil bermanfaat atau negatif, tetapi dapat ditoleransi; pada kondisi range di luar jangkauan, dimana kerusakan atau kerugian tidak lagi ditoleransi maka masyarakat (atau sistem) dikatakan menjadi rentan (UNDP, 2005)

Degradasi

Perubahan di dalam hutan yang berdampak negatif terhadap struktur atau fungsi tegakan atau lahan hutan sehingga menurunkan kemampuan hutan dalam menyediakan jasa/produk hutan. Dalam lingkup REDD, degradasi hutan berakibat pada hilangnya karbon dari ekosistem. Satu cara untuk mengukur degradasi adalah dengan mengukur pengurangan cadangan karbon per unit area.

Enteric Fermentation

Enterik fermentasi adalah proses pencernaan dimana karbohidrat dipecah oleh mikroorganisme menjadi molekul sederhana untuk penyerapan ke dalam aliran darah binatang.

Fermentasi enterik terjadi ketika metana (CH_4) yang dihasilkan dalam rumen ketika aktivitas mikroba fermentasi berlangsung. Lebih dari 200 spesies mikroorganisme terdapat dalam rumen, tetapi hanya sekitar 10% yang berperan penting dalam pencernaan. Sebagian besar produk sampingan CH_4 adalah bersendawa oleh hewan, bagaimanapun, sebagian kecil CH_4 yang juga diproduksi di usus besar dan lulus sebagai perut kembung. Emisi metana merupakan kontribusi penting untuk emmissions gas rumah kaca global. Laporan IPCC metana yang lebih dari dua puluh kali lebih efektif dari CO_2 untuk memerangkap panas di atmosfer.

Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL)

Suatu konsep yang disusun oleh Kementerian Pertanian pada awal tahun 2011, sementara Badan Litbang Pertanian melalui BBP2TP diberi mandat mengembangkan Model-KRPL di seluruh Provinsi (32 BPTP). Prinsip dari M-KRPL yaitu dibangun dari kumpulan rumahtangga yang mampu mewujudkan kemandirian pangan melalui pemanfaatan pekarangan, dapat melakukan upaya diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal dan sekaligus pelestarian tanaman pangan untuk masa depan, serta tercapai pula upaya peningkatan kesejahteraan keluarga dan masyarakat (BBP2TP-Badan Litbang Pertanian, 2011).

Lahan Gambut

Lahan basah dimana tanah mempunyai kandungan organik tinggi karena sebagian besar bahan tanah terbentuk dari pembusukan tanaman. Dalam keadaan hutan alami, lahan gambut berfungsi sebagai penambat (sequester) karbon sehingga berkontribusi dalam mengurangi GRK di atmosfer, walaupun proses penambatan berjalan sangat pelan setinggi 0-5,4 t CO_2 /ha/tahun (Agus, 2009). Apabila hutan gambut ditebang dan didrainase, maka karbon tersimpan pada gambut mudah teroksidasi menjadi gas CO_2 . Selain itu, lahan gambut juga mudah mengalami penurunan permukaan (subsiden) apabila hutan gambut dibuka.

Land Swap

Pengalihan perluasan lahan pertanian ke lahan non-gambut (*land swap*).

ISPO (Indonesian Sustainable Palm Oil)

ISPO adalah standar tentang sistem pembangunan kelapa sawit berkelanjutan menurut Indonesia. ISPO ini menjadi salah satu

instrument untuk mendukung usaha berkelanjutan mempertahankan dan memperkuat posisi Indonesia dalam perkelapasawitan dunia. Untuk keberhasilan penerapan ISPO ini perlu kepatuhan dan taat asas terhadap semua ketentuan ketentuan perundang-undangan. Untuk penerapan ISPO, Menteri Pertanian telah menerbitkan Peraturan Menteri Pertanian (Permentan) Nomor 19 Tahun 2011. ISPO adalah mandatory (kewajiban) jadi pasti harus dimiliki pemilik kebun sawit.

ICEF (*Indonesian Carbon Efficient Farming*)

Konsep ICEF atau Sistem Pertanian Efisien Karbon untuk menghadapi pengaruh perubahan iklim terhadap sektor pertanian. ICEF merupakan sistem pertanian yang memanfaatkan secara optimal (efisien) karbon yang dikandung bahan organik sisa tanaman dan limbah ternak sehingga dapat memberikan nilai tambah berupa peningkatan produktivitas, pendapatan petani dan efisiensi energi serta penurunan emisi gas rumah kaca dan perbaikan lingkungan.

M-P3MI (*Model Pengembangan Pertanian Perdesaan Melalui Inovasi*)

M-P3MI sebagai program pembangunan pertanian, dalam rangka meningkatkan jangkauan kegiatan diseminasi melalui *spektrum diseminasi multi channel* (SDMC). Implementasi program tersebut di lapang berbentuk unit percontohan berskala pengembangan berwawasan agribisnis. Unit percontohan bersifat holistik dan komprehensif meliputi aspek perbaikan teknologi produksi, pasca panen, pengolahan hasil, aspek pemberdayaan masyarakat tani, aspek pengembangan dan penguatan kelembagaan sarana pendukung agribisnis.

NAMAs (*Nationally Appropriate Mitigation Actions*)

NAMAs adalah mengacu pada satu set kebijakan dan tindakan negara-negara berkembang yang berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Negara berkembang dapat mengusulkan *Nationally-Appropriate Mitigation Action* (NAMA) sebagai rencana sukarela untuk membatasi emisi gas-gas rumahkacanya di masa depan. Usulan ini bersifat sukarela, dan tidak ada konsekuensi apa-apa jika tidak tercapai. NAMA untuk negara berkembang diatur pada paragraf 1(b)ii di Bali Action Plan.

NAMACs (*Nationally Appropriate Mitigation Actions or Commitments*)

Negara industri maju berkomitmen untuk membatasi dan menurunkan emisi melalui *Nationally-Appropriate Mitigation Commitments and Actions* (NAMACs), diatur dalam Bali Action Plan di paragraf 1(b)i.

PLTB (Pengelolaan Lahan Tanpa Bakar)

Merupakan suatu cara pembukaan lahan pertanian (*land clearing*) tanpa melakukan pembakaran. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kebakaran lahan dan hutan. Sisa-sisa tanaman yang tidak diperlukan, dapat dibuat kompos untuk menambah kesuburan tanah.

Protokol Kyoto

Protokol Kyoto adalah sebuah persetujuan sah di mana negara-negara industri akan mengurangi emisi gas rumah kaca mereka secara kolektif sebesar 5,2% dibandingkan dengan tahun 1990.

RAN-GRK (Rencana Aksi National penurunan Gas Rumah Kaca)

dokumen rencana kerja untuk pelaksanaan berbagai kegiatan yang secara langsung dan tidak langsung menurunkan emisi gas rumah kaca sesuai dengan target pembangunan nasional.

SRI (*System of Rice Intensification*)

Metode untuk meningkatkan produksi yang dikembangkan pada tahun 1983 oleh French Jesuit Father Henri de Laulanie di Madagaskar (http://en.wikipedia.org/wiki/System_of_Rice_Intensification). Metode ini memiliki potensi untuk meningkatkan produktivitas lahan, modal, air dan tenaga kerja secara bersamaan. SRI lebih menekankan pada penggunaan pupuk organik daripada pupuk kimia.

SLI (Sekolah Lapangan Iklim)

Konsep SLI diadopsi dari Sekolah Lapangan Petani yang didesain untuk Pengelolaan Hama Terpadu (SLPHT). Tujuan SLI adalah (a) meningkatkan pengetahuan petani tentang iklim dan kemampuannya mengantisipasi kejadian iklim ekstrem, (b) membantu petani mengamati unsur iklim dan menggunakannya dalam mendukung usaha tani mereka, serta (c) membantu petani menerjemahkan informasi prakiraan iklim untuk menyusun strategi budi daya lebih tepat.

Carbon Sequestration (Sekuestrasi karbon/Penyerapan karbon)

Penyerapan karbon adalah penangkapan karbon dioksida (CO₂) atau dapat didefinisikan secara khusus: "Proses menghilangkan karbon dari atmosfer dan menyimpannya di reservoir. Penyerapan karbon menggambarkan penyimpanan karbon dioksida jangka panjang atau bentuk lain dari karbon untuk mengurangi atau menunda pemanasan global dan menghindari perubahan iklim yang berbahaya.

REDD (*Reduction Emission from Deforestation and Degradation*)

Salah satu mekanisme pendanaan internasional untuk pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan di negara-negara berkembang.

REDD+ (*Reduction Emission from Deforestation and Degradation Plus*)

Mekanisme pendanaan internasional yang memberikan insentif untuk pengurangan deforestasi dan degradasi hutan, dan juga peningkatan penyerapan karbon melalui konservasi, pengelolaan hutan lestari dan peningkatan cadangan-cadangan karbon hutan di negara-negara berkembang. Sementara itu, pendanaan untuk kegiatan aforestasi dan reforestasi (A/R) sendiri telah lama dikenal melalui mekanisme Mekanisme Pembangunan Bersih (CDM). Perbedaan antara REDD, REDD-plus dan CDM dapat dilihat di tabel berikut:

OPSI MITIGASI	PELUANG MITIGASI	INSTRUMENT KEBIJAKAN MITIGASI
Mengurangi emisi GRK	Mengurangi deforestasi	REDD- D yang pertama
	Mengurangi degradasi hutan	REDD – D yang ke-dua
Meningkatkan cadangan karbon hutan melalui peningkatan sekuestrasi	Restorasi hutan (meningkatkan cadangan karbon di hutan-hutan yang sudah ada tetapi sudah terdegradasi)	REDD +
	Menbangun hutan-hutan dengan tutupan baru	CDM A/R

UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*)

Perjanjian internasional untuk perubahan iklim, yang berlaku mulai pada tahun 1994 bertujuan untuk menstabilkan konsentrasi gas rumah kaca pada tingkat yang aman, akibat ulah manusia yang mengganggu pada sistem iklim

LAMPIRAN

- Perpres 61 tahun 2011
- Perpres 71 tahun 2011
- UU 17 tahun 2004
- Matrik-matriks mitigasi



PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 61 TAHUN 2011

TENTANG

RENCANA AKSI NASIONAL
PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang:
- a. bahwa posisi geografis Indonesia sangat rentan terhadap dampak dari perubahan iklim sehingga perlu dilakukan upaya penanggulangan melalui mitigasi perubahan iklim;
 - b. bahwa dalam rangka menindaklanjuti kesepakatan Bali Action Plan pada The Conferences of Parties (COP) ke-13 United Nations Frameworks Convention on Climate Change (UNFCCC) dan hasil COP-15 di Copenhagen dan COP-16 di Cancun serta memenuhi komitmen Pemerintah Indonesia dalam pertemuan G-20 di Pittsburg untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 26% dengan usaha sendiri dan mencapai 41% jika mendapat bantuan internasional pada tahun 2020 dari kondisi tanpa adanya rencana aksi (business as usual/BAU), maka perlu disusun langkah-langkah untuk menurunkan emisi Gas Rumah Kaca;
 - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b perlu menetapkan Peraturan Presiden tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca;

Mengingat...



- 2 -

- Mengingat :
1. Pasal 4 ayat (1) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;
 2. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1994 tentang Pengesahan United Nations Framework Convention on Climate Change (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1994 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3557);
 3. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 47, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4286);
 4. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2004 tentang Pengesahan Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-bangsa tentang Perubahan Iklim (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 72, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4403);
 5. Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 104, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4421);
 6. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJP) Tahun 2005 – 2025 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 33, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4700);
 7. Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 139, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5058);
 8. Undang...



- 3 -

8. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 2011 tentang Tata Cara Pengadaan Pinjaman Luar Negeri dan Penerimaan Hibah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 23);
10. Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2010 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2010 – 2014;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN PRESIDEN TENTANG RENCANA AKSI NASIONAL PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA.

Pasal 1

Dalam Peraturan Presiden ini yang dimaksud dengan:

1. Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disebut RAN-GRK adalah dokumen rencana kerja untuk pelaksanaan berbagai kegiatan yang secara langsung dan tidak langsung menurunkan emisi gas rumah kaca sesuai dengan target pembangunan nasional.

2. Rencana...



- 4 -

2. Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disebut RAD-GRK adalah dokumen rencana kerja untuk pelaksanaan berbagai kegiatan yang secara langsung dan tidak langsung menurunkan emisi gas rumah kaca sesuai dengan target pembangunan daerah.
3. Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disebut GRK adalah gas yang terkandung dalam atmosfer baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah.
4. Emisi GRK adalah lepasnya GRK ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu.
5. Tingkat emisi GRK adalah besarnya emisi GRK tahunan.
6. Perubahan iklim adalah berubahnya iklim yang diakibatkan langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia sehingga menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global dan selain itu juga berupa perubahan variabilitas iklim alamiah yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan.
7. Mitigasi perubahan iklim adalah usaha pengendalian untuk mengurangi risiko akibat perubahan iklim melalui kegiatan yang dapat menurunkan emisi/meningkatkan penyerapan GRK dari berbagai sumber emisi.
8. Kegiatan inti adalah kegiatan yang berdampak langsung pada penurunan emisi GRK dan penyerapan GRK.
9. Kegiatan pendukung adalah kegiatan yang tidak berdampak langsung pada penurunan emisi GRK tapi mendukung pelaksanaan kegiatan inti.

Pasal 2...



- 5 -

Pasal 2

- (1) RAN-GRK terdiri dari kegiatan inti dan kegiatan pendukung.
- (2) Kegiatan RAN-GRK meliputi bidang:
 - a. Pertanian;
 - b. Kehutanan dan lahan gambut;
 - c. Energi dan transportasi;
 - d. Industri;
 - e. Pengelolaan limbah;
 - f. Kegiatan pendukung lain.
- (3) RAN-GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) tercantum dalam Lampiran I dan Lampiran II yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Perpres ini.

Pasal 3

RAN-GRK merupakan pedoman bagi:

- a. Kementerian/lembaga untuk melakukan perencanaan, pelaksanaan, serta monitoring dan evaluasi rencana aksi penurunan emisi GRK.
- b. Pemerintah daerah dalam penyusunan RAD-GRK.

Pasal 4

RAN-GRK menjadi acuan bagi masyarakat dan pelaku usaha dalam melakukan perencanaan dan pelaksanaan penurunan emisi GRK.

Pasal 5...



- 6 -

Pasal 5

- (1) Menteri/pimpinan lembaga melaksanakan RAN-GRK sesuai tugas dan fungsi masing-masing.
- (2) Pelaksanaan dan pemantauan RAN-GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dikoordinasikan oleh Menteri Koordinator Bidang Perekonomian.
- (3) Pelaksanaan RAN-GRK pada masing-masing kementerian/ lembaga diatur lebih lanjut oleh menteri/pimpinan lembaga, sesuai dengan tugas dan kewenangannya masing-masing.

Pasal 6

- (1) Untuk menurunkan emisi GRK di masing-masing wilayah provinsi, Gubernur harus menyusun RAD-GRK.
- (2) Penyusunan RAD-GRK berpedoman pada:
 - a. RAN-GRK sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2; dan
 - b. Prioritas pembangunan daerah.
- (3) Penyusunan RAD-GRK diselesaikan dan ditetapkan dengan peraturan gubernur paling lambat 12 (dua belas) bulan sejak ditetapkan Peraturan Presiden ini.
- (4) RAD-GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disampaikan kepada Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala BAPPENAS dan Menteri Dalam Negeri.

Pasal 7...



- 7 -

Pasal 7

Penyusunan RAD-GRK difasilitasi oleh Menteri Dalam Negeri bersama dengan Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala BAPPENAS dan Menteri Lingkungan Hidup.

Pasal 8

Pedoman penyusunan RAD-GRK ditetapkan oleh Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala BAPPENAS selambat-lambatnya 3 (tiga) bulan sejak ditetapkan Peraturan Presiden ini.

Pasal 9

- (1) RAN-GRK dapat dikaji ulang secara berkala sesuai dengan kebutuhan nasional dan perkembangan dinamika internasional.
- (2) Kaji ulang RAN-GRK dilakukan oleh Kementerian/Lembaga dan dikoordinasikan oleh Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala BAPPENAS.
- (3) Hasil kaji ulang RAN-GRK dilaporkan oleh Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala BAPPENAS kepada Menteri Koordinator Bidang Perekonomian dengan tembusan kepada Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat.
- (4) Hasil kaji ulang dapat dijadikan dasar penyesuaian RAN-GRK.

Pasal 10...



- 8 -

Pasal 10

- (1) Menteri/pimpinan lembaga melaporkan pelaksanaan kegiatan RAN-GRK sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 kepada Menteri Koordinator Bidang Perekonomian dengan tembusan kepada Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat, Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/Kepala BAPPENAS dan Menteri Lingkungan Hidup secara berkala paling sedikit 1 (satu) tahun sekali atau sewaktu-waktu apabila diperlukan.
- (2) Menteri Koordinator Bidang Perekonomian melaporkan pelaksanaan RAN-GRK yang terintegrasi kepada Presiden paling sedikit 1 (satu) tahun sekali atau sewaktu-waktu apabila diperlukan.

Pasal 11

Pendanaan RAN-GRK sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 bersumber dari APBN, APBD dan sumber-sumber lain yang sah dan tidak mengikat sesuai peraturan perundang-undangan.

Pasal 12...



- 9 -

Pasal 12

Peraturan Presiden ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 20 September 2011
PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya
SEKRETARIAT KABINET RI
Deputi Bidang Perekonomian,
ttd.

Retno Pudji Budi Astuti



PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 71 TAHUN 2011
TENTANG PENYELENGGARAAN
INVENTARISASI GAS RUMAH KACA
NASIONAL

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang :
- a. bahwa peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer telah mengakibatkan pemanasan global yang memicu perubahan iklim global yang dapat menurunkan kualitas lingkungan hidup;
 - b. bahwa dengan meratifikasi Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim, Indonesia ikut aktif bersama-sama dengan anggota masyarakat internasional lainnya dalam upaya mencegah meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer;
 - c. bahwa berdasarkan pasal 63 ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pemerintah pusat, provinsi dan kabupaten/kota bertugas dan berwenang menyelenggarakan inventarisasi gas rumah kaca;
 - d. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, b, dan huruf c perlu menetapkan Peraturan Presiden tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional;

Mengingat : 1. Pasal 4 ayat (1) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;

2. Undang...



- 2 -

2. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1994 tentang Pengesahan *United Nations Framework Convention on Climate Change* (Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1994 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3557);
3. Undang-Undang Nomor 17 tahun 2004 tentang Pengesahan *Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change* (Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim) (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 72, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4);
4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437) sebagaimana telah diubah beberapa kali, terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);
5. Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 139, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5058);
6. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059);

MEMUTUSKAN...



- 3 -

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN PRESIDEN TENTANG PENYELENGGARAAN
INVENTARISASI GAS RUMAH KACA NASIONAL.

BAB I KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Presiden ini yang dimaksud dengan:

1. Perubahan iklim adalah berubahnya iklim yang diakibatkan langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia sehingga menyebabkan perubahan komposisi atmosfer secara global dan perubahan variabilitas iklim alamiah yang teramati pada kurun waktu yang dapat dibandingkan.
2. Gas rumah kaca yang selanjutnya disebut GRK adalah gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah.
3. Inventarisasi GRK adalah kegiatan untuk memperoleh data dan informasi mengenai tingkat, status, dan kecenderungan perubahan emisi GRK secara berkala dari berbagai sumber emisi (*source*) dan penyerapnya (*sink*) termasuk simpanan karbon (*carbon stock*).
4. Emisi GRK adalah lepasnya GRK ke atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu.
5. Serapan GRK adalah diserapnya GRK dari atmosfer pada suatu area tertentu dalam jangka waktu tertentu.

6. Simpanan...



- 4 -

6. Simpanan karbon (*carbon stock*) adalah besaran karbon yang terakumulasi dalam tampungan karbon (*carbon pools*) di darat dan laut dalam jangka waktu tertentu.
7. Data aktivitas adalah besaran kuantitatif kegiatan atau aktivitas manusia yang dapat melepaskan dan/atau menyerap GRK.
8. Faktor emisi adalah besaran emisi GRK yang dilepaskan ke atmosfer per satuan aktivitas tertentu.
9. Faktor serapan adalah besaran GRK di atmosfer yang diserap per satuan aktivitas tertentu.
10. Tingkat emisi GRK adalah besarnya emisi GRK tahunan.
11. Tingkat serapan GRK adalah besarnya serapan GRK tahunan.
12. Status emisi GRK adalah kondisi emisi GRK dalam satu kurun waktu tertentu yang dapat diperbandingkan berdasarkan hasil penghitungan GRK dengan menggunakan metode dan faktor emisi/serapan yang konsisten.
13. Laporan Komunikasi Nasional Perubahan Iklim (*National Communication*) adalah laporan yang disusun oleh Pemerintah Indonesia sebagai kewajiban Negara Pihak yang meratifikasi Konvensi Perubahan Iklim Perserikatan Bangsa-Bangsa (*United Nations Framework Convention on Climate Change*).
14. Mitigasi Perubahan Iklim adalah usaha pengendalian untuk mengurangi risiko akibat perubahan iklim melalui kegiatan yang dapat menurunkan emisi atau meningkatkan penyerapan GRK dari berbagai sumber emisi.
15. Menteri adalah Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.
16. Menteri...



- 5 -

16. Menteri terkait dan/atau Kepala Lembaga Pemerintahan Non Kementerian adalah pimpinan Kementerian dan/atau Lembaga yang ruang lingkup, tugas dan tanggung jawabnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

BAB II

TUJUAN

Pasal 2

Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional bertujuan untuk menyediakan:

- a. Informasi secara berkala mengenai tingkat, status dan kecenderungan perubahan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon di tingkat nasional, provinsi dan kabupaten/kota.
- b. Informasi pencapaian penurunan emisi GRK dari kegiatan mitigasi perubahan iklim nasional.

BAB III

PROSES DAN TATA CARA PENGHITUNGAN INVENTARISASI GRK

Pasal 3

- (1) Inventarisasi GRK dilakukan dengan cara:
 - a. Pemantauan dan pengumpulan data aktivitas sumber emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon, serta penetapan faktor emisi dan faktor serapan GRK.

b. Penghitungan...



- 6 -

- b. Penghitungan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon.
- (2) Hasil penghitungan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon dilaporkan dalam bentuk tingkat dan status emisi GRK.
- (3) Inventarisasi GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan pada sumber emisi dan penyerapnya termasuk simpanan karbon yang meliputi:
 - a. Pertanian, Kehutanan, Lahan Gambut, dan Penggunaan Lahan Lainnya.
 - b. Pengadaan dan Penggunaan Energi yang mencakup:
 - 1. pembangkitan energi;
 - 2. industri;
 - 3. transportasi;
 - 4. rumah tangga;
 - 5. komersial; dan
 - 6. pertanian, konstruksi, dan pertambangan.
 - c. Proses Industri dan Penggunaan Produk.
 - d. Pengelolaan Limbah.
- (4) Menteri dapat menetapkan sumber lainnya selain sebagaimana dimaksud pada ayat (3) setelah berkoordinasi dengan Menteri terkait dan/atau Kepala Lembaga Pemerintah Non Kementerian.
- (5) GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1), ayat (2), dan ayat (3) meliputi senyawa:
 - a. karbon dioksida (CO₂).
 - b. metana (CH₄).
 - c. dinitro oksida (N₂O)...



- c. dinitro oksida (N_2O).
- d. hidrofluorokarbon (HFCs).
- e. perfluorokarbon (PFCs).
- f. sulfur heksafluorida (SF_6).

Pasal 4

- (1) Penghitungan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon dilakukan dengan:
 - a. menggunakan data aktivitas di masing-masing sumber emisi dan penyerapnya termasuk simpanan karbon;
 - b. menggunakan data aktivitas pada tahun yang sama;
 - c. menggunakan faktor emisi dan faktor serapan lokal.
- (2) Dalam hal faktor emisi dan faktor serapan lokal tidak tersedia sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c, penghitungan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon dapat menggunakan faktor emisi dan faktor serapan yang telah disepakati secara internasional.
- (3) Hasil penghitungan emisi dan/atau serapan GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) digunakan untuk menghitung pencapaian penurunan emisi GRK dari kegiatan mitigasi perubahan iklim nasional.

Pasal 5

Terhadap data aktivitas, faktor emisi dan faktor serapan, penghitungan tingkat emisi dan tingkat serapan GRK dilakukan:

- a. Analisis tingkat ketidakpastian (*uncertainty*).
- b. Pemilihan metodologi yang digunakan.

c. Pengendalian...



- 8 -

- c. Pengendalian kualitas data (*quality control*) guna menjamin ketepatan dan kelengkapan data.
- d. Penjaminan data (*quality assurance*) dengan melakukan kaji ulang prosedur pelaksanaan inventarisasi GRK.
- e. Pendokumentasian data dan informasi serta pengarsipannya.
- f. Penentuan sumber yang paling signifikan guna membantu alokasi sumber daya untuk perbaikan penyelenggaraan inventarisasi.

BAB IV VERIFIKASI

Pasal 6

- (1) Terhadap proses dan hasil inventarisasi GRK, termasuk hasil pencapaian penurunan emisi GRK dari kegiatan mitigasi perubahan iklim nasional dilakukan verifikasi.
- (2) Ketentuan lebih lanjut mengenai verifikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diatur oleh Peraturan Menteri.

BAB V TUGAS DAN WEWENANG

Pasal 7

- (1) Menteri bertugas untuk:
 - a. Menetapkan pedoman penyelenggaraan inventarisasi GRK.
 - b. Mengoordinasikan penyelenggaraan inventarisasi GRK dan kecenderungan perubahan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon di tingkat nasional.

c. Melaksanakan..



- 9 -

- c. Melaksanakan monitoring dan evaluasi terhadap proses dan hasil inventarisasi GRK.
- (2) Menteri melakukan koordinasi dalam penyusunan Laporan Komunikasi Nasional Perubahan Iklim (*National Communication*).
 - (3) Menteri menyampaikan laporan Komunikasi Nasional kepada perwakilan pemerintah yang ditugaskan sebagai *National Focal Point* pada *United Nations Framework Convention on Climate Change*.

Pasal 8

- (1) Menteri terkait dan/atau Kepala Lembaga Pemerintah Non Kementerian yang terkait dengan ruang lingkup inventarisasi GRK sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (3), bertugas untuk:
 - a. Menyelenggarakan inventarisasi GRK.
 - b. Menyusun kecenderungan perubahan emisi dan serapan GRK termasuk simpanan karbon sesuai dengan lingkup tugas dan kewenangannya.
 - c. Mengembangkan metodologi inventarisasi dan faktor emisi atau serapan GRK berkoordinasi dengan para pemangku kepentingan.
- (2) Dalam melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Menteri terkait dan/atau Kepala Lembaga Pemerintah Non Kementerian menetapkan penanggungjawab yang bertugas melaksanakan inventarisasi GRK di unit kerja instansi sesuai dengan kewenangannya.

Pasal 9

- (1) Gubernur bertugas:
 - a. menyelenggarakan inventarisasi GRK di tingkat provinsi; dan
 - b. mengoordinasikan...



- 10 -

- b. mengoordinasikan penyelenggaraan inventarisasi GRK di kabupaten dan kota di wilayahnya.
- (2) Dalam melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud pada ayat (1), Gubernur menunjuk unit pelaksana teknis daerah yang lingkup tugasnya di bidang lingkungan hidup.

Pasal 10

- (1) Bupati dan Walikota bertugas menyelenggarakan inventarisasi GRK di kabupaten dan kota.
- (2) Dalam melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), Bupati dan Walikota menunjuk unit pelaksana teknis daerah yang lingkup tugasnya di bidang lingkungan hidup.

Pasal 11

Penyelenggaraan inventarisasi GRK yang dilakukan oleh Menteri terkait dan/atau Kepala Lembaga Pemerintah Non Kementerian, Gubernur, Bupati, dan Walikota berdasarkan pada pedoman yang ditetapkan oleh Menteri sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (1) huruf a.

BAB VI PELAPORAN

Pasal 12

- (1) Bupati dan/atau Walikota melaporkan hasil kegiatan inventarisasi GRK kepada Gubernur secara berkala, satu kali dalam setahun.
- (2) Gubernur melaporkan hasil kegiatan inventarisasi GRK dari kabupaten dan/atau kota kepada Menteri satu kali dalam setahun.

Pasal 13...



- 11 -

Pasal 13

- (1) Menteri terkait dan/atau Kepala Lembaga Pemerintah Non Kementerian melaporkan hasil kegiatan inventarisasi GRK kepada Menteri satu kali dalam setahun.
- (2) Menteri melaporkan hasil penyelenggaraan inventarisasi GRK kepada Menteri Koordinator Bidang Kesejahteraan Rakyat.

Pasal 14

- (1) Laporan inventarisasi GRK diterbitkan secara berkala sesuai dengan kebutuhan nasional, kebutuhan internasional, dan kebutuhan untuk penyusunan Laporan Komunikasi Nasional Perubahan Iklim (*National Communication*) sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (2) yang dikoordinasikan oleh Menteri.
- (2) Laporan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) digunakan sebagai bahan perumusan kebijakan dan evaluasi pelaksanaan kegiatan mitigasi perubahan iklim nasional termasuk rencana aksi penurunan emisi GRK nasional.

Pasal 15

- (1) Seluruh pelaku usaha dari kegiatan yang secara potensial menimbulkan emisi dan/atau menyerap GRK, wajib melaporkan data-data terkait inventarisasi GRK kepada Gubernur dan Bupati/Walikota sesuai kewenangannya satu kali dalam setahun.
- (2) Batasan pelaku usaha yang wajib melaporkan data terkait inventarisasi GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diatur dalam Peraturan Menteri.

Pasal 16

Ketentuan lebih lanjut mengenai pelaporan penyelenggaraan inventarisasi GRK sebagaimana dimaksud dalam Pasal 12, Pasal 13, Pasal 14, dan Pasal 15, diatur lebih lanjut dengan Peraturan Menteri.

BAB VII...



BAB VII PEMBINAAN

Pasal 17

- (1) Menteri dan Menteri terkait dan/atau Kepala Lembaga Pemerintah Non Kementerian memberikan pembinaan dalam rangka penyelenggaraan inventarisasi GRK kepada pemerintah provinsi, kabupaten/kota dan pemangku kepentingan.
- (2) Gubernur memberikan pembinaan dalam rangka koordinasi penyelenggaraan inventarisasi GRK kepada pemerintah daerah kabupaten/kota dan pemangku kepentingan.
- (3) Ketentuan lebih lanjut mengenai pembinaan sebagaimana yang dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) diatur dalam Peraturan Menteri.

Pasal 18

- (1) Setiap pelaksana inventarisasi GRK wajib memenuhi kriteria dan standar kompetensi inventarisasi GRK.
- (2) Kriteria dan standar kompetensi inventarisasi GRK sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) diatur dengan Peraturan Menteri.

BAB VIII PEMBIAYAAN

Pasal 19

Segala biaya yang diperlukan bagi pelaksanaan Peraturan Presiden ini dibebankan pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara, Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah dan/atau sumber pendanaan lainnya yang sah sesuai peraturan perundang-undangan.

BAB IX...



- 13 -

BAB IX KETENTUAN

PENUTUP

Pasal 20

Peraturan Presiden ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta

pada tanggal 5 Oktober 2011

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DR. H. SUSILO BAMBANG YUDHOYONO

Salinan sesuai dengan aslinya Deputi
Bidang Kesejahteraan Rakyat
Sekretariat Kabinet,

ttd.

Agus Sumartono, S.H., M.H

LAMPIRAN I
PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR : 61 Tahun 2011
TANGGAL : 20 September 2011

KEGIATAN INTI
RENCANA AKSI NASIONAL PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA

BIDANG PERTANIAN

Target Penurunan Emisi (26%) : 0,008 (Giga ton) CO₂e

Target Penurunan Emisi (41%) : 0,011 (Giga ton) CO₂e

Kebijakan yang dilakukan untuk menunjang RAN-GRK :

1. Pemantapan ketahanan pangan nasional dan peningkatan produksi pertanian dengan emisi GRK yang rendah.
2. Peningkatan fungsi dan pemeliharaan sistem irigasi.

Strategi :

1. Mengoptimisasikan sumber daya lahan dan air.
2. Menerapkan teknologi pengelolaan lahan dan budidaya pertanian dengan emisi GRK serendah mungkin dan mengabsorpsi CO₂ secara optimal.
3. Menstabilkan elevasi muka air dan memperlancar sirkulasi air pada jaringan irigasi.

1. Perbaikan...

- 2 -

NO	RENCANA AKSI	KEGIATAN/SASARAN	PERIODE	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)	PENANGGUNGJAWAB
1.	Perbaikan dan pemeliharaan jaringan irigasi	a. Terlaksananya perbaikan jaringan irigasi seluas 1,34 juta ha b. Terlaksananya operasionalisasi dan pemeliharaan jaringan irigasi seluas 2,32 juta ha	2010-2014	24 provinsi : Nanggroe Aceh Darussalam (NAD), Sumut, Sumbar, Jambi, Bengkulu, Babel, Sumsel, Lampung, Banten, Jabar, Jateng, Yogyakarta, Jatim, Kalsel, Kaltim, Bali, NTT, NTB, Sulut, Sulteng, Sultra, Sulsel, Maluku, dan Papua	0,16	Kementerian Pekerjaan Umum
2.	Optimalisasi lahan	Terlaksananya pengelolaan lahan pertanian tanaman pertanian tanpa bakar seluas 300.500 ha	2011-2014	8 provinsi: Sumut, Riau, Jambi, Sumsel, Kalbar, Kalsel, Kaltim, dan Kalteng	4,81	Kementerian Pertanian
3.	Penerapan teknologi budidaya tanaman	Terlaksananya penggunaan teknologi untuk melindungi tanaman pangan dari gangguan organisme pengganggu tanaman dan dampak perubahan iklim pada lahan seluas 2,03 juta ha	2010-2014	Seluruh provinsi kecuali DKI Jakarta	32,42	Kementerian Pertanian
4.	Pemanfaatan pupuk organik dan bio-pestisida	Terlaksananya pemanfaatan pupuk organik dan biopestisida pada lahan seluas 250.000 ha	2010-2014	Seluruh provinsi	10,0	Kementerian Pertanian

5. Pengembangan

NO	RENCANA AKSI	KEGIATAN/SASARAN	PERIODE	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)	PENANGGUNGJAWAB
5.	Pengembangan areal perkebunan (sawit, karet, kakao) di lahan tidak berhutan/lahan terlantar/lahan terdegradasi / Areal Penggunaan Lain (APL)	<p>a. Terlaksananya pengembangan areal perkebunan dan peningkatan produksi dan produktivitas, serta mutu tanaman tahunan dengan sasaran kelapa sawit seluas 860.000 ha, dan karet seluas 105.200 ha</p> <p>b. Terlaksananya pengembangan areal perkebunan dan peningkatan produksi dan produktivitas, serta mutu tanaman rempah dan penyegar, dengan sasaran kakao seluas 687.000 ha</p>	2011-2014	<p>Kelapa sawit di 19 provinsi: NAD, Sumut, Sumbar, Babel, Bengkulu, Riau, Jambi, Sumsel, Lampung, Kalbar, Kalteng, Kaltim, Kalsel, Sulteng, Sulsel, Sulbar, Sultra, Papua, dan Papua Barat</p> <p>Karet di 14 provinsi: Sumut, Riau, Sumsel, Sumbar, Jambi, Kepri, Bengkulu, Babel Lampung, Jateng Kalbar, Kalteng, Kalsel, dan Kaltim</p> <p>Kakao di 16 provinsi: NAD, Sumut, Sumbar, Bengkulu, Lampung, Jatim, Bali, NTT, Kaltim, Kalbar, Sulbar, Sulsel, Sultra, Sulteng, Maluku, dan Papua</p>	<p>Kelapa sawit : 74,53</p> <p>Karet : 2,38</p> <p>Kakao : 5,42</p>	Kementerian Pertanian
6.	Pemanfaatan kotoran/urine ternak dan limbah pertanian untuk biogas	Terlaksananya pengembangan dan pembinaan Biogas Asal Ternak Bersama Masyarakat (BATAMAS) di wilayah terpencil dan padat ternak sebanyak 1.500 kelompok masyarakat	2010-2014	Seluruh provinsi	1,01	Kementerian Pertanian

BIDANG KEHUTANAN...

BIDANG KEHUTANAN DAN LAHAN GAMBUT

Target Penurunan Emisi (26%) : 0,672 (Giga ton) CO₂e

Target Penurunan Emisi (41%) : 1,039 (Giga ton) CO₂e

Kebijakan yang Dilaksanakan untuk Menunjang RAN-GRK :

1. Penurunan emisi GRK sekaligus meningkatkan kenyamanan lingkungan, mencegah bencana, menyerap tenaga kerja, dan menambah pendapatan masyarakat serta negara.
2. Pengelolaan sistem jaringan dan tata air pada rawa.
3. Pemeliharaan jaringan reklamasi rawa (termasuk lahan bergambut yang sudah ada).
4. Peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi pertanian pada lahan gambut dengan emisi serendah mungkin dan mengabsorpsi CO₂ secara optimal.

Strategi :

1. Menekan laju deforestasi dan degradasi hutan untuk menurunkan emisi GRK.
2. Meningkatkan penanaman untuk meningkatkan penyerapan GRK.
3. Meningkatkan upaya pengamanan kawasan hutan dari kebakaran dan pembalakan liar dan penerapan Sustainable Forest Management.
4. Melakukan perbaikan tata air (jaringan) dan blok-blok pembagi, serta menstabilkan elevasi muka air pada jaringan tata air rawa.
5. Mengoptimalkan sumberdaya lahan dan air tanpa melakukan deforestasi.
6. Menerapkan teknologi pengelolaan lahan dan budidaya pertanian dengan emisi GRK serendah mungkin dan mengabsorpsi CO₂ secara optimal.

- 5 -

NO	RENCANA AKSI	KEGIATAN/SASARAN	PERIODE	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)	PENANGGUNGJAWAB
1.	Pembangunan Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH)	Terbentuknya KPH sebanyak 120 unit	2010-2014	Seluruh provinsi	31,15	Kementerian Kehutanan
2.	Perencanaan pemanfaatan dan peningkatan usaha kawasan hutan	Terlaksananya pemberian Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu - Hutan Alam/Restorasi Ekosistem (IUPHHK-HA/RE) pada areal bekas tebangan (Logged Over Area/LOA) seluas 2,5 juta ha	2010-2014	12 provinsi: Jambi, Sumbar, Kalteng, Kalbar, Kalsel, Kaltim, Sulbar, Sulteng, Sultra, Sulut, Gorontalo, dan Papua	22,94	Kementerian Kehutanan
		Tercapainya peningkatan produksi hasil hutan bukan kayu/jasa lingkungan	2010-2014	Seluruh provinsi	1,38	Kementerian Kehutanan
3.	Pengembangan pemanfaatan jasa lingkungan	Terlaksananya demonstration activity Reducing Emission from Deforestation and Degradation (REDD) di kawasan konservasi (hutan gambut) sebanyak 2 kegiatan	2010-2014	2 provinsi: Jambi dan Kalteng	3,67	Kementerian Kehutanan
4.	Pengukuhan kawasan hutan	Terlaksananya penataan Batas Kawasan Hutan (batas luar dan batas fungsi kawasan hutan) sepanjang 25.000 km	2010-2014	Seluruh provinsi	123,41	Kementerian Kehutanan

5. Peningkatan...

NO	RENCANA AKSI	KEGIATAN/SASARAN	PERIODE	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)	PENANGGUNGJAWAB
5.	Peningkatan, rehabilitasi, operasi, dan pemeliharaan jaringan reklamasi rawa (termasuk lahan bergambut)	a. Terlaksananya peningkatan jaringan reklamasi rawa seluas 10.000 ha b. Terlaksananya rehabilitasi jaringan reklamasi rawa seluas 450.000 ha c. Terlaksananya operasi & pemeliharaan jaringan reklamasi rawa seluas 1,2 juta ha	2010-2014	23 provinsi: NAD, Sumut, Riau, Sumbar, Jambi, Bengkulu, Sumsel, Babel, Lampung, Banten, Jabar, Jateng, Jatim, Kalbar, Kalteng, Kalsel, Kaltim, Gorontalo, Sulbar, Sulteng, Sultra, Sulsel, dan Papua	5,23	Kementerian Pekerjaan Umum
6.	Pengelolaan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan	Penelitian dan pengembangan sumber daya lahan (termasuk lahan gambut) untuk pengembangan pengelolaan lahan pertanian seluas 325.000 ha	2011-2020	11 provinsi: NAD, Sumut, Riau, Jambi, Sumsel, Sumbar, Lampung, Kalbar, Kalsel, Kaltim, dan Kalteng	103,98	Kementerian Pertanian
7.	Pengembangan pengelolaan lahan pertanian di lahan gambut terlarang dan terdegradasi untuk mendukung subsektor perkebunan, peternakan dan hortikultura	Rehabilitasi, reklamasi dan revitalisasi lahan gambut terlarang, terdegradasi, pada areal pertanian, serta optimalisasi lahan non tanaman pangan seluas 250.000 ha	2011-2014	9 provinsi: NAD, Riau, Jambi, Sumsel, Sumbar, Kalbar, Kalsel, Kaltim, dan Kalteng	100,75	Kementerian Pertanian

NO	RENCANA AKSI	KEGIATAN/SASARAN	PERIODE	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)	PENANGGUNGJAWAB
8.	Penyelenggaraan rehabilitasi hutan dan lahan, dan reklamasi hutan di DAS prioritas	Terlaksananya rehabilitasi hutan pada DAS prioritas seluas 500.000 ha	2010-2014	Seluruh provinsi	18,35	Kementerian Kehutanan
		Terlaksananya rehabilitasi lahan kritis pada DAS prioritas seluas 1.954.000 ha	2010-2014	Seluruh provinsi kecuali DKI Jakarta	71,71	Kementerian Kehutanan
		Pembuatan hutan kota seluas 6.000 ha	2010-2014	Seluruh provinsi kecuali DKI Jakarta	0,22	Kementerian Kehutanan
		Rehabilitasi hutan mangrove/hutan pantai seluas 40.000 ha	2010-2014	Seluruh provinsi kecuali DIY	1,47	Kementerian Kehutanan
9.	Pengembangan perhutanan sosial	Terfasilitasinya penetapan areal kerja pengelolaan Hutan Kemasyarakatan (HKm)/Hutan Desa (HD) seluas 2.500.000 ha	2010-2014	25 provinsi: NAD, Sumut, Sumbar, Riau, Kepri, Jambi, Sumsel, Babel, Bengkulu, Lampung, DIY, NTB, NTT, Kalbar, Kalteng, Kalsel, Kaltim, Sulut, Gorontalo, Sulteng, Sulbar, Sulsel, Sultra, Maluku, dan Malut	91,75	Kementerian Kehutanan
		Terfasilitasinya pembentukan kemitraan usaha dalam hutan rakyat seluas 250.000 ha	2010-2014	11 provinsi: Riau, Sumsel, Banten, Jabar, Jateng, DIY, Jatim, Kalbar, Kalteng, Kalsel, dan Kaltim	9,18	Kementerian Kehutanan

10. Pengendalian...

NO	RENCANA AKSI	KEGIATAN/SASARAN	PERIODE	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)	PENANGGUNGJAWAB
10.	Pengendalian kebakaran hutan	Tercapainya penurunan jumlah hotspot di Pulau Kalimantan, Pulau Sumatera, dan Pulau Sulawesi sebesar 20% setiap tahun dari rerata 2005-2009, dengan tingkat keberhasilan 67,20%	2010-2014	11 provinsi: Sumut, Riau, Kepri, Jambi, Sumsel, Kalbar, Kalteng, Kalsel, Kaltim, Sulsel dan Sulbar	21,77	Kementerian Kehutanan
11.	Penyidikan dan pengamanan hutan	Terselesaikannya penanganan kasus baru tindak pidana kehutanan (illegal logging, penambangan ilegal dan kebakaran) minimal sebanyak 75%	2010-2014	10 provinsi: Sumut, Riau, Kepri, Jambi, Sumsel, Kalbar, Kalteng, Kalsel, Sulsel dan Sulbar	2,30	Kementerian Kehutanan

- 9 -

NO	RENCANA AKSI	KEGIATAN/SASARAN	PERIODE	LOKASI	INDIKASI PENURUNAN EMISI GRK (Juta Ton CO ₂ e)	PENANGGUNGJAWAB
12.	Pengembangan kawasan konservasi, ekosistem esensial dan pembinaan hutan lindung	Meningkatnya pengelolaan ekosistem esensial sebagai penyangga kehidupan sebesar 10 %	2010-2014	17 provinsi: NAD, Sumut, Jambi, Babel, Sumbar, Riau, Sulteng, Kepulauan Seribu, Jabar, Jateng, Jatim, Bali, NTB, Kalbar, Kalteng, Gorontalo, dan Papua Barat	41,50	Kementerian Kehutanan
		Terlaksananya penanganan perambahan kawasan hutan konservasi dan hutan lindung pada 12 provinsi prioritas	2010-2014	12 provinsi: Sumut, Riau, Jambi, Sumsel, Sumbar, Lampung, Kaltim, Kalteng, Kalsel, Kalbar, Sultra, dan Sulteng	49,77	Kementerian Kehutanan
13.	Peningkatan usaha hutan tanaman	Terlaksananya pencadangan areal hutan tanaman industri dan hutan tanaman rakyat (HTI/HTR) seluas 3 juta ha	2010-2014	26 provinsi: NAD, Sumut, Sumbar, Riau, Jambi, Sumsel, Bengkulu, Lampung, Babel, DIY, NTB, NTT, Kalbar, Kalteng, Kalsel, Kaltim, Sulut, Sultra, Sulteng, Sulsel, Sulbar, Gorontalo, Maluku, Malut, Papua, dan Papua Barat	110,10	Kementerian Kehutanan

Matrik Teknologi Mitigasi Perubahan Iklim di Sektor Pertanian

No	Unsur Perubahan Iklim	Masalah	Upaya Mitigasi	Dukungan Litbang ke depan	Keunggulan Teknologi
1	Lahan sawah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efisiensi pemupukan di lahan sawah masih rendah 2. Limbah budidaya padi berlimpah, berpotensi menghasilkan emisi CH₄ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. peningkatan efisiensi 2. pemanfaatan limbah semaksimal mungkin agar punya nilai tambah (diusahakan proses dekomposisi secara aerob) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penelitian dan pengembangan alat untuk membuat pupuk slow release 2. Litbang alat pembuatan briket sekam dan jerami 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efesi meningkat ✓ Pemupukan sesuai kebutuhan ✓ Emisi N₂O rendah ✓ Penyediaan sumber energy alternative di pedesaan dan mengurangi emisi CH₄
2	Lahan Gambut (padi, palawija, hortikultura dan, perkebunan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dinamika tinggi muka air berfluktuatif, sehingga inovasi teknologi budidaya menjadi tidak pasti dan menyebabkan ketidakpastian produktivitas dan emisi GRK 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tata kelola air kawasan (makro) dan mikro (petak sawah/tersier) dalam satuan hidrologi. 2. Penerapan teknologi budidaya padi di lahan gambut yang mampu meningkatkan produktivitas dan rendah emisi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Litbang tata kelola air pada satu kesatuan hidrologi. 2. Penelitian identifikasi varietas tanaman lahan gambut yang rendah emisi 3. Pengelolaan lahan tanpa bakar yang murah dan mudah (herbisida nabati, traktor yang menggunakan rotary, teknologi mikroba) 4. Litbang komponen teknologi budidaya yang mampu meningkatkan hasil dan rosot karbon serta rendah emisi, mencakup: <ol style="list-style-type: none"> a. Pemupukan dan ameliorasi yang efisien dan rendah emisi. b. Pengelolaan air petak sawah rendah emisi. 	<ol style="list-style-type: none"> 1a. Dinamika tinggi muka air dalam satu kawasan dapat dikendalikan 1b. Tata kelola air yang baik dapat dikendalikan mengurangi emisi CO₂ dan CH₄ dan meningkatkan rosot karbon. 2. Produktivitas dan rosot karbon meningkat dan emisi rendah. 3. Produktivitas dan rosot karbon meningkat, dan emisi CH₄ rendah.

Matrik Teknologi Mitigasi Perubahan Iklim di Sektor Pertanian (lanjutan)

3	Lahan salin (padi)	1. Intrusi air garam saat kemarau sehingga produksi menurun yang berakibat rosot karbon menurun	1. Penggunaan padi VUB tahan salinitas serta rendah emisi	1. Penciptaan padi VUB toleran salinitas dan rendah emisi. 2. Litbang dinamika kadar garam air pada lahan rawa kawasan air payau.	1. Produktivitas dan rosot karbon dapat dipertahankan. 2. Dijadikan dasar dalam aplikasi padi VUB tahan salinitas.
4	Lahan Sulfat Masam (padi, palawija dan hortikultura, perkebunan)	Dinamika tinggi muka air yang sangat fluktuatif menyebabkan peningkatan kemasaman tanah dan toksisitas.	1. Tata kelola air kawasan (makro dan mikro (petak sawah/tersier) dalam satuan hidrologi. 2. Penerapan teknologi budidaya padi di lahan sulfat masam yang mampu meningkatkan produktivitas dan rendah emisi	1. Litbang tata kelola air (skala makro dan mikro) pada satu kesatuan hidrologi. 2. Penelitian identifikasi varietas padi lahan sulfat masam (toleran toksisitas Al dan Fe) yang rendah emisi 3. Pengelolaan lahan tanpa olah tanah yang murah dan mudah (herbisida nabati, traktor yang menggunakan rotary, teknologi mikroba) 4. Litbang komponen teknologi budidaya yang mampu meningkatkan hasil dan rosot karbon serta rendah emisi, mencakup: ➢ Pemilihan varietas rendah emisi ➢ Penyiapan lahan tanpa olah tanah (TOT). ➢ Pemupukan dan ameliorasi yang efisien dan rendah emisi. ➢ Pengelolaan air petak sawah rendah emisi.	1a. Dinamika tinggi muka air dalam satu kawasan dapat dikendalikan 1b. Tata kelola air yang baik dapat dikendalikan mengurangi emisi CO ₂ dan CH ₄ dan meningkatkan rosot karbon. 2. Meningkatkan produktivitas dan menurunkan emisi 3. Produktivitas dan rosot karbon meningkat. 4. Produksi dan rosot karbon meningkat dan emisi CH ₄ rendah

Matrik Teknologi Mitigasi Perubahan Iklim di Sektor Pertanian (lanjutan)

5	Lahan potensial/ lahan sawah (padi)	Budidaya padi menghasilkan emisi GRK	Penerapan teknologi optimalisasi lahan yang mampu meningkatkan produktivitas dan rendah emisi.	Litbang komponen teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas dan rosot karbon yang rendah emisi.	Meningkatkan produktivitas dan rendah emisi.
6	Lahan gambut (Perkebunan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplikasi pupuk yang belum tepat dosis 2. Penyiapan Lahan dengan cara pembakaran 3. Emisi GRK akibat penurunan permukaan air pada lahan gambut 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efisiensi pemupukan 2. Penerapan Teknologi PLTB 3. Tata kelola air yang baik sesuai Permentan 14/2009 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisa kebutuhan pupuk yang efisien untuk berbagai tipe lahan gambut dan jenis tanaman 2. Pengembangan teknologi PLTB yang murah, pengembangan briket limbah penyiapan lahan 3. - Sosialisasi aplikasi ameliorasi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rendah emisi NO2 dari pemupukan 2. Rendah emisi, mudah, murah, dan ramah lingkungan 3. Rendah emisi
7	PERKEBUNAN	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuantifikasi sequestrasi karbon pada lahan perkebunan 2. Penyiapan Lahan dengan cara pembakaran 3. Aplikasi pupuk yang belum tepat dosis 4. Limbah sawit (cangkang, Tandan Kosong Sawit/TKS, partikel, limbah cair) 5. Menurunnya stock BB Fosil 6. Mahalnya pupuk sintetis 7. Pembakaran limbah tanaman perkebunan dan tanaman naungan 8. Keterbatasan Lahan 9. Tuntutan pengembangan perkebunan berkelanjutan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pendataan sejarah penggunaan lahan melalui penilaian kebun 2. Penerapan Teknologi PLTB 3. Efisiensi pemupukan 4. Pengelolaan limbah sawit 5. Pengembangan biofuel 6. Pengembangan Desa Mandiri Energi (DME) 7. Aplikasi limbah perkebunan untuk kompos 8. Integrasi kebun-ternak-biogas 9. Pengembangan tanaman perkebunan pada lahan non-hutan dan lahan marginal/lahan terdegradasi 10. Penerapan ISPO 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metode kuantifikasi sequestrasi karbon pada lahan perkebunan tipe mineral 2. Pengembangan teknologi PLTB yang murah, pengembangan briket limbah penyiapan lahan 3. Analisa kebutuhan pupuk yang efisien untuk berbagai tipe lahan dan jenis tanaman 4. Teknologi pengelolaan limbah sawit 5. Peningkatan IP tanaman penghasil Biofuel 6. Analisa kesesuaian lahan lokasi DME dengan jenis tanaman penghasil Biofuel 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potensi carbon credit yang sangat besar 2. Rendah emisi, mudah, murah, dan ramah lingkungan 3. Rendah emisi NO2 dari pemupukan 4. Rendah emisi, ramah lingkungan 5. Peningkatan produktivitas tanaman penghasil Biofuel 6. Produktivitas tanaman penghasil biofuel dapat dioptimalkan 7. Efisiensi ekstraksi minyak dari bahan tanaman penghasil biofuel

Matrik Teknologi Mitigasi Perubahan Iklim di Sektor Pertanian (lanjutan)

				<p>7. Pengembangan teknologi ekstraksi yang murah dan efisien</p> <p>8. Pengembangan dekomposer dan mulcher</p> <p>9. Pengembangan konsep ICEF pada subsektor perkebunan</p> <p>10. Peta kesesuaian lahan dan sebaran lahan non hutan dan lahan marginal/lahan terdegradasi</p> <p>11. MRV penurunan emisi karbon dan kuantifikasi sequestrasi karbon akibat penerapan ISPO</p>	<p>8. Proses pembuatan kompos yang lebih efisien dan cepat</p> <p>9. Carbon efficient, rendah emisi</p> <p>10. Mengurangi laju deforestasi dan degradasi hutan, rendah emisi,</p> <p>11. Potensi carbon credit yang sangat besar</p>
8	Hortikultura	Sistem pemupukan yang belum efisien, lahan yang tidak produktif, pemanfaatan limbah yang tidak optimal, teknologi yang rendah emisi belum diketahui	Efisiensi penggunaan pupuk nitrogen	Memperbaiki teknologi penggunaan nitrogen, meningkatkan peran mikroba endofit, mikroba berguna lainnya serta pengembangan teknologi fertigasi	Efisiensi penggunaan pupuk N meningkat, meningkatkan dayaguna mikroba dalam memperbaiki kesuburan tanah dan mengurangi emisi GRK dan meningkatkan pendapatan petani

Matrik Teknologi Mitigasi Perubahan Iklim di Sektor Pertanian (lanjutan)

			Aplikasi pola tanaman ganda yang serasi, sinergi, menguntungkan dan meningkatkan simpanan karbon	Pengembangan teknologi pola tanam sela dan ganda serta KRPL yang dapat meningkatkan simpanan karbon serta meningkatkan daya guna pupuk organik dan mikroba berguna.	Sumber daya alam dimanfaatkan secara optimal sehingga meningkatkan simpanan karbon. Sumber gizi keluarga dan pendapatan petani meningkat.
			Aplikasi teknologi dan varietas hortikultura yang rendah emisi; Meningkatkan dan memperbaiki teknologi penggunaan bahan organik	Pengembangan teknologi PTT, PHT, SITT, pemanfaatan varietas yang toleran terhadap cekaman lingkungan suboptimal dan teknologi efisiensi penggunaan air dalam suatu kawasan hortikultura	Meningkatkan simpanan karbon, menurunkan emisi GRK dan sistem pertanian yang berkelanjutan
9	Peternakan				