



Policy Brief

Volume 5 No. 8 Tahun 2011

Strategi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca **Sektor Kehutanan**¹

Pendahuluan

Sektor kehutanan masih merupakan pengemisi gas rumah kaca atau GRK (*net emitter*) yang umumnya berasal dari deforestasi dan degradasi serta kebakaran hutan. Sektor ini juga mempunyai potensi besar untuk menyerap karbon (*removal*) melalui penanaman pohon dan pertumbuhan hutan. Berbagai kegiatan penanaman telah dilakukan di Indonesia jauh sebelum isu peran hutan dalam mitigasi perubahan iklim berkembang.

Besarnya emisi salah satunya dapat mengacu pada hasil perhitungan Second National Communication, SNC (KLH, 2009), yang menyatakan tingkat emisi tahun 2000 sebesar 1.377.754 juta ton CO₂-e, secara keseluruhan dan 649.254 juta ton CO₂-e untuk sektor LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry). Besarnya emisi tersebut terutama berasal dari besarnya deforestasi.

Beberapa faktor pemicu deforestasi dan degradasi yaitu penebangan liar; kebakaran hutan; dan konversi lahan hutan untuk kegiatan-kegiatan lain yang menghasilkan penutupan lahan dengan cadangan karbon yang lebih rendah seperti untuk perkebunan dan pertanian, pemekaran wilayah (kabupaten), pertambangan dan pemukiman. Kuantifikasi upaya menurunkan tingkat emisi perlu didasarkan pada pengurangan

source atau sumber emisi dari sektor kehutanan dan kegiatan peningkatan karbon stok atau *sink* seperti reforestasi, penanaman, penghijauan, dan lainnya. Hal ini perlu diiringi dengan kebijakan yang mendukung, terkait penggunaan lahan dan insentif untuk parapihak yang berhasil mendukung upaya tersebut.

Target pemerintah untuk menurunkan tingkat emisi 26% atau 14% untuk sektor kehutanan sampai tahun 2020 perlu kebijakan dan tindakan nyata di lapangan. Strategi penurunan tingkat emisi perlu didasarkan pada upaya-upaya pengurangan sumber-sumber emisi dari sektor kehutanan. Kajian ini bertujuan untuk menghasilkan strategi penurunan emisi melalui pemahaman terhadap sumber emisi (deforestasi dan degradasi) dan sumber serapan (pertumbuhan hutan dan penanaman seperti Hutan Tanaman Industri (HTI), Hutan Tanaman Rakyat (HTR), Hutan Rakyat (HR), Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GN RHL), serta kegiatan lainnya.

Implikasi kebijakan untuk mendukung hasil ini diharapkan dapat memberikan masukan atau *input* kebijakan agar tingkat emisi sektor kehutanan tahun 2020 dapat diturunkan, dan agar sektor kehutanan dapat berkontribusi terhadap penurunan emisi global.

¹ Ari Wibowo, Pusat Litbang Perubahan Iklim dan Kebijakan, Email: ariwibowo61@yahoo.com

Emisi Dari Sektor Kehutanan di Indonesia

Sumber utama emisi GRK di Indonesia adalah dari deforestasi. Deforestasi didefinisikan sebagai perubahan penutupan lahan dari hutan menjadi bukan hutan. Dalam IPCC Guideline 2006, yang menjadi basis dalam perhitungan emisi, penutupan lahan dibagi kedalam enam kelas yaitu: Forest Land, Crop Land, Grassland, Wetland, Settlement, dan Other Land. Deforestasi dan degradasi hutan yang terjadi di Indonesia mendorong berkembangnya isu sebagai penyumbang emisi karbon yang cukup signifikan. Di sisi lain, sebagaimana negara berkembang lainnya, hutan masih diposisikan sebagai sumberdaya pembangunan ekonomi yang dikhawatirkan akan mempercepat laju deforestasi dan degradasi hutan yang memperbesar emisi gas rumah kaca dari sektor kehutanan.

Terjadinya deforestasi dan degradasi hutan di Indonesia antara lain disebabkan oleh kebakaran dan perambahan hutan, illegal logging dan illegal trading

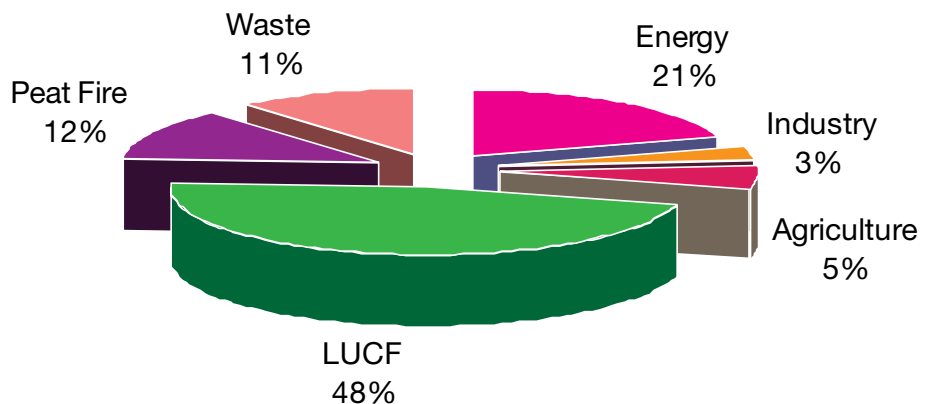
yang antara lain didorong oleh adanya permintaan yang tinggi terhadap kayu dan hasil hutan lainnya di pasar lokal, nasional dan global. Konversi kawasan hutan secara permanen ditujukan untuk kepentingan pertanian, perkebunan, pemukiman, dan keperluan lain. Sedangkan Penggunaan kawasan hutan di luar sektor kehutanan dilakukan melalui pinjam pakai kawasan hutan serta pemanenan hasil hutan yang tidak memperhatikan prinsip-prinsip pengelolaan hutan lestari. Penyebab lain yang lebih mendasar adalah belum adanya institusi pengelola hutan di tingkat tapak dalam bentuk unit-unit pengelolaan hutan (KPH) pada sebagian besar kawasan hutan produksi dan hutan lindung, khususnya diluar Jawa.

Sebagai gambaran tentang besarnya emisi dari berbagai sektor di Indonesia, disampaikan hasil inventarisasi GRK yang dilakukan untuk penyusunan Second National Communication (SNC) seperti tertera pada Tabel 1 (KLH, 2009).

Tabel 1. Ringkasan emisi dan serapan GRK tahun 2000 (dalam juta ton)

	C02 emission	C02 removal	CH4	N20	PFC	C02e
Energi	247,522		1,437	10		280,938
Industri	40,342		104	0.43	0.02	42,815
Pertanian	2,178		2,419	72		75,420
LUCF	1,060,766	411,593	3	0.08		649,254
Kebakaran gambut *	172,000					172,000
Limbah	1,662		7,294	8		157,328
TOTAL	1,524,472	411,593	236,388	28,341		1,377,754

*Catatan: Emisi kebakaran gambut dari van der Werf et al (2008).



Gambar 1. Kontribusi sektor dalam emisi GRK tahun 2000

Dari gambar 1 tersebut nampak jelas bahwa besarnya emisi GRK tersebut, dikarenakan oleh deforestasi pada tahun 2000-2005 sebesar 1.089.000 hektar per tahun. Di sisi lain, terdapat pula kegiatan di sektor kehutanan yang berdampak negatif terhadap kemampuan hutan dalam menyerap dan menyimpan

karbon. Selanjutnya sumber emisi yang sangat besar adalah dari kebakaran gambut. Studi oleh Van der Warf et al (2008) menunjukkan besarnya emisi dari kebakaran gambut yaitu 172.000 juta ton CO₂-eq pada tahun 2000, atau 12% dari total emisi Indonesia.



Strategi Penurunan Emisi

Strategi penurunan emisi didasarkan pada prinsip dasar penurunan emisi yaitu dengan meningkatkan kapasitas hutan dalam menyerap dan menyimpan karbon. Sektor kehutanan mempunyai potensi besar untuk menyerap karbon (*removal*) melalui pembuatan tanaman dan pertumbuhan hutan. Selain itu, upaya-upaya untuk mengurangi laju deforestasi, kebakaran hutan serta peningkatan serapan karbon melalui pertumbuhan dan pembangunan hutan tanaman akan sangat menentukan seberapa besar potensi kehutanan dalam menyerap emisi atau meningkatkan serapan (*sink*). Berbagai kegiatan penanaman telah dilakukan di Indonesia jauh sebelum isu peran hutan dalam mitigasi berkembang. Penanaman melalui pembangunan hutan tanaman dari tahun 2004 sampai tahun 2008 tercatat rata-rata 230.000 ha per tahun (Departemen Kehutanan, 2009). Kegiatan rehabilitasi dan reforestasi yang dilakukan Departemen Kehutanan, Kegiatan Gerakan Penghijauan Nasional (Gerhan) yang dilakukan sejak tahun

2003, kegiatan konservasi hutan dan program *Gerakan One Man One Tree* serta penanaman semilyar pohon yang memiliki dampak yang positif dalam meningkatkan kapasitas hutan dalam menyerap dan menyimpan karbon.

Kegiatan Sektor Kehutanan yang terkait dengan mitigasi perubahan iklim yang dapat dijadikan strategi dalam penurunan emisi pada prinsipnya dapat dibedakan kedalam tiga kategori utama, yaitu:

1. Konservasi karbon hutan, yaitu mempertahankan cadangan karbon yang ada pada hutan dari kehilangan akibat deforestasi, degradasi dan akibat praktek manajemen lainnya.
2. Menambah rosot karbon melalui kegiatan aforestasi, reforestasi dan praktek pengelolaan lainnya.
3. Memanfaatkan biomas sebagai pengganti bahan bakar fosil secara langsung melalui produksi energi biomas atau secara tidak langsung melalui substitusi bahan yang industrinya menggunakan bahan bakar fosil.

Strategi Konservasi Karbon Hutan

Pada prinsipnya kegiatan konservasi karbon hutan adalah mencegah dan mengendalikan agar cadangan karbon yang tersimpan dalam hutan tidak terlepas ke atmosfer. Kegiatannya dapat

berupa; mencegah terjadinya deforestasi dan degradasi, menetapkan kawasan konservasi dan lindung, praktek teknik silvikultur hutan yang lebih baik dan kegiatan lainnya.

Pengurangan Emisi Dari Deforestasi Dan Degradasi (REDD)

Dengan laju deforestasi tahunan yang mencapai rata-rata 1.1 juta ha, Indonesia memiliki potensi besar untuk mengurangi laju deforestasi dan mendapatkan kompensasi. Meskipun mekanisme wajib REDD belum ditetapkan, akan tetapi sampai saat ini telah banyak minat dari lembaga atau negara yang melaksanakan demonstration activities (DA) REDD di Indonesia, sebagai pembelajaran untuk REDD. Selain itu, beberapa mekanisme sukarela juga telah berkembang misalnya Voluntary Carbon Standard (VCS), Community, Climate and Biodiversity

Alliance (CCBA), memungkinkan untuk mendapatkan insentif dari skema REDD.

Upaya pengurangan emisi dari deforestasi memerlukan pendekatan kebijakan internasional yang tidak akan mengancam pembangunan ekonomi negara yang bersangkutan dan kehidupan masyarakat lokalnya. Dengan demikian negara berkembang akan terdorong melaksanakan upaya pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan apabila insentif yang diberikan setidaknya setara dengan *opportunity costs* dari pemanfaatan lahan/hutan tersebut.

Penetapan Kawasan Hutan Lindung/ Kawasan Konservasi

Sampai tahun 2009, luas kawasan konservasi di Indonesia mencapai 22.811.070 ha, yang merupakan peningkatan dari penunjukan kawasan konservasi pada tahun 1996 yang hanya 9,67 juta Ha, yang 6,65 juta ha ditetapkan sebagai Taman Nasional dan Taman Hutan Raya. Penetapan kawasan lindung dan kawasan konservasi tidak secara langsung menghasilkan keuntungan berupa kayu,

akan tetapi hal ini akan mengkonservasi karbon di hutan, mempertahankan biodiversity dan bermanfaat dalam mengatur tata air, mencegah erosi dan banjir. Upaya peningkatan jumlah kawasan konservasi juga perlu didukung oleh upaya pengamanan hutan sehingga tidak terjadi gangguan hutan seperti kebakaran, pembalakan liar, perambahan dan sebagainya.

Perbaikan Teknik Silvikultur

Perbaikan praktek pengelolaan hutan diantaranya dilakukan melalui kegiatan teknik silvikultur dan pemanenan hutan yang lebih baik atau *reduce impact logging*. *Reduced-impact logging* (RIL) adalah teknologi pemanenan yang berupaya untuk mengurangi kerusakan hutan akibat pohon yang ditebang serta

kerusakan tanah. Kerusakan dapat dikurangi melalui pengaturan arah tebang yang lebih baik dan jalan sarad yang terencana dengan baik. Selain itu upaya pengayaan jenis pohon juga dilakukan pada areal yang rusak agar kondisi hutan dapat pulih seperti semula.



Konservasi Lahan Gambut

Dari 188 juta ha luas daratan Indonesia, sekitar 21 juta ha diantaranya adalah lahan gambut dengan kedalaman yang bervariasi. Lahan gambut mempunyai cadangan karbon yang tinggi. Gambut dengan kedalaman 1 meter mempunyai kandungan karbon sekitar 600 ton C/ha (Page et al, 2002), sedangkan biomas hutan gambut hanya mengandung sekitar 200 ton C/ha. Sebagai pembanding, tanah mineral hanya mengandung 20-80 ton C/ha dan hutan primer diatasnya mengandung sekitar 300 t C/ha (Agus, 2007).

Strategi Peningkatan Serapan Karbon

Berbagai kegiatan kehutanan yang telah dilaksanakan selama ini yang dapat dianggap sebagai kegiatan mitigasi adalah pembangunan HTI, hutan rakyat, hutan tanamna rakyat, reboisasi (penghutanan kembali kawasan hutan yang telah rusak), dan penghijauan (penanaman tanaman tahunan di lahan milik). Selain itu secara nasional telah dilaksanakan kegiatan yang menyangkut penanaman pohon. Instruksi Presiden tentang Reboisasi dan

A/R CDM

Minat untuk menerapkan Kyoto Protokol melalui proyek CDM Kehutanan di Indonesia cukup tinggi (ADB, 2006). Komisi Nasional Mekanisme Pembangunan Bersih (*National Comission on CDM*), yang berfungsi sebagai Designated National Authority (DNA) juga sudah dibentuk, termasuk dikeluarkannya Peraturan Menteri Kehutanan Nomor. P.14/Menhut-II/2004 tentang Tata Cara Aforestrasi dan Reforestasi dalam Kerangka Mekanisme Pembangunan Bersih.

Meskipun berbagai persyaratan telah dipenuhi dan secara fisik Indonesia memiliki potensi untuk menerapkan proyek karbon melalui mekanisme AR-Forestry CDM, sampai saat ini belum ada proyek CDM Kehutanan yang berhasil di aplikasikan di Indonesia. Berbagai

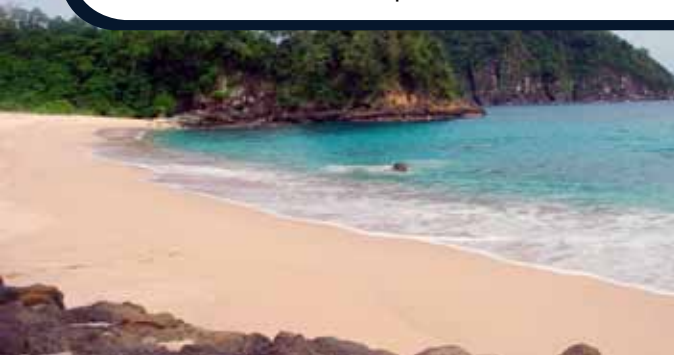
Mengingat kandungan karbon yang sangat tinggi di hutan gambut, perlu penanganan lahan gambut yang lebih hati-hati. Diperlukan upaya konservasi lahan gambut, dan untuk itu pemerintah telah mengeluarkan peraturan yaitu Keputusan Presiden No. 32/1990 tentang larangan pengembangan di lahan gambut yang lebih tebal dari 3 m. Upaya konservasi di lahan gambut dilakukan dengan menghindari deforestasi hutan gambut dan memperbaiki sistem pengelolaan lahan. Konservasi lahan gambut juga akan lebih intensif dilakukan dengan adanya moratorium pemanfaatan hutan alam primer dan lahan gambut.

Penhijauan dilaksanakan selama Orde Baru dan Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (Gerhan) sejak tahun 2003. Kegiatan lain diantaranya adalah "Penanaman satu juta pohon", gerakan "Penanaman 80 juta pohon" sebelum diselenggarakannya CoP 13 Desember 2007, kegiatan *One Man One Tree* (OMOT) dengan target 230 juta pohon, dan saat ini penanaman semilyar pohon.

kendala dalam menerapkan CDM Kehutanan diantaranya adalah:

1. Kesulitan dalam mencari lahan yang memenuhi syarat (*eligible*)
2. Mekanisme CDM yang rumit dan butuh waktu lama
3. Ketidak siapan institusi di tingkat lokal dalam mengelola proyek CDM
4. Kesulitan investasi awal untuk membangun tanaman
5. Investasi diluar sektor kehutanan mungkin lebih menguntungkan dibandingkan proyek CDM.

Salah satu kegiatan potensial untuk diusulkan menjadi proyek CDM adalah Hutan Kemasyarakatan yaitu proyek kerjasama antara Kemenhut dengan Korea yang sedang dibangun di Kecamatan Sekaroh NTB.





Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan (Gerhan)

Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan Lahan merupakan salah satu mekanisme yang berhubungan dengan perubahan iklim di sektor kehutanan (*Forest Climate Related Mechanism*). Kegiatan Gerhan dilakukan untuk mengurangi laju deforestasi dan Sesuai dengan Perpres No. 89/2007 tentang Gerakan Nasional Rehabilitasi Hutan dan

Lahan direncanakan mencapai target penanaman seluas 5 juta ha. Kegiatan Gerhan adalah kegiatan multisektoral yang melibatkan pemerintah pusat, pemerintah provinsi dan kabupaten. Kegiatan Gerhan meliputi 31 provinsi, 372 kabupaten, dan 141 Daerah Aliran Sungai. Sampai saat ini kegiatan Gerhan telah mencapai luas 1,4 juta ha.

Pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI)

HTI dikembangkan terutama untuk memenuhi kebutuhan akan bahan baku industri kayu yang tidak bisa dipenuhi dari hutan alam. Lokasi tanaman HTI menurut peraturan adalah pada lahan hutan yang kurang produktif dan areal padang alang-alang. Pembangunan HTI pada lahan tidak produktif akan meningkatkan stok karbon

hutan. Dengan rata-rata riap tumbuh jenis yang ditanam adalah 8-25 ton/ha/tahun, rotasi berumur 7-40 tahun dan biomas rata-rata 175-320 ton/ha/rotasi akan setara dengan penambahan stok 85 – 160 ton karbon/ha/rotasi. Luas pembangunan HTI sampai dengan tahun 2010 telah mencapai 3.65 juta ha (Kemenhut, 2011)

Agroforestry

Kegiatan agroforestry memiliki potensi yang cukup baik untuk meningkatkan rosot karbon, dalam bentuk biomas tanaman dan tanah. Bentuk umum dari praktek agroforestry adalah penanaman campuran antara tanaman pertanian dan kehutanan dan penanaman tanaman pembatas dan penaung untuk produktivitas tanaman pokok, perlindungan tanah dan angin. Riap

tumbuh untuk biomas pohon diatas tanah bervariasi 3-8 ton/ha/tahun, tergantung jenis kondisi lahan dan faktor kompetisi. Dengan rotasi pohon 20 - 40 tahun, total produksi biomas pada akhir rotasi sekitar 120-160 ton/ha/rotasi. Sampai dengan akhir tahun 2010 tercatat 121 ribu ha luas tanaman dengan pola agroforestry (Kemenhut, 2011).

Reboisasi

Program ini bertujuan untuk menghutankan kembali lahan kritis dan padang alang-alang. Luas areal reboisasi tercatat 708,4 ribu ha (Kemenhut 2011). Rata-rata riap tumbuh jenis-jenis yang ditanam adalah 7-25 ton/ha/tahun. Satu

rotasi berumur 7-40 tahun, dengan biomas rata-rata 175-280 ton/ha/rotasi. Sebagian besar pohon yang ditanam untuk reboisasi pada lahan kritis tidak di eksploitasi tetapi diutamakan untuk kepentingan konservasi tanah.

Hutan Tanaman Rakyat

Hutan tanaman rakyat (HTR) adalah hutan tanaman pada kawasan hutan produksi yang dibangun oleh perorangan atau koperasi untuk meningkatkan potensi dan kualitas hutan produksi dengan menerapkan sistim silvikultur yang menjamin kelestarian sumber daya hutan. Dengan mengedepankan prinsip

keadilan, masyarakat akan diberikan akses untuk ikut membangun HTR dalam skala kecil dan menengah dalam luasan 5-15 ha per kepala keluarga (KK) (Kaban, 2007). Pengembangan Hutan Tanaman Rakyat sampai tahun 2015 ditargetkan seluas 5,4 juta ha.



Penghijauan (Hutan Rakyat)

Hutan rakyat (HR) adalah tanaman kayu-kayuan yang dikembangkan di lahan milik. Jenis pohon yang ditanam disesuaikan dengan tempat tumbuh, minat masyarakat, penguasaan teknik budi daya, dan akses pasar. Pemerintah biasanya menyediakan bibit dan masyarakat melakukan penanaman dan pemeliharaan. Jenis yang ditanam pada umumnya memiliki rotasi pendek yang menghasilkan kayu pertukangan dan

kayu bakar. Jenis-jenis yang ditanam umumnya memiliki riap 6-12 ton biomas/ha/tahun dengan 5-20 tahun siklus rotasi. Program ini dapat menghasilkan kayu dengan produksi sekitar 20-50 m³/ha/rotasi. Saat ini luas hutan rakyat di Pulau Jawa kurang lebih 2 juta ha dan sudah menduduki porsi yang cukup signifikan dalam penyediaan kayu untuk industri kehutanan.

Gerakan Penanaman Pohon

Kementerian Kehutanan melakukan kegiatan penanaman serentak secara nasional yang dimulai sejak tahun 2007 dengan target sebanyak 79 juta pohon, dan tahun 2008 dengan target sebanyak 100 juta pohon. Pohon yang berhasil ditanam melebihi target yang dicanangkan. Penanaman serentak secara nasional tahun 2007 terealisasi 86,9 juta pohon. Gerakan Perempuan Tanam dan Pelihara Pohon tahun 2007 sebanyak 10 juta batang, terealisasi 14,1 juta batang. Gerakan Penanaman Serentak 100 juta pohon tahun 2008 telah terealisasi sebanyak 109 juta batang (lebih dari 100%). Gerakan Perempuan Tanam dan Program Ketahanan Pangan (GPT-PKP) juga terealisasi lebih dari 100% yaitu sebesar 5.083.467 batang dari rencana 5.010.000 batang. Untuk tahun 2009 Pemerintah bersama masyarakat

menargetkan penanaman sebanyak 230 juta batang pohon, guna dapat memenuhi target satu orang menanam satu pohon (one man one tree). Kegiatan ini terealisasi 251,6 juta pohon atau melebihi jumlah pohon yang ditargetkan.

Dengan menggerakkan segenap sumber daya yang ada dan melibatkan unsur Pemerintah, Pemerintah Daerah, BUMN/ BUMS, TNI/POLRI, LSM dan partisipasi seluruh masyarakat dilakukan Penanaman Satu Milyar Pohon berdasarkan Permenhut No.: P. 21/ MenhutII/2010 tentang Panduan Penanaman satu Milyar Pohon. Penanaman Satu Milyar Pohon pada dasarnya merupakan bagian dari Aksi Penanaman Serentak oleh seluruh penduduk Indonesia untuk menanamkan minimal satu milyar pohon yang dilaksanakan secara terus menerus sepanjang Tahun 2010.

Kesimpulan dan Rekomendasi

Dalam konteks perubahan iklim, hutan dapat berperan baik sebagai penyerap/penyimpan karbon (sink) maupun sebagai pengemisi karbon (source). Khususnya sektor LULUCF di Indonesia hutan memberikan kontribusi yang besar dalam emisi GRK yaitu sebesar 48 %.

Strategi Sektor Kehutanan yang terkait dengan mitigasi perubahan iklim untuk menurunkan emisi GRK pada prinsipnya dapat dikelompokkan kedalam tiga kategori utama yaitu, konservasi karbon hutan, menambah serapan karbon melalui kegiatan aforestasi, reforestasi dan praktek pengelolaan lainnya dan memanfaatkan biomas sebagai pengganti bahan bakar fosil.

Upaya untuk menerapkan prinsip pengelolaan hutan lestari yang juga mendukung upaya mitigasi perubahan iklim dari sektor kehutanan menghadapi kendala dalam pelaksanaannya. Beberapa kendala penting adalah deforestasi dan degradasi hutan, kebakaran hutan, illegal logging dan permasalahan lainnya. Meskipun demikian Indonesia sebagai negara berkembang masih memerlukan lahan hutan untuk pembangunan. Oleh sebab itu strategi yang diperlukan adalah tetap mempertahankan hutan dengan potensi karbon tinggi. Untuk pembangunan kelapa sawit misalnya diarahkan pada lahan hutan dengan potensi karbon rendah (lahan kritis) dan tidak mengkonversi hutan atau lahan gambut dengan cadangan karbon tinggi. Keseluruhan faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan hutan dalam

menurunkan emisi dapat memberikan kontribusi kehutanan dalam penurunan emisi sebesar 26 persen pada tahun 2020 seperti yang telah ditargetkan oleh Presiden RI.

Dalam usaha penurunan emisi dari sektor kehutanan, diperlukan sinergitas dengan sektor-sektor lain terutama kebijakan sektor berbasis lahan yang seringkali memiliki kepentingan yang berlawanan. Kesenambungan kebijakan pengelolaan hutan dengan sektor lainnya akan sangat mendukung keberhasilan pencapaian target penurunan emisi.

Sejalan dengan program Pemerintah yang mendorong penanaman, perlu dilakukan terus menerus penelitian mengenai substitusi bahan bakar fosil. belakangan ini berkembang upaya mengembangkan bahan bakar nabati sebagai pengganti bahan bakar fosil. Jenis tanaman yang banyak dimanfaatkan untuk memproduksi bioethanol dan biogas adalah kelapa sawit, jarak pagar, tebu dan singkong serta nyamplung.

Selain itu perlu dipikirkan juga upaya mengintensifkan penggunaan panas bumi sebagai sumber energi alternatif. Indonesia terletak di daerah tempat bertemunya lempeng-lempeng tektonik dan merupakan negara yang juga terletak di daerah *ring of fire* (lingkaran gunung berapi aktif). Potensi panas bumi yang sangat besar ini apabila dikembangkan dapat memberikan kontribusi penyediaan energi bersih (bebas CO₂) sistem kelistrikan nasional yang ramah lingkungan.



Kementerian Kehutanan
Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan
Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan

Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor
Telp.: 0251 8633944; Fax: 0251 8634924;
Email: forestpolicy@puslitsosekhut.web.id
Website: <http://www.puslitsosekhut.web.id>