

**INOVASI MANAJEMEN KEHUTANAN UNTUK SOLUSI  
PERUBAHAN IKLIM DI INDONESIA**  
*(Forestry Management Inovations for Climate Change Solutions in  
Indonesia)*

Oleh/ by :

**Tigor Butarbutar**

Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan  
Jalan Gunung Batu No. 5. PO. BOX. 272. Telp. (0251) 8633944 Fax. (0251) 8634924,  
Bogor 16118, Email: [tigtars@yahoo.co.id](mailto:tigtars@yahoo.co.id)

Naskah diterima: 25 Juni 2009; Edit terakhir: 4 Agustus 2009

**ABSTRACT**

*The roles of forest are both to prevent and reduce emissions of green house gases and simultaneously provide environmental, social and economic cobenefits from clean water and wildlife habitat to outdoor recreation and forest products. In the context of climate change, forestry has contribution as the source of emission and the sink of carbon. The role of forest on climate change can be addressed with technical aspect of forestry that stimulate innovations for preventing and reducing the impact of climate change by reducing emission of green house gases in the atmosphere. Those innovations will be implemented by good forest management, management of carbon dan agroforestry model. In the future, it is important to participate in carbon trade by providing data and information by research and development about the relationship between good forest management, conservation activities and enhancement of carbon stock in forest and carbon credits*

*Keywords : Climate change, carbon sink, carbon source, innovations, good forest management, managing for carbon and agroforestry.*

**ABSTRAK**

Peranan hutan dalam mencegah dan mengurangi emisi dari gas rumah kaca secara bersamaan menyediakan lingkungan, sosial dan ekonomi yang saling menguntungkan melalui penyediaan air bersih dan habitat satwa liar untuk rekreasi alam dan produksi hasil hutan. Dalam konteks perubahan iklim sektor kehutanan dapat berfungsi sebagai sumber emisi (sebagai *source*) dan juga sebagai penyerap karbon (sebagai *sink*). Peranan hutan dan kehutanan tersebut dapat dilihat dari berbagai aspek teknis kehutanan yang dapat mendorong inovasi-inovasi untuk mengurangi dan mencegah dampak perubahan iklim melalui pengurangan emisi gas rumah kaca di atmosfer. Inovasi tersebut dapat dilakukan melalui kegiatan manajemen/pengelolaan hutan yang baik, kegiatan manajemen karbon dan kegiatan agroforestry. Untuk dapat berpartisipasi aktif dalam perdagangan karbon di masa depan perlu dilakukan penelitian tentang hubungan pengelolaan hutan yang baik, kegiatan konservasi dan peningkatan kapasitas stok karbon dengan jumlah karbon yang dihasilkan (*source*) dan diserap (*sink*)

Kata kunci: Perubahan iklim, penyerap karbon, inovasi, pengelolaan hutan yang baik, manajemen karbon dan *agroforestry*

## I. PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang terjadi disebabkan oleh berbagai kegiatan pembangunan antara lain, kehutanan, pertanian, peternakan, pertambangan, industri dan lain-lain yang menghasilkan emisi gas rumah kaca. Peranan sektor kehutanan dapat berfungsi sebagai penghasil gas rumah kaca seperti karbon (*carbon source*) dan juga dapat berfungsi sebagai penyerap karbon (*carbon sink*). Perubahan iklim dapat dihadapi dengan kegiatan mitigasi (pengurangan dampak) dan adaptasi (penyesuaian). Kegiatan mitigasi dan adaptasi di sektor kehutanan dapat dilakukan melalui berbagai inovasi manajemen hutan. Peranan hutan dalam mencegah dan mengurangi emisi dari gas rumah kaca secara bersamaan menyediakan lingkungan, sosial dan ekonomi yang saling menguntungkan melalui penyediaan air bersih dan habitat satwa liar serta untuk rekreasi alam dan produksi hasil hutan. (Thomson, 2008). Selanjutnya Ariwibowo dan Rufii (2008) menyebutkan bahwa dalam konteks perubahan iklim, sektor kehutanan dapat berfungsi sebagai sumber emisi (*source*) dan juga sebagai penyerap karbon (*sink*). Selanjutnya peranan dan fungsi hutan tersebut dapat dilihat berbagai aspek manajemen yang terdiri dari aspek teknis kehutanan yang dapat digunakan sebagai inovasi-inovasi untuk mengurangi dan mencegah dampak perubahan iklim.

Menurut Thomson (2008) peranan hutan dalam mencegah dan mengurangi emisi karbon atau mitigasi perubahan iklim dapat dilihat dari berbagai kemungkinan sebagai berikut: 1) Penggunaan energi dari biomassa kayu dan sisa-sisa industri kayu menggantikan bahan bakar fosil; 2) Penggantian bahan-bahan bangunan yang diproduksi dengan bahan bakar fosil seperti baja, konkret, bata dan aluminium dengan produk kayu; 3) Mengurangi kebakaran hutan dan emisi gas rumah kaca; 4) Mempertahankan penutupan hutan dan potensinya untuk mencegah perubahan iklim; 5) Pengaturan kegiatan manajemen hutan untuk menangkap/menyerap tambahan CO<sub>2</sub> di atmosfer; 6) Penangkapan dan penyimpanan karbon dalam *pool* karbon hutan dan penggunaan kayu dalam jangka panjang; dan 7) Mengembangkan pasar perdagangan karbon dan menciptakan insentif untuk kegiatan kehutanan yang mengurangi emisi industri dan penghasil *polutan* lainnya. Ketujuh pendekatan di atas sangat beralasan karena: 1) Sejarah kemanusiaan membuktikan bahwa kesehatan dan kesejahteraan tergantung pada keberadaan hutan.; 2) Peranan hutan tidak tergantikan di tengah ketidakpastian perubahan iklim global yang pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas lingkungan.; 3) Teknologi untuk konservasi dan pengelolaan hutan dapat mencegah emisi dan mengurangi karbon yang sudah ada di atmosfer dan 4) Banyak solusi-solusi lain yang belum siap untuk diterapkan dalam skala luas, tetapi manajemen hutan dapat memberikan solusi yang cepat dan segera dimulai saat ini untuk pencegahan dan pengurangan emisi gas rumah kaca.

Dalam tulisan ini diuraikan berbagai inovasi teknis kehutanan yang dapat merupakan mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim.

## II. MITIGASI PENGARUH DAN ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

### A. Mitigasi Pengaruh Perubahan Iklim

Mitigasi perubahan iklim adalah pencegahan dan pengurangan pengaruh perubahan iklim melalui pencegahan emisi gas rumah kaca. Selanjutnya Malmshheimer dkk (2008) menyebutkan bahwa pencegahan emisi gas rumah kaca di sektor kehutanan dapat dilakukan dengan substitusi kayu, substitusi biomassa, modifikasi kebakaran alam, menghindari konversi lahan. Sedangkan pengurangan gas rumah kaca di atmosfer dapat dilakukan melalui penyerapan vegetasi hutan, penyimpanan dalam produksi kayu. Khusus untuk penyerapan karbon di atmosfer melalui vegetasi hutan merupakan fungsi dari produktivitas hutan dalam tapak baik dalam bentuk penyimpanan dalam (*pool*) tanah, serasah, bahan kayu yang jatuh, kayu mati yang masih tegak, batang hidup, cabang dan dedaunan hidup. Kecepatan neraca bersih (*net rate*) dari pengambilan CO<sub>2</sub> dari pohon berdaun lebar umumnya lebih tinggi dibanding dengan daun jarum, tetapi karena umumnya daun lebar menggugurkan daun sedangkan daun jarum selalu hijau maka total kapasitas penyerapan umumnya sama. Hutan dengan semua kelas umur dengan berbagai tipe mempunyai kapasitas penyerapan yang besar sekali dan menyimpan karbon dalam jumlah yang sangat besar juga, tetapi hutan campuran, campuran semua umur umumnya mempunyai kapasitas penyerapan karbon yang lebih besar dan penyimpanan juga karena *leaf area* (luas permukaan daun) yang lebih besar. Peningkatan kapasitas penyimpanan tergantung pada terjaminnya *full stocking*, pemeliharaan kesehatan pohon, meminimalkan gangguan tanah, dan mengurangi kehilangan karena kematian pohon, kebakaran, hama dan penyakit. Manajemen pengaturan kerapatan tegakan dengan menghilangkan pohon-pohon yang kritis atau peka (*prudent*) untuk memberikan kesempatan kepada produk/pohon lain untuk dipulihkan, termasuk balok, komposit kayu, kertas dan energi yang fungsi penyerapan tegakannya dapat tetap berlangsung. Dua pendekatan pengelolaan hutan untuk mencegah perubahann iklim dapat dilakukan melalui mitigasi dengan cara hutan dan produk hutan digunakan untuk menyerap karbon, menyediakan energi melalui biomassa dan menghindarkan pelepasan karbon.

Selanjutnya Maness (2007) menyebutkan bahwa pengelolaan hutan yang berkontribusi terhadap perubahan iklim dapat dilakukan dengan 3 strategi. Strategi pertama adalah *strategi perlindungan stok* dengan mencegah emisi (mitigasi) melalui 3 cara yaitu: menghindarkan konversi lahan yang secara permanen menjadi penggunaan lain; menunda waktu panen dan mengurangi gangguan kebakaran dan hama penyakit. Strategi kedua disebut *strategi penyerapan*, yaitu hutan menyerap CO<sub>2</sub> dari udara melalui tiga cara juga yaitu: penanaman hutan yang baru pada lahan yang sebelumnya tidak berhutan; penerapan manajemen tegakan yang dapat menambah karbon dan menghasilkan produksi dan penggunaan produksi kayu yang lebih awet. Strategi yang ketiga adalah *strategi penggunaan energi* yang dapat diperbaharui.

## B. Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim

Adaptasi terhadap perubahan iklim adalah usaha-usaha pengurangan pengaruh perubahan iklim. Malmshheimer, dkk (2008) mengemukakan bahwa perubahan iklim dapat dikurangi dengan cara adaptasi, dengan menciptakan hutan dengan kondisi yang lebih sehat. Strategi adaptasi dapat dilakukan melalui peningkatan ketahanan (*resistance*) terhadap hama dan penyakit, ketahanan terhadap kebakaran, peningkatan ketahanan kalau ada gangguan (*resilience*) dan mengarahkan migrasi (*assist migration*) pohon/kelompok vegetasi, memfasilitasi transisi ke lingkungan yang baru dengan mengintroduksi jenis-jenis yang mempunyai kemampuan beradaptasi yang lebih tinggi, memperluas keragaman genetik, mendorong pencampuran jenis dan menyediakan *refugia* (perlindungan untuk konservasi).

Teknik silvikultur tradisional yang difokuskan untuk tujuan menghasilkan kayu, air, kehidupan liar dan nilai-nilai keindahan semuanya menghasilkan penyerapan karbon yang lebih tinggi dan mengurangi emisi dari pengelolaan hutan. Salah satu teknik silvikultur tersebut adalah pengaturan distribusi umur dan toleransi/naungan terhadap penyerapan karbon, dimana jenis tahan naungan memproduksi karbon lebih banyak dibandingkan dengan jenis intoleran. Tetapi pada awalnya jenis intoleran tumbuh lebih cepat dan mencapai titik kulminasi juga lebih cepat tetapi tidak memproduksi kayu sebanyak jenis intoleran.

Cara mengadaptasi jenis-jenis pohon hutan atau kelompok jenis hutan cenderung akan bergerak ke arah belahan bumi utara dan naik ke elevasi yang lebih tinggi. Pemanasan global (*global warming*) akan dan dapat menambah hutan *montane*, *grassland* dan hutan *arid*, tergantung faktor rasio/perbandingan antara curah hujan pada musim panas dengan curah hujan tahunan, perbedaan temperatur pada musim panas dan dingin dan secara bersamaan dengan interaksi yang kompleks. Vegetasi masa depan masih bertahan dengan ciri-ciri gurun, lahan rumput dan hutan dan umumnya masih mendukung asosiasi perbedaan tanaman. Tetapi kelihatannya dengan perubahan iklim, ketahanan tanaman menjadi berkurang karena adanya proses evolusi.

Secara umum adaptasi dapat dilakukan dengan: 1) Peningkatan daya tahan (*increasing resistance*). Ketahanan adalah kapasitas ekosistem untuk menghindari atau bertahan terhadap gangguan seperti serangan hama dan penyakit dan kebakaran. Kegiatan manajemen ditujukan pada perlindungan hutan dan nilai lain seperti air, spesies langka dan menghindari area pemukiman yang berimpit dengan hutan (*interface*) dan mempertahankan tegakan hutan spesifik; 2) Peningkatan daya lentur (*resilience*), kapasitas ekosistem untuk kembali setelah ada gangguan, dapat dilakukan dengan keragaman jenis dan keragaman kelas umur, memperlebar variasi genetik dari mulai dari tingkat anakan, mendukung komunitas hutan yang dapat menjadi komunitas hutan yang baru, identifikasi dan penguatan tempat perlindungan jenis atau kelompok jenis sebelum ada gangguan, penguatan keterhubungan lanskap sehingga pergerakan ekologis dapat terjadi sepanjang lanskap tanpa gangguan, pencegahan fragmentasi hutan. Intinya adalah pengaturan atau pengembangan jenis yang sesuai dengan lingkungan yang berubah karena ada gangguan; dan 3) *Assist migration* (mendorong migrasi), manajemen yang bertujuan untuk atau memfasilitasi perubahan atau transisi suatu ekosistem kepada suatu kondisi

lingkungan yang baru dengan mempersiapkan jenis yang dapat beradaptasi lebih baik, perluasan keragaman genetik, mendorong campuran jenis dan menyediakan tempat perlindungan (*refugia*). Model-model pada skala global, regional dan batas landscape dapat dikombinasikan dengan peta distribusi pohon saat ini untuk menyusun berbagai kemungkinan populasi yang dapat bermigrasi di masa depan (pada abad berikutnya) untuk merespon perubahan iklim.

### III. MODEL PENGELOLAAN HUTAN

#### A. Hutan Dikelola versus Tidak Dikelola

Malsheimer, dkk (2009) Hutan yang dikelola akan menyerap karbon lebih banyak daripada hutan yang tidak dikelola, karena: 1) Hutan yang dikelola berisi pohon muda lebih banyak yang mempunyai kapasitas penyerapan lebih tinggi; 2) Hutan dikelola adalah sumber dari produk kayu yang terus menyimpan karbon untuk beberapa periode dan tergantung jenis produk; 3) Penggunaan produk kayu sebagai substitusi bahan yang dihasilkan dengan menggunakan energi fosil seperti batubara, baja, aluminium dan plastik; 4) Hutan yang dikelola mempunyai gas rumah kaca lebih rendah dari hasil kebakaran alam, serangan hama dan konversi lahan; 5) Pasar penggantian karbon lebih menarik pada hutan yang dikelola. Tindakan silvikultur yang mempengaruhi jumlah/neraca karbon, dapat dilakukan dengan : 1) Pemilihan kelas manajemen hutan seumur dan tidak seumur, yang tidak seumur lebih baik; 2) Pemilihan jenis, jenis toleran lebih baik daripada intoleran, campuran jenis lebih baik daripada hutan murni. Selanjutnya dengan seleksi genetik yang dihasilkan melalui kegiatan pemuliaan pohon dan bioteknologi akan lebih banyak menyerap karbon, terutama untuk jenis rotasi pendek untuk tujuan bioenergi dan etanol dari selulosa; 3) Penempatan sisa penebangan supaya tetap di tanah, tetapi dapat juga digunakan untuk bioenergi atau bioetanol; 4) Penyiapan lahan tanpa terbuka dengan menggunakan tutupan sisa-sisa tanaman (mulsa); 5) Melakukan berbagai kegiatan yang dapat mempercepat regenerasi; 6) Kegiatan pemupukan; 7) Penjarangan dan pemanenan antara; 8) Memperpendek rotasi, karena rotasi yang lebih lama tidak baik; dan 9). Penghutan kembali lahan tidak berhutan.

#### B. Manajemen Karbon

Malsheimer, dkk (2009) menyebutkan pengaturan karbon melalui manajemen dititikberatkan pada pengaturan hutan seumur dan hutan tidak seumur melalui tiga cara yang didasarkan pada perbedaan tujuan sebagai berikut:

- a. **Jika tujuannya menyerap karbon dalam waktu yang singkat** dapat digunakan jenis tidak tahan naungan (intoleran) dengan pertumbuhan awal yang cepat, dengan kepadatan tertinggi pada suatu tempat tumbuh (tapak/ *site*) yang mendukung dan akan dipanen pada saat riap rata-rata tahunan (*mean annual increment*) tertinggi. Tetapi untuk menghitung total karbon bersih harus diperhitungkan juga karbon yang hilang selama pemanenan, penyiapan lahan dan kegiatan manajemen lainnya;

- b. **Jika tujuannya adalah menyerap karbon dalam jumlah maksimum selama jangka waktu yang lama** dapat digunakan jenis tahan naungan (toleran) pada kerapatan maksimum dengan tempat tumbuh (tapak/*site*) yang mendukung dan dengan tanaman seumur, pemanenan dan penanaman kembali dilakukan pada saat riap rata-rata tahunan maksimum. Jenis toleran dapat tumbuh pada kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis intoleran tetapi mempunyai kecepatan pertumbuhan awal yang rendah dan akan maksimal kemudian (setelah jenis intoleran), jumlah total karbon per satuan luas akan lebih besar dibandingkan dengan jenis intoleran. Tetapi pemanenan dan persiapan tanah akan lebih lama frekuensinya sehingga kehilangan karbonnya yang terkait akan lebih rendah;
- c. **Untuk tujuan penyerapan secara kontinyu dan maksimum**, campuran jenis intoleran dan jenis toleran akan memanfaatkan seluruh celah tajuk untuk fotosintesa pada kanopi hutan dan di bawah kanopi dengan mempertahankan seluruh kecepatan pertumbuhan pada batas yang ekonomis (*thrifty*). Pengaturan tegakan tidak seumur melalui perlakuan kombinasi seleksi jenis pohon per individu, perbedaan lapisan tajuk, penjarangan di bawah kanopi (*understory*), seleksi group, ketidakteraturan kayu penaung (*shelterwood*) dan pemanenan antara (*intermediate*) yang bertujuan untuk mempertahankan pola perubahan yang tetap dan cepat (kleidoskope) dari perbedaan umur dari pohon-pohon intolerans dan tolerans yang ekonomis (*thrifty*). Kemudian emisi harus diperhitungkan dengan memasukkan intensitas (frekuensi) kegiatan management di atas, disebabkan oleh kombinasi MAI (*mean annual increment*) untuk semua jenis dan semua kelas umur dari pohon-pohon, yang harus dihitung diskonto ke dalam tahunan/per tahun. Hal penting dari jumlah karbon yang diserap dari ketiga tujuan di atas adalah area di bawah riap rata-rata tahunan, yang menggambarkan total hasil penyerapan selama satu siklus manajemen. Jumlah ini akan diperhitungkan per tahun (*disconto*) dan demikian juga *pool*/karbon di bawah permukaan.

### 3. Model Agroforestry

Model ini adalah merupakan model pengelolaan hutan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil hutan, hasil pertanian/peternakan/perikanan sehingga masyarakat dapat menghasilkan pendapatan dalam jangka pendek, menengah dan jangka panjang. Prinsip dalam *agroforestry* adalah keseimbangan lingkungan, ekonomi dan sosial. Apabila dilihat dari prinsip-prinsip di atas dan berbagai pendekatan yang dapat mencegah dan mengurangi perubahan iklim model *agroforestry* dapat memitigasi dan mengadaptasi perubahan iklim dengan alasan-alasan sebagai berikut: a). Pencampuran jenis pohon penghasil kayu, buah dan lain-lain, merupakan salah satu model tanaman campuran; b). Pencampuran jenis yang didasarkan pada sifat toleransi (kanopi dan *understory*); c). Pencampuran perbedaan umur; d). Pencampuran berdasarkan perbedaan waktu pemanenan; e). Penggabungan nilai ekonomi, sosial dan budaya sehingga perubahan vegetasi dapat berjalan seiring dengan perubahan sosial dan budaya secara berangsur yang dapat disesuaikan dengan perubahan iklim dan f). Dapat digunakan sebagai model untuk memfasilitasi perubahan kelompok vegetasi menjadi kelompok yang baru (adaptasi), seperti teori perubahan vegetasi melalui perladangan berpindah yang teratur (Malmsheimer dkk, 2008)

## IV. PERDAGANGAN UNTUK PENGGANTIAN KARBON HUTAN

### A. Karbon yang Diperdagangkan

Perdagangan karbon hutan adalah pasar karbon yang tadinya dapat mengubah iklim karena hutan dipanen untuk memenuhi kebutuhan kayu untuk konstruksi, energi dan kebutuhan lainnya menjadi disimpan dalam bentuk pohon hidup dan stok karbon lainnya untuk sementara waktu dan jangka panjang. Untuk kompensasi pengurangan atau penundaan penggunaan hasil dari kayu atau vegetasi tersebut diberikan kompensasi sejumlah harga yang disepakati supaya kebutuhan serupa dapat dipenuhi dengan cara lain tanpa memanen karbon atau mengurangi pemanenan karbon tetapi si penjual tetap dapat memenuhi kebutuhannya. Si pembeli adalah kelompok yang mempunyai kelebihan sumber dana yang didapatkan dari kegiatan mengemisi karbon atau aktivitas lainnya yang membutuhkan emisi total yang lebih rendah. Sistem pembayaran untuk penggantian karbon dapat dilakukan dengan dua sistem yaitu *voluntary* dan *mandatory*. *Voluntary* adalah mengizinkan masyarakat atau kelompok untuk menjual karbon kreditnya (penggantiannya), tetapi tidak merupakan pemaksaan sedangkan *mandatory* adalah menetapkan batas emisi yang diperbolehkan oleh pengemisi utama (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dll), dengan *sistem cap and trade*, karbon yang diperdagangkan adalah jumlah yang melebihi *cap* yang dibutuhkan selain mengurangi emisi atau dijual dipasar terbuka.

### B. Tatacara Perdagangan Karbon

Perdagangan karbon di masa depan akan dilakukan dengan urutan/tatacara sebagai berikut, yaitu: 1. Perdagangan karbon melalui program *Afforestation/Reforestation Clean Development Management (A/R CDM)*. Program ini masih sulit diterapkan sejak disepakatinya Protokol Kyoto karena memerlukan persyaratan yang sangat ketat untuk sektor kehutanan. Sebagai contoh untuk mendapatkan insentif terhadap suatu kawasan yang berhutan, harus dibuktikan bahwa areal tersebut tidak berhutan paling tidak 50 tahun sebelumnya. Sedangkan yang ke-2 adalah dengan pendekatan perdagangan karbon dengan program *Reduce Emission by Forest Degradation dan Deforestation = REDD*. Dalam program ini pencegahan deforestasi dan degradasi dalam mengurangi emisi karbon untuk mencegah dan mengurangi perubahan iklim, dilakukan dengan tahapan sebagai berikut; a) Penentuan Batas Pengurangan Emisi = *Reducing Emission Level (REL)*. Batas ini merupakan batas emisi karbon pada selang waktu tertentu (misalnya 5 tahun) pada kondisi biasa (*business as usual = BAU*), dimana tidak ada usaha pencegahan emisi dari deforestasi dan degradasi dan REL pada selang waktu yang sama dengan intervensi kegiatan REDD (pencegahan konversi hutan dan pencegahan kerusakan hutan); dan b) Menentukan selisih antara REL dengan intervensi REDD dengan REL tanpa REDD. Hasil perhitungan ini akan menjadi jumlah emisi karbon (*amount of gross emission*) yang dapat diperdagangkan untuk selang waktu tertentu (5 tahun) atau selisih antara REL dengan dan tanpa REDD PLUS (PLUS berarti memasukkan konservasi, manajemen hutan lestari dan kegiatan peningkatan stok karbon hutan) atau disebut dengan *the amount of net/gross emission and removals* yang nilainya lebih tinggi dari REDD (Mubyarto, 2009).

### C. Petunjuk Teknis Perhitungan REL

Perhitungan REL dari deforestasi memerlukan data; a). Aktivitas dalam bentuk data perubahan luas tutupan hutan menjadi non hutan (*crop land, grassland, wetland, resettlement* dan lainnya) selama selang waktu tertentu; dan b). Data stok karbon dari berbagai jenis hutan dan tutupan lahan di atas. Sedangkan perhitungan REL untuk emisi degradasi dibutuhkan data; a) Data aktivitas dalam bentuk data luas tutupan hutan pada berbagai tingkat degradasi (bisa berdasarkan kerapatan tajuk dan persentase penutupan tajuk; dan b) Data stok karbon pada berbagai tingkat degradasi yang ditetapkan di atas.

### D. Perhitungan REL untuk REDD PLUS

Perhitungan dengan memasukkan aspek konservasi, manajemen hutan lestari dan peningkatan stok dapat ditambahkan dengan penutupan kawasan-kawasan konservasi, tindakan silvikultur dalam pengelolaan hutan alam dan tanaman dan peningkatan stok karbon pada hutan alam dan tanaman juga dapat dilakukan dengan tindakan silvikultur yang sama dan indikator yang dapat digunakan adalah penambahan riap rata-rata tahunan (*MAI = mean annual increment*) sebelum mencapai maksimal dapat dianggap sebagai penambahan karbon.

Dalam Sonya (2009) disebutkan adanya berbagai metode perhitungan karbon yang sudah tersedia umumnya ditujukan untuk menghitung semua karbon *pool* (biomassa yang hidup, baik di atas tanah maupun di bawah tanah), bahan organik yang mati (*litter* dan *necromass*) dan karbon tanah. Demikian juga metode untuk menghitung karbon di 6 tipe penggunaan lahan seperti lahan hutan, *cropland, wetland, grassland, settlement* dan lahan lain). Demikian juga untuk menghitung karbon pada kategori pada lahan transisi antara sisa dengan yang dikonversi. Demikian juga perhitungan yang didasarkan pada *disaggregation* dan *agregation*, stratifikasi karena iklim atau perbedaan geografis lainnya, tipe / fungsi hutan, pola pendekatan kayu bakar dan lain-lain. Metode-metode yang sudah tersedia oleh AFOLU C-stock Assesment mulai dari yang paling sederhana (Tier 1) sampai yang paling sah (Tier 3). Pemilihan metode tergantung (*gain-loss versus stock changes*) dan ketersediaan data aktivitas. Dengan demikian untuk mempersiapkan program REDD Indonesia perlu segera menyediakan informasi untuk dapat menghitung karbon dengan metode yang paling sah, sehingga dalam negosiasi pada tahun 2012 dapat dipertahankan untuk mendapatkan harga dari kredit karbon.

### V. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berbagai inovasi teknis kehutanan yang dapat mencegah dan mengurangi emisi karbon dalam rangkaantisipasi perubahan iklim dapat dilakukan melalui pengelolaan hutan yang baik, pengelolaan karbon dan model *agroforestry*.
2. Inovasi-inovasi seperti pengaturan jenis, pengaturan umur (tanaman seumur dan tidak seumur), penjarangan, pemupukan, pencegahan hama dan penyakit, pemuliaan tanaman, teknik pemanenan, persiapan lapangan tanam, pemanenan antara, pencegahan kebakaran dan gangguan lainnya dapat mengurangi emisi karbon.



3. Diperlukan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan metodologi perhitungan kredit karbon untuk aktivitas konservasi, manajemen hutan lestari dan penambahan stok karbon.
4. Penelitian tersebut dapat ditujukan untuk menguji hipotesis apakah perhitungan/ penambahan pertumbuhan pohon (riap) dapat digunakan sebagai indikator untuk kredit karbon untuk aktivitas konservasi, SFM dan peningkatan stok karbon.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ariwibowo dan Ruffi. 2009. Peran Sektor Kehutanan Di Indonesia Dalam Perubahan Iklim. Tekno Hutan Tanaman Vol. 1. No. 1, November 2009. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hutan Tanaman. Badan Litbang Departemen Kehutanan Hal; 23-32
- Malmsheimer, RW; P. Hefferman; S. Brink; D. Crandall; F. Deneke; C. Galik; E. Gee; J.A. Helm; N. Mc Clure; M. Mortimer; S. Ruddell; M. Smith; and J. Stewart. 2008. Forest Management Solutions for Mitigating Climate Change in the Journal of Forestry 106 (3) p : 115-117 Society of American Foresters Task Force Report. Grosvenor Lane, Bethesda, Maryland USA.
- Maness, T.C. 2009. Forest Management and Climate Change Mitigation: Good Policy Requires Careful Thought. Journal of Forestry 107 (3): 119-123. A Society of American Foresters. Grosvenor Lane, Bethesda, Maryland, USA.
- Mubyarto, D. 2009. Baseline, REL, and RL : How will they be determined ? Makalah pada Pembahasan Draft Permenhut REL dan Petunjuk Teknisnya pada tanggal 25-26 Juni 2009 di Bogor
- Sonya, 2009. Rapid Assesment of Carbon Stocks. Makalah pada Pembahasan Draft Permenhut REL dan Petunjuk Teknisnya pada tanggal 25-26 Juni 2009 di Bogor.
- Thomson, T. 2008. Forestry and Climate Change (Commentary). Journal of Forestry 106 (3) : 113. A Society of American Foresters Task Force Report. Grosvenor Lane, Bethesda. Maryland, USA.