



KEMENTERIAN KEHUTANAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KEHUTANAN
**PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PERUBAHAN IKLIM DAN KEBIJAKAN**

REDD⁺ & forest governance

Penulis : Ari Wibowo, Kirsfianti Ginoga, Fitri Nurfatriani, Indartik, Hariyatno Dwiprabowo, Sulistya Ekawati, Haruni Krisnawati dan Chairil Anwar Siregar

Editor : Dr. Ir. Nur Masripatin, M.For.Sc dan Dr. Christine Wulandari

ISBN: 978-979-18767-3

Penerbit:

Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan

Kampus Balitbang Kehutanan

Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor; Telp.: 0251 8633944; Fax: 0251 8634924;

Email: forestpolicy@puslitsosekhut.web.id; Website: <http://www.puslitsosekhut.web.id>

KATA PENGANTAR

Buku REDD+ dan Forest Governance merupakan kumpulan hasil riset yang diharapkan dapat menjadi acuan para pihak yang berkepentingan dalam upaya penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) dari kegiatan tata guna lahan, perubahan lahan dan kehutanan. Buku ini juga dimaksudkan untuk menjawab beberapa tantangan untuk implementasi mekanisme REDD+ (pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi, konservasi, peningkatan cadangan karbon, konservasi, dan manajemen hutan yang berkelanjutan), terutama menjawab tantangan sebagai berikut : (i) aplikasi measurable, reportable dan verifyable, MRV di semua tingkat pelaksana, (ii) informasi mekanisme insentif dan pendanaan yang memungkinkan harapan parapihak di tingkat nasional dan sub nasional, dan (iii) kapabilitas dan akuntabilitas tiga pilar governance (pemerintah, swasta dan masyarakat sipil) dalam mengimplementasikan prinsip-prinsip good governance.

Akhirul kata, penghargaan dan terima kasih kami sampaikan kepada penulis dan semua pihak yang telah berperan, secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan buku ini, dan dicatat sebagai amal ibadah oleh Allah SWT. Semoga buku ini memberikan pencerahan dan meningkatkan harapan bagi para pihak untuk ikut serta mendorong upaya pencegahan peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer yang membahayakan kehidupan kini dan kemudian.

Jakarta, 17 Desember 2010

Kepala Badan,



Dr. Ir. Tachrir Fathoni, M.Sc
NIP. 19560929 198202 1001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
PENDAHULUAN	I
MEASURABLE, REPORTABLE DAN VERIFIABLE (MRV) UNTUK EMISI GAS RUMAH KACA DARI KEGIATAN KEHUTANAN	
<i>Ari Wibowo</i>	3
1.1 Pendahuluan	3
1.2 Penghitungan Cadangan Karbon.....	4
1.3 Menghitung Emisi GRK Menggunakan IPCC 2006 <i>Guideline</i>	8
1.4 Menentukan REL (<i>Reference Emmission Level</i>).....	15
1.5 Monitoring Hasil REDD+.....	19
1.6 Penutup	19
STATUS DATA STOK KARBON DALAM BIOMAS HUTAN DI INDONESIA	
<i>Haruni Krisnawati</i>	23
2.1 Pendahuluan	23
2.2 Kriteria Penilaian Data/Informasi	24
2.3 Status Data Stok Biomassa Hutan.....	26
2.4 Kesenjangan Data Biomassa Hutan di Indonesia	31
2.5 Strategi Sampling dan Pendugaan Biomassa Hutan	35
2.6 Penutup	36
POTENSI TANAMAN HUTAN MENJERAP KARBON	
<i>Chairil Anwar Siregar</i>	45
3.1 Pendahuluan	45
3.2 Tujuan dan Sasaran	45
3.3 Metodologi	46
3.4 Hasil dan Pembahasan.....	47
3.5 Penutup	52

MEKANISME INSENTIF DAN PENDANAAN REDD+

Kirsfianti Ginoga, Fitri Nurfatrioni, dan Indartik53

4.1 Pendahuluan 53

4.2 Jenis-Jenis Insentif REDD+ 54

4.3 Parapihak Terkait REDD+ 57

4.4 Distribusi Pembayaran Insentif REDD+ 59

4.5 Proporsi Insentif REDD+ untuk Para Pihak 68

4.6 Penutup 74

REDD+ DAN FOREST GOVERNANCE

Hariyatno Dwiprabowo dan Sulistya Ekawati 75

5.1 Pendahuluan 75

5.2 Hubungan *Good Forest Governance* dan REDD+ 77

5.3 Tantangan *Forest Governance* dalam Implementasi REDD+ 79

5.4 *Good Governance* untuk Implementasi REDD+ 81

5.5 Tata Kelola REDD+ 82

5.6 Tata Kelola Kawasan Hutan 83

5.7 Penutup 86

PENDAHULUAN

Indonesia telah meratifikasi United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) pada tanggal 5 Juni 1992, dengan mengeluarkan Undang-Undang No. 6/1994 tentang Pengesahan Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim. Sebagai negara berkembang yang tidak termasuk dalam negara Annex I UNFCCC, Indonesia berkomitmen untuk melaksanakan mandat Konvensi berdasarkan prinsip “common but differentiated responsibilities” dan sangat mendukung tujuan dari UNFCCC yaitu mencegah peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer agar tidak membahayakan kehidupan manusia di bumi. Bukti perubahan iklim dan dampaknya telah banyak dirasakan baik secara nyata maupun secara ilmiah. Berbagai studi menyebutkan semua Negara perlu membangun infrastruktur untuk beradaptasi (IPCC, 2006, Stern, 2007).

Kawasan hutan di Indonesia mencapai luas 137 juta ha atau sekitar 60 persen dari luas total Indonesia (Departemen Kehutanan, 2007). Berdasarkan hasil laporan komunikasi nasional yang kedua, sektor kehutanan di Indonesia mempunyai potensi mitigasi emisi gas rumah kaca yang cukup besar, karena sekitar 50 % emisi GRK di Indonesia dihasilkan dari sektor LULUCF (Indonesia: The Second National Communication, 2009). Padahal, upaya mitigasi emisi dapat diarahkan kepada pengelolaan hutan yang lestari (PHL, Sustainable Forest Management). Dalam hal ini fungsi hutan dalam konteks perubahan iklim dapat berfungsi sebagai source atau sumber emisi gas rumah kaca, dalam PHL adalah berupa deforestasi atau degradasi yang mengakibatkan menurunnya jumlah areal dan kualitas hutan. Sedangkan fungsi hutan sebagai sink atau cadangan karbon, dalam PHL adalah kegiatan untuk mempertahankan dan meningkatkan jumlah dan kualitas hutan.

Dari hasil analisa terhadap kondisi saat ini dan kondisi yang diinginkan yang mendukung pengelolaan hutan lestari yang juga mendukung mitigasi perubahan iklim sektor kehutanan, masih banyak tantangan yang masih perlu dijawab seperti antara lain sebagai berikut :

1. Bagaimana menerapkan measurable, reportable and verifyable (MRV) di semua lini pemerintahan? Termasuk untuk mensinergikan data dan informasi cadangan karbon yang belum terkoordinir dan masih minimal?
2. Bagaimana memastikan bahwa para pihak yang telah berperan dan bertanggung jawab dalam mitigasi emisi untuk mendukung pengelolaan hutan lestari adalah mereka yang akan menerima insentif?
3. Bagaimana memantapkan tiga pilar governance (pemerintah, swasta dan masyarakat sipil) dapat bekerja secara akuntabel dan kredibel?

Buku ini bertujuan untuk menjawab beberapa tantangan tersebut dalam upaya mitigasi emisi kehutanan yang di Indonesia. Dalam tulisan pertama diulas bagaimana sistem MRV dapat diterapkan untuk mitigasi emisi gas rumah kaca (GRK) kehutanan agar target penurunan emisi nasional memenuhi kaidah internasional dan dapat

dilakukan di tingkat sub nasional. Tulisan kedua tentang status data stok karbon dalam biomas hutan di Indonesia, penulis sudah mengumpulkan dan menyediakan informasi mengenai status data biomas hutan yang dapat digunakan untuk membuat dugaan persediaan karbon biomas secara spasial yang sangat diperlukan untuk menyusun strategi pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan terutama untuk pengembangan sistem perhitungan karbon nasional. Hasil sintesa tulisan ini menyebutkan bahwa data stok karbon dalam biomas hutan di Indonesia secara umum tersedia untuk semua tipe atau kategori hutan tetapi dengan distribusi yang tidak merata terutama untuk lokasi bagian timur Indonesia. Secara lebih detail, tulisan ketiga memaparkan tentang beberapa potensi tanaman hutan dalam menyerap karbon.

Tantangan dalam hal pembayaran insentif dan pendanaan dicoba dikaji dalam tulisan tentang mekanisme insentif dan pendanaan untuk REDD+. Tulisan ini merupakan hasil riset yang dilakukan selama dua tahun berturut-turut dengan menggunakan metode Focus Group Discussion terhadap beberapa demonstrasi aktivitas kegiatan REDD+ di daerah. Beberapa masukan untuk persiapan implementasi REDD+ dan masukan perbaikan kebijakan REDD+ yang sudah ada dipaparkan dalam kajian ini.

Terakhir adalah sejumlah tantangan bagaimana mensinergikan tiga pilar governance untuk implementasi REDD+ dapat menjalankan prinsip-prinsip good governance secara terukur. REDD+ sebagai suatu keputusan mekanisme ekonomis dan PHL yang cerdas perlu didukung oleh kelembagaan (organisasi dan tata hubungan), masalah akses yang terbuka dan pendanaan.

MEASURABLE, REPORTABLE DAN VERIFIABLE (MRV) UNTUK EMISI GAS RUMAH KACA DARI KEGIATAN KEHUTANAN

Ari Wibowo¹

I.1 Pendahuluan

Sektor Kehutanan yang dalam konteks perubahan iklim termasuk kedalam sektor LULUCF (*Land use, land use change and forestry*) adalah salah satu sektor penting yang berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca (GRK). Laporan Stern (2007) menyebutkan kontribusi sektor LULUCF sebesar 18%, sedangkan di Indonesia *Second National Communication* (KLH, 2009) melaporkan kontribusi LULUCF sebesar 48%. Sebagian besar pertukaran karbon dari atmosfer ke biosfir daratan terjadi di hutan. Status dan pengelolaan hutan akan sangat menentukan apakah suatu wilayah daratan sebagai penyerap karbon (*net sink*) atau pengemisi karbon (*source of emission*).

Berbagai studi dan laporan menunjukkan Indonesia sebagai emiter ke 3 di dunia (Peace, 2007). Sedangkan apabila tanpa LULUCF dalam laporan WRI (Baumert *et al.*, 2005) menunjukkan Indonesia di peringkat 15. Untuk itu Indonesia mencanangkan target penurunan emisi sebesar 26% pada tahun 2020, dengan kontribusi sektor kehutanan ditetapkan sebesar 14%.

Upaya penurunan emisi sektor kehutanan dapat dilakukan dengan berbagai cara. Hal tersebut dapat dilakukan karena pada prinsipnya adalah pengurangan emisi dengan menjaga dan mempertahankan stok karbon yang ada serta meningkatkan serapan melalui berbagai program pembangunan hutan tanaman.

Salah satu mekanisme pengurangan emisi yang masih dikembangkan adalah mekanisme REDD+ (*Reducing Emission from Deforestation and Degradation Plus*). Mekanisme ini diharapkan dapat diimplementasikan penuh sesudah tahun 2012 atau berakhirnya periode Kyoto Protocol. Agar hasil penurunan emisi mekanisme REDD+ dapat diperjualbelikan melalui mekanisme pasar, monitoring penurunan emisi haruslah dilakukan dengan cara-cara yang memenuhi kaidah internasional, dan bersifat MRV (Measurable, Reportable dan Verifiable).

Pada prinsipnya pengukuran emisi dapat dilakukan melalui kombinasi kegiatan *ground survey dan remote sensing*. Selanjutnya diaplikasikan metode yang dikembangkan oleh IPCC, yaitu IPCC GL 2006 untuk menghitung emisi termasuk kegiatan REDD+. Sampai saat ini metode penghitungan emisi yang dikeluarkan oleh IPCC (*International Panel on Climate Change*) adalah metode yang digunakan oleh negara yang meratifikasi UNFCCC. Untuk keperluan inventarisasi nasional melalui kegiatan *National Communication*, negara Non-Annex I dapat menggunakan *revised IPCC 1996 guideline* sementara itu negara maju yang masuk dalam negara Annex I sejak tahun 2005 wajib menggunakan metode dalam LULUCF GPG 2003. Meskipun demikian, negara non-

¹⁾ Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan;
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610.
Email: ariwibowo61@yahoo.com

Annex I disarankan agar juga menggunakan LULUCF-GPG 2003 atau 2006 IPCC Guideline (AFOLU).

Untuk menghitung penurunan emisi dalam mekanisme REDD+, digunakan metode IPCC GL 2006. Hal ini untuk mendapatkan hasil perhitungan yang akurat dan dengan tingkat kerincian yang baik (*Tier 3*).

1.2 Penghitungan Cadangan Karbon

Penghitungan emisi dapat dilakukan dengan menghitung cadangan karbon (*carbon stock*) pada waktu tertentu (*stock difference method*). Perbedaan cadangan karbon pada waktu yang berbeda akan menunjukkan terjadinya emisi atau penambahan stok (*sink*). Untuk kegiatan REDD, hal ini dilakukan melalui kombinasi pengukuran karbon di lapangan (*ground survey*) dan *remote sensing*.

1.2.1 Stratifikasi

Dalam menghitung cadangan karbon, kondisi hutan yang beranekaragam perlu distratifikasi. Tujuan utama dalam penetapan stratifikasi adalah membedakan kondisi tegakan berdasarkan perbedaan volume biomasa dan kandungan karbonnya, sehingga dapat meningkatkan ketelitian. Penerapan stratifikasi awal menggunakan data penginderaan jauh sehingga dapat meningkatkan keakurasian dan efektifitas biaya (GOFC-GOLD, 2009). Citra satelit resolusi sedang seperti Landsat atau SPOT dapat digunakan untuk membuat stratifikasi dari tipe dan kerapatan vegetasinya. Metode *stratified sampling*, sangat disarankan untuk digunakan dalam inventarisasi karbon di hutan tropis Indonesia karena memiliki variasi kandungan karbon yang sangat tinggi. Hasil dari stratifikasi misalnya membagi kelompok hutan ke dalam hutan primer, hutan bekas tebangan, hutan tanaman, tanaman perkebunan, pertanian dan sebagainya.

Pada setiap stratifikasi selanjutnya dilakukan pengukuran karbon dengan menempatkan plot-plot pengukuran. Penempatan plot di lapangan dapat dilakukan secara sistematis atau acak (*random*). Keuntungan penentuan plot secara sistematis adalah memudahkan regu di lapangan di dalam pencarian plot. Namun teknik penentuan plot secara acak (*random*) dapat menghindari adanya penempatan plot pada lokasi yang seragam akibat kecenderungan pada kondisi tertentu. Untuk pemantauan karbon hutan, secara umum metode *stratified random sampling* dapat menghasilkan pendugaan yang lebih teliti dibandingkan metode lain (MacDicken, 1997).

1.2.2 Bentuk Plot

Bentuk plot dapat berbentuk bujur sangkar, persegi panjang atau lingkaran. Plot bujur sangkar atau persegi panjang merupakan bentuk plot yang relatif sering digunakan di dalam analisa vegetasi hutan di Indonesia (Soerianegara dan Indrawan, 1978; Badan Litbang Kehutanan, 1993; Hairiah dan Rahayu, 2007). Hal ini karena kemudahannya didalam memastikan pohon-pohon yang masuk dibandingkan dengan plot lingkaran.

Plot yang terdiri dari beberapa sub-plot (*combined plots* atau *nested plots*) juga lebih sering digunakan di hutan alam tropis daripada plot tunggal. Plot kombinasi ini sangat sesuai untuk digunakan pada hutan dengan stratum tajuk yang bervariasi.

Sedangkan plot tunggal biasa digunakan di hutan tanaman yang memiliki kelas umur yang relatif homogen.

1.2.3 Ukuran Plot

Ukuran plot yang cukup luas akan meningkatkan ketelitian hasil inventarisasi. Selain itu ukuran plot di hutan alam harus lebih luas dari pada plot di hutan tanaman, yang memiliki variasi antar plot lebih rendah. Plot di hutan alam juga sebaiknya cukup luas sehingga paling tidak dapat mencakup pohon-pohon berukuran diameter besar, mengingat pohon berdiameter besar mengandung biomasa dan karbon yang besar pula. Pearson *et al* (2005) menyarankan untuk menggunakan plot-plot, yang mempertimbangkan antara ketelitian dan kesulitan di lapangan, sehingga dapat diterapkan pada berbagai proyek karbon.

Berbagai ukuran plot telah dibuat untuk pengukuran karbon hutan, misalnya plot ukuran 40x30 m (Proyek JICA-Badan Litbang), 100 x 100 (National Forest Inventory), 200 x 200 (PUP untuk monitoring hutan pada lahan mineral, Badan Litbang, 1993), 30 x 30 m (Dahlan *et al*, 2005), dan 20 x 100 m (Asmoro, 2009, Hairiah and Rahayu, 2007, Hairiah *et al*, 2001a and b).

1.2.4 Jumlah Plot

Penentuan jumlah plot sebaiknya didasari atas penghitungan statistik yang memenuhi kaidah-kaidah dan persyaratan didalam metode pengambilan sampling. Hal ini sangat penting, karena akan menjadi persyaratan di dalam penyusunan *Project Design Document* (PDD). Penentuan jumlah plot (*n*) sebaiknya disesuaikan dengan tingkat ketelitian yang diharapkan (*sampling error-SE*), tingkat keragaman tiap stratum (*Sh*), rata-rata dari estimasi potensi karbon (\bar{y}) serta ukuran populasi dalam stratum *h* (*Nh*). Jumlah plot (*n*) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Avery dan Buchart, 1994 dalam Solichin, 2010):

$$n = \frac{(\sum_{h=1}^L Nh * Sh)^2}{\frac{N^2 * (SE * \bar{y})^2}{t^2} + (\sum_{h=1}^L Nh * Sh^2)}$$

Sedangkan jumlah plot tiap stratum (*nh*) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$nh = n * \frac{Nh * Sh}{\sum_{h=1}^L Nh * Sh}$$

Penentuan keragaman tiap stratum dan estimasi potensi karbon dapat dilakukan berdasarkan survey pendahuluan atau literatur dari penelitian sebelumnya. *Sampling error* sebesar 10% biasanya cukup atau dalam kisaran 5%-20%. Nilai “*t*” diperoleh dari tabel statistik *t-student* dalam selang kepercayaan 95%, atau untuk memudahkan, biasanya digunakan nilai 2.

1.2.5 Penghitungan Sumber Karbon (*Carbon Pools*)

Lima sumber karbon yang disepakati dalam perhitungan emisi adalah (1) biomasa di atas tanah (*above ground biomass*), (2) biomasa di bawah tanah (*below ground biomass*),

(3) sisa-sisa kayu mati (*necromass*), (4) serasah (*litter*) dan tanah (*soil*). Skema REDD+ belum memutuskan sumber karbon yang harus diukur. Akan tetapi pada dasarnya setiap sumber karbon berubah secara signifikan karena adanya kegiatan seperti REDD+ harus diukur.

1.2.5.1 Karbon di atas permukaan tanah (*pool I*)

Biomasa pohon. Karbon pohon merupakan salah satu sumber karbon yang sangat penting pada ekosistem hutan, karena sebagian besar karbon hutan berasal dari biomasa pohon. Pohon merupakan proporsi terbesar penyimpanan C di daratan. Pengukuran biomasa pohon dapat dilakukan dengan cara pengukuran langsung hasil penebangan (*destruktif sampling*) dan cara tidak langsung dengan menggunakan persamaan alometrik yang didasarkan pada pengukuran diameter batang. Untuk meningkatkan ketelitian, persamaan alometrik yang disesuaikan dengan kondisi nasional sangat disarankan untuk digunakan (IPCC, 2006). Namun demikian diperlukan upaya untuk peningkatan akurasi melalui pengembangan alometrik lokal berdasarkan kondisi tapak maupun jenis atau kelompok jenis (Kettering, 2007; Basuki, et al, 2009).

Beberapa persamaan alometrik yang dapat digunakan untuk hutan tropis telah disusun berdasarkan penelitian yang dilakukan secara global maupun lokal. Sebelum menerapkan penghitungan biomasa dengan menggunakan persamaan tersebut, sangat dianjurkan untuk membandingkannya dengan data pengukuran langsung pada beberapa contoh pohon yang berada pada ekosistem hutan yang akan diukur. Jika terdapat perbedaan kurang dari 10%, maka persamaan tersebut dapat digunakan. Jika lebih dari 10%, sebaiknya menggunakan persamaan alometrik yang dikembangkan secara lokal (Solichin, 2010).

Persamaan alometrik lokal disusun dengan metode destruktif atau dengan cara ditebang dan merupakan kegiatan yang memakan waktu dan biaya. Namun penggunaan persamaan alometrik lokal berdasarkan tipe hutan yang sesuai akan meningkatkan keakurasian pendugaan biomasa.

Tabel 1. Beberapa persamaan alometrik untuk hutan/vegetasi di Indonesia

No.	Jenis pohon/tanaman	Persamaan alometrik (Total biomas) (Kg/pohon)
1.	Pohon bercabang	$TDW = 0.11 \square (DBH)^{2.62}$
2.	Pohon tidak bercabang	$TDW = \Pi \square H (DBH)^2 / 40$
3.	Kopi dipangkas	$TDW = 0.281 (DBH)^{2.06}$
4.	Pisang	$TDW = 0.030 (DBH)^{2.13}$
5.	Bambu	$TDW = 0.131 (DBH)^{2.28}$
6.	Sengon	$TDW = 0.0272 (DBH)^{2.831}$
7.	Pinus	$TDW = 0.0417 (DBH)^{2.6576}$
8.	<i>A. mangium</i>	$TDW = 0.12 (DBH)^{2.28}$
9.	<i>P. merkusii</i>	$TDW = 0.1 (DBH)^{2.29}$

No.	Jenis pohon/tanaman	Persamaan alometrik (Total biomasa) (Kg/pohon)
10.	<i>S. leprosula</i>	$TDW = 0.15 (DBH)^{2.3}$
11.	<i>P. falcataria</i>	$TDW=0.1479 (DBH)^{2.2989}$
12.	<i>P. falcataria</i>	$TDW = 0.2831 (DBH)^{2.063}$
13.	<i>Avicennia marina</i>	$TDW = 0.2901 (DBH)^{2.2605}$
14.	<i>Agathis loranthifolia</i>	$TDW = 0.4725 (DBH)^{2.0112}$
15.	<i>Aleurites moluccana</i>	$TDW = 0,064 (DBH)^{2.4753}$
16.	<i>Rhizophora mucronata</i>	$TDW = 0,1366 (DBH)^{2.4377}$
17.	Hutan tanaman lahan kering	$TDW = 0.1728 (DBH)^{2.2234}$
18.	Hutan tanaman mangrove	$TDW = 0.2064 (DBH)^{2.34}$

Keterangan : DBH = diameter, H = tinggi pohon, □ = berat jenis kayu
 Sumber : Siregar dan Dharmawan, 2009; Hairiah dan Rahayu, 2007

Biomasa tumbuhan bawah. Tumbuhan bawah meliputi semak belukar yang berdiameter batang < 5 cm, tumbuhan menjalar, rumput-rumputan atau gulma. Estimasi biomasa tumbuhan bawah dilakukan dengan mengambil bagian tanaman (destruktif sampling).

1.2.5.2 Karbon di dalam tanah (pool 2)

Biomasa akar. Akar mentransfer C dalam jumlah besar langsung ke dalam tanah, dan keberadaannya dalam tanah bisa cukup lama. Pada tanah hutan, biomasa akar lebih didominasi oleh akar-akar besar (diameter >2 mm), sedangkan pada tanah pertanian lebih didominasi oleh akar-akar halus yang lebih pendek daur hidupnya. Biomasa akar dapat pula diestimasi berdasarkan diameter akar proksimal, sama dengan cara untuk mengestimasi biomasa pohon yang didasarkan pada diameter batang.

1.2.5.3 Nekromasa (pool 3)

Merupakan batang pohon mati baik yang masih tegak atau telah tumbang dan tergeletak di permukaan tanah, yang merupakan komponen penting dari C. Dilakukan pengukuran agar diperoleh estimasi penyimpanan C yang akurat.

1.2.5.4 Seresah (pool 4)

Seresah meliputi bagian tanaman yang telah gugur berupa daun dan ranting-ranting yang terletak di permukaan tanah.

1.2.5.5 Bahan organik tanah (pool 5)

Sisa tanaman, hewan dan manusia yang ada di permukaan dan di dalam tanah, dimana sebagian atau seluruhnya dirombak oleh organisma tanah sehingga melapuk dan menyatu dengan tanah, dinamakan bahan organik tanah.

1.3 Menghitung Emisi GRK Menggunakan IPCC 2006 Guideline

Untuk menghitung emisi dari kegiatan REDD+, digunakan metode yang diakui internasional yaitu metode IPCC GL. IPCC (*Inter Governmental panel on Climate Change*) telah mengembangkan metode inventarisasi GRK (Gas Rumah Kaca) sejak tahun 1996, yaitu melalui IPCC *Guideline revised 1996*, IPCC *Good Practice Guidance (IPCC GPG) 2003* dan IPCC *Guideline (GL) 2006*. Dalam IPCC GL 1996, kategori LUCF terdiri dari :

1. Perubahan pada hutan dan stok biomas berkayu lainnya (*Changes in forest and other woody biomass stocks*)
2. Hutan dan konversi padang rumput (*Forest and grassland conversion*)
3. Lahan yang ditinggalkan pada lahan pertanian, padang rumput, hutan tanaman dan lahan yang dikelola lainnya (*Abandonment of lahan pertanians, pastures, plantation forests or other managed lands*)
4. Emisi dan serapan CO₂ tanah (*CO₂ emissions and removals from soil*)
5. Lainnya (*Others*)

IPCC GL 1996 tersebut direvisi melalui GPG 2003 dan diperbaharui dengan IPCC GL 2006. Aplikasi IPCC GL 2006 akan menghasilkan inventarisasi yang lebih baik, mengurangi ketidak pastian (*reduced uncertainty*), konsisten pembagian kategori lahan, estimasi serapan dan emisi GRK untuk seluruh kategori lahan, karbon pool yang relevan serta non CO₂ gas (berdasarkan analisis *key source/sink category*). Hal ini berimplikasi kepada penyediaan data untuk *activity data* dan faktor emisi terhadap seluruh kategori lahan, karbon *pool* dan non-CO₂ gas yang terkait.

LULUCF IPCC GPG 2003 dan GL 2006, membagi kategori lahan kedalam 6 kategori yaitu: (1) Lahan Hutan, (2) Padang Rumput, (3) Lahan pertanian, (4) Lahan basah, (5) *Settlement*, dan (6) *Other land*. Setiap kategori tersebut memiliki potensi GRK masing-masing tergantung dari kegiatan yang terjadi pada masing-masing penggunaan lahan. Kategori lahan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1.3.1 Lahan Hutan (*Forest Land*)

Kategori ini termasuk seluruh lahan dengan vegetasi berkayu yang konsisten dengan batasan hutan dalam kategori inventarisasi GRK. Juga termasuk sistem vegetasi yang belum termasuk dalam kategori hutan akan tetapi berpotensi untuk menjadi hutan.

1.3.2 Lahan pertanian (*Cropland*)

Kategori ini termasuk lahan pertanian, yaitu sawah, sistem agro-forestry yang tidak termasuk dalam kategori lahan hutan.

1.3.3 Padang Rumput (*Grassland*)

Kategori ini termasuk padang rumput yang bukan sebagai lahan pertanian. Juga termasuk vegetasi berkayu, dan bukan rumput lainnya seperti belukar dan semak yang tidak termasuk kategori lahan hutan. Kategori ini termasuk seluruh padang rumput pada lahan di areal rekreasi, pertanian dan konsisten dengan definisi nasional

1.3.4 Lahan basah (*Wetland*)

Kategori ini termasuk areal gambut yang diekstraksi dan lahan yang digenangi air seluruhnya atau sebagian sepanjang tahun (misal lahan gambut) dan bukan termasuk sebagai kategori Lahan Hutan, Lahan Pertanian, Padang Rumput atau Pemukiman. Termasuk waduk sebagai bagian dari sungai serta danau.

1.3.5 Pemukiman (*Settlement*)

Kategori ini termasuk seluruh lahan yang dibangun seperti infrastruktur untuk transportasi, serta pemukiman, kecuali sudah masuk dalam kategori lain. Hal ini harus konsisten dengan definisi nasional.

1.3.6 Lahan Lainnya (*Other Land*)

Kategori ini termasuk lahan terbuka, berbatu, es, dan lahan lainnya yang tidak masuk dalam lima kategori lainnya. Hal ini memungkinkan total areal secara nasional teridentifikasi jika data tidak tersedia. Jika data tersedia, suatu negara disarankan untuk mengklasifikasikannya sebagai lahan tidak terkelola (*unmanaged lands*) seperti kategori lahan di atas (misalnya lahan yang tidak terkelola sebagai Lahan Hutan Padang Rumput, dan Lahan Basah). Hal ini akan meningkatkan transparansi dan kemampuan untuk melacak konversi dari lahan yang terkelola menjadi kategori tertentu di atas.

Kategori lahan dalam IPCC 2006, apabila dihubungkan dengan pembagian kelas hutan yang dilakukan oleh Kementerian Kehutanan (Dirjen Planologi) maka hutan Indonesia dapat dikelompokkan sebagai berikut :

Tabel 2. Pembagian kategori hutan Indonesia ke dalam IPCC GL 2006

No.	Kategori IPCC 2006	Kategori Hutan
1.	Lahan Hutan (FL)	Hutan Lahan Kering Primer
2.	Lahan Hutan (FL)	Hutan Rawa Primer
3.	Lahan Hutan (FL)	Hutan Mangrove Primer
4.	Lahan Hutan (FL)	Hutan Lahan Kering Sekunder
5.	Lahan Hutan (FL)	Hutan Rawa Sekunder
6.	Lahan Hutan (FL)	Hutan Mangrove Sekunder
7.	Lahan Hutan (FL)	Hutan Tanaman
		Area Penggunaan Lain (APL)
8.	Padang Rumput (GL)	Belukar
9.	Lahan Basah (WL)	Belukar rawa
10.	Lahan Lain (OL)	Tanah terbuka
11.	Lahan Basah (WL)	Rawa
12.	Lahan Pertanian (CL)	Pertanian

No.	Kategori IPCC 2006	Kategori Hutan
13.	Lahan Pertanian (CL)	Pertanian campur semak
14.	Lahan Pertanian (CL)	Transmigrasi
15.	Pemukiman (S)	Permukiman
16.	Padang Rumput (GL)	Padang rumput
17.	Lahan Pertanian (CL)	Sawah
18.	Lahan Pertanian (CL)	Perkebunan
19.	Lahan Lain (OL)	Tambak
20.	Lahan Lain (OL)	Bandara
21.	-	Air
22.	-	Awan

Untuk kepentingan REDD+, metode penghitungan penurunan emisi menggunakan IPCC GL, 2006. IPCC GL 2006 menyediakan Tabel-tabel *spreadsheet* Excel untuk menghitung emisi GRK. Pada prinsipnya besarnya emisi adalah hasil dari *activity data* x *emission factor*.

Untuk *Activity Data* mekanisme REDD+ harus menggunakan data spasial dengan resolusi yang baik, yang dapat memantau terjadinya perubahan penutupan lahan sesuai dengan kategori penutupan lahan IPCC. Sedangkan untuk faktor emisi dan serapan harus menggunakan data lokal dari hasil pengukuran lapangan (hasil pengukuran karbon pada plot). Hal ini pada dasarnya untuk mendapatkan kerincian yang tinggi (Tier 3) sebagaimana dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Tabel-Tabel Excel yang digunakan dalam inventarisasi GRK sektor Kehutanan menurut IPCC GL 2006

Kategori	Tabel Excel
Lahan Hutan (FL)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Hutan Tetap sebagai Lahan Hutan: Peningkatan tahunan stok karbon pada biomas (termasuk biomas di atas tanah dan di bawah tanah)
Lahan Hutan (FL)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Hutan Tetap sebagai Lahan Hutan: Kehilangan karbon dari pengambilan kayu
Lahan Hutan (FL)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Hutan Tetap sebagai Lahan Hutan: Kehilangan karbon dari pengambilan kayu bakar
Lahan Hutan (FL)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Hutan Tetap sebagai Lahan Hutan: Kehilangan karbon akibat gangguan
Lahan Hutan (FL)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Hutan Tetap sebagai Lahan Hutan (Lahan Hutan (FL)-Lahan Hutan (FL)): Kehilangan karbon tahunan dari tanah organik yang didrainase

Kategori	Tabel Excel
Lahan (L)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan Hutan: Peningkatan tahunan stok karbon pada biomasa (termasuk biomasa di atas tanah dan di bawah tanah)
Lahan (L)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan Hutan: Kehilangan karbon dari pengambilan kayu I
Lahan (L)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan Hutan: Kehilangan karbon dari pengambilan kayu bakar
Lahan (L)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan Hutan: Kehilangan karbon akibat gangguan
Lahan (L)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan Hutan: Perubahan tahunan stok karbon pada bahan organik mati akibat konversi lahan
Lahan (L)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan Hutan: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah mineral
Lahan (L)-Lahan Hutan (FL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan Hutan: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah organik
Lahan Pertanian (CL)-Lahan Pertanian (CL)	Lahan pertanian Tetap sebagai Lahan pertanian: Perubahan tahunan stok karbon pada biomasa
Lahan Pertanian (CL)-Lahan Pertanian (CL)	Lahan pertanian Tetap sebagai Lahan pertanian: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah mineral
Lahan Pertanian (CL)-Lahan Pertanian (CL)	Lahan pertanian Tetap sebagai Lahan pertanian: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah organik
Lahan (L)-Lahan Pertanian (CL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan pertanian: Perubahan tahunan stok karbon pada biomasa
Lahan (L)-Lahan Pertanian (CL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan pertanian: Perubahan tahunan stok karbon pada dead organic matter due menjadi Lahan conversion I
Lahan (L)-Lahan Pertanian (CL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan pertanian: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah mineral
Lahan (L)-Lahan Pertanian (CL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan pertanian: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah organik
Padang Rumput (GL)-Padang Rumput (GL)	Padang Rumput Tetap sebagai Padang Rumput: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah mineral
Padang Rumput (GL)-Padang Rumput (GL)	Padang Rumput Tetap sebagai Padang Rumput: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah organik
Lahan (L)-Padang Rumput (GL)	Lahan Dikonversi menjadi Padang Rumput: Perubahan tahunan stok karbon pada biomasa
Lahan (L)-Padang Rumput (GL)	Lahan Dikonversi menjadi Padang Rumput: Perubahan tahunan stok karbon pada bahan organik mati akibat konversi lahan

Kategori	Tabel Excel
Lahan (L)-Padang Rumput (GL)	Lahan Dikonversi menjadi Padang Rumput: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah mineral
Lahan (L)-Padang Rumput (GL)	Lahan Dikonversi menjadi Padang Rumput: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah organik
Lahan Basah (WL)-Lahan Basah (WL)	Lahan basah Tetap sebagai Lahan basah: Emisi CO ₂ dari lahan gambut diolah
Lahan Basah (WL)-Lahan Basah (WL)	Lahan basah Tetap sebagai Lahan basah: Emisi CO ₂ dari lahan gambut diolah
Lahan Basah (WL)-Lahan Basah (WL)	Lahan basah Tetap sebagai Lahan basah: Emisi CO ₂ dari lahan gambut diolah
Lahan Basah (WL)-Lahan Basah (WL)	Lahan basah Tetap sebagai Lahan basah: Emisi N ₂ O dari lahan gambut selama ekstraksi gambut
Lahan (L)-Lahan Basah (WL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan basah: Emisi N ₂ O dari Lahan dikonversi untuk ekstraksi gambut
Lahan (L)-Lahan Basah (WL)	Lahan Dikonversi menjadi Lahan basah: Emisi CO ₂ dari Lahan Dikonversi menjadi Lahan Basah
Pemukiman (S)-Pemukiman (S)	Pemukiman Tetap sebagai Pemukiman: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah organik
Lahan (L)-Pemukiman (S)	Lahan Dikonversi menjadi Pemukiman: Perubahan tahunan stok karbon pada biomass
Lahan (L)-Pemukiman (S)	Lahan Dikonversi menjadi Pemukiman: Perubahan tahunan stok karbon pada bahan organik mati karena konversi lahan conversion
Lahan (L)-Pemukiman (S)	Lahan Dikonversi menjadi Pemukiman: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah mineral
Lahan (L)-Pemukiman (S)	Lahan Dikonversi menjadi Pemukiman: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah organik
Lahan (L)-Lahan Lain (OL)	Lahan Dikonversi menjadi Other Lahan: Perubahan tahunan stok karbon pada biomass
Lahan (L)-Lahan Lain (OL)	Lahan Dikonversi menjadi Other Lahan: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah mineral
Lahan (L)-Lahan Lain (OL)	Lahan Dikonversi menjadi Other Lahan: Perubahan tahunan stok karbon pada tanah organik
Non CO ₂	Emisi Non-CO ₂
Lainnya	Emisi langsung N ₂ O dari pemupukan
Lainnya	Emisi N ₂ O dari drainase tanah
Lainnya	Emisi N ₂ O dari gangguan yang berhubungan konversi lahan menjadi lahan pertanian

Kategori	Tabel Excel
Lainnya	Pembakaran biomasa (untuk setiap perubahan kategori lahan)
Lainnya	Pengapuran: Emisi tahunan CO ₂ dari pemberian kapur
Lainnya	Pemupukan dengan Urea: Emisi tahunan CO ₂ dari pemberian pupuk urea
Lainnya	Emisi langsung N ₂ O dari tanah diolah

Tabel 4. Tingkat kerincian (Tier) untuk Activity data dan faktor emisi

Pendekatan untuk menentukan perubahan luas (Activity Data)	Tingkat kerincian faktor emisi (Tier): perubahan cadangan karbon
1. Pendekatan Non-spasial : dari data statistik negara (mis FAO) memberikan gambaran umum perubahan luas hutan	1. Memakai data yang diberikan oleh IPCC (data <i>default values</i>) pada skala benua
2. Berdasarkan peta, hasil survei dan data statistik nasional	2. Data spesifik dari negara bersangkutan untuk beberapa jenis hutan yang dominan atau yang utama
3. Data spasial dari interpretasi penginderaan jauh dengan resolusi yang tinggi	3. Data cadangan karbon dari Inventarisasi Nasional, yang diukur secara berkala atau dengan modelling

Berbagai jenis data *remote sensing* yang bisa menjadi alternatif untuk mekanisme REDD+ adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Pemanfaatan berbagai sensor optik dengan berbagai resolusi untuk monitoring deforestasi (Sumber: GOF-C-Gold, 2009)

Sensor dan Resolusi	Contoh sensor	Unit Pemetaan Minimum (Perubahan)	Biaya	Pemanfaatan untuk Monitoring
Rendah (250-1000m)	SPOT-VGT (1998-) Terra-MODIS (2000-) Envisat-MERIS (2004-)	∞ 100 ha ∞ 10-20 ha	Rendah atau gratis	Konsistensi monitoring tahunan untuk identikasi pembukaan areal yang luas guna analisa lebih lanjut menggunakan resolusi sedang

Sensor dan Resolusi	Contoh sensor	Unit Pemetaan Minimum (Perubahan)	Biaya	Pemanfaatan untuk Monitoring
Medium (10-60 m)	Landsat TM or ETM+ Terra-ASTER IRS AwiFs or LISS III CBERS HRCCD DMC SPOT HRV	0.5-5 ha	Landsat dan CBERS gratis mulai 2009 <\$0.001/km ² untuk <i>historical</i> data <\$0.02/km ² untuk data terkini	Alat utama untuk pemetaan deforestasi dan estimasi perubahan lahan
Tinggi (<5m)	IKONOS Quickbird Foto udara	< 0.1 ha	Tinggi sampai sangat tinggi \$ 2-30/km ²	Validasi dari hasil analisa resolusi yang lebih rendah

Emisi terjadi karena perubahan penutupan lahan menjadi lahan dengan jumlah biomas yang lebih rendah. Deforestasi pada dasarnya adalah perubahan penutupan lahan dari lahan hutan dengan kandungan biomas tinggi menjadi penutupan lain yang biomasnya lebih rendah. Sedangkan degradasi adalah menurunnya kandungan karbon pada kategori lahan tertentu. Oleh sebab itu, kegiatan terpenting yang harus dilakukan dalam inventarisasi GRK adalah mengetahui besarnya perubahan penggunaan lahan. Matriks Perubahan Lahan perlu disusun untuk mengetahui berapa jumlah lahan yang berubah kategorinya untuk periode waktu tertentu, dan dapat digunakan sebagai dasar perhitungan emisi/serapan.

Dari hasil aplikasi IPCC GL 2006 untuk menghitung emisi, sumber serapan dan emisi pada berbagai kategori penutupan lahan dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 6. Sumber emisi dan serapan dalam inventarisasi GRK LULUCF

Kategori	Contoh Sub Kategori	Sumber Serapan	Sumber emisi
Lahan hutan tetap sebagai Lahan Hutan	Hutan primer, hutan sekunder, hutan tanaman	Pertumbuhan biomas	Penebangan, kayu bakar, kebakaran dan tanah organik yang didrainase
Land menjadi Lahan Hutan	Reboisasi, gerakan penanaman, rehabilitasi lahan kritis dsb	Pertumbuhan biomas	-
Lahan pertanian tetap sebagai Lahan pertanian	Kelapa sawit, Kopi, Kelapa, Karet dan tanaman lainnya	Pertumbuhan biomas,	Drainase pada lahan gambut yang diolah

Kategori	Contoh Sub Kategori	Sumber Serapan	Sumber emisi
Lahan menjadi Lahan pertanian	Hutan menjadi tanaman pertanian atau perkebunan	Pertumbuhan biomas,	Kehilangan biomas dari hutan menjadi tanaman pertanian atau perkebunan, DOM dan drainase tanah
Padang Rumput tetap sebagai Padang Rumput	-	Tetap	Tanah mineral pada lahan miring
Lahan menjadi padang Rumput	Hutan menjadi padang Rumput Tanaman perkebunan menjadi padang Rumput	-	Kehilangan biomas dari hutan atau perkebunan menjadi padang Rumput
Lahan basah tetap sebagai Lahan basah	Sawah		
Lahan basah tetap sebagai Lahan basah			Potensi: Pembangunan dam/bendungan
SL-SL			
L-SL			

Perhitungan besar emisi dari deforestasi dan degradasi hutan untuk periode waktu tertentu dapat mengikuti metode IPCC *Good Practice Guidance 2003 for Land Use and Land Use Change and Forestry* atau IPCC *Guideline 2006 (IPCC GPG 2003 for LULUCF atau IPCC GL 2006)*.

Data yang diperlukan untuk menghitung emisi dari LULUCF ialah, Data aktivitas dalam bentuk data perubahan luas tutupan lahan serta Data stok karbon pada berbagai jenis hutan dan tutupan lahan yaitu (lahan Hutan, lahan pertanian, *grass land*, lahan basah, *settlement* dan *other land*). Data aktivitas perubahan luas tutupan lahan ditentukan dengan menggunakan data pengideraan jauh disertai cek lapangan.

I.4 Menentukan REL (Reference Emission Level)

Dalam mekanisme REDD+, REL sangat penting disusun karena hal ini akan menunjukkan besar emisi yang akan terjadi apabila kegiatan REDD+ tidak dilakukan (sebagai BAU (*Business As Usual* atau *baseline*) dan besarnya emisi yang akan diturunkan apabila REDD+ dilaksanakan.

I.4.1 Pendekatan dalam Menentukan REL

Secara umum pendekatan dalam menentukan REL dapat dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Pendekatan dengan menggunakan data emisi dari deforestasi dan degradasi hutan di masa lalu (*historical emission*). Dalam pendekatan ini diasumsikan bahwa emisi dari

deforestasi dan degradasi hutan yang akan terjadi di masa depan kalau tidak ada intervensi REDD akan mengikuti pola kecenderungan atau rata-rata emisi historis. Kurun waktu historis yang dipakai tergantung ketersediaan data dan juga tingkat keandalan data atau bisa juga berdasarkan panjang periode komitmen penurunan emisi. Data dengan periode yang lebih pendek tetapi tingkat keandalan tinggi lebih baik dari pada data yang lebih panjang tapi tingkat keandalannya rendah.

2. Pendekatan dengan menggunakan emisi historis yang telah disesuaikan (*Adjusted Historical Emission*). Pendekatan ini mengasumsikan bahwa emisi referensi dari deforestasi dan degradasi hutan di masa depan sama dengan laju emisi historis yang disesuaikan dengan perubahan faktor-faktor penentu deforestasi dan degradasi di masa depan (misalnya perubahan kepadatan penduduk, kebutuhan lahan pertanian, GDP dan lain-lain).
3. Pendekatan yang lebih mempertimbangkan kondisi masa depan (*forward looking*). Dalam pendekatan ini tingkat emisi referensi diduga dengan mempertimbangkan perubahan faktor pendorong atau penghalang emisi dari penggunaan lahan masa depan. Dalam pendekatan ini data historis bisa tidak digunakan sama sekali. Beberapa konsep pendekatan ini yaitu:
 - a. Pendekatan modeling, yaitu perubahan tutupan hutan ke masa depan diproyeksikan dengan menggunakan beberapa prediktor misalnya GEOMOD (Petrova *et al.* 2007). Pendugaan parameter model biasanya menggunakan data historis.
 - b. REL ialah fraksi hutan yang secara biofisik, ekonomi dan status legalitasnya berisiko untuk dikonversi atau terdegradasi di masa depan. Dalam pendekatan ini, semua hutan yang dikategorikan berisiko dikonversi apabila tidak ada REDD akan mengalami deforestasi semuanya di masa depan.
 - c. Penggunaan nilai batas kritis (*threshold value*), yaitu dengan menetapkan tutupan hutan minimum yang harus dipertahankan oleh suatu negara. misalnya 30% atau 20% dan lainnya. Apabila tidak ada intervensi REDD maka hutan yang ada negara tersebut akan hilang sampai mencapai batas minimum tersebut. Jadi kalau ada REDD, negara akan berupaya mempertahankan hutannya di atas batas minimum.

Dalam kegiatan REDD+, untuk mengetahui *emisi baseline* berdasarkan data sejarah diperlukan analisa tutupan lahan historis menggunakan citra satelit. Analisa perubahan tutupan lahan dilakukan untuk mengetahui perbedaan stok karbon pada tahun-tahun yang menjadi referensi. Selanjutnya dengan menggunakan metode penghitungan *Stock Difference*, jumlah emisi baseline dapat dihitung.

$$\Delta C = \frac{(Ct1 - Ctn)(Tn - T1)}{(Tn - T1)(Tn - T1)}$$

ΔC = Rata-rata emisi tahunan

$Ct1$ = Total karbon pada tahun 1

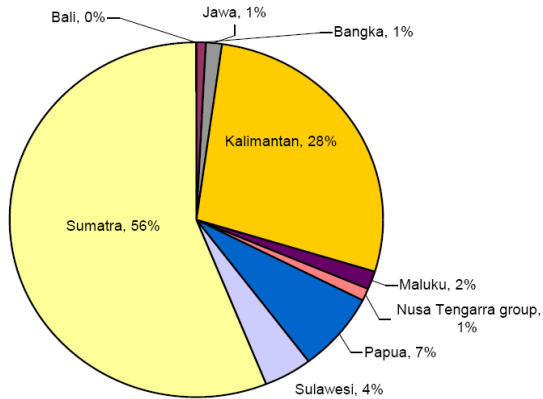
Ctn = Total karbon pada tahun n

Tn = Tahun ke n

$T1$ = Tahun ke 1

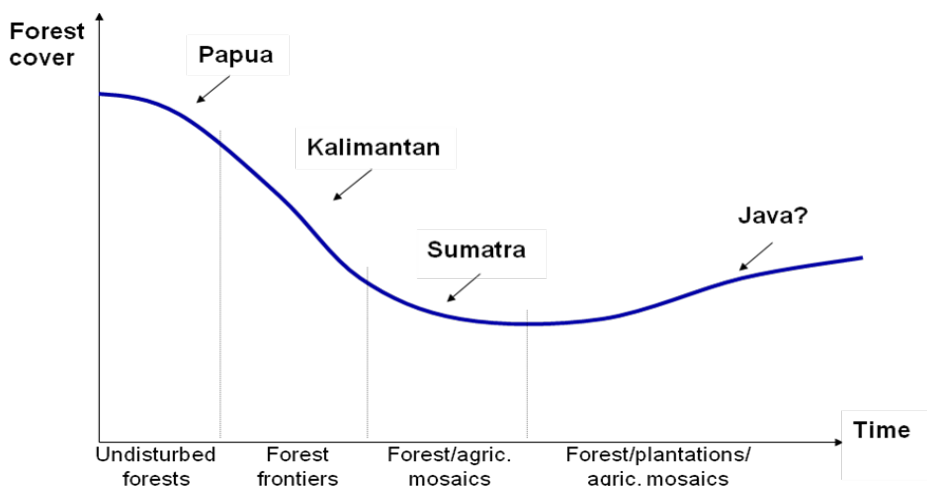
1.4.2 Pendekatan Penetapan REL National

Dalam menjalankan mekanisme REDD+, Indonesia menetapkan REL ditingkat nasional dengan aplikasi di tingkat sub-nasional atau proyek. Hal ini untuk menghindari terjadinya kebocoran (*leakage*) karena aplikasi REDD+ di wilayah tertentu. Penetapan REL untuk Indonesia didasarkan pada emisi historis dengan mempertimbangkan kondisi hutan yang ada di daerah bersangkutan. Pendekatan ini digunakan dengan pertimbangan bahwa laju deforestasi dan tingkat tutupan hutan sangat beragam antar wilayah (Gambar 1).



Gambar 1. Sebaran deforestasi Indonesia tahun 2000-2005 (IFCA 2008)

Salah satu penyebab adanya perbedaan tingkat deforestasi yaitu karena adanya perbedaan kepadatan pertumbuhan dan laju pembangunan antar wilayah. Wilayah yang sudah lebih dulu membangun memiliki tutupan hutan yang lebih rendah karena sudah banyak yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan lahan pertanian, pembangunan infrastruktur dan lain sebagainya. Berdasarkan konsep transisi hutan, fraksi tutupan hutan akan menurun sejalan dengan perkembangan pembangunan sampai mencapai kestabilan dan kemudian akan meningkat setelah mencapai kestabilan yaitu saat kegiatan ekonomi berbasis non-lahan sudah semakin banyak tersedia. Dengan adanya mekanisme REDD+ diharapkan pola transisi hutan tidak mengikuti apa yang sudah pernah terjadi di masa lalu. Pada saat ini, kondisi setiap pulau menurut konsep transisi hutan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola transisi hutan pada berbagai pulau di Indonesia (Purnomo dan Murdiyarso, 2009)

Pada daerah yang tingkat deforestasinya tinggi dimasa lalu seperti beberapa kabupaten atau propinsi di Sumatera, REL ditentukan dengan menggunakan emisi historis. Daerah yang historisnya mempunyai laju deforestasi rendah dan memiliki tutupan hutan yang masih luas, dapat menggunakan pendekatan *forward looking*, yaitu pendekatan *modeling* dengan mempertimbangkan laju deforestasi historis. Propinsi dengan laju deforestasi tinggi ialah propinsi yang rata-rata laju deforestasi lebih tinggi dari rata-rata laju deforestasi nasional.

1.4.3 Perhitungan Tingkat Emisi Referensi (REL) Sub Nasional

Untuk penentuan REL sub-nasional atau skala proyek REDD+, diperlukan data dengan tingkat kerincian tinggi (Tier 2-3). Kombinasi *remote sensing* dan *ground survey* harus dilakukan. Untuk citra satelit harus menggunakan citra dengan resolusi lebih tinggi, yaitu citra resolusi sedang (10-50 m), citra resolusi tinggi (4-10 m) atau citra resolusi sangat tinggi (1-4 m) tergantung ketersediaan data dan luas cakupan lokasi (tingkat lokasi proyek, kabupaten atau propinsi atau unit management. REL sub-nasional yang disusun dari data aktivitas hasil interpretasi citra beresolusi tinggi akan meningkatkan akurasi atau mengurangi tingkat kesalahan (error).

Ground survey melalui pengukuran di lapangan pada plot-plot contoh dilakukan untuk mendapatkan data stok karbon pada berbagai jenis hutan dan penutupan lahan. Meskipun untuk REDD belum ada ketentuan sumber karbon yang akan diukur, metode IPCC memberikan metode pengukuran yang meliputi *biomassa* di atas tanah (*above ground biomass*), *biomassa* di bawah tanah (*below ground biomass*), kayu mati (*dead wood*), serasah (*litter*) dan tanah (*soil*).

Awal perhitungan emisi historis dan panjang periode waktu yang digunakan dalam menentukan besar emisi historis juga belum ada ketentuannya. Namun demikian,

banyak negara mengusulkan untuk menggunakan panjang periode waktu minimal 5 tahun atau lebih, tergantung ketersediaan dan tingkat keakuratan data dan waktu berakhirnya tidak melewati tahun 2005, tahun saat mekanisme RED dibicarakan di dalam COP di Montreal. Jadi kalau durasi data yang digunakan lima tahun, maka awal waktu perhitungan emisi historis dimulai tahun 2001 sampai 2005.

Besar nilai REL ialah nilai rata-rata emisi historis selama periode yang sudah ditetapkan (lima tahun). Misalkan dari perhitungan diperoleh nilai rata-rata emisi historis selama periode tersebut 1 juta ton CO₂ per tahun, maka diasumsikan apabila tidak ada intervensi REDD+ maka emisi tahunan di masa depan akan sama dengan nilai rata-rata tersebut. Karena untuk memprediksi perubahan faktor-faktor pendorong deforestasi sampai jauh ke depan sulit dilakukan, maka nilai REL yang menggunakan data historis disarankan masa berlakunya tidak lama, misalnya 5 tahun atau satu periode komitmen (CP) saja. Setelah lima tahun nilai REL dievaluasi lagi dan disesuaikan. Tingkat emisi yang terjadi lima tahun mendatang setelah ada intervensi REDD+ dapat dijadikan emisi historis untuk menentukan REL untuk lima tahun berikutnya. Untuk daerah yang laju emisi historisnya rendah, proyeksi emisi ke depan tanpa ada REDD+ dapat dimodelkan dengan menggunakan faktor pendorong deforestasi sebagai peubah prediktor. Salah satu model yang bisa digunakan adalah GEOMOD (Petrova, *et al*, 2007).

1.5 Monitoring Hasil REDD+

Monitoring hasil REDD+ pada dasarnya adalah menghitung stok karbon pada wilayah yang termasuk dalam kegiatan REDD+. Belum ada kesepakatan mengenai periode monitoring, akan tetapi dengan pertimbangan biaya dan akurasi, perubahan stok karbon secara signifikan dapat dilihat pada periode waktu 2-5 tahun.

Agar hasil monitoring memenuhi kriteria MRV (*measurable, reportable dan verifiable*) maka metode IPCC GL 2006 dapat diaplikasikan. Prinsip utamanya adalah kombinasi antara remote sensing dan ground survey. Sebagai gambaran, apabila luas yang dimonitor < 10.000 ha dapat menggunakan resolusi sangat tinggi (1 m) misalnya quickbird, econos, bila luas > 10.000 resolusi sedang (15 m) mis SPOT4, Landsat.

Citra satelit diolah sesuai dengan kelas-kelas hutan sebagai sub kategori Lahan Hutan dan kategori penutupan lahan lain sesuai dengan 6 kelas kategori lahan IPCC yaitu (Lahan Hutan, lahan pertanian, *grass land*, lahan basah, *settlement* dan *other land*). Data stok karbon pada berbagai jenis hutan dan tutupan lahan lainnya diukur di lapangan pada plot-plot contoh.

1.6 Penutup

Untuk mendukung pelaksanaan REDD+ perlu dilakukan inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) guna mengetahui besarnya penurunan emisi melalui mekanisme tersebut. Perhitungan penurunan emisi harus memenuhi kriteria MRV, menggunakan metode yang diakui internasional dan dengan tingkat kerincian yang tinggi (Tier 3).

Pada prinsipnya pengukuran emisi dilakukan melalui kombinasi kegiatan *ground survey* dan *remote sensing*. Selanjutnya diaplikasikan metode yang dikembangkan oleh

IPCC, yaitu IPCC GL 2006 untuk menghitung emisi yang termasuk dari kegiatan REDD+. IPCC GL 2006 adalah metode yang banyak diterapkan negara Annex I untuk melaporkan emisi GRK terutama untuk keperluan penyusunan *National Communication*. Metode ini juga mendukung implementasi REDD+. IPCC GL 2006 memerlukan data lengkap perubahan lahan 6 kategori dan 5 cadangan karbon.

Dalam mekanisme REDD+, REL sangat penting ditentukan karena hal ini akan menunjukkan besar emisi yang akan terjadi apabila kegiatan REDD+ tidak dilakukan (sebagai BAU atau *baseline*) dan besarnya emisi yang akan diturunkan apabila REDD+ dilaksanakan. Meskipun ada berbagai pendekatan dalam menentukan REL, penentuan REL berdasarkan data historis serta kombinasi lainnya memungkinkan untuk diaplikasikan. Untuk Indonesia, penentuan REL dilakukan di tingkat nasional dengan aplikasi di tingkat sub nasional guna menghindari kebocoran. Selain itu sangat penting untuk memonitor hasil kegiatan REDD+ melalui pengukuran yang MRV. Kombinasi dari *remote sensing* dengan *ground survey*, serta perhitungan menggunakan IPCC GL adalah mekanisme yang harus dilakukan untuk menghitung penurunan emisi dari kegiatan REDD+.

Daftar Pustaka

- Asmoro, J.P.P. 2009. Quantification of Carbon Sequestration on Production, Conservation and Protected Forest. Balai Penelitian Kehutanan Manokwari.
- Badan Litbang Kehutanan. 1993. Pedoman Pembuatan dan Pengukuran PUP Untuk Pemantauan Pertumbuhan dan Riap Hutan Alam Tanah Kering Bekas Tebangan. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Basuki, T.M., van Laake, P.E., Skidmore, A.K. and Hussin, Y.A. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests.
- Baumert, K.A, T. Herzog and J. Pershing. 2005. Navigating the Numbers Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. World Resource Institute.
- Dahlan, I.N. Surati Jaya and Istomo. 2005. Estimasi Karbon Tegakan Acacia mangium Willd Menggunakan Citra Landsat ETM+ dan SPOT-5: Studi Kasus di BKPH Parung Panjang KPH Bogor. Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV "Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa" Gedung Rektorat Lt. 3 Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 14-15 September 2005
- GOFC-GOLD, 2009, Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and degradation in developing countries: a sourcebook of methods and procedures for monitoring, measuring and reporting, GOFC-GOLD Report version COPI4-2, (GOFC-GOLD Project Office, Natural Resources Canada, Alberta, Canada)
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan. Bogor. World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Hairiah, K., Sitompul, SM, van Noordwijk, M. and Palm, C.A., 2001 (a). Carbon stocks of tropical land use systems as part of the global C balance: effects of forest conversion and options for 'clean development' activities. ASB_LN 4A. In: Van Noordwijk, M, Williams, S.E. and Verbist, B. (Eds.) 2001. Towards integrated

- natural resource management in forest margins of the humid tropics: local action and global concerns. ASB-Lecture Notes 1-12. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), Bogor, Indonesia.
- _____, 2001 (b). Methods for sampling carbon stocks above and below ground. ASB_LN 4B. In: Van Noordwijk, M, Williams, S.E. and Verbist, B. (Eds.) 2001. Towards integrated natural resource management in forest margins of the humid tropics: local action and global concerns. ASB-Lecture Notes 1-12. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), Bogor, Indonesia.
- Herry Purnomo, H dan D. Murdiyarto. 2009. REDD and Landscape Management. Seminar pada Gelar Teknologi Badan Litbang Kehutanan. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- IFCA. 2008. Reducing Emission from Deforestation and Degradation in Indonesia. Consolidation Report
- IPCC. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IGES, Japan. IPCC
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES. Japan.
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- Kettering, Q. M., R. Coe, M. van Noordwijk, Y. Ambagau. C. A. Palm. 2001. Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management*. Elsevier.
- KLH. 2009. Indonesia: Second National Communication under the United Nation Framework Convention on Climate Change. KLH. Draft.
- MacDicken, K.G. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Winrock International.
- PEACE. 2007. Indonesia and Climate Change: Current Status and Policies. DFID, World Bank.
- Pearson, T., S. Walker and S. Brown. 2005. Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Projects. Winrock International
- Petrova, S., Stolle, F. and Brown, S., 2007, Carbon and Co-Benefits from Sustainable Land-use Management: Deliverable 22: Quantification of carbon benefits in conservation project activities through spatial modeling: East Kalimantan, Indonesia as a Case Study. Winrock International, Report submitted to USAID. Cooperative Agreement NoEEM-A-00-03-00006-http://www.winrock.org/ecosystems/files/Deliverable_22-GEOMOD_modeling-Indonesia_2-2007.pdf
- Siregar, C.A dan I.W.S. Dharmawan, 2009. Sintesa hasil penelitian 2009. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam.
- Soerianegara, I dan A. Indrawan. 1978. Ekologi hutan Indonesia. Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor
- Solichin. 2010. Pengukuran Emisi Karbon di Kawasan Hutan Rawa Gambut Merang. Makalah pada Lokakarya Proses penentuan Tingkat Emisi Acuan pada berbagai

lokasi ujicoba REDD di Indonesia dan kaitannya dengan REL nasional Bogor, 30 Juni 2010

Stern, N. 2007. 'The Stern Review: The Economics of Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge.

STATUS DATA STOK KARBON DALAM BIOMAS HUTAN DI INDONESIA

Haruni Krisnawati¹

2.1 Pendahuluan

Aktivitas manusia yang mengakibatkan deforestasi dan degradasi hutan yang berkembang saat ini dinilai telah memberikan kontribusi dalam peningkatan emisi karbondioksida (CO₂) di atmosfer yang memicu pada pemanasan global dan perubahan iklim bumi. Untuk mengatasi permasalahan ini, peran hutan sebagai penyerap CO₂ dan menyimpannya dalam bentuk biomassa harus terus dipertahankan dan ditingkatkan dengan cara pembuatan hutan tanaman dan melakukan penanaman kembali hutan-hutan yang gundul dalam bentuk kegiatan reforestasi atau afforestasi.

Dengan adanya peningkatan emisi karbondioksida (gas rumah kaca) akibat deforestasi dan degradasi hutan serta adanya upaya mitigasi melalui upaya konservasi dan pembangunan hutan, maka kuantifikasi atau perhitungan persediaan karbon hutan perlu dilakukan untuk mengetahui apakah target pengurangan emisi CO₂ di dunia dan terutama di Indonesia dapat berhasil atau tidak. Hal paling mendasar yang perlu disiapkan untuk menyusun strategi dalam rangka pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) adalah dengan cara mengetahui seberapa besar cadangan stok karbon di segala peruntukan lahan dan kemudian menghitung potensi perubahan stok karbon akibat aktivitas manusia.

Oleh karena itu, diperlukan kemampuan untuk menghitung persediaan karbon hutan secara spasial dan memantau perubahan stok karbon (baik karbon yang hilang akibat deforestasi dan degradasi hutan, atau terjadinya akumulasi penambahan karbon akibat proses pertumbuhan hutan kembali). Menurut IPCC (2007), hilangnya stok karbon terrestrial yang merupakan komponen emisi gas rumah kaca secara global, telah memberikan kontribusi sebesar 35% dari total emisi global dan sekitar 18% dari emisi tahunan. Untuk Indonesia, hilangnya stok karbon hutan akibat deforestasi dan degradasi hutan (perubahan penggunaan lahan) diperkirakan mencapai 65% dari total emisi karbon nasional.

Karbon hutan tersimpan dalam bentuk biomassa sehingga untuk mengetahui kandungan karbon yang tersimpan dalam hutan dapat diperoleh dengan memperkirakan kandungan biomassa hutan. Biomassa hutan didefinisikan sebagai jumlah total bobot kering semua bagian tumbuhan hidup, baik untuk seluruh atau sebagian tubuh organisme, populasi atau komunitas dan dinyatakan dalam berat kering oven per satuan area (ton/unit area).

Fokus dari kajian ini adalah untuk mengumpulkan dan menyediakan informasi mengenai status data biomassa hutan di Indonesia. Informasi ini diharapkan dapat digunakan untuk membuat dugaan persediaan karbon dalam biomassa secara spasial (memperkirakan hilangnya karbon biomassa selama deforestasi dan degradasi) dan

¹⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Rehabilitasi dan Konservasi;
Jl. Gunungbatu No.5 Bogor 16610;
E-mail: h.krisnawati@yahoo.co.id

perubahan stok (memperkirakan pola akumulasi karbon selama pertumbuhan hutan) di Indonesia. Informasi yang disampaikan dalam bab ini sebagian besar berasal dari hasil pengumpulan data dan informasi hasil-hasil penelitian mengenai biomassa hutan di Indonesia yang merupakan salah satu bagian dari kegiatan kerjasama antara Indonesia dan Australia atau Indonesia-Australia Forest Carbon Partnership (IAFCP). Kegiatan ini untuk menyiapkan data dan informasi mengenai dugaan biomassa hutan dalam rangka pembangunan Sistem Perhitungan Karbon Nasional Indonesia (*Indonesia National Carbon Accounting System/INCAS*). Dalam kegiatan ini penulis telah berkolaborasi dengan partner dari Australia, terutama Dr. Heather Keith (dari Australian National University) dalam hal analisis dan sintesa data.

2.2 Kriteria Penilaian Data/Informasi

Menurut Raison *et al* (2009) ada empat metode pendekatan yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai dugaan biomassa hutan (dengan tingkat keakuratan dan keterandalan terbesar pada poin no. (1) dan semakin menurun ke poin no. (4)):

1. Metode pendekatan yang paling akurat adalah dengan cara menebang pohon-pohon sampel dan menimbang secara langsung semua komponen biomassa di lapangan dalam sejumlah plot-plot ulangan yang cukup besar. Pendekatan seperti ini mungkin dapat dilakukan apabila tersedia tenaga kerja dan peralatan yang memadai.
2. Pendekatan kedua adalah dengan cara mengkonversi data inventarisasi hutan yang tersedia di suatu lokasi (berdasarkan sejumlah plot-plot ulangan) menjadi data stok karbon biomassa dengan menggunakan persamaan allometrik yang akurat (pohon-pohon sampel yang digunakan mencakup rentang ukuran pohon-pohon yang dijumpai dalam tegakan hutan) yang disusun pada lokasi yang sama dengan kegiatan inventarisasi hutan. Pendekatan seperti ini banyak dilakukan, tetapi terkadang dengan cara yang kurang memadai (misalnya, pohon sampel yang dikumpulkan terlalu sedikit dan kurang mencerminkan kondisi populasi) sehingga kualitas dugaan yang dihasilkan menjadi kurang. Meskipun demikian, pohon-pohon sampel ini akan sangat berguna untuk tujuan 'verifikasi'.
3. Pendekatan ketiga adalah dengan cara menkonversi data inventarisasi hutan di suatu lokasi menjadi informasi stok karbon/biomassa dengan menggunakan persamaan allometrik yang disusun untuk jenis yang sama, tetapi disusun di lokasi lain. Pendekatan seperti ini biasanya dilakukan untuk memperluas dugaan biomassa secara spasial.
4. Pendekatan yang keempat (dan paling kurang akurat) adalah dengan cara menduga stok karbon/biomassa dengan menggunakan metode 'pendugaan' lain, seperti menggunakan persamaan alometrik 'umum', menggunakan hasil dugaan dari lokasi lain yang memiliki kemiripan tipe/karakteristik hutan (misalnya, dari negara lain), dan penggunaan nilai-nilai 'default' seperti yang tercantum dalam Tier I perhitungan Gas Rumah Kaca dalam Pedoman IPCC (2006). Metode ini sering digunakan untuk memperkirakan stok biomassa pada areal yang luas tetapi dengan ketersediaan biaya yang rendah.

Aplikasi dua pendekatan yang pertama ((1) dan (2)) akan menghasilkan data dugaan yang sangat handal yang dapat digunakan untuk mengkalibrasi model dan menduga biomassa secara spasial. Dugaan biomassa berdasarkan pendekatan lain ((3) dan (4)), meskipun kurang akurat, masih dapat digunakan untuk tujuan 'verifikasi', untuk melihat apakah prediksi model jatuh dalam rentang data yang diharapkan. Setelah *database* berisi persamaan-persamaan allometrik yang akurat berhasil dihimpun, persamaan-persamaan tersebut dapat digunakan untuk mengkonversi data Inventarisasi Hutan Nasional dan data inventarisasi lainnya yang tersedia, seperti yang dikumpulkan dalam proyek REDD+ atau penelitian sejenis, untuk menghasilkan dugaan biomassa hutan secara spasial.

Saat ini informasi mengenai biomassa hutan banyak tersedia di pustaka-pustaka dan tersebar di berbagai tempat, baik dalam bentuk laporan hasil-hasil penelitian yang sudah dipublikasikan (dalam jurnal ilmiah) maupun yang belum dipublikasikan seperti skripsi/thesis/disertasi mahasiswa dan laporan penelitian/proyek yang tidak atau belum diterbitkan. Tidak semua dari informasi yang disajikan dalam pustaka tersebut dapat dimasukkan dalam *database*, tergantung dari kualitas dan kegunaan data/informasi tersebut.

Dalam kajian ini, kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi kualitas data dan informasi biomassa hutan dalam suatu pustaka paling tidak mencakup tiga hal (Raison *et al.*, 2009):

1. Persamaan allometrik. Dalam hal ini informasi yang dikaji adalah kegunaan persamaan (spesifik jenis, kelompok jenis, campuran jenis), metode sampling, jumlah dan keterwakilan pohon sampel, jumlah dan ukuran plot inventarisasi, dan koreksi bias dalam penerapan persamaan.
2. Biomassa di bawah permukaan tanah (ketersediaan informasi biomassa akar atau rasio pucuk:akar, dan tingkat keterandalan dari informasi ini).
3. Dugaan stok karbon/biomassa dan tingkat keterandalannya.

Kualitas data biomassa dalam hal sampling dan analisis statistik akan menentukan nilai dan tingkat ketidakpastian dalam aplikasi. Dari data dan informasi yang dihimpun, selanjutnya dilakukan evaluasi untuk menilai apakah informasi yang diperoleh sudah sesuai dengan kriteria keterandalan dan keakuratan yang diharapkan dan untuk menentukan informasi hasil-hasil penelitian (pustaka) mana yang berguna untuk menyusun sistem database stok karbon dalam biomassa. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat keakuratan/keterandalan persamaan allometrik untuk menduga stok biomassa:

1. Data pohon-pohon sampel yang digunakan untuk menyusun persamaan allometrik. Pohon-pohon sampel yang ditebang dan diukur harus mencakup berbagai ukuran pohon dalam populasi dan mewakili distribusi kelas ukuran. Sampel dari pohon-pohon berukuran besar sangat penting karena pohon besar umumnya mengandung proporsi biomassa yang tinggi dalam tegakan. Tingkat akurasi yang tinggi juga diperlukan dalam pengukuran berat basah semua komponen biomassa pohon di lapangan dan kemudian subsampling setiap komponen untuk mendapatkan berat kering di laboratorium. Jika bagian batang pohon yang besar tidak ditimbang, tetapi biomassa diperkirakan dari dimensi dan volume, bias mungkin akan ditimbulkan

ketika bentuk batang pohon tidak beraturan dan berat jenis kayu di sepanjang batang bervariasi.

2. Penggunaan persamaan allometrik untuk mengkonversi data inventarisasi. Persamaan allometrik seharusnya tidak digunakan untuk menduga biomassa diluar rentang data/ukuran pohon yang digunakan untuk menyusun persamaan. Persamaan allometrik seringkali diturunkan dari persamaan logaritmik (untuk memenuhi persyaratan keabsahan kesimpulan secara statistik). Untuk menghitung biomassa pohon, persamaan logaritmik tersebut harus ditransformasi kembali ke unit asal; ekstrapolasi akan menimbulkan bias yang besar. Transformasi persamaan logaritmik kembali ke unit asal memerlukan koreksi bias yang diperoleh dari nilai statistik kesalahan dari persamaan, sehingga nilai koreksi ini perlu dievaluasi.
3. Keterwakilan plot-plot inventarisasi. Dugaan stok biomassa yang representatif dari suatu tipe hutan di lokasi tertentu memerlukan jumlah dan ukuran plot inventarisasi yang memadai untuk mencakup keragaman spasial. Plot seluas 1 ha cukup memadai untuk mencakup pohon-pohon berukuran besar dan tua yang umumnya tersebar jarang dalam tegakan. Pot seluas 0,1 ha mungkin memadai untuk pohon-pohon muda dalam tegakan seumur. Rancangan plot harus mewakili distribusi kelas ukuran dalam populasi, lokasi plot harus dipilih secara acak, atau dalam rancangan acak bertingkat.

2.3 Status Data Stok Biomassa Hutan

Dari hasil kegiatan ini, telah diperoleh data dan informasi mengenai biomassa hutan Indonesia, yang mencakup:

1. Persamaan alometrik yang dapat dikelompokkan menurut jenis dan atau lokasi,
2. Kandungan biomassa di atas tanah,
3. Kandungan biomassa di bawah tanah,
4. Kandungan biomassa dari komponen ekosistem lain (tumbuhan bawah, serasah, nekromas),
5. Informasi tambahan mengenai site (lokasi, kondisi lingkungan dan umur tegakan/ sejarah penggunaan lahan).

Data tersebut dapat dikelompokkan kedalam beberapa tipe vegetasi/hutan:

1. Hutan mangrove primer
2. Hutan mangrove sekunder
3. Hutan tanah kering primer
4. Hutan tanah kering sekunder
5. Hutan rawa gambut primer
6. Hutan rawa gambut sekunder
7. Hutan kerangas
8. Hutan tanaman
9. Hutan rakyat
10. Tanaman lain.

Hutan primer dalam hal ini mencakup semua tipe hutan alam yang belum pernah terganggu oleh aktivitas penggunaan lahan oleh manusia secara intensif maupun oleh

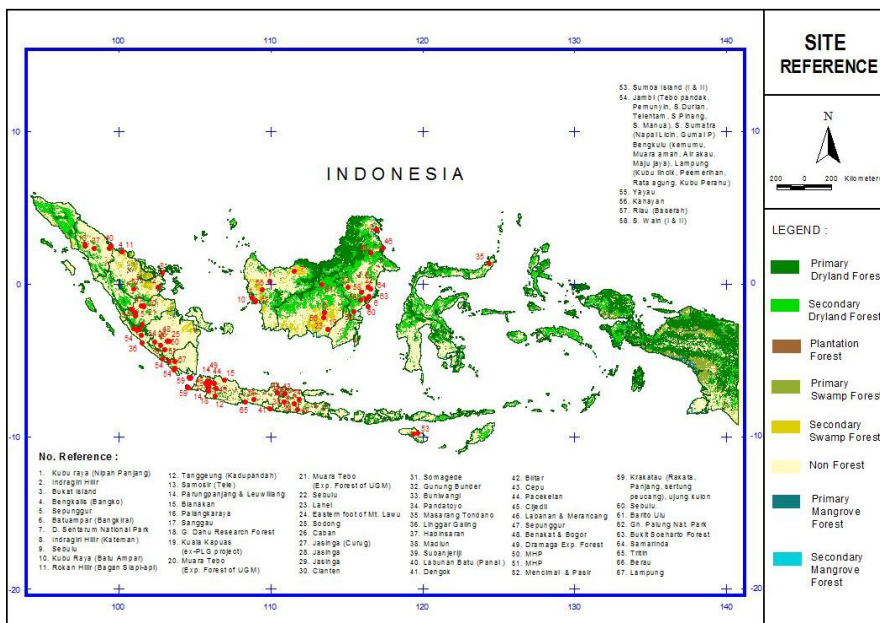
bencana alam seperti kebakaran. Apabila informasi jenis tersedia, maka data mengenai jenis-jenis pohon dominan untuk tipe hutan ini juga dimasukkan dalam database. Untuk hutan tanaman, sebagian besar informasi dalam database mencakup hutan tanaman industri baik yang dikelola oleh perusahaan HTI di luar Pulau Jawa maupun BUMN (Perhutani) di Pulau Jawa. Untuk kategori tanaman lain, dimasukkan informasi biomassa dari beberapa tipe penggunaan lahan hutan untuk tanaman lain seperti perkebunan karet dan kelapa sawit.

Informasi mengenai site (lokasi) dikelompokkan menurut pulau atau provinsi untuk mengetahui distribusi ketersediaan data biomassa secara spasial. Kondisi lingkungan menurut lokasi (apabila tersedia) seperti informasi iklim, geologi, elevasi, jenis tanah, dan juga kondisi biogeografi lain juga dimasukkan dalam database mengingat bahwa faktor-faktor lingkungan mungkin sangat berpengaruh terhadap tipe vegetasi hutan di Indonesia.

Kondisi biogeografi merupakan faktor yang penting untuk dapat memahami distribusi tipe vegetasi. Menurut asal-usulnya, vegetasi di pulau-pulau wilayah Indonesia bagian barat dan timur dipisahkan oleh garis Wallace. Garis ini merupakan batas penyebaran vegetasi secara alam yang disebabkan oleh air yang dalam dari Selat Lombok dan Makassar yang memisahkan dataran Sunda dan Sahul. Pulau-pulau di sebelah barat Garis Wallace-Kalimantan, Jawa, Sumatra dan pulau-pulau kecil lain-memiliki tipe vegetasi Asia, sedangkan pulau-pulau di sebelah timur Garis Wallace-Sulewesi, Papua dan Nusa Tenggara dan pulau-pulau kecil lain-memiliki tipe vegetasi yang terdiri dari campuran jenis dari Asia dan Australia dan jenis-jenis endemik. Perbedaan vegetasi dari kedua kondisi biogeografi ini mungkin berpengaruh terhadap nilai biomassa tumbuhan karena adanya perbedaan taksonomi dari sisi arsitektur pohon, kerapatan pohon dan umur biologis pohon.

2.3.1 Distribusi data biomassa menurut lokasi

Dari data dan informasi yang berhasil dihimpun dalam database biomassa hutan di Indonesia dapat diperoleh informasi mengenai distribusi lokasi menurut propinsi/pulau dimana penelitian biomassa hutan telah dilakukan di Indonesia (Gambar 1). Lokasi-lokasi penelitian tersebut dicirikan dalam Gambar 1 oleh tanda lingkaran kecil berwarna merah dan bernomor, yang kemudian dioverlaikan dengan peta petupan lahan Indonesia menurut tipe hutan.



Gambar I. Distribusi lokasi ketersediaan data biomassa hutan di Indonesia menurut propinsi/pulau (sumber dari 67 pustaka, keterangan no. 1-67 dapat dilihat di Daftar Pustaka). Sumber: Keith dan Krisnawati (2010)

Dari distribusi (Gambar I) tersebut terlihat bahwa data biomassa hutan di Indonesia lebih banyak berasal dari tiga pulau besar, yaitu Sumatra, Jawa dan Kalimantan, yang berarti bahwa lokasi penelitian biomassa hutan selama ini lebih banyak terkonsentrasi di tiga pulau ini. Di wilayah timur kepulauan Indonesia, ketersediaan data biomassa hutan ini masih sangat sedikit; hanya ditemukan di dua lokasi di wilayah ini, yaitu di Sulawesi dan Pulau Sumba, serta tidak ditemukan satu lokasi pun yang mewakili Papua. Meskipun demikian, bukan berarti bahwa penulis tidak mendapatkan informasi sama sekali dari Papua, namun karena informasi yang diperoleh dari wilayah ini tidak memenuhi kriteria seperti yang digunakan dalam evaluasi data/informasi (seperti diuraikan pada Sub-Bab II) maka informasi tersebut tidak dimasukkan dalam analisis.

Dari Gambar I terlihat pula bahwa tipe hutan tanah kering (primer dan sekunder) paling luas dijumpai di Kalimantan Tengah, Sulawesi dan Papua Barat. Akan tetapi, ketersediaan informasi biomassa hutan di daerah ini masih sangat kurang dibandingkan dengan tipe penutupan hutan lain seperti hutan tanaman yang memiliki informasi biomassa yang relatif banyak, terutama di Jawa. Daerah dengan tipe penutupan hutan mangrove yang paling luas, terutama hutan mangrove primer, banyak dijumpai di Papua Barat yang meliputi lebih dari setengah luasan total hutan mangrove di Indonesia (Ruitenbeek, 1992). Meskipun demikian, informasi biomassa di areal hutan ini belum tersedia.

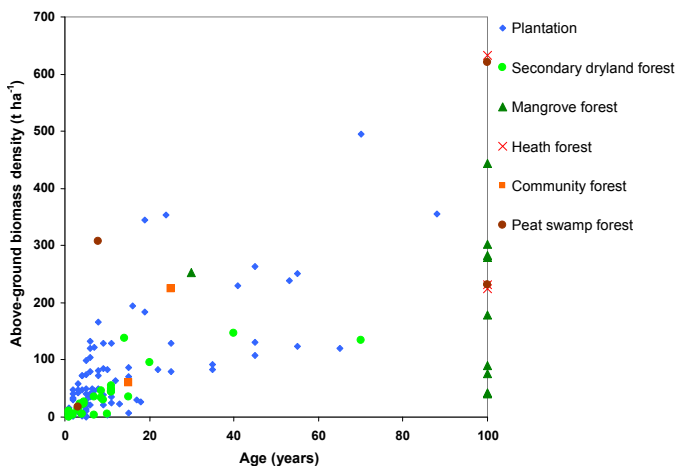
Dari distribusi lokasi penelitian biomassa (Gambar 1) terlihat bahwa hampir semua tipe hutan di Indonesia sudah memiliki informasi mengenai nilai kandungan biomassa meskipun penyebarannya belum merata di seluruh provinsi dan pulau. Jumlah lokasi yang memiliki ketersediaan data menurut tipe hutan juga sangat bervariasi, dimana hutan primer (tanah kering maupun rawa gambut) memiliki jumlah lokasi yang relatif sedikit.

Semua informasi yang diberikan dalam setiap no. referensi dalam Gambar 1 dimasukkan dalam database untuk memberikan gambaran mengenai lokasi (provinsi, kabupaten, kecamatan, desa, dsb), posisi geografis (lintang dan bujur), tipe hutan, jenis, umur, curah hujan (tahunan/musiman), suhu, elevasi, sejarah penggunaan lahan, dan sebagainya.

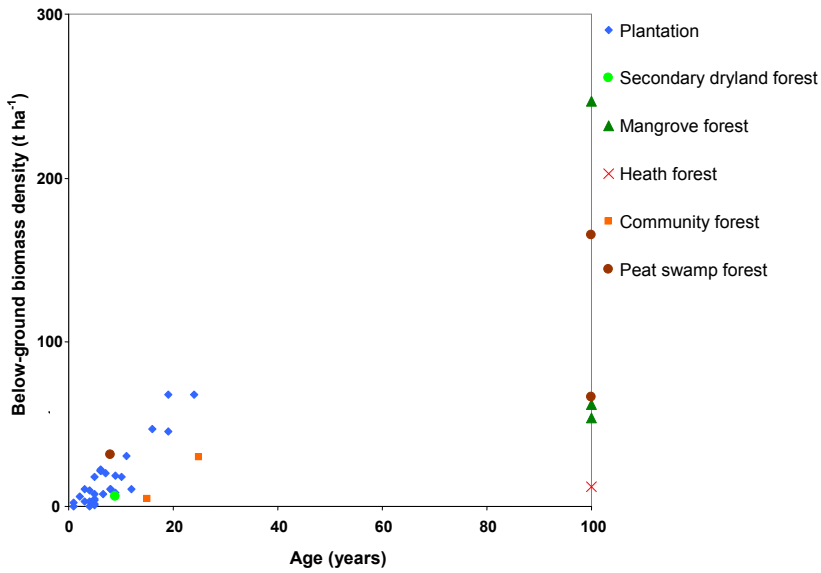
2.3.2 Stok biomassa menurut tipe hutan/jenis

Stok biomassa dihitung dari penjumlahan biomassa individu-individu pohon dalam suatu areal dengan satuan ton per hektar. Untuk mendapatkan informasi stok biomassa diperlukan data hasil inventarisasi pengukuran dimensi pohon-pohon dalam plot dan persamaan allometrik untuk mengkonversi dari nilai dimensi pohon kedalam biomassa. Data stok biomassa tersebut dikelompokkan kedalam biomassa di atas permukaan tanah, biomassa di bawah permukaan tanah (akar), dan komponen biomassa lain yang berasal dari tumbuhan bawah, nekromas dan seresah, dan disajikan menurut tipe hutan, lokasi dan umur tegakan.

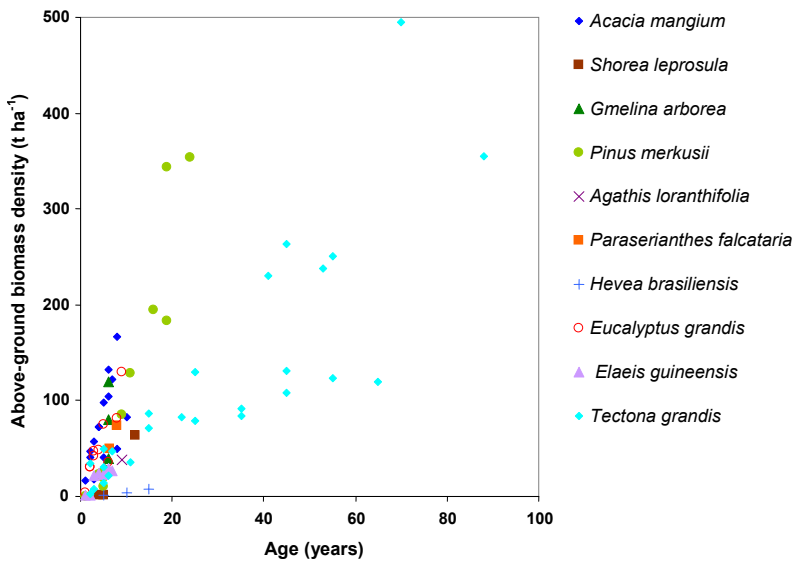
Distribusi data kandungan biomassa tegakan hutan di atas permukaan tanah (*aboveground biomass*) menurut umur tegakan dan tipe hutan dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan hubungan antara biomassa tegakan hutan di bawah permukaan tanah (*belowground biomass*) disajikan pada Gambar 3.



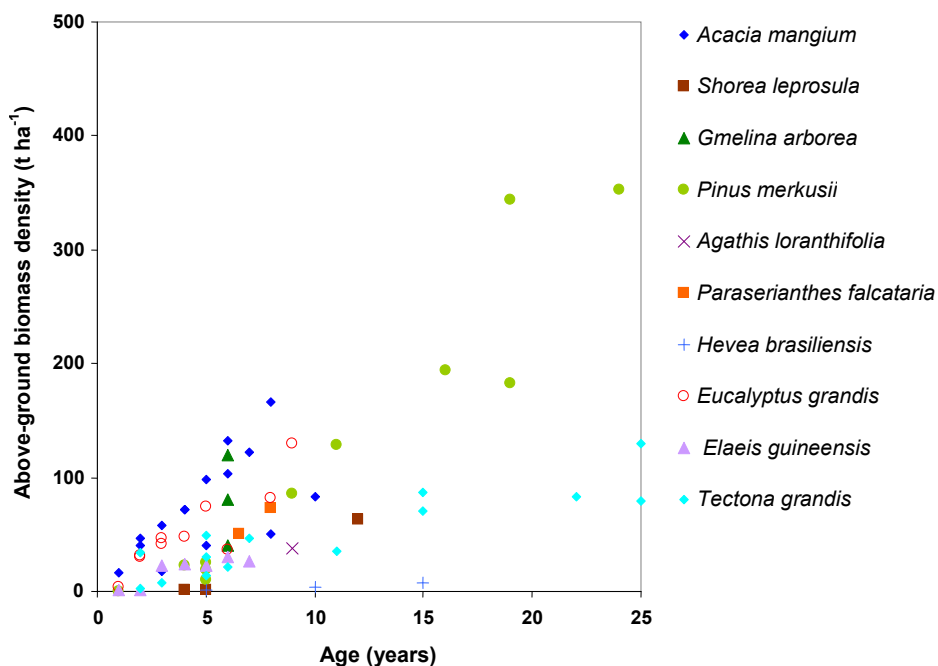
Gambar 2. Distribusi data biomassa tegakan hutan di atas permukaan tanah berdasarkan umur dan tipe hutan (sumber: Keith dan Krisnawati, 2010).



Gambar 3. Distribusi data biomassa tegakan hutan di bawah permukaan tanah berdasarkan umur dan tipe hutan (sumber: Keith dan Krisnawati, 2010).



Gambar 4. Distribusi data biomassa tegakan hutan tanaman di atas permukaan tanah menurut jenis (sumber: Keith dan Krisnawati, 2010).



Gambar 5. Distribusi data biomassa tegakan hutan tanaman sampai dengan umur 25 tahun di atas permukaan tanah menurut jenis (sumber: Keith dan Krisnawati, 2010).

Umur tegakan hutan di sebagian besar lokasi/tipe hutan tidak diketahui, termasuk semua hutan primer. Umur dari beberapa lokasi hutan sekunder juga tidak pasti, di beberapa tegakan terdiri dari berbagai umur dan tahapan pertumbuhan kembali (suksesi). Untuk keperluan visual grafis, umur untuk tegakan ini diasumsikan 100 tahun. Namun demikian, kurva pertumbuhan biomassa hutan tidak dapat dibuat untuk tipe hutan ini karena posisi asymptote tidak diketahui.

Informasi biomassa di bawah permukaan tanah juga relatif sedikit untuk sebagian besar tipe hutan. Dari informasi yang tersedia, sebagian besar dilakukan di hutan tanaman jenis-jenis tertentu (Gambar 3). Biomassa untuk hutan tanaman sampai umur 100 tahun disajikan secara terpisah berdasarkan jenisnya pada Gambar 4. Sedangkan pada Gambar 5 menampilkan distribusi data biomassa hutan tanaman namun dengan skala umur yang berbeda (sampai dengan 25 tahun) untuk dapat membedakan nilai-nilai biomassa pada tanaman yang masih berumur muda.

2.4 Kesenjangan Data Biomassa Hutan di Indonesia

Data biomassa hutan yang tersedia di Indonesia saat ini pada umumnya relatif masih terbatas pada pohon-pohon jenis tertentu, ukuran tertentu dan pada lokasi atau

tipe hutan tertentu. Untuk menghitung stok karbon hutan secara nasional diperlukan data dan informasi biomassa yang lengkap mencakup seluruh bagian pohon dan ekosistem, jenis dan tipe hutan. Dengan demikian diperlukan strategi yang tepat dalam pengambilan sampel untuk mengukur biomassa di lapangan sehingga data yang diambil cukup representatif dalam mencerminkan variasi jenis, umur dan tipe hutan atau lokasi. Dari database biomassa hutan yang berhasil dikumpulkan di Indonesia dapat diidentifikasi beberapa informasi yang relatif masih kurang dan dapat dikelompokkan menurut kategori berikut.

2.4.1 Tipe hutan

1. Hutan primer. Data dari tipe hutan ini masih sangat sedikit untuk dapat mencirikan kondisi biomassa hutan primer yang ada saat ini termasuk untuk menentukan akumulasi biomassa maksimum hutan alam (dengan permudaan alam).
2. Hutan sekunder tua. Sebagian besar data yang ada berasal dari hutan sekunder muda dan sangat sedikit berasal dari hutan sekunder tua. Informasi dari hutan sekunder tua sangat diperlukan untuk dapat mengetahui proses akumulasi biomassa hutan sekunder secara lebih lengkap.
3. Tipe-tipe hutan sekunder yang terbentuk setelah ada aktivitas penggunaan lahan hutan yang berbeda-beda seperti tebang habis, tebang pilih dan kebakaran.
4. Tipe vegetasi yang tumbuh di wilayah timur Indonesia, termasuk Sulawesi, Nusa Tenggara dan Papua. Ketersediaan informasi biomassa hutan dari wilayah ini masih sangat sedikit dibandingkan dengan tempat lain (wilayah barat) di Indonesia. Informasi dari wilayah timur Indonesia sangat diperlukan mengingat kondisi vegetasi dan taksonomi di wilayah ini sangat berbeda dengan kondisi vegetasi di wilayah barat Indonesia yang dipisahkan oleh garis Wallace.
5. Tipe vegetasi hutan pegunungan. Dari database yang terkumpul hanya ada satu informasi (pustaka) yang diperoleh untuk tipe vegetasi ini, yaitu dari Gunung Papandayan (Sulistiyawati *et al.*, 2006) dan informasi yang dilaporkan pun hanya mencakup dugaan stok karbon secara total.
6. Hutan dengan kandungan biomassa yang tinggi (menurut rentang data yang ada). Dalam database hal ini dicerminkan oleh hutan hujan dataran rendah di Kalimantan Timur. Menurut Kira (1978), tipe hutan ini dianggap sebagai bagian dari hutan tropis yang paling produktif di dunia karena curah hujan yang tinggi merata sepanjang tahun dan didominasi oleh jenis-jenis Dipterocarpaceae dengan kanopi berlapis dan bahkan memiliki pohon dengan ketinggian hingga mencapai 70 m.

Untuk melengkapi kesenjangan data ini, informasi mengenai distribusi spasial hutan di Indonesia menurut tipe hutan dan hubungan antara variasi struktur hutan dengan variabel lingkungan seperti jenis tanah, geologi dan posisi topografi sangat diperlukan. Informasi ini diperlukan untuk dapat menentukan apakah tipe-tipe hutan dominan di Indonesia sudah terwakili dalam data.

2.4.2 Persamaan allometrik

1. Pohon-pohon contoh berukuran lebih besar. Ketersediaan informasi mengenai data pohon-pohon contoh yang digunakan untuk menyusun persamaan allometrik

untuk menduga biomassa pohon relatif masih sangat terbatas pada pohon-pohon contoh berukuran kecil. Untuk itu diperlukan tambahan pohon-pohon contoh berukuran besar, terutama yang berukuran diameter lebih besar dari 100 cm. Distribusi ukuran (terutama diameter) pohon menurut tipe hutan diperlukan untuk mengetahui apakah kisaran ukuran pohon yang digunakan untuk menyusun persamaan allometrik cukup representatif untuk digunakan dalam pendugaan nilai biomassa pohon.

2. Penggunaan koreksi bias. Persamaan allometrik seringkali disusun berdasarkan hubungan regresi log-log (log biomassa pohon merupakan fungsi dari log diameter). Penggunaan transformasi logaritmik ini biasanya digunakan untuk membuat persamaan hubungan menjadi linier dan variasi galat (*error variance*) menjadi homogen. Untuk menghitung biomassa pohon, persamaan logaritmik tersebut harus ditransformasi kembali ke unit asal yang akan menimbulkan bias. Hampir sebagian besar penelitian biomassa hutan di Indonesia tidak melaporkan angka-angka galat untuk persamaan allometrik yang disusun sehingga nilai bias yang ditimbulkan menjadi tidak pasti. Dengan demikian koreksi bias untuk transformasi yang dilakukan tidak dapat dimasukkan saat menghitung biomassa individu pohon. Oleh karena itu, nilai dugaan biomassa yang dihasilkan cenderung lebih rendah (*underestimate*). Hal ini dapat diantisipasi apabila data hasil pengukuran biomassa individu pohon tersedia dan persamaan serta nilai galat yang ditimbulkan dapat dihitung kembali sehingga koreksi bias dapat diterapkan dalam perhitungan biomassa.
3. Data berat jenis kayu. Informasi mengenai berat jenis kayu pada berbagai jenis, umur pohon dan sampai ketinggian batang tertentu diperlukan untuk mendapatkan nilai berat jenis kayu rata-rata menurut jenis atau tipe hutan dan umur pohon, yang dapat digunakan dalam persamaan allometrik umum. Untuk pohon-pohon yang besar dan tua informasi ini mungkin sangat penting apabila terjadi proses pembusukan dan pembentukan rongga dalam batang pohon.
4. Hubungan tinggi dan diameter pohon. Apabila hubungan tinggi-diameter pohon untuk jenis dan tipe hutan tertentu tersedia, tinggi dapat dimasukkan kedalam persamaan allometrik untuk meningkatkan keakuratan dugaan.
5. Data volume pohon total. Data volume dapat digunakan untuk mengkalibrasi faktor ekspansi biomassa (*biomass expansion factor*) berbagai jenis, umur dan tipe hutan.

2.4.3 Konsentrasi karbon

Sebagian besar pustaka hasil penelitian di Indonesia melaporkan data dan informasi mengenai persamaan allometrik dan atau biomassa pohon atau bahan organik kering. Namun sedikit sekali pustaka yang melaporkan informasi hasil analisis konsentrasi karbon dalam biomassa dari berbagai komponen yang diperlukan untuk menghitung atau memvalidasi hasil pendugaan stok karbon. Konsentrasi karbon umumnya dilaporkan sebesar 0,45-0,55, dan penggunaan nilai default sebesar 0,5 mungkin tidak akan menimbulkan kesalahan yang berarti. Meskipun demikian, nilai konsentrasi karbon dalam biomassa yang sebenarnya dapat diperoleh, misalnya dengan cara; (1) mengumpulkan semua pustaka yang terkait dengan konsentrasi karbon di

hutan tropis, dan (2) melakukan sampling untuk menganalisa konsentrasi karbon pada berbagai komponen biomassa berbagai jenis.

Dari data yang ada menunjukkan bahwa kisaran nilai konsentrasi karbon dalam biomassa cukup besar. Ludang dan Jaya (2007) melaporkan bahwa konsentrasi karbon dalam biomassa pohon di hutan gambut primer adalah sebesar 0,56. Namun demikian, beberapa sumber pustaka di Indonesia menunjukkan nilai konsentrasi karbon yang lebih rendah sampai sebesar 0,25 (Hilmi, 2003), yang tentu akan berdampak signifikan terhadap hasil perhitungan stok karbon secara nasional.

2.4.4 Biomassa dari komponen ekosistem hutan lain

Data biomassa dari bahan-bahan organik mati relatif sangat sedikit. Di hutan tropis, biomassa yang berasal dari tumbuhan bawah dan seresah cenderung memiliki kontribusi yang kecil terhadap nilai biomassa total dalam ekosistem. Meskipun demikian, puing-puing kayu dan pohon-pohon mati di dalam tegakan hutan dapat menjadi komponen penting untuk beberapa tipe hutan, terutama setelah hutan mengalami gangguan. Komponen ekosistem lain pengisi kanopi selain pohon mungkin juga penting untuk beberapa jenis hutan, seperti liana, epifit dan paku-pakuan; namun demikian, sangat sedikit data yang tersedia untuk komponen ekosistem ini.

2.4.5 Data inventarisasi hutan

1. Data inventarisasi hutan sangat diperlukan, baik yang berasal dari kegiatan Inventarisasi Hutan Nasional, inventarisasi tegakan hutan sebelum dan setelah penebangan seperti yang umum dilakukan oleh unit-unit pengelolaan hutan, maupun inventarisasi tegakan hutan yang dilakukan oleh sebagian peneliti (ekologis) di lokasi-lokasi penelitian.
2. Informasi mengenai distribusi plot/petak secara spasial diperlukan untuk mengetahui hubungan tipe hutan dengan kondisi biofisik.
3. Ukuran plot harus cukup representatif mencakup pohon-pohon besar yang umumnya tersebar jarang.
4. Data tambahan untuk beberapa lokasi memerlukan informasi jenis-jenis non-komersial, kondisi hutan dengan gangguan minimal, maupun kelas umur yang lebih tua untuk hutan sekunder.

2.4.6 Data spasial

1. Informasi mengenai klasifikasi hutan dan pemetaan yang tepat sangat diperlukan untuk dapat mengetahui apakah data yang tersedia saat ini sudah mewakili lokasi/ tipe hutan dengan baik dan untuk merancang strategi pengambilan sampel secara tepat di masa mendatang.
2. Data iklim pada level nasional diperlukan yang meliputi jumlah dan distribusi curah hujan musiman, serta lamanya musim kemarau. Informasi ini dapat digunakan untuk mengetahui nilai indeks ketersediaan air.
3. Data tanah secara spasial juga diperlukan untuk mengetahui kandungan nutrisi tanah yang mungkin menjadi faktor pembatas pertumbuhan pohon.

2.4.7 Distribusi umur

Prediksi biomassa secara spasial memerlukan informasi mengenai distribusi umur hutan yang sangat berguna untuk mengkalibrasi data lokasi dengan tipe lahan hutan yang homogen secara spasial. Selain itu, informasi mengenai dinamika pertumbuhan/perkembangan hutan dari waktu ke waktu diperlukan untuk memprediksi perubahan stok karbon pada berbagai aktivitas penggunaan lahan yang berbeda. Di hutan alam tropis, informasi mengenai umur dan tingkat pertumbuhan pohon sangat sulit diketahui karena pohon-pohon di hutan alam tropis umumnya tidak menghasilkan lingkaran tahun dan sejarah kegiatan pengelolaan hutan sebelumnya seringkali tidak tercatat dengan baik. Oleh karena itu, pengamatan jangka panjang laju pertumbuhan pohon dalam tegakan dari berbagai tipe hutan sangat penting untuk dapat menyusun kurva pertumbuhan biomassa/karbon hutan secara baik.

Kurva pertumbuhan yang menggambarkan akumulasi karbon dari waktu ke waktu memerlukan informasi mengenai umur maksimum hutan untuk menentukan nilai asymptote kurva. Untuk hutan alam tropis informasi ini menjadi sangat sulit karena umur hutan primer tidak diketahui. Penelitian untuk mengetahui umur maksimum dan periode waktu akumulasi karbon mungkin perlu dilakukan, seperti lingkaran tumbuh, ukuran lumut dan informasi mengenai sejarah terjadinya gangguan hutan.

2.4.8 Aktivitas penggunaan lahan

Degradasi atau menurunnya stok karbon akibat berbagai kegiatan pemanfaatan lahan perlu dikuantifikasi. Aktivitas seperti konversi hutan alam untuk HTI dan penebangan liar tidak termasuk sebagai aktivitas yang merubah penggunaan lahan tetapi aktivitas ini memberikan kontribusi yang besar terhadap penurunan stok karbon. Dokumentasi mengenai kegiatan penggunaan lahan, intensitas dan distribusinya dapat digunakan untuk mengkuantifikasi perubahan stok karbon.

2.5 Strategi Sampling dan Pendugaan Biomassa Hutan

Ada tiga hal penting yang perlu diperhatikan dalam menyusun strategi pendugaan biomassa nasional: (1) pengukuran biomassa secara langsung dari berbagai lokasi, (2) data inventarisasi hutan dan informasi faktor-faktor lingkungan secara spasial, dan (3) model yang menghubungkan sumber data dengan skala yang berbeda. Masing-masing komponen memerlukan data sebagai berikut:

2.5.1 Data biomassa menurut lokasi

1. Dugaan biomassa menurut lokasi, baik untuk hutan primer maupun hutan sekunder.
2. Data inventarisasi menurut lokasi yang mencakup distribusi diameter tegakan.
3. Rasio komponen biomassa yang dapat digunakan ketika persamaan alometrik tidak tersedia, misalnya rasio akar : pucuk, rasio volume batang: volume total.
4. Distribusi hutan menurut kelas umur.

2.5.2 Data inventarisasi dan lingkungan secara spasial

1. Distribusi spasial hutan sebagai dasar stratifikasi sampling dan skala dugaan secara spasial.
2. Informasi mengenai sejarah penggunaan lahan dan terjadinya gangguan, termasuk stratifikasi menurut jenis gangguan dan umur.
3. Data lingkungan yang meliputi iklim, jenis tanah, elevasi dan geologi.
4. Tinggi kanopi yang dapat diukur dengan menggunakan teknik *remote sensing*.

2.5.3 Model hubungan

1. Model biofisik yang diperoleh dari hasil analisis regresi berganda menggunakan data biomassa lokasi dan variabel lingkungan spasial untuk menghitung biomassa di setiap sel grid dari suatu wilayah hutan yang belum terganggu oleh aktivitas penggunaan lahan, seperti hutan primer.
2. Kandungan biomassa hutan saat ini mencerminkan lokasi dengan kandungan biomassa yang rendah akibat aktivitas penggunaan lahan. Kondisi vegetasi dinilai menurut umur dan sejarah penggunaan lahan.
3. Persamaan alometrik yang berlaku untuk berbagai lokasi dan jenis, termasuk variabel tambahan seperti tinggi dan berat jenis kayu, dan nilai numerik untuk lokasi dan tipe hutan.

2.6 Penutup

Data dan informasi mengenai cadangan karbon dalam biomassa hutan secara spasial sangat diperlukan untuk menyusun strategi dalam rangka pengurangan emisi gas rumah kaca akibat deforestasi dan degradasi. Oleh karena itu, diperlukan Sistem Perhitungan Karbon Nasional yang komprehensif, kredibel, dan dapat diverifikasi melalui kuantifikasi cadangan karbon saat ini dan monitoring perubahan stok karbon. Langkah awal dari pengembangan Sistem Perhitungan Karbon Nasional adalah melakukan sintesa data dan informasi mengenai karbon atau biomassa yang saat ini tersedia sehingga diperoleh informasi mengenai status data stok karbon dalam biomassa hutan di Indonesia.

Hasil sintesa menunjukkan bahwa data stok karbon dalam biomassa hutan di Indonesia secara umum tersedia untuk semua tipe atau kategori hutan utama, tetapi distribusinya tidak merata di seluruh lokasi, terutama untuk di lokasi bagian timur Indonesia. Data biomassa yang tersedia pada umumnya relatif masih terbatas pada pohon-pohon jenis tertentu dan ukuran tertentu (pohon-pohon berdiameter besar umumnya relatif sedikit). Beberapa informasi lain seperti persamaan alometrik yang dapat digunakan untuk menduga biomassa individu pohon, komponen biomassa lain (seperti kandungan biomassa di bawah tanah, nekromasa), inventarisasi hutan, distribusi umur pohon dan hutan, juga relatif masih terbatas.

Hasil sintesa ini dapat dijadikan dasar dalam penyusunan strategi sampling biomassa/karbon untuk melengkapi kesenjangan informasi yang ada. Pengambilan sampel biomassa selanjutnya perlu diprioritaskan untuk lokasi-lokasi hutan di bagian timur Indonesia, menambah cakupan pohon-pohon sampel yang merepresentasikan semua

kelas umur dan diameter dalam polulasi, dan menambah sampel untuk komponen-komponen biomassa lain. Identifikasi sumber-sumber informasi baru tentang biomassa/karbon dan penyempurnaan persamaan alometrik untuk meningkatkan keakuratan dugaan biomassa juga perlu dilakukan.

Daftar Pustaka

- Adinugroho, W.C. (2002). Model penaksiran biomasa pohon mahoni (*Swietenia macrophylla*) di Kesatuan Pemangkuan Hutan Cianjur PT. Perhutani Unit III Jawa Barat. Skripsi Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 12a)
- Adinugroho, W.C. (2009). Persamaan alometrik biomassa dan faktor ekspansi biomassa vegetasi hutan sekunder bekas kebakaran di PT. Inhutani I Batu Ampar, Kalimantan Timur. *Info Hutan* 6 (2): 125-132 (Ref 6b)
- Adinugroho, W.C. and Sidiyasa, K. (2006). Model pendugaan biomasa pohon mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di atas permukaan tanah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 3(1): 103-117 (Ref 12b)
- Adinugroho, W.C., Syahbani, I., Rengku, M.T., Arifin, Z., and Mukhaidil. (2006). Teknik dugaan kandungan karbon hutan sekunder bekas kebakaran 1997/1998 di PT. Inhutani I, Batu Ampar, Kalimantan Timur. Laporan Hasil Penelitian Loka Penelitian dan Pengembangan Satwa Primata (*unpublished*). (Ref 6a)
- Adriyanti, D.T., Wiyono, and Thojib, A. (2002). Changes of biomass and species composition in the different ages of tropical secondary forests. In: Sabarnudin, M.S., Hardiwinoto, S., Rimbawanto, A., and Okimori, Y. (Eds.). *Proceedings of the Seminar on Dipterocarp Reforestation to Restore Environment through Carbon Sequestration*. Yogyakarta, 26-27 September 2001. Pp. 116-120 (Ref 21)
- Agus, C. (2002). Production and consumption of carbon by fast growing species of *Gmelina arborea* Roxb. in tropical plantation forest. In: Sabarnudin, M.S., Hardiwinoto, S., Rimbawanto, A., and Okimori, Y. (Eds.). *Proceedings of the Seminar on Dipterocarp Reforestation to Restore Environment through Carbon Sequestration*. Yogyakarta, 26-27 September 2001. Pp. 187-196 (Ref 22)
- Ambagau, Y. (1998). Pendugaan jumlah total biomassa tegakan hutan sekunder pada areal bekas lahan bakar (*slash-and-burn*) dan pengaruhnya terhadap pH dan kerapatan isi tanah di Sepunggur, Jambi. Skripsi Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 5)
- Aminudin, S. (2008). Kajian potensi cadangan karbon pada perusahaan hutan rakyat (studi kasus hutan rakyat Desa Dengok, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul). Tesis Sekolah Pascasarjana IPB (*unpublished*). (Ref 41)
- Amira, S. (2008). Pendugaan biomassa jenis *Rhizophora apiculata* Bl. di hutan mangrove, Batu Ampar, Kabupaten Kebun Raya, Kalimantan Barat. Skripsi Departemen Konservasi dan Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 1)
- Basuki, T.M., Adi, R.N., and Sukresno. (2004). Informasi teknis stok karbon organik dalam tegakan *Pinus merkusii*, *Agathis loranthifolia* dan tanah. *Prosiding Ekspose BP2TPDAS-IBB* Surakarta, Kebumen, 3 Agustus 2004. Pp. 84-94. (Ref 31)

- Basuki, T.M., van Laake, P.E., Skidmore, A.K., and Hussin, Y.A. (2009). Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. *Forest Ecology and Management* 257: 1684-1694. (Ref 46)
- Brearley, F.Q., Prajadinata, S., Kidd, P.S., Proctor, J., and Suriantata. (2004). Structure and floristics of an old secondary rainforest in Central Kalimantan, Indonesia, and a comparison with adjacent primary forest. *Forest Ecology and Management* 195: 385-397. (Ref 61)
- Darmawan, I.W.S. and Siregar, C.A. (2008). Karbon tanah dan pendugaan karbon tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 5: 317-328. (Ref 15)
- Hadi, M. (2007). Pendugaan simpanan karbon di atas permukaan lahan pada tegakan jati (*Tectona grandis*) di KPH Blitar, Perum Perhutani Unit II Jawa Timur. Skripsi Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 42)
- Hariyanto E.B., Anshori S., Sulistyono D (2004) Early results of site management in *Acacia mangium* plantations at PT Musi Hutan Persada, south Sumatra, Indonesia. In: Site management and productivity in tropical plantation forests: proceedings of workshops in Congo, July 2001 and China February 2003. Eds. EKS Nambiar, J Ranger, A Tiarks, T Toma. CIFOR. (Ref 51)
- Hashimoto, T., Kojima, K., Tange, T., and Sasaki, S. (2000). Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. *Forest Ecology and Management* 126: 331-337. (Ref 9b)
- Hashimoto, T., Tange, T., Masumori, M., Yagi, H., Sasaki, S., and Kojima, K. (2004). Allometric equations for pioneer tree species and estimation of the aboveground biomass of a tropical secondary forest in East Kalimantan. *Tropics* 14: 123-130 (Ref 9a)
- Hendra, S. (2002). Model pendugaan biomasa pohon pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Friese) di Kesatuan Pemnagkuan Hutan Cianjur, PT. Perhutani Unit III Jawa Barat. Skripsi Jurusan Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 45)
- Hendri. (2001). Analisis emisi dan penyerapan gas rumah kaca (*baseline*) dan evaluasi teknologi mitigasi karbon di wilayah Perum Perhutani. Tesis Sekolah Pascasarjana IPB (*unpublished*). (Ref 43)
- Heriansyah, I., Hamid, H.A., Subiakto, A., and Shamsuddin. (2009). Growth performance, production potential and biomass accumulation of 12-yr-old *Shorea leprosula* from stem cuttings in different silviculture treatments: Case study in West Java, Indonesia. Paper presented at the International Seminar on Research on Forest Plantation Management: Opportunities and Challenges. Bogor, Indonesia, 5-6 November 2009. (Ref 18)
- Heriansyah, I., Siregar, C.A., Heriyanto, N.M., Miyakuni, K., and Kato, T. (2003). Carbon stock estimates for *Acacia mangium*, *Pinus merkusii* and *Shorea leprosula* plantations in West Java, Indonesia. Proceedings of the International Workshop of Biorefor, Yogyakarta, Indonesia. December 15-18, 2003: 173-176. (Ref 14)
- Heriansyah, I., Miyakuni, K., Kato, T., Kiyono, Y., and Kanazawa, Y. (2007). Growth characteristics and biomass accumulations of *Acacia mangium* under different management practices in Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science* 19: 226-235. (Ref 50)

- Heriyanto, N.M. and Siregar, C.A. (2007). Biomasa dan kandungan karbon pada hutan tanaman tusam (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) umur lima tahun di Cianten, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 4: 75-81. (Ref 30)
- Hilmi, E. (2003). Model penduga kandungan karbon pada pohon kelompok jenis *Rhizophora* spp. dan *Bruguiera* spp. dalam Tegakan Hutan Mangrove: Studi Kasus di Indragiri Hilir Riau. Disertasi Program Pascasarjana IPB (*unpublished*). (Ref 2)
- Hiratsuka, M., Toma, T., Mindawati, N., Heriansyah, I., and Morikawa, Y. (2005). A general allometric equation for estimating biomass for *Acacia mangium* plantations. *Proceedings of the 2003 International Conference on Tropical Forests and Climate Change: Carbon Sequestration and Clean Development Mechanism: 212-218*. (Ref 49)
- Hiratsuka, M., Toma, T., Yamada, M., Heriansyah, I., and Morikawa, Y. (2003). Biomass of a man-made forest of timber tree species in the humid tropics of West Java, Indonesia. *Journal of Forest Research* 10: 487-491. (Ref 48)
- IPCC. (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change. The Fourth Assessment Report Climate Change 2007: Synthesis report. <http://www.ipcc.ch/>
- Istomo. (2006). Kandungan fosfor dan kalsium pada tanah dan biomasa hutan rawa gambut (studi kasus di wilayah HPH PT. Diamond Raya Timber, Bagan Siapi-api, Provinsi Riau). *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 12: 38-55. (Ref 11)
- Jaya, A., Siregar, U.J., Daryono, H., and Suhartana, S. (2007). Biomasa hutan rawa gambut tropika pada berbagai kondisi penutupan lahan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 4: 341-352. (Ref 19)
- Keith, H., Krisnawati, H. 2010. Biomass estimates for carbon accounting in Indonesia: preliminary report to the Indonesia-Australia Forest Carbon Partnership. *Unpublished*.
- Ketterings, Q.M., Coe, R., Noordwijk, v.M., Ambagau, Y., and Palm, C.A. (2001). Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. *Forest Ecology and Management* 146: 199-209. (Ref 47)
- Kira T. (1976) Tropical trees as living systems. *Proceedings of the Fourth Cabot Symposium, Harvard Forest, Petersham, Massachusetts, April 1976*. Eds P.B. Tomlinson and M.H. Zimmermann, Cambridge University Press, Cambridge. pp 561-590.
- Kira, T. (1978). Pasoh Forest reserve in Negeri Sembilan, West Malaysia: Background information for IBP soil fauna study. *Nature and Life in SE Asia* 7: 1-8.
- Kiyono, Y. and Hastaniah. (2005). Patterns of slash-and-burn land use and their effects on forest succession. *Swidden-land forests in Borneo*. *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute* 4: 259-282. (Ref 52)
- Kiyono, Y., Oo, M.Z., Oosumi, Y., and Rachman, I. (2007). Tree biomass of planted forests in the tropical dry climatic zone: values in the tropical dry climatic zones of the Union of Myanmar and the Eastern Part of Sumba Island in the Republic of Indonesia. *JARQ* 41 (4): 315-323. (Ref 53)
- Kohyama T., Suzuki E., Partomihardjo T., Yamada T., Kubo T. (2003) Tree species differentiation in growth, recruitment and allometry in relation to maximum height in a Bornean mixed dipterocarp forest. *Journal of Ecology* 91: 797-806.

- Komiyama, A., Moriya, H., Prawiroatmodjo, S., Toma, T., and Ogino, K. (1988). Forest primary productivity. In: Ogino, K. and Chihara, M. (Eds.), Biological System of Mangrove. Ehime University, pp. 97-117.
- Krisnawati, H. and Wahjono, D. (1998). Struktur tegakan tinggal hutan alam rawa pada beberapa kelompok hutan di Provinsi Riau. Buletin Penelitian Hutan 613: 1-16.
- Kusmana, C., Sabiham, S., Abe, K., and Watanabe, H. (1992). An estimation of above ground tree biomass of a mangrove forest in East Sumatra, Indonesia. Tropics 1 (4): 243-257. (Ref 8)
- Langi, Y.A.R. (2007). Model penduga biomasa dan karbon pada tegakan hutan rakyat cempaka (*Elmerrillia ovalis*) dan wasian (*Elmerrillia celebica*) di Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara. Tesis Sekolah Pascasarjana IPB (*unpublished*) (Ref 35)
- Laumonier, Y., Edin, A., Kanninen, M., Munandar, A.W. (2010). Landscape-scale variation in the structure and biomass of the hill dipterocarp forest of Sumatra: Implications for carbon stock assessments. Forest ecology and management 259: 505-513. (Ref 54)
- Lawrence D. (2005) Biomass accumulation after 10-200 years of shifting cultivation in Bornean rain forest. Ecology 86(1) 26-33. (Ref 55)
- Ludang, Y. and Jaya, H.P. (2007). Biomass and carbon content in tropical forest of Central Kalimantan. Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation 2: 1 7-12. (Ref 56)
- Miyamoto, K., Rahajoe, J.S., Kohyama, T., and Mirmanto, E. (2007). Forest structure and primary productivity in a Bornean Heath Forest. Biotropica 39: 35-42. (Ref 16)
- Miyamoto, K., Kohyama, T., Suzuki, E., and Simbolon, H. (2000). Primary productivity of a heath (kerangas) forest in Lahei, Central Kalimantan. Proceedings of the International Symposium on Tropical Peatlands. Bogor, Indonesia, 22-23 November 1999. Pp. 283-287. (Ref 23)
- Notonegoro, D.P. (2008). Pertumbuhan alami puspa (*Schima wallichii* Korth.) dan kemampuannya dalam menyerap karbon pada lahan bekas terbakar di hutan sekunder Jasinga, Jawa Barat. Skripsi Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 28)
- Nurhayati, E. (2005). Dugaan potensi simpanan karbon pada tegakan puspa (*Schima wallichii* (DC.) Korth.) di areal 1, 2, 3, dan 4 tahun setelah kebakaran, di hutan sekunder Jasinga, Kabupaten Bogor. Skripsi Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 27)
- Nurwahyudi and Tarigan, M. (2003). Logging residue management and productivity in short-rotation Acacia mangium plantations in Riau Province, Sumatra, Indonesia. In: Nambiar, E.K.S., Ranger, J., Tiarks, A., and Toma, T. (Eds.). Proceedings of Workshop Site Management and Productivity in Tropical Plantation Forests. (Ref 57)
- Ojo. (2003). Potensi Simpanan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Hutan Tanaman Jati (*Tectona grandis* Linn f.) di KPH Madiun Perum Perhutani Unit II, Jawa Timur. Skripsi Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 38)

- Onrizal. (2004). Model Penduga Biomasa dan Karbon Tegakan Hutan Kerangas di Taman Nasional Danau Sentarum, Kalimantan Barat. Tesis Program Pascasarjana, IPB (unpublished). (Ref 7)
- Onrizal, Hartono, R., Basuki, R.B., and Kusmana, C. (2010). Simpanan karbon biomasa hutan tanaman *Eucalyptus grandis* di Sumatra Utara. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. (Ref 13a)
- Onrizal, Kusmana, C., Mansor, M., and Hartono, R. (2009). Allometric biomass and carbon stock equations of planted *Eucalyptus grandis* in Toba Plateau, North Sumatra. Paper presented at the International Seminar: Research on Forest Plantation Management; Opportunities and Challenges. Bogor, 5-6 November 2009. (Ref 13 b)
- Paoli, G.D., Curran, L.M., and Slik, J.W.F. (2008). Soil nutrients affect spatial patterns of aboveground biomass and emergent tree density in southwestern Borneo. *Oecologia* 55:287-299. (Ref 62)
- Pitaloka, N.P.I. (2006). Potensi biomassa tegakan puspa (*Schima wallichii* Korth.) pada areal bekas terbakar. Skripsi Program Studi Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB, Bogor (unpublished). (Ref 25)
- Purwanto, R.H., Simon, H., and Ohata, S. (2003). Estimation of net primary productivity of young teak plantations under the intensive Tumpangsari system in Madiun, East Java. *Tropics* 13: 9-16. (Ref 24a)
- Purwanto, R.H. and Ohata, S. (2002) Estimation of the biomass and net primary production in a planted teak forest in Madiun, East Java, Indonesia. *Forest Research Kyoto* 74: 59-68. (Ref 24b)
- Purwanto R.H. and Shiba M. (2005) Allometric equations for estimating above ground biomass and leaf area of planted teak (*Tectona grandis*) forests under agroforestry management in East Java, Indonesia. *Forest Research Kyoto* 76: 1-8. (Ref 24c)
- Rahma, A. (2008). Dugaan potensi simpanan karbon pada tegakan puspa (*Schima wallichii* Korth.) di hutan sekunder yang terganggu akibat dua kali pembakaran di Jasinga, Bogor. Skripsi Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB (unpublished). (Ref 29)
- Raison, J., Waterworth, R., Twomey, A. 2009. Guidelines for evaluation and use of allometric equations and biomass C data sourced from the review of available information.
- Riswan, S., Kenworthy, J.B., and Kartawinata, K. (1985). The estimation of temporal processes in tropical rain forest: a study of primary mixed dipterocarp forest in Indonesia. *Journal of Tropical Ecology* 1: 171-182. (Ref 64)
- Ruitenbeek, H.J. (1992). Mangrove Management: An Economic Analysis of Management Options with a Focus on Bintuni Bay, Irian Jaya. Environmental Management and Development in Indonesia Project (EMDI), Environmental Reports 8, Jakarta and Halifax. <http://www.island.net/~hjr/Bint_tex.pdf>
- Rusolono, T. (2006). Model pendugaan persediaan karbon tegakan agroforestri untuk pengelolaan hutan milik melalui skema perdagangan karbon. Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB (unpublished). (Ref 44)

- Samalca, I.K. (2007). Estimation of forest biomass and its error: a case in Kalimantan, Indonesia. Master Thesis, International Institute for Geo-information Science and Earth Observation. (Ref 66)
- Siahaan. (2009). Pendugaan simpanan karbon di atas permukaan lahan pada tegakan eukaliptus (*Eucalyptus* sp.) di Sektor Habinsaran PT Toba Pulp Lestari, Tbk. Skripsi Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (unpublished). (Ref 37)
- Salim. (2005). Profil kandungan karbon pada tegakan puspa (*Schima wallichii* Korth.). Tesis Sekolah Pascasarjana IPB (unpublished). (Ref 26)
- Siregar, S.M.T.E. (1995). Penentuan biomassa di atas tanah jenis ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq.) Kurz) di MPH PT. Diamond Raya Timur, Propinsi DATI Riau. Skripsi Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB (unpublished). (Ref 4)
- Siregar, C.A. (2007a). Pendugaan biomasa pada hutan tanaman pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) dan konservasi karbon tanah di Cianten, Jawa Barat. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 4: 251-266. (Ref 32)
- Siregar, C.A. (2007b). Formulasi allometri biomas dan konservasi karbon tanah hutan tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen di Kediri. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 4: 169-181. (Ref 34)
- Siringoringo, H.H. and Siregar, C.A. (2006). Model Persamaan Allometri Biomassa Total Untuk Dugaan Akumulasi Karbon Pada Tanaman Sengon. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 3: 541-553. (Ref 33)
- Slik, J.W.F., Bernard, C.S., Van Beek, M., Breman, F.C. and Eichhorn, K.A.O. (2008). Tree diversity, composition, forest structure and aboveground biomass dynamics after single and repeated fire in a Bornean rainforest. *Oecologia* 158: 579-588. (Ref 58)
- Sukardjo, S. and Yamada, I., (1992). Biomass and productivity of a *Rhizophora mucronata* Lamarck plantation in Tritih, Central Java, Indonesia. *Forest Ecology and Management* 49: 195-209. (Ref 65)
- Sulistiyawati, E., Ulumuddin, Y.I., Hakim, D.M., Harto, A.B., and Ramdhan, M. (2006). Estimation of carbon stock at landscape level using remote sensing: a case study in Mount Papandayan. Proceedings of the Environmental Technology and Management Conference, 7-8 September 2006, Bandung, West Java, Indonesia.
- Supratman, I. (1994). Model Persamaan Pendugaan Biomassa Bagian Pohon Berkayu Jenis *Rhizophora* spp. dan *Bruguiera* spp. di Hutan Mangrove Kalimantan Timur: Studi Kasus di Kawasan HPH PT. Karya Kencana. Skripsi Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (unpublished). (Ref 3)
- Talan, M.A. (2008). Persamaan penduga biomasa pohon jenis nyirih (*Xylocarpus granatum* Koenig. 1784) dalam tegakan mangrove hutan alam di Batu Ampar, Kalimantan Barat. Skripsi Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (unpublished). (Ref 10)
- Thojib, A. Supriyadi, Hardiwinoto, S., and Okimori, Y. 2002. Estimation formulas of aboveground biomass in several land-use systems in tropical ecosystems of Jambi, Sumatra. In: Sabarnurdin, M.S., Hardiwinoto, S., Rimbawanto, A., and Okimori, Y. (Eds.). Proceedings of the Seminar on Dipterocarp Reforestation to Restore Environment through Carbon Sequestration. Yogyakarta, 26-27 September 2001. Pp. 109-115 (Ref 20)

- Toma, T., Ishida, I., and Matius, P. (2005). Long-term monitoring of post-fire aboveground biomass recovery in a lowland dipterocarp forest in East Kalimantan, Indonesia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 71: 63-72. (Ref 63)
- van Noordwijk, M., Subekti, R., Kurniatun, H., Wulan, Y.C., Farida, A., and Verbist, B. (2002). Carbon stock assessment for a forest-to-coffee conversion landscape in Sumber-Jaya (Lampung, Indonesia): from allometric equations to land use change analysis. *Science in China (Series C)* Vol. 45 Supp. 75-86. (Ref 67)
- Whitmore, T.C. (1984). *Tropical rain forests of the Far East*. 2nd edition. Oxford University Press, Oxford.
- Whittaker, R.J., Schmitt, S.F., Jones, S.H., Partomihardjo, T., and Bush, M.B. (1998). Stand biomass and tree mortality from permanent forest plots on Krakatau, Indonesia, 1989-1995. *Biotropica* 30 (4): 519-529. (Ref 59)
- Wicaksono, D. (2004). Penaksiran potensi biomasa pada hutan tanaman mangium (*Acacia mangium* Willd.) (Kasus hutan tanaman PT. Musi Hutan Persada, Sumatera Selatan). Skripsi Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB (*unpublished*). (Ref 39)
- Widhanarto, G.O. (2009). Biomass Equation for 1-7 years-old *Acacia mangium* Willd. in West Kalimantan, Indonesia (Case study in Plantation Forest PT. Finantara Intiga). Paper presented at the International Seminar: Research on Forest Plantation Management; Opportunities and Challenges. Bogor, 5-6 November 2009. (Ref 17)
- Yamakura, T., Hagihara, A., Sukardjo, S., and Ogawa, H. (1986a). Aboveground biomass of tropical rainforest stands in Indonesian Borneo. *Vegetatio* 68: 71-82. (Ref 60)
- Yamakura, T., Hagihara, A., Sukardjo, S., and Ogawa, H. (1986b). Tree size in a mature dipterocarp forest stand in Sebulu, East Kalimantan, Indonesia. *Southeast Asian Studies* 23(4): 452-478 (Ref 60).
- Yulianti, N. (2009). Cadangan karbon lahan gambut dari agroekosistem kelapa sawit PTPN IV Ajamu, Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara. Tesis Sekolah Pascasarjana IPB (*unpublished*). (Ref 40)
- Yulyana, R. (2005). Potensi kandungan karbon pada pertanaman karet (*Hevea brasiliensis*) yang disadap (studi kasus di perkebunan inti rakyat kecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Utara). Tesis Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor (*unpublished*). (Ref 36)

POTENSI TANAMAN HUTAN MENJERAP KARBON

Chairil Anwar Siregar¹⁾

3.1 Pendahuluan

Fenomena pemanasan global sebagai dampak meningkatnya kandungan gas rumah kaca di atmosfer sampai hari ini masih menjadi perhatian serius masyarakat dunia. Berbagai upaya, baik melalui kegiatan penelitian sampai lobi-lobi politik tingkat internasional secara intensif dilakukan untuk mendapatkan kesepakatan seputar pengurangan emisi gas rumah kaca di atmosfer. Salah satu kesepakatan tersebut adalah Protokol Kyoto yang di dalamnya menawarkan upaya bersama pengurangan emisi gas rumah kaca antara negara maju dengan negara berkembang melalui *Clean Development Mechanisme* (CDM) yang implementasinya pada periode I akan dilaksanakan selama 4 tahun (2008-2012) (MacDicken, 1999). Kesepakatan lainnya adalah hasil dari COP 13 (*Bali Action Plan*) yang didalamnya mengamanatkan untuk implementasi REDD+ (*Reducing Emission from Deforestation and Degradation*) pada tahun 2012 (Masripatin, 2007). Dengan mekanisme REDD+ ini, Indonesia memiliki peluang yang besar dalam mekanisme perdagangan karbon karena memiliki kawasan hutan tropis yang sangat luas dimana pada saat ini dalam kondisi laju deforestasi dan degradasinya tinggi.

Terkait dengan mekanisme REDD+, maka diperlukan data laju deforestasi, data degradasi dan potensi kandungan karbon secara akurat. Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam melalui UKP (Usulan Kegiatan Penelitian) telah melaksanakan penelitian karbon pada beberapa jenis tanaman. Selama ini telah diperoleh beberapa formulasi persamaan allometrik biomasa tanaman antara lain jenis agathis, api-api, sengon, meranti, pinus, akasia dan lain-lain. Berbagai persamaan allometrik tersebut sangat penting dalam menduga kandungan biomasa tanaman dan karbon secara akurat dalam rangka mendukung era perdagangan karbon di masa mendatang.

3.2 Tujuan dan Sasaran

Maksud penelitian ini adalah untuk memberikan informasi/gambaran mengenai potensi tanaman hutan dalam menyerap karbon sehingga dapat mengurangi efek gas rumah kaca dan dapat memperbaiki kualitas lingkungan.

Tujuan kegiatan ini adalah untuk mensintesis hasil-hasil penelitian karbon yang telah dilaksanakan oleh Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam dengan memperhatikan masukan-masukan dari berbagai pihak.

Sasaran atau target penelitian ini adalah tersedianya informasi dan data akurat mengenai hasil-hasil penelitian karbon secara komprehensif yang telah dilaksanakan oleh Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam beserta UPT-UPT terkait.

¹⁾ Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Rehabilitasi dan Konservasi;
Jl. Gunungbatu No.5 Bogor 16610;
Email: siregarca@yahoo.co.id

3.3 Metodologi

Kegiatan sintesa penelitian pada tahun 2009 ini dilaksanakan melalui tahapan pengumpulan data, analisis data, diskusi, seminar, pembuatan laporan hasil penelitian dan publikasi.

Pengumpulan data dilakukan melalui koleksi data sekunder dan data primer yang diperoleh dari hasil penelitian. Analisis data dilakukan melalui tabulasi data dan interpretasi data dengan bantuan *software* komputer seperti *Microsoft Office Excel* (2003) dan *SAS* (1995). Kegiatan diskusi dilaksanakan melalui diskusi antar peneliti dan diskusi dengan nara sumber terkait. Seminar dilaksanakan dengan mengundang para peneliti dan nara sumber terkait baik dari Perguruan Tinggi maupun dari lembaga penelitian lainnya. Pembuatan laporan hasil penelitian dan publikasi dilakukan setelah mendapatkan masukan dari berbagai pihak dari hasil diskusi maupun hasil seminar.

Dalam kegiatan kuantifikasi biomassa karbon pada hutan tanaman, dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

3.3.1 Bahan dan Alat

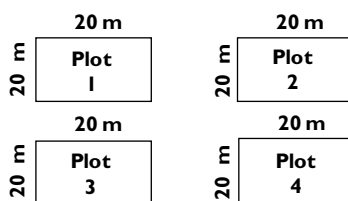
Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : meteran, *phiband*, golok, *chainsaw*, gergaji kayu, cangkuk, timbangan, oven, timbangan digital, karung, tali ikat, plastik, spidol, pensil, kamera, kalkulator, buku catatan dan komputer.

3.3.2 Prosedur Kerja

Formulasi persamaan allometrik tegakan hutan untuk penilaian sekuestrasi karbon dilaksanakan melalui kegiatan pengukuran kandungan biomassa dan karbon.

3.3.2.1 Disain plot penelitian

Kegiatan pengukuran kandungan biomassa dan karbon dilakukan pada 4 plot penelitian dengan ukuran masing-masing seluas 20 x 20 meter (Gambar 1).



Gambar 1. Disain plot penelitian

3.3.2.2 Pengukuran biomassa tegakan dengan destructive sampling

Destructive sampling merupakan metode pengukuran biomassa tegakan dengan cara menebang dan membongkar seluruh bagian pohon. Pengukuran biomassa dilakukan

berdasarkan bagian-bagian pohon, yaitu akar, batang, cabang, ranting, dan daun, dengan tahapan kegiatan sebagai berikut:

1. Jumlah pohon yang ditebang sebanyak 35 pohon untuk keempat plot dan harus mewakili kelas diameter rendah, sedang dan besar. Batasan 35 pohon ini sifatnya relatif karena tergantung dari sebaran kelas diameter yang ada. Oleh karena itu, jumlah pohon yang ditebang kemungkinan bisa lebih kecil dari jumlah 35 pohon. Meskipun jumlah pohon yang akan ditebang jumlahnya lebih kecil dari jumlah 35 pohon, tetapi diusahakan supaya kelas diameter yang ada mewakili kelas diameter kecil, sedang dan besar.
2. Sebelum ditebang, ukur diameter batang dan tinggi pohonnya.
3. Setiap bagian pohon yang telah ditebang yakni akar, batang, cabang, ranting, dan daun dipisahkan dan ditimbang untuk mengetahui berat biomasa segarnya (Kg).
4. Ambil sampel sebesar 200 gram pada setiap bagian pohon (akar, batang, cabang, ranting, dan daun) untuk diukur berat keringnya di laboratorium
5. Hitung persamaan allometrik (koefisien $a \sim b$) dengan formulasi sebagai berikut:
 $W_{total} \text{ (berat biomasa total, Kg)} = a (DBH)^b$, dimana:
DBH: diameter batang
6. Biomasa karbon = berat biomasa x 0,5 (Brown, 1997).

3.4 Hasil dan Pembahasan

3.4.1 Persamaan Allometrik

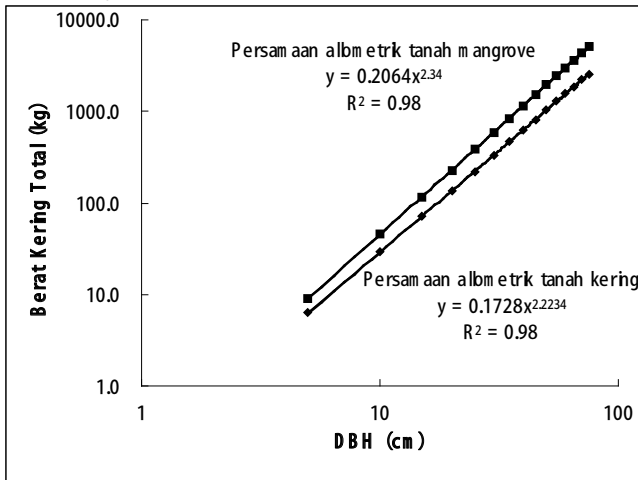
Kegiatan penelitian UKP Teknologi dan Kelembagaan Pemanfaatan Jasa Hutan sebagai penjerap karbon pada tahun 2003-2009 telah dilaksanakan pada beberapa jenis tanaman. Selama ini telah diperoleh beberapa formulasi persamaan allometrik biomasa tanaman antara lain jenis agathis, api-api, sengon, meranti, pinus, akasia dan lain-lain. Berbagai persamaan allometrik (Tabel 1) tersebut sangat penting dalam menduga kandungan biomasa tanaman dan karbon secara akurat dalam rangka mendukung era perdagangan karbon di masa mendatang. Persamaan allometrik tersebut diperoleh dari kegiatan *destructive sampling* pada 9 jenis tanaman sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Pada setiap kegiatan *destructive sampling* mengambil sebanyak 35 sampel tanaman, dengan demikian selama tahun 2003-2009 telah dilakukan *destructive sampling* sebanyak 315 sampel.

Tabel 1. Persamaan allometrik pada beberapa jenis hutan tanaman

No.	Jenis tanaman	Persamaan allometrik (Total Dry Weight)	Lokasi
1.	<i>A. mangium</i>	$TDW = 0.12 (DBH)^{2.28}$	Maribaya, Bogor
2.	<i>P. merkusii</i>	$TDW = 0.1 (DBH)^{2.29}$	Cianten, Bogor
3.	<i>S. leprosula</i>	$TDW = 0.15 (DBH)^{2.3}$	Ngasuh. Bogor
4.	<i>P. falcataria</i>	$TDW=0.1479 (DBH)^{2.2989}$	Sukabumi

No.	Jenis tanaman	Persamaan allometrik (Total Dry Weight)	Lokasi
5.	<i>P. falcataria</i>	$TDW = 0.2831 (DBH)^{2.063}$	Kediri
6.	<i>Avicennia marina</i>	$TDW = 0.2901 (DBH)^{2.2605}$	Ciasem, Subang
7.	<i>Agathis loranthifolia</i>	$TDW = 0.4725 (DBH)^{2.0112}$	Baturaden
8.	<i>Aleurites moluccana</i>	$TDW = 0,064 (DBH)^{2.4753}$	Kutacane, Aceh Tenggara
9.	<i>Rhizophora mucronata</i>	$TDW = 0,1366 (DBH)^{2.4377}$	Ciasem, Purwakarta
10.	Tanah kering	$TDW = 0.1728 (DBH)^{2.2234}$	Lokasi No. 1, 2, 3, 4, 5, 7 dan 8.
11.	Tanah mangrove	$TDW = 0.2064 (DBH)^{2.34}$	Lokasi No. 6 dan 9.

Dari hasil semua *destructive sampling*, apabila dikelompokkan berdasarkan kerapatan jenis kayu (Gambar 3) maka terdapat dua persamaan allometrik hutan tanaman di tanah kering (jenis tanaman: *A. mangium*, *P. merkusii*, *S. leprosula*, *P. falcataria*, *A. loranthifolia* dan *A. moluccana*) dan tanah mangrove (jenis tanaman: *A. marina* dan *R. mucronata*) (Gambar 2).



Gambar 2. Persamaan allometrik hutan tanaman di tanah kering dan tanah mangrove

3.4.2 Potensi Biomassa Beberapa Jenis Hutan Tanaman

Pengukuran jasa hutan sebagai penjerap karbon berkaitan erat dengan potensi biomassa dimana dalam 50% biomassa tersusun/terkandung karbon (C). Potensi biomassa, serapan CO₂ dan kerapatan jenis kayu beberapa jenis hutan tanaman disajikan sebagaimana pada Tabel 2.

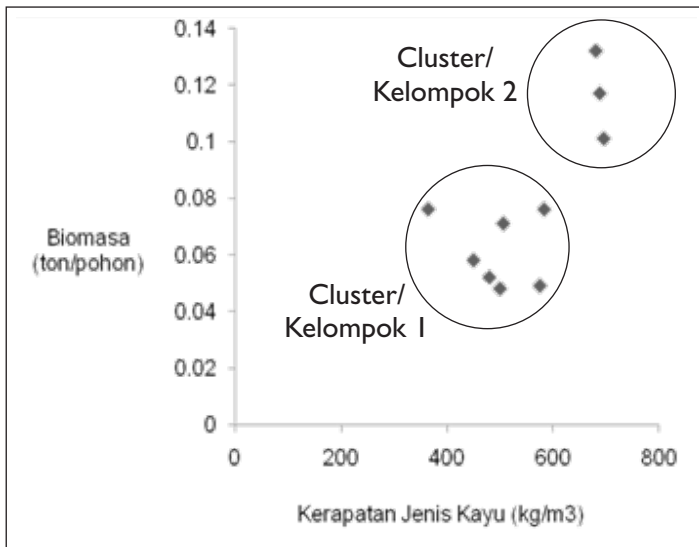
Tabel 2. Potensi biomassa, serapan CO₂ dan kerapatan jenis kayu beberapa jenis hutan tanaman

No.	Jenis tanaman	Diameter (cm)	Potensi Biomassa (ton/pohon)	Serapan CO ₂ (ton/pohon)	Kerapatan Jenis Kayu (kg/m ³)	Lokasi
1.	<i>A. mangium</i>	5.5-35.5	0.058	0.106	450.00	Maribaya, Bogor
2.	<i>P. merkusii</i>	5.5-35.5	0.049	0.090	575.00	Cianten, Bogor
3.	<i>S. leprosula</i>	5.5-35.5	0.076	0.139	583.00	Ngasuh. Bogor
4.	<i>P. falcataria</i>	5.5-35.5	0.076	0.139	365.00	Sukabumi dan Kediri
5.	<i>Avicennia marina</i>	5.5-35.5	0.132	0.242	680.00	Ciasem, Subang
6.	<i>Agathis loranthifolia</i>	5.5-35.5	0.048	0.088	500.00	Baturaden
7.	<i>Aleurites moluccana</i>	5.5-35.5	0.052	0.095	480.00	Kutacane, Aceh Tenggara
8.	<i>Rhizophora mucronata</i>	5.5-35.5	0.101	0.185	695.00	Ciasem, Purwakarta
9.	Tanah kering	5.5-35.5	0.071	0.130	506.00	Lokasi No. 1, 2, 3, 4, 6 dan 7.
10.	Tanah mangrove	5.5-35.5	0.117	0.215	687.50	Lokasi No. 5 dan 8.

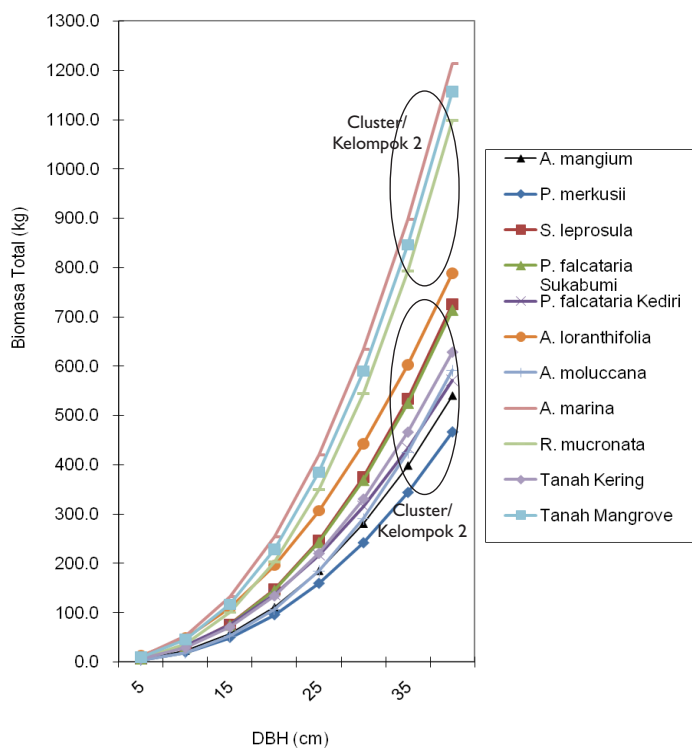
Biomassa tanaman dan kerapatan jenis kayu memiliki hubungan yang sangat erat dan sangat signifikan (hasil korelasi Pearson = 0.812 dan nilai peluang kesalahan = 0.004). Hubungan antara nilai biomassa tanaman dengan nilai kerapatan kayu disajikan pada Gambar 3. Hal ini menunjukkan bahwa nilai kerapatan kayu dapat dijadikan dasar dalam pengelompokan jenis untuk pembuatan persamaan allometrik karena memiliki tren grafik yang sama (Gambar 4). Gambar 3 juga mengindikasikan pengelompokan dua kerapatan jenis kayu dan pengelompokan dua hubungan antara DBH dengan berat kering total: 1) kelompok berat jenis kayu pada tanah kering (jenis tanaman: *A. mangium*, *P. merkusii*, *S. leprosula*, *P. falcataria*, *A. loranthifolia* dan *A. moluccana*) dan 2) kelompok berat jenis kayu pada tanah mangrove (jenis tanaman: *A. marina* dan *R. mucronata*).

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa pengelompokan berat jenis kayu (Gambar 3), secara konsisten juga terlihat pada pengelompokan hubungan antara DBH (diameter setinggi dada tanaman) dengan berat kering total tanaman (Gambar 4). Tabel 3 mengindikasikan bahwa biomasa per pohon (ton/pohon) saling berbeda nyata antara jenis tanaman di hutan mangrove dan jenis tanaman di hutan tanah kering.

Dalam penelitian ini, kerapatan jenis kayu memegang peranan penting dalam pengelompokan jenis untuk pembuatan persamaan allometrik. Perbedaan lokasi dengan karakteristik tempat tumbuh yang berbeda namun memberikan hasil yang sama, yaitu *P. falcataria* di Sukabumi dan Kediri karena memiliki tren grafik persamaan allometrik yang sama dalam satu kelompok. Selain itu, potensi biomassa tanaman *P. falcataria* di Sukabumi (225.56 ton/ha) tidak berbeda jauh dengan Kediri (268.63 ton/ha). Indikasi yang sama ditemukan dalam biomassa *A. moluccana* di Aceh dan di Lampung. Menurut Ginting dan Pradjadinata (1995), hasil penelitian biomassa *A. moluccana* di Aceh (164.1 ton/ha) tidak berbeda jauh dengan biomassa *A. moluccana* di Lampung (182.89 ton/ha).



Gambar 3. Hubungan antara biomassa tanaman dengan kerapatan jenis kayu



Gambar 4. Hubungan antara DBH tanaman dengan biomasa total tanaman

Tabel 3. Hasil analisis beda nyata nilai tengah biomassa (ton/pohon) pada berbagai jenis

Jenis Tanaman	Nilai Tengah Biomassa (ton/pohon)
<i>Avicennia marina</i>	0.132 a
<i>Rhizophora mucronata</i>	0.101 a
<i>Shorea leprosula</i>	0.076 b
<i>Paraserianthes falcataria</i>	0.076 b
<i>Acacia mangium</i>	0.058 b
<i>Aleurites moluccana</i>	0.052 b
<i>Pinus merkusii</i>	0.049 b
<i>Agathis loranthifolia</i>	0.048 b

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% berdasarkan uji beda nilai tengah tukey ($p\text{-value} = 0.048$)

3.5 Penutup

Sebagai penutup beberapa hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Terdapat dua kelompok persamaan allometrik hutan tanaman di tanah kering dan tanah mangrove yang merupakan hubungan antara DBH dengan berat kering total tanaman. Persamaan tersebut adalah: berat kering total = $0.1728 (DBH)^{2.2234}$ (untuk hutan tanaman di tanah kering) dan berat kering total = $0.2064 (DBH)^{2.34}$ (untuk hutan tanaman di tanah mangrove).
2. Terdapat pengelompokan dua kerapatan jenis kayu: 1) kelompok berat jenis kayu pada tanah kering (jenis tanaman: *A. mangium*, *P. merkusii*, *S. leprosula*, *P. falcataria*, *A. loranthifolia* dan *A. moluccana*) dan 2) kelompok berat jenis kayu pada tanah mangrove (jenis tanaman: *A. marina* dan *R. mucronata*).
3. Biomassa tanaman dan kerapatan jenis kayu memiliki hubungan yang sangat erat dan sangat signifikan (hasil korelasi Pearson = 0.812 dan nilai peluang kesalahan = 0.004). Hal ini menunjukkan bahwa nilai kerapatan kayu dapat dijadikan dasar dalam pengelompokan jenis untuk pembuatan persamaan allometrik (hubungan DBH dengan biomassa total) karena memiliki tren grafik yang sama.
4. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan lokasi dengan karakteristik tempat tumbuh yang berbeda akan memberikan hasil tren persamaan allometrik yang sama. Yang menjadi faktor pembatas utama dalam penelitian ini adalah kerapatan jenis kayu.

Daftar Pustaka

- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. Forestry Paper No. 134. FAO, USA.
- Gintings, A. Ng. dan Pradjadinata, S. Laporan biomassa pada berbagai jenis hutan tanaman. Kerjasama JIFPRO-Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam.
- MacDicken, K.G. 1999. Implications of the Kyoto Protocol on forest management in developing countries: paying for non-commercial forest values. *Impact*, Vol.3 (2): 1-3.
- Masripatin, N. 2007. Apa itu REDD?. Departemen Kehutanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Microsoft Office Excel. 2003. Microsoft Inc. United States of America.
- SAS Institute. 1995. SAS User's Guide : Statistics version hth ed. SAS Inst. Cary, NC

MEKANISME INSENTIF DAN PENDANAAN REDD+

Kirsfianti Ginoga^{1,2}, Fitri Nurfatriani³, dan Indartik⁴

4.1 Pendahuluan

Mekanisme pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi atau REDD+ dapat berjalan bila semua stakeholder yang terlibat memperoleh *benefit* sesuai dengan korbanannya. Selain itu *benefit* yang dihasilkan dari REDD+ harus diterima oleh *stakeholders* yang tepat dan mampu secara langsung menangani deforestasi dan degradasi. Menurut Wollenberg dan Baginski (2009), keberhasilan REDD+ sangat tergantung sejauh mana insentif REDD+ dapat memenuhi kebutuhan masyarakat lokal dan *indigenous people*. Keberhasilan REDD+ juga tergantung pada keterkaitan antara insentif dan pembangunan jangka panjang, hak terhadap sumberdaya dan partisipasi masyarakat sekitar hutan serta distribusi insentif untuk semua stakeholder di berbagai tingkat.

Distribusi tanggungjawab dan insentif merupakan salah satu dari lima pilar penting yang perlu disiapkan dalam masa persiapan REDD+ dari tahun 2007-2012. Apa dan bagaimana pendistribusian tanggungjawab dan insentif yang diharapkan oleh para pihak yang terlibat dalam mekanisme perdagangan karbon *offset* merupakan pertanyaan yang akan dikaji dalam bab ini. Termasuk dalam kajian ini adalah kelembagaan yang bagaimana yang perlu disiapkan dalam mengatur mekanisme, siapa saja parapihak yang terlibat, apa saja bentuk tanggungjawab dan jenis insentif yang diperlukan, bagaimana peraturan yang ada, peraturan yang bagaimana yang masih diperlukan dalam distribusi pembayaran insentif REDD+, merupakan serangkaian pertanyaan yang akan dikaji dalam bab ini.

Permenhut No. P 30/Menhut-II/2009, menyebutkan insentif merupakan manfaat yang diperoleh dari kegiatan REDD+ berupa dukungan finansial dan atau transfer teknologi dan atau peningkatan kapasitas. Insentif ini ditujukan kepada para pihak yang terkait dalam kegiatan REDD+ mulai dari produsen sampai pembeli karbon. Berdasarkan Permenhut No. P.36/Menhut-II/2009 istilah insentif ini disebut Nilai Jual Jasa Lingkungan RAP-KARBON dan/atau PAN KARBON yang merupakan pendapatan dari penjualan kredit karbon yang telah disertifikasi dan dibayar berdasarkan ERPA (*Emission Reduction Purchase Agreement*). Distribusi dari NJ2L disebutkan dalam Lampiran 3. Selanjutnya Permenhut No. P.36/Menhut-II/2009 ini membagi parapihak menjadi Pemerintah, Masyarakat dan Pengembang. Sementara Permenhut No. P 30/Menhut-II/2009 menyebutkan bahwa perimbangan keuangan atas penerimaan negara, tata cara pengenaan, pemungutan, penyetoran dan penggunaan yang bersumber dari pelaksanaan REDD+ diatur dengan peraturan perundang-undangan tersendiri. Karena

¹⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan;
Jl. Gunungbatu No.5, Bogor 16610

²⁾ E-mail: kginoga@indo.net.id

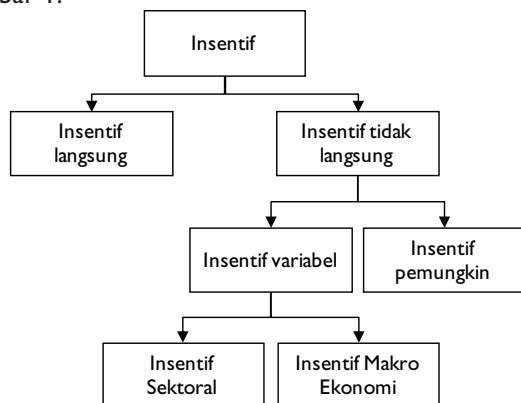
³⁾ E-mail: nurfatriani@yahoo.com

⁴⁾ E-mail: Indartik32@yahoo.co.id

itu dalam bab ini juga diharapkan dapat memberi masukan untuk penyempurnaan peraturan yang diperlukan dalam pendistribusian insentif dan tanggungjawab serta memberikan informasi tentang peluang memanfaatkan insentif REDD+. Dalam bab ini sumber data yang digunakan adalah hasil penelitian Puslit Sosek pada tahun 2008 dan 2009 mengenai Distribusi Insentif REDD+.

4.2 Jenis-Jenis Insentif REDD+

Menurut Giger (1996) dalam Enters et al (2006), definisi insentif adalah sesuatu yang dapat menstimulasi manusia untuk bertindak. Definisi insentif lebih luas dari pengertian subsidi. Subsidi biasanya lebih dideskripsikan sebagai pembayaran untuk mengurangi biaya atau meningkatkan keuntungan dari suatu kegiatan. Cakupan insentif sangat luas sehingga perlu dibedakan antara insentif langsung dan tidak langsung seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Jenis-jenis insentif

Insentif langsung dirancang untuk menghasilkan dampak secara cepat terhadap pengguna sumberdaya alam dan mempengaruhi keuntungan investasi secara langsung. Insentif tidak langsung memiliki dampak yang tidak langsung melalui penetapan atau perubahan kondisi kerangka kerja di dalam dan di luar sektor kehutanan. Insentif tidak langsung terdiri dari insentif variabel dan insentif pemungkin. Insentif variabel adalah instrumen kebijakan ekonomi yang mempengaruhi keuntungan bersih dari investasi yang diterima dari produsen. Insentif ini terdiri dari insentif sektoral seperti harga *input* dan *output*, pajak spesifik, batasan perdagangan (*tariff*); dan insentif makro ekonomi berupa nilai tukar, pajak umum, suku bunga dan kebijakan fiskal dan moneter. Bagian lain dari insentif tidak langsung adalah insentif pemungkin, yaitu elemen dalam lingkungan investasi yang mempengaruhi pengambilan keputusan, seperti kejelasan *land tenure* dan keamanan sumberdaya, aksesibilitas dan kesediaan infrastruktur dasar, layanan dukungan produsen, pengembangan pasar, fasilitas kredit, stabilitas politik dan makro ekonomi, keamanan nasional, litbang, *extension* (Enters, 2006).

Menurut Wollenberg dan Baginski (2009), manfaat yang terkait dengan insentif REDD+ dapat berupa :

1. Pembayaran berdasarkan kinerja. Insentif ini dapat diterapkan dalam kegiatan penyerapan karbon, praktek pengurusan hutan dan lahan yang baik, target konservasi, pengelolaan hutan lestari (termasuk pencegahan kebakaran hutan) dan restorasi hutan. Bentuk insentif dapat berupa:
 - a. kompensasi untuk *opportunity cost*, biaya implementasi atau disinsentif lainnya
 - b. Pembayaran transisi seperti dana relokasi
 - c. Peningkatan mata pencaharian alternatif
 - d. Pembangunan sarana-prasarana umum seperti sarana kesehatan, pendidikan dan jalan.
2. Pilihan alternatif mata pencaharian dan sumber untuk produk kehutanan. Insentif ini diberikan untuk mengurangi tekanan terhadap hutan. Bentuk insentif dapat berupa :
 - a. Pemandangan kegiatan pertanian dari lahan hutan
 - b. Relokasi pemukiman
 - c. Restrukturisasi ekonomi lokal
 - d. Perubahan ke substitusi produk hutan alam,
 - e. Pembayaran transisi dan pelatihan
3. Peningkatan keamanan *tenure* melalui pengakuan secara legal formal atas hak masyarakat lokal terhadap sumberdaya alam dan pembagian manfaat dari hutan.
4. Peningkatan efisiensi penggunaan lahan untuk meningkatkan produktivitas lahan non hutan dan mengurangi tekanan terhadap penggunaan lahan hutan.

Dengan memperhatikan karakteristik di Indonesia, maka bentuk insentif yang dapat diterapkan adalah :

1. Insentif untuk pemegang ijin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu untuk menerapkan RIL
2. Insentif untuk kegiatan pertanian atau perkebunan di lahan terdegradasi
3. Program peningkatan kesejahteraan masyarakat untuk mengurangi perambahan dan penebangan liar
4. Pembayaran jasa lingkungan khususnya untuk peningkatan penyerapan karbon.

Sebagai alternatif acuan untuk pemilihan insentif bagi masyarakat agar mau menjaga hutan dapat mengacu pada insentif yang dipilih masyarakat di Kecamatan Nglipar, Kabupaten Gunung Kidul untuk terlibat dalam kegiatan rehabilitasi lahan. Secara ringkas sistem insentif yang dibutuhkan untuk aktivitas RHL di Kecamatan Nglipar berdasarkan persepsi masyarakat dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Sistem insentif untuk aktivitas RHL di Kecamatan Nglipar berdasarkan persepsi masyarakat

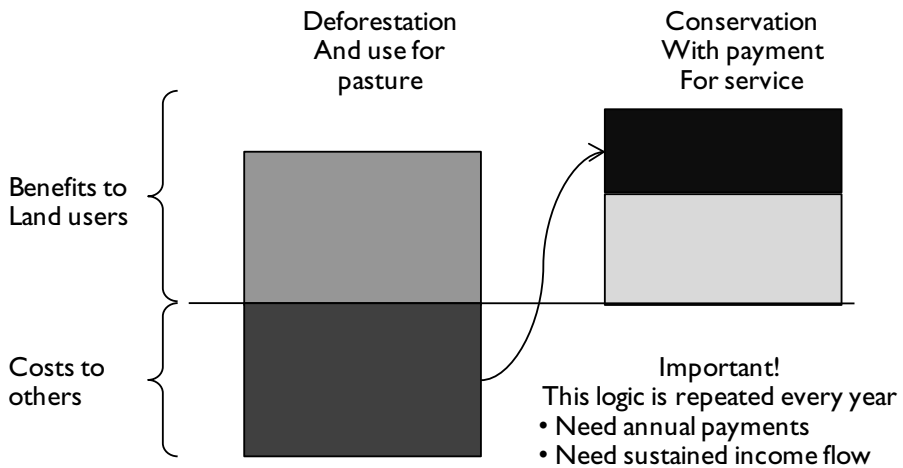
	Insentif langsung	Insentif tak langsung
Hak kepemilikan	contoh : hak pengelolaan, hak milik	
Insentif mata pencaharian	contoh : pelatihan pemanfaatan SDA berkelanjutan, pelatihan teknik pemanenan yang efisien, pelatihan pengolahan hasil komoditas RHL	
Tindakan pasar	contoh : peningkatan saluran dan informasi pemasaran	
Tindakan Fiskal	contoh : subsidi untuk teknologi RHL	
Tindakan finansial	contoh : dana bantuan pengembangan RHL, target hadiah untuk aktivitas RHL, kompensasi atas aktivitas RHL	contoh : kredit lunak untuk kegiatan RHL

Sumber : Nurfatriani, 2005

Sebagai bahan pembelajaran lebih lanjut dapat dilihat studi kasus program Bolsa Floresta, Negara bagian Amazona, Brasil. Tujuan program ini adalah mengurangi gas rumah kaca yang disebabkan oleh deforestasi dan meningkatkan kemampuan masyarakat lokal untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Tantangannya adalah membuat hutan lebih bernilai dengan tetap berdiri dibandingkan ditebang. Pada bulan Juni 2009, program telah mencapai 14 wilayah yang dilindungi dan diikuti 6050 keluarga. Ada empat hal yang harus dipertimbangkan yang berkaitan dengan program ini :

1. Keluarga. Setiap keluarga menerima pembayaran bulanan sebesar R\$50 atau US\$29. Pembayaran ini bertujuan untuk mendukung pengeluaran keluarga dalam bentuk pembayaran jasa lingkungan.
2. Asosiasi. Semua komunitas yang tinggal di area konservasi yang diwakili oleh asosiasi keluarga yang layak akan mendapatkan dana sebesar 10% dari total pembayaran. Pembayaran tersebut langsung ke asosiasi melalui kredit komersial lokal.
3. Sosial. Dana diberikan kepada kegiatan sosial atau kegiatan masyarakat. Bantuan ini melengkapi program-program pemerintah pusat dan daerah. Keluarga layak untuk proyek skala kecil (R\$ 4000 atau US\$ 2300). Dimana rata-rata terdapat 11.4 keluarga per komunitas.
4. *Income*. Semua komunitas layak untuk dana sebesar R\$ 4000 untuk mendukung perolehan *income local*.

Belajar dari pengalaman praktek pembayaran jasa lingkungan, perlu diingat bahwa dasar pembayaran insentif untuk imbal jasa lingkungan adalah minimal sebesar biaya korbanan yang hilang dengan dilakukannya upaya konservasi melalui perubahan perilaku dari merusak hutan menuju upaya konservasi. Pagiola dan Platais (2005) membuat gambaran dasar pembayaran jasa lingkungan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Dasar logis pembayaran imbal jasa lingkungan (Pagiola, 2007)

Penting untuk diperhatikan adalah pembayaran tersebut harus dilakukan berkesinambungan setiap tahunnya sehingga dapat menggantikan pendapatan yang hilang dari perilaku deforestasi. Pembayaran insentif atas imbal jasa lingkungan perlu memperhatikan prinsip bahwa pihak yang menghasilkan jasa lingkungan mendapat imbalan atas jasa lingkungan yang dihasilkan. Dalam hal ini adalah para pihak yang dapat mengurangi deforestasi baik berupa perubahan mata pencaharian yang mengganggu hutan maupun aplikasi kebijakan yang mengurangi terjadinya deforestasi harus mendapat insentif atas jasa yang dihasilkan. Sedangkan pihak yang mendapat manfaat dari jasa lingkungan yang dihasilkan perlu membayar atau memberikan kompensasi pada para pihak yang telah berperan dalam menghasilkan jasa lingkungan dalam hal ini para pihak berhasil dalam mengurangi deforestasi dan degradasi.

4.3 Parapihak Terkait REDD+

Para pihak yang akan terlibat dapat direkomendasikan dalam mekanisme distribusi pembayaran REDD+ yang direkomendasikan dari kajian ini. Mekanisme distribusi manfaat kegiatan REDD+ di Indonesia seharusnya memperhatikan peran yang dimainkan oleh para pihak (*stakeholders*). Departemen Keuangan harus menjadi *leader* dan koordinator dalam perumusan kebijakan mekanisme distribusi pembayaran REDD+. Hal tersebut mengingat Departemen Keuangan memiliki kewenangan dalam mengatur sistem fiskal antara pusat dan daerah. Dari hasil analisis stakeholder, dapat diidentifikasi para pihak beserta perannya dalam mekanisme pembayaran REDD+ ini (Tabel 2).

Tabel 2. Para pihak dan perannya dalam mekanisme distribusi pembayaran REDD+

No.	Lembaga	Tugas
1	Entitas internasional/nasional (<i>buyer</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pembayaran atas setiap CER yang dijual
2	Komnas REDD+	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan monitoring, verifikasi, dan pelaporan atas pengurangan emisi yang ditargetkan di tingkat nasional • Memberikan rekomendasi lokasi REDD+ yang memenuhi syarat teknis dan kelembagaan • Menerbitkan rekomendasi sertifikat perdagangan
3	Komda REDD+	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan monitoring, verifikasi, dan pelaporan atas pengurangan emisi yang ditargetkan di tingkat sub nasional • Memberikan masukan/pertimbangan teknis kepada Komnas REDD+ untuk verifikasi capaian pengurangan emisi yang dihasilkan • Memberikan masukan/pertimbangan teknis kepada Komnas REDD+ untuk penyusunan rekomendasi sertifikat perdagangan
4	Kementerian Kehutanan	<ul style="list-style-type: none"> • Menteri Kehutanan menerbitkan sertifikat perdagangan • Menetapkan aturan atas besar pungutan untuk setiap CER yang terjual • Menerima alokasi dari DBH REDD+ untuk pemerintah pusat sebagai Dana Jaminan REDD+ Nasional • Mengkoordinir upaya-upaya pencegahan kebocoran (<i>leakage</i>) di tingkat nasional
5	Departemen Keuangan	<ul style="list-style-type: none"> • Menetapkan aturan atas pengaturan Dana Bagi Hasil dari REDD+ • Menerima pembayaran dari pihak internasional (<i>buyer</i>) • Menyalurkan DBH REDD+ ke pemerintah provinsi dan kabupaten
6	Pemerintah provinsi/kabupaten : Dispenda	<ul style="list-style-type: none"> • Menerima alokasi DBH REDD+ dari pemerintah pusat (Departemen Keuangan) • Menyalurkan dana alokasi DBH REDD+ ke Dinas-dinas terkait melalui pembiayaan program-program • Menyalurkan dana alokasi DBH REDD+ ke masyarakat melalui pembiayaan program-program
7	Pengelola	<ul style="list-style-type: none"> • Menjual kredit REDD+ yg dihasilkan daerah ke pasar Internasional/<i>buyer</i> • Membuat kesepakatan dengan pihak entitas internasional • Melakukan aktivitas pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi • Melakukan monitoring, verifikasi, dan pelaporan atas capaian pengurangan emisi yang dihasilkan • Menerima pembayaran atas setiap CER yang terjual • Melaksanakan kewajiban sosial dengan berkontribusi terhadap masyarakat sekitar hutan melalui penyaluran insentif langsung dan tidak langsung
8	Masyarakat	<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan upaya-upaya pengurangan emisi sesuai kesepakatan dalam usulan kegiatan REDD+ • Menerima insentif atas kegiatan-kegiatan pengurangan emisi yang telah dilaksanakan

Dari Tabel 2, dapat dijelaskan bahwa masing-masing pihak yang terlibat memiliki tugas sebagai *user*, *buyer*, dan *regulator* serta fasilitator. Dalam implementasi REDD+; pendekatan yang dipakai adalah *national approach, with sub national implementation*, maka bentuk kesepakatan dengan entitas internasional yang dijalin adalah antar negara atau *government to government (G to G)*. Untuk itu Komnas REDD+ perlu berperan dalam menjalin kesepakatan dengan entitas internasional dan berinteraksi dalam transaksi perdagangan karbon nantinya. Peran Komda REDD+ akan menjadi optimal dengan memberikan pertimbangan teknis kepada Komnas REDD+ dalam menilai aspek kelayakan kegiatan REDD+ di tingkat daerah.

Hal krusial yang perlu direspon dalam waktu dekat adalah peraturan pemerintah mengenai pengaturan dana perimbangan antara pusat dan daerah dari hasil REDD+. Untuk itu peran Departemen Keuangan, menjadi sentral. Aturan-aturan pendukung lainnya yang perlu disusun adalah penetapan besar pungutan atas setiap CER yang terjual serta besar iuran ijin perusahaan REDD+. Perlu dikaji lebih lanjut dan dituangkan dalam aturan Peraturan Menteri Kehutanan seperti halnya peraturan mengenai pungutan DR, PSDH dan IHH.

4.4 Distribusi Pembayaran Insentif REDD+

Transaksi pembayaran REDD+ merupakan proses pembayaran insentif dari pembeli kredit karbon kepada penjual kredit karbon. Pembeli kredit karbon dapat merupakan negara maju (Negara Annex 1), perusahaan dalam negara Annex 1 jika kredit REDD+ dapat digunakan untuk *compliance*, perusahaan dalam negara-negara yang ada dalam *regulatory carbon markets*, dan perantara atau broker. Sedangkan penjual kredit karbon adalah pihak yang berhasil mengurangi laju deforestasi dan degradasi dan dapat merupakan pemerintah nasional jika pengkreditannya dalam skala nasional, proyek jika pengkreditannya skala lokal atau dalam bentuk pasar sukarela.

Pada tahun 2008, Puslit Sosek telah melaksanakan penelitian mengenai distribusi insentif REDD+ di Riau dan Aceh. Pada tahun tersebut informasi mengenai REDD+ masih sangat terbatas, terlebih lagi lokasi penelitian bukan merupakan lokasi *Demonstration Activity REDD+ (DAREDD)*, sehingga skema distribusi insentif masih berdasarkan persepsi parapihak. Dari hasil penelitian tersebut, mayoritas responden menginginkan agar mekanisme pembayaran REDD+ dilakukan secara tahunan disesuaikan dengan tingkat reduksi emisi yang dihasilkan. Demikian pula untuk sistem pembayaran dan proses distribusi insentif REDD+, masing-masing responden memiliki pendapat yang beragam sesuai dengan kepentingan institusi yang diwakilinya. Persepsi responden terhadap distribusi insentif REDD+ selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sistem pembayaran dan proses distribusi insentif REDD+ menurut responden

No	Responden	Sistem Pembayaran	Proses Distribusi
1	Dinas Kehutanan Prov	a. pembeli → pemerintah pusat → pemerintah daerah → perusahaan → masyarakat b. pembeli → perusahaan c. pembeli → kelompok masyarakat	a. pemerintah pusat → pemerintah daerah → perusahaan → masyarakat b. pemerintah pusat → pemerintah daerah → masyarakat
2	Dinas Kehutanan Kabupaten	a. pembeli → pemerintah pusat → pemerintah daerah → perusahaan → masyarakat b. pembeli → pemerintah daerah	pemerintah daerah → masyarakat
3	Dinas Kehutanan Provinsi	pembeli → pemerintah pusat → pemerintah daerah → perusahaan → masyarakat	pemerintah daerah → perusahaan → masyarakat
4	Swasta	a. pembeli → perusahaan b. pembeli → kelompok masyarakat	pemerintah pusat → pemerintah daerah → perusahaan → masyarakat
5	LSM (Lembaga Sosial Masyarakat)	lembaga <i>prokocol daerah mendistribusikan kepada pihak yang berhak</i>	Lembaga <i>protokol daerah mendistribusikan kepada pihak yang berhak</i>

Dari Tabel 3 dapat terlihat bahwa masing-masing responden menginginkan sistem pembayaran yang tidak terlalu rumit dan birokratis. Bahkan LSM Jikalauhari di Riau mengusulkan dibentuknya lembaga protokol daerah yang sekaligus dapat berwenang untuk mendistribusikan insentif REDD+ kepada para *stakeholders*. Berbagai pendapat dari responden ini dapat menjadi masukan bagi pengaturan mekanisme distribusi insentif REDD+.

Pada tahun 2009, dilaksanakan penelitian distribusi insentif lanjutan dengan lokasi DAREDD, yaitu di Kalimantan Tengah dan Sumatera selatan. Hasil penelitian dibedakan menjadi 2, yaitu rancangan distribusi insentif menurut responden dan rancangan distribusi insentif yang diusulkan

4.4.1 Rancangan Mekanisme dan Distribusi Pembayaran REDD+ menurut Responden

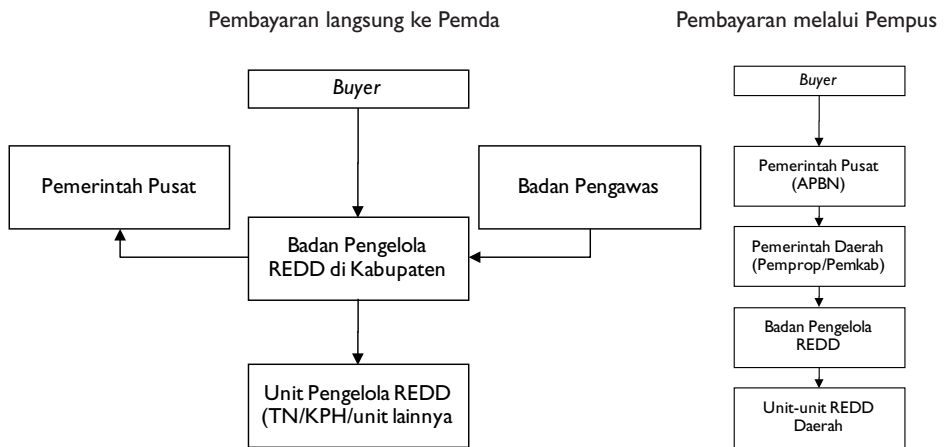
Menurut pemahaman responden di Kalimantan Tengah, pengusul REDD+ dapat berasal dari pemerintah daerah. Sehingga hal ini akan mempengaruhi usulan mekanisme distribusi pembayaran REDD+ dan proporsi insentif untuk masing-masing pihak. Menurut responden pengusul REDD+ dinas kehutanan Propinsi. Ada dua skenario yang bisa digunakan dalam mekanisme distribusi pembayaran REDD+ (Gambar 10).

4.4.1.1 Jika pembayaran langsung ke Pemerintah Daerah

Jika skenario dari *buyer* langsung ke Pemda, maka perlu dibentuk Badan Pengelola REDD+ di daerah (Pemda Propinsi/Kabupaten). Dalam hal ini pengusul REDD+ adalah Pemerintah daerah. Pembagian proporsi dari dana yang diterima 20% untuk pemerintah pusat dan 80% untuk Pemerintah daerah. Sedangkan pembagian dana yang masuk Badan pengelola REDD+ ada 3 : (1) Dana operasional (30%); (2) Pengelolaan kawasan (30%); (3) Masyarakat sekitar hutan (40%).

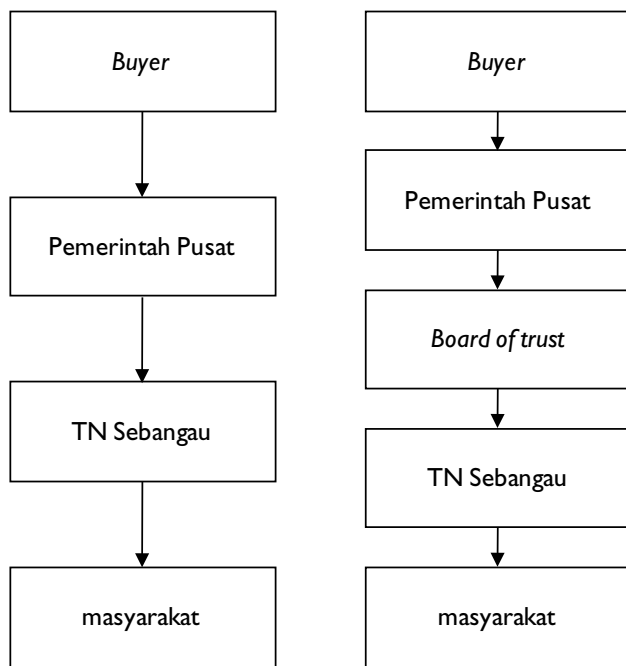
4.4.1.2 Jika jalur pembayaran melalui pemerintah pusat

Penyaluran dana dapat melalui anggaran pemerintah. Jika Dana masuk lewat APBN melalui DAK REDD+ maka di propinsi atau kabupaten harus ada rekening khusus pengelolaan REDD+ supaya dana tersebut khusus digunakan untuk keperluan REDD+.



Gambar 3. Mekanisme distribusi pembayaran REDD+ berdasarkan persepsi responden dinas kehutanan di Kalteng

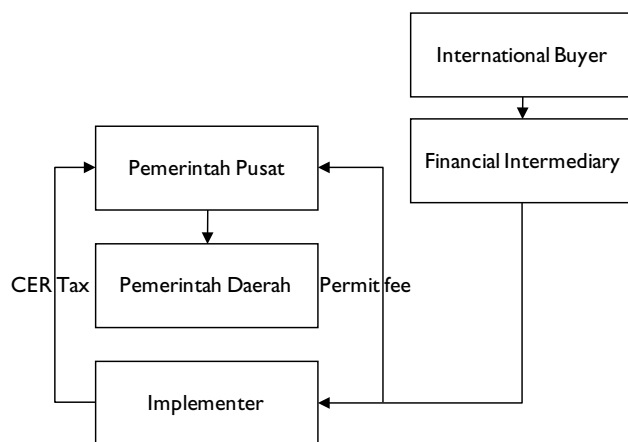
Menurut Kepala Taman Nasional Sebangau, insentif REDD+ yang terpenting adalah untuk masyarakat, sedangkan untuk pengelolaan TN Sebangau melalui sistem *reward*. Dalam distribusi REDD+, seharusnya Departemen Keuangan (DEPKEU) lebih berperan dalam penyusunan regulasi distribusi pendapatan negara dari REDD+. Pola distribusi pendapatan REDD+ bisa mengikuti pola distribusi IUPHHK. Misalnya untuk masyarakat 25% dalam bentuk program yang disusun secara *bottom-up* sampai dengan detail anggaran. Perlu juga dibentuk suatu institusi khusus untuk pengalokasian REDD+ yaitu : *Board of trust* yang anggotanya para profesional. Skenario pembayaran REDD+ yang diusulkan apabila taman nasional menjadi pengusul REDD+ adalah seperti dalam Gambar 4.



Gambar 4. Mekanisme distribusi pembayaran REDD+ berdasarkan persepsi responden di Kalteng jika pengusul Taman Nasional.

Distribusi dari TN. Sebangau ke masyarakat melalui program-program pengelolaan kawasan dan untuk biaya operasional. Sedangkan besarnya proporsi insentif untuk masing-masing pihak adalah 30-40% untuk pemerintah pusat dan 60-70% untuk Taman Nasional. Distribusi dari dana yang diterima taman nasional 25% untuk masyarakat yang disalurkan melalui program-program pengelolaan kawasan.

Sedangkan menurut responden dari KFCP, ada 2 alur *financial flow*, yaitu (1) *flow* keuangan yang investasinya murni untuk mencegah kegiatan deforestasi; (2) *flow* keuangan dari pemerintah, dalam hal ini pemerintah bisa menerapkan pajak dari penjualan CER yang dijual. Alur diatas dapat dilihat pada Gambar 5.



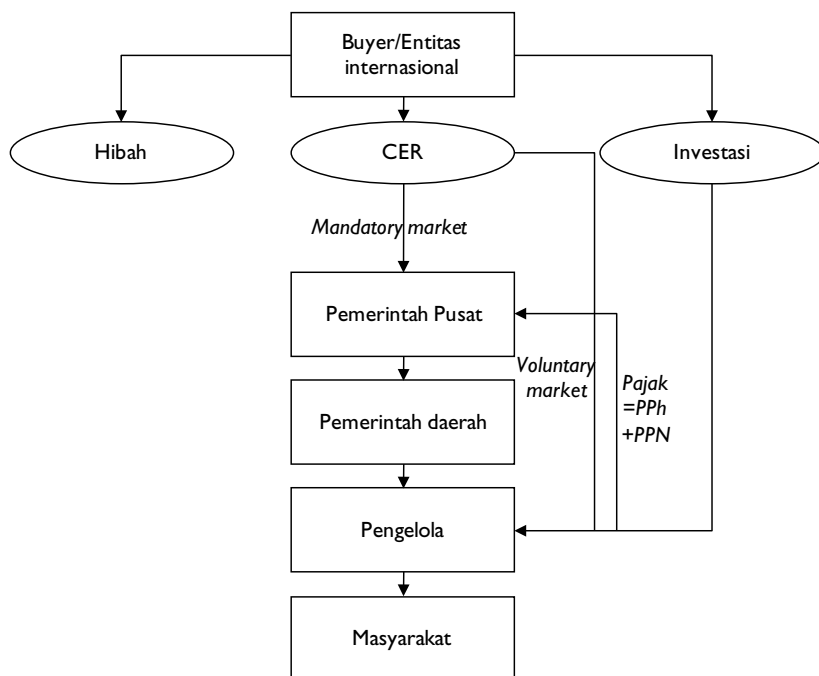
Gambar 5. Mekanisme distribusi pembayaran REDD+ berdasarkan persepsi responden di KFCP

Alur keuangan untuk investasi murni diterima secara langsung oleh pengelola REDD+ sebagai hak atas usahanya dalam mengurangi emisi dari deforestasi dan degradasi hutan. Pengelola REDD+ memiliki kewajiban untuk membayar ijin usaha pemanfaatan hutan untuk kegiatan REDD+ serta pajak atas CER yang dijual. Mekanisme distribusi pembayaran dari pajak atas CER yang dijual dan ijin usaha pemanfaatan hutan akan disalurkan melalui Dana Alokasi Khusus (DAK) ke pemerintah Propinsi dan Kabupaten. Dari pajak REDD+ tersebut dialokasikan untuk dana jaminan REDD+. Besarnya iuran untuk ijin kegiatan REDD+ menurut responden adalah sebesar 1-1,5% dari nilai investasi (*flow investment*). Sedangkan pajak atas CER yang di jual adalah sebesar 5% dari harga pengurangan emisi (ton CO₂).

Sedangkan untuk responden *stakeholder* dari pemerintah Kabupaten Kapuas, mereka mengusulkan 2 alur pembayaran, yaitu: (1) langsung ke pemerintah kabupaten, atau (2) melalui pemerintah pusat dengan mekanisme distribusi seperti sistem fiskal. Untuk alur pembayaran yang pertama, pembayaran langsung dari buyer ke pemerintah kabupaten melalui kas daerah yang dikelola oleh bagian keuangan. Dana yang masuk dari kegiatan REDD+ diberi tanda khusus agar dana tersebut hanya diberikan untuk kegiatan REDD+. Dari Pemerintah Kabupaten, dana tersebut akan disalurkan ke instansi/dinas terkait sesuai arahan bupati. Dari dinas terkait, dana dialokasikan ke masyarakat, sebaiknya masyarakat memiliki rekening sendiri agar dana dapat ditransfer secara langsung. Sedangkan untuk alur pembayaran yang kedua, dana REDD+ dari *buyer* disalurkan ke pemerintah kabupaten melalui pemerintah pusat. Distribusi ke pemerintah kabupaten menggunakan aliran fiskal. Untuk pemanfaatannya menggunakan sistem Dana Alokasi Umum (DAU), sedangkan untuk penghitungannya menggunakan sistem Dana Bagi Hasil (DBH) dari sektor kehutanan.

Untuk *stakeholder* di Propinsi Sumatera Selatan dan Kabupaten Musi Banyuasin belum bisa memutuskan rancangan mekanisme distribusi pembayaran REDD+ yang sesuai. Mereka akan mengikuti alur mekanisme yang diputuskan oleh pemerintah pusat.

Stakeholder dari pemerintah pusat yaitu dari Departemen Keuangan, menyarankan mekanisme dan distribusi pembayaran REDD+ memperhatikan sumber dana yang digunakan untuk kegiatan REDD+ atau penerimaan REDD+, yaitu (1) Dana hibah (grant); (2) dana dari penjualan CER; atau (3) dana investasi. Sumber dana ini akan mempengaruhi mekanisme dan distribusi pembayaran REDD+ seperti dalam Gambar 6.

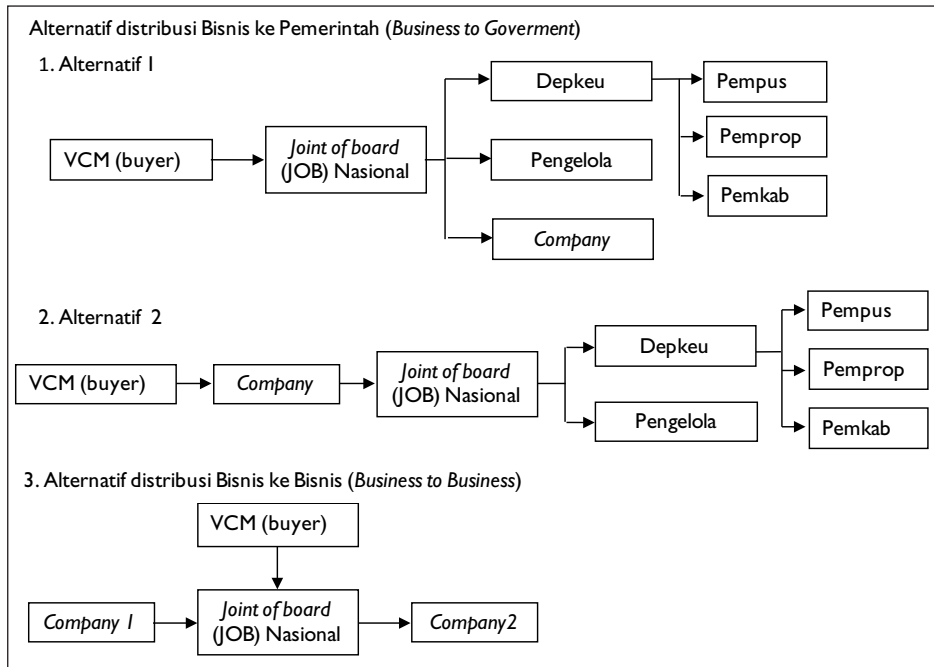


Gambar 6. Mekanisme distribusi pembayaran REDD+ berdasarkan persepsi responden di Depkeu

Dari Gambar 6 diatas, dapat dilihat bahwa jika dari entitas internasional dana berasal dari dana hibah, maka mekanisme aliran dana melalui pemerintah pusat, dan didistribusikan ke pemerintah daerah, kemudian ke pengelola, lalu didistribusikan kepada masyarakat. Masyarakat yang dimaksudkan narasumber disini adalah masyarakat yang terkena dampak, dan yang terkait langsung dengan REDD+, lembaga seperti Perguruan Tinggi yang melakukan kajian dan LSM kehutanan. Pengelola memiliki kewajiban untuk membayar pajak (PPh atau Pajak Penghasilan dan PPN atau Pajak Pertambahan Nilai), sebagai kompensasi penggunaan hutan untuk usaha REDD+. Alur kedua yaitu ketika dana berasal dari investasi murni, sehingga dana tersebut bisa disalurkan langsung kepada pengelola, dan pengelola memiliki kewajiban membayar pajak atas investasi yang dilakukan, berupa PPh dan PPN. Kondisi berbeda terjadi jika dana berasal dari hasil penjualan CER. Adapun yang harus dibedakan disini apakah pasar

yang terjadi merupakan pasar sukarela (*voluntary market*) atau pasar terikat (*compliance market*). Jika pasar yang terjadi adalah pasar sukarela, maka mekanisme penyaluran dan distribusi dana bisa mengikuti seperti dana dari investasi, tetapi jika pasarnya adalah *compliance market* maka mekanisme distribusi dana melalui pemerintah pusat, kemudian disalurkan ke pemerintah daerah, pengelola dan masyarakat.

Alternatif distribusi insentif dari pembayaran penjualan karbon yang disarankan oleh responden investor adalah seperti dalam Gambar 7.



Gambar 7. Mekanisme distribusi pembayaran REDD+ berdasarkan persepsi responden di *Global Ecorescue*

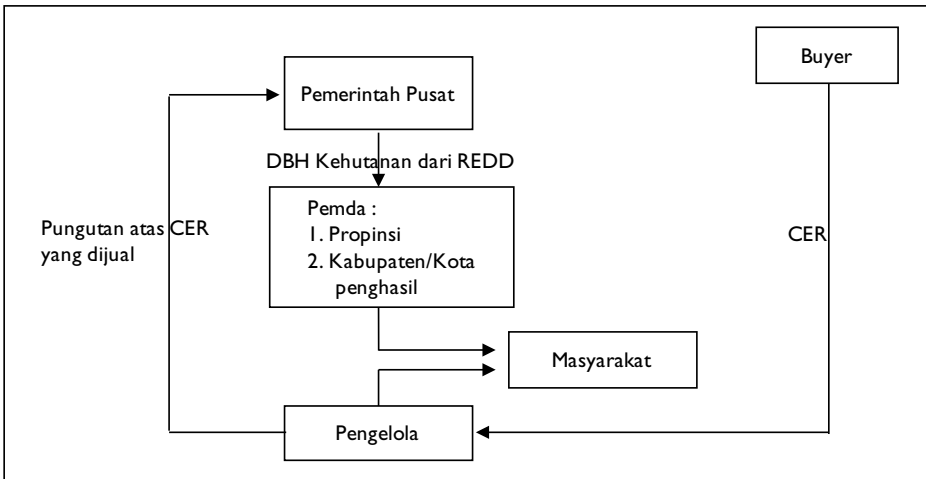
Dari Gambar 7, terdapat 3 alternatif distribusi insentif yang disarankan oleh responden investor. Alternatif 1 (pertama) jika transaksi terjadi antara swasta internasional (bisnis) ke pemerintah melalui *voluntary carbon market*. Dari alternatif ini perlu dibentuk *joint of board* (komisi) tingkat nasional, yang mengatur aliran dana dari buyer kepada (1) Departemen Keuangan sebagai perwakilan dari pemerintah; (2) pengelola REDD+ sebagai biaya operasional, dan (3) perusahaan sebagai investor. Dana yang melalui Departemen Keuangan akan didistribusikan antara pemerintah pusat, propinsi dan kabupaten. Alternatif 2 (kedua) adalah dari buyer langsung ke investor, kemudian dana disalurkan melalui *joint of board* (komisi) tingkat nasional. Dari Komisi Nasional, dana didistribusikan untuk pengelola dan Departemen Keuangan (Depkeu). Dana yang dialokasikan untuk Depkeu yang akan dialirkan kepada Pemerintah Pusat

dan Pemerintah Daerah (Propinsi dan Kabupaten). Sedangkan alternatif (3) ketiga adalah jika transaksi terjadi secara *voluntary carbon market* antara perusahaan swasta internasional dengan nasional. Perlu dibentuk komisi nasional yang menjembati antar perusahaan.

4.4.2 Rancangan Mekanisme dan Distribusi Pembayaran REDD+ yang diusulkan

Mekanisme distribusi manfaat kegiatan REDD+ di Indonesia seharusnya memperhatikan peran yang dimainkan oleh para pemangku (*stakeholders*). Sebelum *compliance market* disetujui dalam konferensi UNFCC di Copenhagen, maka *voluntary market* dapat dilaksanakan sebagai salah satu upaya mempersiapkan lanskap dan kelembagaan REDD+.

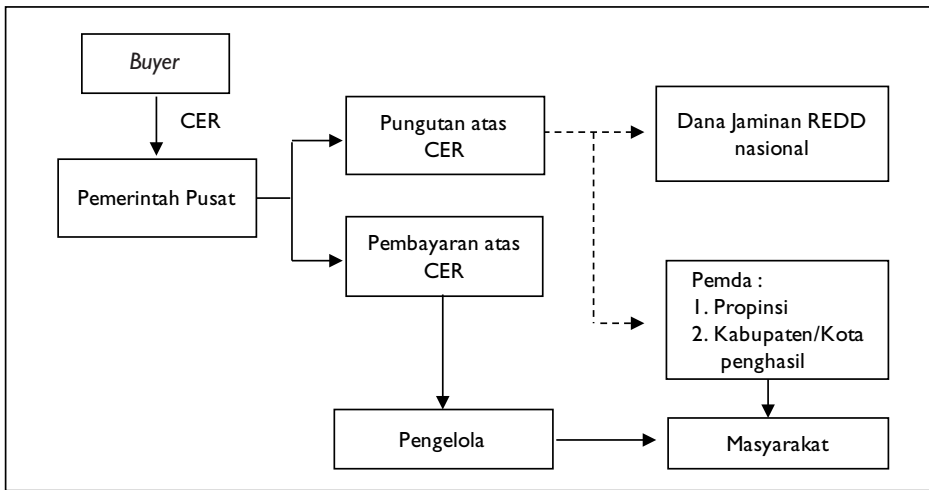
Dalam *voluntary market*, *buyer* bisa langsung melakukan transaksi dengan para pemilik lahan atau pemegang izin usaha pemanfaatan hutan, dengan atau tanpa pihak ketiga sebagai pengembang. Dalam kasus kawasan hutan, maka pemerintah sebagai pemilik lahan dapat mengenakan beragam instrumen pungutan atas rente ekonomi yang dihasilkan dari usaha penyerapan atau penyimpanan karbon. Rancangan mekanisme untuk skema *voluntary market* yang bisa ditawarkan seperti Gambar 8. Sedangkan dalam *compliance market*, peran pemerintah menjadi sentral karena dana yang berasal dari negosiasi bilateral maupun multilateral akan dikelola secara sentralistik untuk kemudian didistribusikan kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proyek REDD+. Aliran pembayaran untuk skema *mandatory market* yang diusulkan terdapat dalam Gambar 9.



Gambar 8. Rancangan mekanisme distribusi pembayaran REDD+ skema *voluntary market*.

Dalam skema *voluntary market*, pembeli yang dalam hal ini adalah entitas internasional bisa langsung melakukan pembayaran kepada pengelola berdasarkan sertifikat emisi pengurangan karbon (sertifikat REDD+/Certified Emission Reduction (CER)) yang dihasilkan. Sedangkan untuk skema *compliance market*, penerimaan atas CER yang dijual masuk ke pemerintah pusat sebelum akhirnya disalurkan kembali ke pengelola setelah dipotong iuran izin usaha dan pungutan atas CER yang dijual.

Penerimaan yang bersumber dari hasil penjualan sertifikat REDD+ merupakan hak pengelola. Apabila lokasi REDD+ berada dalam kawasan hutan, maka pengelola memiliki kewajiban membayar rente ekonomi kepada negara berupa pungutan atas CER yang dijual. Pungutan atas CER berdasarkan volume karbon yang dijual (per ton C equivalent).



Gambar 9. Rancangan mekanisme distribusi pembayaran REDD+ skema *compliance market*.

Pengelola REDD+ juga memiliki kewajiban memberikan kontribusi terhadap masyarakat sekitar lokasi REDD+, sehingga perlu ada dana yang dialokasikan untuk masyarakat. Bagian dari penerimaan REDD+ untuk masyarakat dapat diberikan dalam bentuk alternatif sumber mata pencaharian, seperti bantuan pembibitan tanaman, perikanan, peternakan, *handycraft* dan sebagainya. Di samping itu bantuan juga dapat berupa pembangunan infrastruktur, pendidikan dan kesehatan.

Pemerintah Daerah (Pemda) juga memiliki kewajiban berkontribusi terhadap masyarakat dari penerimaan DBH REDD+. Bantuan diberikan melalui pembiayaan program-program yang dialokasikan dalam anggaran di setiap satuan kerja lingkup Pemda. Program-program tersebut diarahkan pada pemberdayaan masyarakat sekitar lokasi REDD+.

Prasyarat utama untuk dapat memastikan dapat diterapkannya (*practicability*) mekanisme distribusi REDD+ adalah adanya regulasi yang kuat untuk mengatur

mekanisme pembayaran dan distribusi pembayaran REDD+. Regulasi tersebut paling tidak dalam bentuk Peraturan Pemerintah, mengingat banyaknya pihak-pihak yang terlibat, termasuk beberapa departemen atau kementerian. Di samping regulasi tersebut, kejelasan kelembagaan pengelolaan lahan hutan juga perlu *clear and clean*. Konflik atas lahan hutan akan menyebabkan inefisiensi dan keengganan investasi. Hal ini juga untuk memastikan bahwa masyarakat di dalam dan sekitar hutan yang selama ini kehidupannya bergantung pada hutan akan memperoleh manfaat yang seimbang atau bahkan mungkin lebih baik daripada yang selama ini mereka terima. Peran para pihak yang terlibat perlu diperjelas melalui regulasi setingkat peraturan pemerintah mengingat para pihak yang diatur berasal dari lintas departemen terkait. Selain itu perlu ada penguatan pemahaman atas skema REDD+ sendiri, transaksi pembayaran REDD+, serta hak dan kewajiban di antara pihak yang terlibat sehingga diperoleh kejelasan dalam melakukan mekanisme pembayaran dan menyusun kesepakatan dengan entitas internasional.

4.5 Proporsi Insentif REDD+ untuk Para Pihak

4.5.1 Proporsi insentif REDD+ berdasarkan persepsi responden

Pertanyaan penting lainnya yang perlu dicermati adalah berapa besar insentif REDD+ dapat diterima oleh para pihak yang tepat. Prinsip dalam pembagian proporsi insentif REDD+ adalah alokasi insentif untuk para pihak harus berdasarkan nilai tambah yang dihasilkan oleh para pihak dalam rangkaian penciptaan kredit karbon dan sesuai dengan biaya oportunitas pada tiap tingkatan. Dari hasil penelitian Puslit Sosek tahun 2008 telah dilakukan analisa persepsi responden terhadap proporsi insentif yang layak diterima oleh masing-masing *stakeholder*. Diperoleh keragaman pendapat antar responden sesuai dengan institusi yang diwakilinya. Secara lebih lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penerima Insentif REDD+ dan Proporsinya Menurut Responden

No	Responden	Penerima Manfaat	Proporsi (%)
I	Dinas Kehutanan Provinsi	a. Masyarakat/pemrakarsa	25
		b. Perusahaan ijin HPH/HTI	10
		c. Pemerintah pusat; <i>Dephut, KLH</i>	5 ; 5
		d. Pemerintah propinsi; <i>Dishut, Bapedalda</i>	5 ; 5
		e. Pemerintah kabupaten; <i>Dishut, Bapedalda</i>	10 ; 10
		f. LSM	10

No	Responden	Penerima Manfaat	Proporsi (%)
2	Dinas Kehutanan Provinsi	a. Masyarakat/pemrakarsa	50
		b. Perusahaan ijin HPH/HTI	30
		c. Pemerintah propinsi; <i>Bapedalda, Dispenda</i>	5 ; 5
		d. Pemerintah kabupaten; <i>Bapedalda, Dispenda</i>	5 ; 5
3	Swasta	a. Masyarakat/pemrakarsa	40
		b. Perusahaan ijin HPH/HTI	30
		d. Pemerintah kabupaten;	30
4	Dinas Kehutanan Kabupaten	a. Masyarakat/pemrakarsa	
		b. Perusahaan ijin HPH/HTI	
		c. Pemerintah pusat	
		d. Pemerintah kabupaten;	
5	LSM	a. Masyarakat/pemrakarsa	70
		b. Perusahaan ijin HPH/HTI	0
		c. Pemerintah pusat, <i>Dephut</i>	2.5
		d. Pemerintah propinsi; <i>Dishut</i>	2.5
		e. Pemerintah kabupaten; <i>Dishut</i>	7.5
		f. Komnas REDD+	7.5
		g. Lembaga protokol daerah	10

Dari tabel di atas terlihat bahwa masing-masing *stakeholders* memiliki kepentingan berdasarkan institusi yang diwakilinya. Dari semua jawaban responden menyatakan bahwa masyarakat menjadi pihak penerima insentif REDD+ dengan proporsi terbesar di antara penerima manfaat yang lain. Sedangkan LSM berpendapat bahwa perusahaan pemegang ijin HPH/HTI tidak perlu diberi insentif REDD+ karena hal itu akan melegalisasi kerusakan yang perusahaan buat. LSM pun mengusulkan dibentuknya Lembaga Protokol Daerah yaitu lembaga khusus yang memastikan/memotivasi agar para stakeholder berperan sesuai dengan prosedur/protokol upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim sehingga berhak menerima bagian dari insentif REDD+.

Untuk hasil penelitian tahun 2009 diperoleh keragaman persepsi responden mengenai besaran proporsi insentif REDD+ yang akan diterima seperti disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Proporsi distribusi insentif berdasarkan persepsi responden dari hasil penelitian tahun 2009

No	Responden	Para Pihak	Proporsi Insentif (%)	Keterangan
1	Dinas Kehutanan Propinsi Kalteng	Pemerintah Pusat	20	
		Pemerintah Daerah	80	
		- Dana operasional	30	
		- Pengelolaan kawasan	30	
		- Masyarakat sekitar hutan	40	
2	Taman Nasional Sebangau	Pemerintah pusat	30-40	
		Taman Nasional (Pengelola)	60-70	
		- Pengelolaan kawasan	75	
		- Masyarakat sekitar hutan	25	
3	KFCP	Pemerintah Pusat dan daerah (pajak + ijin usaha REDD+)	5% dari harga karbon dan 1-1,5% dari investasi	
		Penerimaan setelah dikurangi pajak dan iuran :		
		Broker	5	
		Investor	20	
		Pengelola	25	
		Pihak yang terlibat langsung dari pengurangan emisi	50	
4	Bappeda Kapuas	Pemerintah pusat	20	Seperti DBH Kehutanan
		Pemerintah Daerah	80	
		Pemerintah Propinsi	16	
		Pemerintah Kab/kota penghasil	64	
5	Dinas Perkebunan dan kehutanan kapuas	Konsultan (biaya perencanaan)	10-20	
		Dana jaminan REDD+	10-20	
		Pemerintah kabupaten	60-80	

Dari Tabel 5 tersebut dapat dilihat bahwa besarnya proporsi yang diusulkan responden berbeda-beda sesuai dengan kepentingan masing-masing. Oleh karena itu tidak dapat ditarik kesimpulan berapa rata-rata distribusi untuk masing-masing pihak.

Hal tersebut disebabkan karena proporsi insentif tidak bisa bersifat absolut atau merujuk pada teori tertentu, tapi merupakan hasil kesepakatan antara pihak terkait dari mulai pembeli dan penjual dengan memperhatikan kontribusi masing-masing pihak dalam mekanisme karbon *offset*.

4.5.2 Proporsi Insentif Para Pihak Berdasarkan *Opportunity Cost*

Proporsi bagi hasil dari iuran ijin REDD+ antara pusat dan daerah mengikuti proporsi DBH dari IUPHHK sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) No.55/ 2005 tentang dana perimbangan, yaitu 20% untuk Pusat dan 80% untuk daerah, dengan rincian 16% untuk Propinsi dan 64% untuk Kabupaten penghasil. Sedangkan proporsi bagi hasil untuk pungutan atas CER yang terjual, diusulkan mengikuti proporsi DBH dari Dana Reboisasi, sebesar 60% untuk pusat dan 40% untuk daerah. Proporsi tersebut diusulkan dengan dasar bahwa implementasi REDD+ berdasarkan pendekatan nasional sehingga melibatkan kelembagaan yang kompleks karena melibatkan lintas sektoral. Bagian dana untuk pusat dialokasikan untuk dana jaminan REDD+ nasional.

Besarnya insentif yang diberikan kepada para pihak yang terlibat seharusnya sesuai dengan peran para pihak dalam pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan. Besarnya peran tersebut salah satunya dapat didekati dari besarnya dana yang dicurahkan untuk kegiatan REDD+ atau pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan. Sampai saat ini belum tersedia dana yang dialokasikan untuk kegiatan REDD+ di pemerintah pusat maupun daerah. Hal tersebut dapat didekati dari estimasi biaya yang diperlukan untuk persiapan REDD+. Berdasarkan data dari Dephut (2009), biaya total yang diperlukan untuk persiapan REDD+ pada tingkat nasional dan sub nasional adalah sebesar US \$ 4,271,365,000. Secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Biaya Persiapan REDDI

LEVEL	STRATEGY CATEGORY	ESTIMATED BUDGET (US \$ 000)
NATIONAL	1. Policy interventions to tackle drivers of Deforestation and Forest Degradation	3,500,000
	2. REDD+ regulations (REDD+ Guidelines and REDD+ Commission)	250
	3. Methodology (establishment of National REL and MRV system)	5,413
	4. Institutional (National Registry, distribution of incentives/responsibilities, capacity building, stakeholders communication, coordinations among REDD+ institutions)	6,295
	5. Relevant analysis (Co-benefits, risks, etc)	500
Total National Level		3,512,458

LEVEL	STRATEGY CATEGORY	ESTIMATED BUDGET (US \$ 000)
Provincial level	Methodology (establishment of Provincial REL and MRV system)	3,618
	Institutional (capacity building, stakeholders communication, coordinations among REDD+ institutions)	776
	Demonstration activities, Voluntary carbon projects	501,000
Total Provincial Level		505,394
District level	Methodology (establishment of District REL and MRV system)	2,012
	Institutional (capacity building, stakeholders communication, coordinations among REDD+ institutions)	501
	Demonstration activities, Voluntary carbon projects	251,000
Total District Level		253,513
Total Provincial and Distric Level		758,907
Total National dan Sub-National		4,271,365

Sumber : Departemen Kehutanan (2009)

Berdasarkan Tabel 6 diatas dapat dihitung keperluan dana per ha pada tingkat nasional dan sub nasional dalam rangka persiapan REDD+. Dengan asumsi hutan yang dialokasikan untuk kegiatan REDD+ berada pada 28 propinsi, dengan luas sekitar 130 juta ha, maka keperluan dana per ha untuk persiapan implementasi REDD+ pada tingkat nasional dan sub nasional adalah US \$ 32,8/ha.

Implementasi REDD+ dapat berhasil apabila pendapatan dari kegiatan REDD+ lebih besar atau minimal sama dengan pendapatan yang diperoleh dari alternatif penggunaan lain. Untuk pengelola kegiatan REDD+, biaya abatasi pengurangan CO₂ akan didekati menggunakan biaya korbanan (*opportunity cost*) yang dikeluarkan oleh pengusul untuk berbagai alternatif penggunaan lahan. *Biaya oportunitas* ini didekati menggunakan *Net Present Value* (NPV) dari berbagai alternatif penggunaan lahan di lokasi penelitian. Hasil review Milne dkk (2009), menunjukkan pada tingkat nasional NPV penggunaan lahan untuk kelapa sawit pada tingkat nasional berkisar antara Rp. 6.066.000-11.852.000,- dan kebun karet di Sumatera Selatan berkisar antara Rp.

1.723.211-7.793.921,-. Penelitian ini menggunakan nilai kini bersih untuk perkebunan besar kelapa sawit (dengan biaya lahan) yaitu Rp. 11.852.000,- dan perkebunan plasma untuk kelapa sawit Rp. 6.066.000,-. Pemilihan penggunaan lahan untuk kelapa sawit karena sebagian besar ancaman kelestarian hutan berasal dari perkebunan kelapa sawit. Selain itu juga berasal dari perkebunan karet. Sedangkan nilai kini bersih dari perkebunan karet di Kabupaten Musi Banyuasin, yaitu sebesar Rp. 7.793.921,-. Data-data diatas digunakan sebagai data dasar perhitungan untuk penentuan harga karbon yang layak investasi serta besarnya pungutan yang dikenakan per CER yang terjual.

Untuk menghitung harga yang layak untuk investasi agar REDD+ bisa berjalan, maka data yang digunakan untuk Propinsi Sumatera Selatan adalah data-data proyek MRPP sebagai DAREDD. Data-data tersebut meliputi luas areal sekitar 24.000 Ha, dengan biaya implementasi DAREDD sebesar 1.445.250 Euro selama 3 tahun, sehingga biaya rata-rata per tahun adalah 481.750 Euro. Dari DAREDD ini diperkirakan bisa mengurangi emisi sekitar 540.000 ton CO₂ *equivalent*. Dari data tersebut dapat dihitung biaya persiapan REDDI per ha seperti terdapat pada Tabel 7. Dan dengan pengurangan emisi sebesar 22,5 ton per ha maka diperoleh harga karbon berkisar antara US\$ 25,5 sampai dengan US\$ 47,5 tergantung pada *opportunity cost* penggunaan lahan untuk kebun karet dan kelapa sawit. Sedangkan besarnya pungutan atas CER yang terjual berkisar antara 3,1%-5,7% per ton emisi yang berhasil dikurangi.

Tabel 7. Biaya implementasi REDDI per ha

Biaya yang dikeluarkan		Euro	US \$
Estimasi biaya persiapan REDD+ di indonesia/ha		29,5	
<i>Project Developer</i> (per ha)		20,1	
<i>Biaya Opportunity cost</i>			
	PBS/ha	911,7	
	Plasma	466,6	
	Kebun Karet	599,5	
Estimasi harga karbon (ton CO ₂)			
	PBS/ha	42,7	47,5
	Plasma	22,9	25,5
	Kebun Karet	28,8	32,1

Pada Tabel 7, dapat dilihat besar komposisi dari biaya REDD+ untuk masing-masing kegunaan pada berbagai alternatif penggunaan lahan yang dialihkan, yaitu untuk biaya persiapan REDD+ Indonesia yang meliputi pusat dan daerah, biaya operasional REDD+ dan biaya kompensasi REDD+. Proporsi biaya persiapan REDDI dapat menjadi acuan untuk besar pungutan atas CER yang terjual yaitu berkisar antara 3,1-5,7% dari penjualan CER. Sedangkan yang mendapat proporsi terbesar sesuai kontribusi dalam pembiayaan REDD+ adalah untuk biaya kompensasi terhadap para pengguna lahan

yang akan dialihkan dari semula PBS, kebun sawit plasma dan kebun karet menjadi REDD+ yang berkisar antara 90,4-94,8% (Tabel 8).

Tabel 8. Proporsi pembiayaan REDD+

Biaya REDD+ (%)	Alternatif Penggunaan Lahan		
	PBS (Perkebunan Besar Sawit)	Kebun Sawit- Plasma	Kebun Karet
Estimasi biaya persiapan REDD+ di Indonesia= biaya nasional (Pempus dan pemda)	3,1	5,7	4,5
<i>Project Developer</i> =biaya operasional	2,1	3,9	3,1
Biaya <i>Opportunity cost</i> = kompensasi	94,8	90,4	92,4
Total	100,0	100,0	100,0

4.6 Penutup

Dari hasil penelitian, terdapat beberapa masukan untuk persiapan implementasi REDD+ ke depan. Terdapat pula masukan bagi penyempurnaan draft Permenhut tentang tata cara pelaksanaan REDD+. Diantaranya peran Pemerintah Daerah, dalam hal ini Pemerintah Kabupaten (pemkab) dalam konteks pemrakarsa REDD+ masih belum jelas. Direkokemdasikan peran pemkab tidak hanya sebagai pemberi rekomendasi saja seperti tercantum dalam draft Permenhut tentang tata cara pelaksanaan REDD+. Kemudian perlu diperjelas lagi peluang pemda untuk mengatur sendiri arah penggunaan insentif REDD+ yang tentunya harus dikembalikan kembali untuk pelestarian hutan namun dalam implementasinya nanti sebaiknya tidak seketat dana DR.

Daftar Pustaka

- Wollenberg, E dan Baginski, O.S. 2009. Incentives+ : How can REDD improve well being in forest communities?. Brief Info CIFOR. No.21, Desember 2009. Bogor
- Enters, T, Durst,P.B., Brown, C.L. 2006. Stimulating Forest Plantation Development through Incentives-in Search of the Elusive Blueprint for Success. Proceedings of an Inter Regional workshop Strategies and financial mechanisms for sustainable use and conservation of forests: experiences from Latin America and Asia in Chiang Mai, Thailand, 20-22 November 2006.
- Nurfatriani, F, Kirsfianti L.Ginoga, Indartik, Deden Djaenuhin. 2008. Laporan Tahunan: Kajian Mekanisme Distribusi Pembayaran dalam Kerangka REDD, Puslitsosek Kehutanan, Bogor.
- Indartik, Fitri Nurfatriani, Kirsfianti L.Ginoga. 2009. Laporan Tahunan : Kajian Mekanisme Distribusi Pembayaran dalam Kerangka REDD+, Puslitsosek Kehutanan, Bogor

REDD+ DAN FOREST GOVERNANCE

Hariyatno Dwiprabowo^{1,2} dan Sulistya Ekawati^{1,3}

5.1 Pendahuluan

Istilah *governance* sebenarnya sudah dikenal dalam literatur administrasi dan ilmu politik kira-kira 125 tahun yang lalu, tepatnya sejak Woodrow Wilson (Presiden Amerika Serikat ke 27), memperkenalkan bidang studi tersebut. Tetapi selama itu *governance* hanya digunakan dalam literatur politik dengan pengetahuan yang sempit (Effendi, 2005).

Lembaga internasional yang mengawali mempopulerkan istilah *governance* (tata kelola, tata pemerintahan) adalah Bank Dunia melalui publikasinya yang diterbitkan tahun 1992 berjudul *Governance and Development*. Definisi *governance* menurut Bank Dunia adalah “*the manner in which power is exercised in the management of a country’s social and economic resources for development*”. Pada pengertian ini konsep *governance* berkaitan langsung dengan proses pengelolaan pembangunan, yang melibatkan sektor publik dan privat. *Governance* dalam arti luas terkait dengan *environmental institutional* di mana warga negara berinteraksi antara mereka sendiri dan dengan instansi pemerintah/pejabat (Abdullatief, 2003). Berikutnya adalah *Asian Development Bank* (ADB), yang sejak tahun 1995 memiliki *policy paper* bertajuk *Governance : Sound Development Management*. Kebijakan ADB mengartikulasikan empat elemen esensial dari *good governance* yaitu *accountability, participation, predictability* dan *transparency*. Lembaga UNDP kemudian membuat definisi yang lebih ekspansif, *governance* meliputi pemerintah, sektor swasta dan *civil society* serta interaksi antar ketiga elemen tersebut (Sumarto, 2003).

Istilah *governance* seringkali rancu dengan istilah *government*. Istilah *governance* lebih kompleks daripada istilah *government*, karena menyangkut beberapa persyaratan yang terkandung dalam terminologinya. Ada tiga komponen yang terlibat dalam dalam *governance*, yaitu pemerintah (legislatif, eksekutif dan yudikatif), dunia usaha (*corporate governance*) dan masyarakat (*civil society*). Menurut hubungan ketiganya harus dalam posisi seimbang dan saling kontrol (*check and balances*). Effendi (2005); BAPPENAS (2007). Interaksi ketiganya dapat berkembang baik bila ada kepercayaan (*trust*), transparansi, partisipasi, serta tata aturan yang jelas dan pasti (Effendi, 2005).

Secara terminologi *governance* dimengerti sebagai pemerintahan. *Governance* diartikan sebagai mekanisme, praktik dan tata cara pemerintah dan warga mengatur sumberdaya serta memecahkan masalah-masalah publik. Sebenarnya konsep *governance* harus dipahami sebagai suatu proses, bukan struktur atau institusi. *Governance* juga menunjuk kepada inklusivitas. Kata *government* dilihat sebagai “mereka”, sedangkan *governance* adalah “kita”. Dalam konsep *governance*, pemerintah hanya menjadi salah satu aktor dan tidak selalu menjadi aktor yang paling menentukan. *Government*

¹⁾ Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan;
Jl. Gunungbatu No.5 Bogor 16610

²⁾ Email: hdwipa@yahoo.com

³⁾ Email: ekawati69@yahoo.com

mengandung pengertian politisi dan pemerintahlah yang mengatur, melakukan sesuatu, memberikan pelayanan, sisanya yaitu “kita” adalah penerima yang pasif. Sementara *governance* meleburkan perbedaan antara “pemerintah” dan “yang diperintah”, dengan demikian kita semua adalah bagian dari proses *governance* (Sumarto, 2003).

Agere (2001) melihat *good governance* sebagai paradigma baru dalam administrasi publik yang menekankan peran manajer publik dalam menyediakan kualitas pelayanan yang baik yaitu : *citizen value*; mengadvokasi perkembangan pengelolaan otonomi, khususnya pengurangan kontrol pemerintah pusat; *demand, measures* dan *reward* kinerja organisasi dan individu, mengakui pentingnya menyediakan sumberdaya manusia dan teknologi yang dibutuhkan manajer untuk mencapai target kinerja dan apakah mau menerima kompetisi dan berpikiran terbuka tentang tujuan publik yang harus diselenggarakan oleh pelayan publik sebagai kebalikan dari sektor privat. Senada dengan itu, Mohamad (2000) mengatakan bahwa *good governance* merupakan paradigma baru dan menjadi ciri yang harus ada dalam sistem administrasi publik. Dalam penyelenggaraannya harus secara politik akseptabel, secara hukum efektif dan secara administrasi efisien. *Good governance* menunjuk pada proses pengelolaan yang luas dalam bidang ekonomi, sosial dan politik suatu negara. Hal ini termasuk pendayagunaan sumber-sumber alam, keuangan, manusia menurut kepentingan semua pihak dan dalam cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip keadilan, kejujuran, persamaan, efisiensi, transparansi dan akuntabilitas (Hoessein, 2000).

Menurut Effendi (2005), oleh para teoritis dan praktisi administrasi negara Indonesia, istilah *good governance* telah diterjemahkan dalam berbagai istilah, misalnya, penyelenggaraan pemerintahan yang amanah (Bintoro Tjokroamidjojo), tata-pemerintahan yang baik (UNDP), pengelolaan pemerintahan yang baik dan bertanggungjawab (LAN), dan ada juga yang mengartikan secara sempit sebagai pemerintahan yang bersih (*clean government*).

UNDP mengembangkan 9 prinsip dasar dalam *good governance* yaitu : *participation, rule of law, transparency, responsiveness, consensus orientation, equity, effectiveness & efficiency, accountability, dan strategic vision*. Merujuk pada BAPPENAS (2007) sebagai lembaga pemerintahan yang ditunjuk sebagai Sekretariat Nasional *Good Governance* di Indonesia maka ada 14 prinsip dasar dalam tata kelola yang baik. Sebanyak 14 prinsip dasar tata kelola tersebut yaitu: a) wawasan ke depan (*vision*), b) keterbukaan dan transparansi (*openness and transparency*), c) partisipasi masyarakat (*participation*), d) tanggung gugat (*accountability*), e) supremasi hukum (*rule of law*), f) demokrasi (*democracy*), g) profesionalisme dan kompetensi (*professionalism and competency*), h) daya tanggap (*responsiveness*), i) efisiensi dan efektivitas (*efficiency and effectiveness*), j) desentralisasi (*decentralization*), k) kemitraan dunia usaha swasta dengan masyarakat (*private sector and civil society partnership*), l) komitmen pada pengurangan kesenjangan (*commitment to reduce inequality*), m) komitmen pada perlindungan lingkungan hidup (*commitment to environmental protection*) dan n) komitmen pada pasar yang adil (*commitment to fair market*).

Dari beberapa definisi di atas dapat dikatakan bahwa *good governance* adalah mekanisme, praktik dan tata cara dimana pemerintah (legislatif, eksekutif dan yudikatif), dunia usaha (*corporate governance*) dan masyarakat (*civil society*) secara bersama-sama mengatur sumberdaya. Selain itu juga untuk memecahkan masalah-masalah publik

dengan prinsip utama akuntabilitas (*accountability*), transparansi (*transparency*), dan partisipasi (*participation*).

Bagaimana kondisi *good governance* di Indonesia? Berbagai penilaian yang diadakan oleh lembaga-lembaga internasional menyimpulkan bahwa Indonesia sampai saat ini belum mampu mengembangkan *good governance* dan masih terbatas pada Pemberantasan Praktek KKN (*clean governance*). Kebijakan yang tidak jelas, penempatan personil yang tidak kredibel, serta kehidupan politik yang kurang berorientasi pada kepentingan bangsa telah menyebabkan dunia bertanya apakah Indonesia memang serius melaksanakan *good governance*? (Effendi, 2005).

Lalu bagaimana agar prinsip-prinsip *good governance* di Indonesia dapat diimplementasikan? Untuk terwujudnya prinsip-prinsip *good governance* di Indonesia, perlu didukung oleh adanya: a) kebijakan yang kondusif, b) struktur kelembagaan yang akomodatif, c) sumberdaya aparatur yang profesional, d) ketatalaksanaan yang responsif dan adaptif serta e) koordinasi dan sinergi antar stakeholders (para pihak). Kunci untuk menciptakan itu semua adalah suatu kepemimpinan nasional yang memiliki legitimasi dan dipercaya oleh masyarakat.

5.2 Hubungan Good Forest Governance dan REDD+

Hutan tropis luasnya sekitar 15% dari permukaan bumi dan mengandung 25% karbon di biosfer terrestrial, tetapi hutan tersebut terus dirambah dan ditebang yang mengakibatkan emisi panas karbon dioksida terperangkap di atmosfer (Parker *et al*, 2009). Luas hutan Indonesia adalah peringkat ketiga setelah hutan tropis Brazil dan Zaire, yaitu 109,96 juta hektar. Akan tetapi kondisi laju deforestasi dari tahun 2003 – 2006 telah mencapai angka di atas 1,174 juta ha per tahun (Departemen Kehutanan, 2008). Sedangkan menurut data FAO (2005) angka deforestasi di Indonesia pada tahun 2000 – 2005 mencapai 1,9 juta ha per tahun.

Indonesia termasuk sebagai negara penyumbang utama, sekaligus sangat rentan terhadap dampak yang ditimbulkan dari perubahan iklim. Perusakan hutan, degradasi lahan gambut dan kebakaran hutan dituding sebagai penyebab utama masuknya Indonesia dalam urutan tiga besar penghasil emisi terbesar gas rumah kaca setelah AS dan Cina. Berdasarkan data tahun 2000, emisi tahunan Indonesia dari sektor kehutanan dan perubahan peruntukan tanah diperkirakan setara dengan 2.563 megaton karbon dioksida (MtCO_{2e}). Jumlah ini jauh melebihi jumlah emisi tahunan dari sektor energi, pertanian dan limbah yang besarnya 451 MtCO_{2e}. Sebagai perbandingan, total emisi Indonesia adalah 3.014 MtCO_{2e}, sedangkan total emisi Cina sebesar 5.017 dan AS sebesar 6.005 MtCO_{2e} (Down to Earth, 2009).

Perkiraan IPCC (*Inter Governmental Panel on Climate Change*) tentang emisi dari deforestasi hutan tropis pada tahun 1990an sekitar 1,6 milyar ton karbon setiap tahunnya, jumlah ini sama dengan 20% dari total emisi karbon secara keseluruhan (Parker *et al*, 2009). Akibatnya muncul desakan internasional untuk menurunkan tingkat deforestasi sebagai cara memerangi perubahan iklim. Rencana Aksi Bali yang diputuskan di Konferensi para Pihak (COP) pada sesi ke 137 menyatakan bahwa pendekatan komprehensif untuk mengurangi perubahan iklim harus mencakup: "Pendekatan

kebijakan dan insentif positif tentang isu yang terkait dengan pengurangan emisi dari deforestasi dan degradasi hutan di negara-negara berkembang.”

Beberapa negara menginginkan skema pencegahan deforestasi mencakup perbaikan area hutan yang terdegradasi melalui skema REDD+. Menurut *World Resource Intitute (WRI)* pada tahun 2010, mekanisme REDD+ dapat memberikan kompensasi kepada pemerintah, masyarakat, perusahaan atau perorangan jika mereka telah mengambil tindakan untuk mengurangi emisi dari kehilangan hutan di bawah tingkat referensi yang telah ditetapkan. Pengelolaan hutan lestari kemudian menjadi keputusan ekonomi dan keputusan lingkungan yang cerdas. Kesuksesan mitigasi perubahan iklim melalui skema REDD+ memerlukan *forest governance* yang efektif. Titik tolak dan elemen kritis untuk mensukseskan REDD+ adalah melalui upaya meningkatkan *forest governance* (Muller and Johnson, 2009).

Woodhouse (1997) dalam Mayer *et al* (2002), mendefinisikan *governance* dalam pengelolaan lingkungan sebagai struktur dan proses kekuasaan dan kewenangan, kerjasama dan konflik, yang mengatur pengambilan keputusan dan penyelesaian sengketa tentang alokasi dan penggunaan sumber daya melalui interaksi organisasi dan institusi sosial (pemerintah dan non pemerintah). *Governance* adalah kompleks, meliputi hubungan lokal-global, hubungan antar sektor dan nilai yang berbeda. *Governance* dipandu oleh kebijakan, ditegakkan oleh hukum dan dilaksanakan melalui institusi.

Sustainable Forest Management (SFM) sangat tergantung pada kondisi pemungkin yaitu kebijakan, hukum dan institusi, yang semuanya itu tercakup dalam *good forestry governance*. Penyebab utama manajemen hutan yang buruk adalah tidak berjalannya kebijakan, hukum dan kelembagaan. Lembaga kehutanan yang lemah tidak bisa menegakkan hukum. Kelemahan dari *forest governance* cenderung mendasari masalah kehutanan seperti - pembersihan hutan primer, penghijauan yang tidak menghormati hak-hak dan kebutuhan masyarakat lokal, pengelolaan hutan yang mengabaikan keanekaragaman hayati dan sebagainya (Mayer *et al*, 2002).

Good forest governance mempunyai karakteristik: terbuka dan informatif, pembuatan kebijakan berdasarkan proses yang transparan; birokrasi dijiwai oleh etos kerja yang profesional, badan eksekutif pemerintah akuntabel atas apa yang dilakukannya, dan partisipasi yang kuat dari masyarakat sipil dalam berbagai keputusan-keputusan yang terkait dengan sektor ini (Muller and Johnson, 2009).

Menurut Mayer *et al* (2002), ada lima sistem dasar yang dapat memberikan kontribusi *good forest governance*, yaitu :

1. Informasi/*information* (akses, cakupan, kualitas, transparansi)
2. Mekanisme partisipatif/*participatory mechanisms* (representasi, kesempatan yang sama, akses)
3. Keuangan/*finances* (internalisasi eksternalitas, efisiensi biaya)
4. Keahlian/*skills* (keadilan dan efisiensi dalam membangun modal sosial dan SDM)
5. Perencanaan dan pengelolaan proses/*planning and process management* (penetapan prioritas, pengambilan keputusan, koordinasi dan akuntabilitas)

Deforestasi merupakan isu utama dari *forest governance* yang buruk, tanpa pemerintahan yang efektif, uang yang disalurkan melalui REDD+ dapat menyebabkan beberapa hasil buruk yang tidak diharapkan (WRI, 2010). *Good forest governance*

penting untuk REDD+ karena kualitas unit karbon yang disampaikan melalui *supply chain* (rantai nilai) akan dipengaruhi oleh kepercayaan pembeli pada kinerja masa yang akan datang. Penjualan kredit untuk pencegahan deforestasi memerlukan pengurangan risiko untuk menjamin kondisi yang tetap (*permanence*), tingkat kebocoran rendah (*low leakage*), dan kondisi lain yang kurang nyata dan perlu diambil berdasarkan kepercayaan (*trust*). Khususnya dalam tahap *preliminary* persiapan untuk REDD+, tindakan membangun kepercayaan melalui perbaikan *governance* menjadi penting untuk menarik dukungan politik dan keuangan. Perbaikan *governance* akan membantu untuk menjaga kepercayaan investor, menjaga nilai dan integritas pembayaran REDD+, dan memungkinkan untuk melakukan strategi REDD+ sebagaimana dimaksud untuk mengurangi deforestasi (IFCA, 2008).

Menurut IFCA (2008), *good forest governance* akan mendukung REDD+ dalam tiga cara, yaitu :

1. Mengurangi deforestasi melalui peningkatan efektivitas kebijakan dan kelembagaan pemerintah, termasuk agensi pengelola hutan dan penegakan hukum
2. Menciptakan insentif yang lebih baik untuk pengelolaan hutan dan menghapus insentif yang negatif yang mendorong deforestasi untuk keuntungan pribadi dengan mengorbankan kepentingan publik.
3. Menjaga pembayaran REDD+ dari korupsi dan *state capture*¹ dengan menjamin bahwa mekanisme pembayaran dan institusi finansial yang *capable, accountable* dan bebas dari pengaruh politik

5.3 Tantangan *Forest Governance* dalam Implementasi REDD+

Menurut Cifor (2009), sedikitnya ada empat tantangan dalam implementasi skema REDD+ di Indonesia, yaitu :

1. Teknologi penghitungan karbon, apakah pemerintah lokal dan masyarakat mempunyai kapabilitas untuk melakukan hal tersebut.
2. Pembayaran, bagaimana cara suatu negara dapat memperoleh pembayaran dan dalam bentuk apa pembayaran itu diberikan? Siapa yang nantinya akan menerima pembayaran untuk upaya melindungi kawasan hutan tertentu: pemerintah nasional, masyarakat lokal sekitar hutan atau perusahaan kayu?
3. Akuntabilitas, jika pembayaran REDD+ dilakukan, namun hutan tetap saja dirusak, apa yang akan terjadi? Akuntabilitas terkait dengan jaminan bahwa pembayaran karbon dapat mewujudkan perlindungan hutan berkelanjutan.
4. Pendanaan, apakah sebaiknya negara maju menyediakan dana untuk memberikan penghargaan bagi negara-negara yang dapat mengurangi emisinya dari deforestasi? Atau apakah sebaiknya pengurangan emisi ini dikaitkan dengan sistem perdagangan karbon yang berbasis pasar? Kita perlu mencari sistem pasar yang paling sesuai.

Menurut WRI (2010), banyak negara sepakat untuk mengatasi emisi dari deforestasi melalui mekanisme REDD+, tetapi dalam prakteknya pemerintah hanya memiliki kontrol terbatas atas banyak faktor pendorong deforestasi. Ada beberapa

¹⁾ State capture adalah tindakan individu atau kepentingan kelompok mempengaruhi formasi hukum, peraturan, undang-undang dan kebijakan pemerintah yang lain untuk keuntungan sendiri (IFCA 2008 dalam Ross (2001))

pertanyaan yang sulit untuk sepenuhnya dijawab dalam implementasi skema REDD+, yaitu :

1. Bagaimana memastikan bahwa REDD+ mengarah pada pengurangan emisi yang *real* dan *additional*, yang berarti pengurangan emisi tidak akan terjadi tanpa program REDD+
2. Bagaimana mengetahui bahwa mengurangi deforestasi di satu tempat tidak akan menyebabkan deforestasi meningkat di tempat lain? Inilah yang disebut kebocoran (*leakage*)
3. Bagaimana mengetahui bahwa REDD+ tidak akan hanya memperbaiki sementara, melainkan akan melindungi hutan secara permanen?
4. Bagaimana memastikan bahwa REDD+ tidak akan serta merta mempengaruhi hak dan kehidupan dari jutaan orang yang tinggal di dalam atau di sekitar hutan, terutama di negara-negara yang miskin aturan ?
5. Bagaimana mengukur, melaporkan dan memverifikasi pengurangan emisi dari hutan?

Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI) menyebutkan beberapa tantangan skema REDD+ yaitu : a) apakah REDD+ mampu melindungi hak-hak masyarakat kecil yang hidup di sekitar hutan, b)praktek korupsi, c) sistem monitoring dan pelaporan yang lemah dan d) ego sektoral. Lebih lanjut *Down to Earth* (2009) mengidentifikasi beberapa kekhawatiran implementasi skema REDD+ di Indonesia, yaitu :

1. Skema REDD+ bernuansa *top down*, sehingga memperkuat ketidaksetaraan dalam politik kehutanan.
2. Konservasi anti-masyarakat? Dana untuk perlindungan hutan dikhawatirkan dipakai untuk membeli peralatan bagi penjaga hutan dan mendukung pendekatan anti masyarakat untuk perlindungan hutan atau dilakukan dengan cara mengeluarkan orang-orang lokal dari hutan. Ada kekhawatiran menguatnya kontrol negara dan sektor swasta terhadap hutan.
3. Hak-hak, konflik dan persyaratan yang tidak adil: Di negara-negara yang gagal menghormati hak masyarakat adat atas hutan (seperti Indonesia), pengambilan keputusan tentang zonasi pencegahan deforestasi dan bagaimana pendapatan akan dibagi bisa meminggirkan atau menyingkirkan komunitas adat. Ada risiko tinggi bahwa hak-hak mereka terabaikan. Walaupun masyarakat mampu menegosiasikan manfaat langsung dari skema pencegahan deforestasi, tidak ada jaminan bahwa kondisi negosiasi akan setara. Skema-skema pencegahan deforestasi juga dapat menimbulkan konflik antar masyarakat yang terlibat dalam skema bagi-untung dengan mereka yang tidak terlibat.
4. Korupsi, dimana ada uang dalam jumlah besar selalu ada resiko terjadi korupsi. Ini bisa berarti bahwa hanya sedikit manfaat yang ditimbulkan.

Kendala lain yang dihadapi dalam implementasi REDD+ di Indonesia adalah :

1. Kejelasan kepastian hukum atas status kawasan hutan. Kawasan hutan di Indonesia sebagian besar bermasalah karena perambahan, keberadaan desa dalam kawasan hutan dan ketidakjelasan payung hukum tentang hutan adat yang ada dalam kawasan hutan. Tanpa kejelasan dan kepastian hukum kawasan hutan, mustahil skema REDD+ untuk mengurangi laju degradasi dan deforestasi dapat berjalan baik.

2. Kapabilitas Pemerintah Daerah dan masyarakat dalam penyiapan teknologi penghitungan karbon. Kurangnya pengetahuan dan minimnya sarana prasarana menjadi kendala dalam implementasi skema REDD+.
3. Distribusi Manfaat. Skema REDD+ diharapkan menjadi redistribusi manfaat sumberdaya hutan kepada masyarakat lokal secara adil. Hal ini sekaligus menjadi pemecahan masalah bagi sistem pengelolaan hutan yang kurang berpihak kepada masyarakat sekitar hutan. Distribusi manfaat yang kurang adil juga menjadi sumber berbagai konflik pengelolaan hutan.
4. Belum mantapnya kelembagaan REDD+ di tingkat nasional dan sub nasional. Selama ini sudah banyak kelembagaan yang terkait dengan perubahan iklim yang sudah terbentuk seperti IFCA (*Indonesia Forest Climate Alliance*), DNPI (Dewan Nasional Perubahan Iklim) dan di beberapa provinsi sudah membentuk Gugus Tugas dan Pokja Perubahan Iklim. Berbeda dengan IFCA yang merupakan forum komunikasi para pihak dalam membahas isu-isu REDD+ dengan yang melibatkan tiga pilar *governance* (pemerintah, sektor swasta dan masyarakat sipil), termasuk akademisi dan mitra internasional; DNPI (Dewan Nasional Perubahan Iklim) hanya beranggotakan unsur-unsur *government* dari kementerian terkait, sehingga kurang diterima oleh kalangan luas. Disamping itu kelembagaan dalam bentuk dewan, pokja, gugus tugas akan menemui kendala dalam :koordinasi, tidak bersifat mengikat / *voluntary*, tidak disertai dengan kewenangan yang mengunci. Artinya perlu pemikiran ulang kewenangan bentuk kelembagaan tersebut agar mempunyai kekuatan hukum untuk memberi sanksi dan rekomendasi kepada stakeholders.
5. Belum terjalinnya harmonisasi kebijakan antar sektor untuk pengurangan emisi.

5.4 **Good Governance** untuk Implementasi REDD+

Menurut Muller dan Johnson (2009), meningkatkan *good forest governance* di banyak negara, merupakan tugas besar, tetapi dapat dibuat lebih mudah dengan mengidentifikasi elemen kritis untuk keberhasilan implementasi REDD+. Hasil diskusi dalam lokakarya FAO/ITTO dibawah UNFCC mengidentifikasi beberapa elemen dan tindakan prioritas yang perlu disusun untuk keberhasilan REDD+, yaitu :

1. Kejelasan *land use, tenurial* dan akses. Hal ini dilakukan melalui : 1) percepatan proses reformasi lahan dan memperjelas hak terhadap lahan dan karbon; 2) melakukan perencanaan penggunaan lahan dan zonasi secara partisipatif; 3) membangun kapasitas untuk memberikan dukungan layanan untuk pengelolaan hutan lestari.
2. Meningkatkan kepatuhan dan penegakan hukum kehutanan. Langkah-langkah yang dapat ditempuh adalah : 1) meningkatkan kapabilitas untuk penegakan hukum kehutanan, monitoring degradasi hutan dan institusi pengamanan; 2) membangun kapasitas masyarakat dan LSM untuk memahami dan mengintepretasi hutan hubungannya dengan hukum dan penegakan provisinya; dan 3) memperkuat sistem peradilan untuk memastikan efektivitas dan independensinya.
3. Reformasi institusi kehutanan, pertanian, dan sektor lain melalui : 1) kejelasan peran dan tanggungjawab, membangun kapasitas dan penguatan institusi; 2) meningkatkan transparansi, kontrol terhadap korupsi dan mempromosikan pendekatan etik.

4. Membangun dan mengimplementasikan strategi REDD+. Hal yang dapat dilakukan adalah : 1) membangun rencana aksi yang ditujukan untuk mengatasi aspek sosial, politik dan ekonomi yang terkait dengan deforestasi dan degradasi hutan tingkat nasional, 2) mengorganisir konsultasi antar *stakeholder* pada level nasional; 3) Mendesain struktur keuangan yang transparan untuk implementasi strategi REDD+ yang memungkinkan untuk distribusi manfaat yang adil dan 4) menetapkan infrastruktur REDD+ untuk penghitungan karbon dan penangan kredit.
5. Menetapkan skenario referensi emisi dan sistem monitoring yang efektif, melalui : 1) melakukan penilaian level emisi sebelumnya dan emisi masa depan dan mengembangkan opsi-opsi untuk skenario referensi yang kredibel; dan 2) mengembangkan sistem monitoring emisi yang transparan, termasuk provisi untuk monitoring independen dan sertifikasi.
6. Meningkatkan kerangka kerja legislatif, melalui : 1) reformasi undang-undang untuk mendorong pengelolaan hutan lestari dan rekonsiliasi konflik hukum; 2) memperkuat peran sosial dan perlindungan lingkungan; 3) menghapus insentif keuangan yang mendorong konversi lahan hutan yang tidak diinginkan; dan 4) reformasi rezim pajak (misalnya untuk menghapus subsidi yang tidak benar/ insentif pajak).

5.5 Tata Kelola REDD+

Pertanyaannya sekarang adalah bagaimana mengimplementasikan *good governance* REDD+? Menurut Forsyth (2009), *governance* REDD+ memerlukan beberapa level *governance/multilevel governance* yang melibatkan beberapa aktor, sehingga dapat diterima semua *stakeholder* dengan kepentingan yang berbeda. *Multilevel* dan *multiactor governance* dapat meningkatkan partisipasi masyarakat lokal dan mengurangi konflik lembaga yang sering bersaing satu sama lain, sehingga REDD+ dapat tercapai secara efektif. *Multiactor* menyiratkan kolaborasi di antara pemangku kepentingan yang berbeda untuk mencapai tujuan kebijakan publik. *Multilevel governance* adalah implementasi kebijakan publik di berbagai ruang skala dan oleh pelaku yang memiliki pengaruh dan nilai-nilai berbeda. Kedua hal tersebut dianggap lebih inklusif, koheren dan partisipatif daripada pemerintahan yang bernuansa *top-down* melalui legislasi atau perundang-undang. Ada tiga komponen penting pada *multilevel* dan *multiactor governance* yaitu : aktor (*actors*), skala (*scales*) dan kepentingan (*interests*). Tipe *governance* untuk pendekatan *multilevel* dan *multiactor governance* adalah institusi bersarang (*nested institutions*)¹. Pendekatan ini menyusun aturan untuk pemanfaatan hutan yang memberikan insentif pada pengguna hutan untuk mengikuti rekomendasi untuk REDD+. Konsep 'institusi bersarang' divisualisasikan melalui seperangkat aturan lokal dan insentif disusun sesuai dengan aturan dan tujuan yang ditetapkan pada skala yang lebih luas (misalnya regional, nasional dan internasional). Sebagai contoh, kerangka untuk REDD+ diusulkan dalam pertemuan internasional memiliki tujuan yang jelas (untuk mengurangi deforestasi dan degradasi hutan), mekanisme yang disepakati (untuk memberikan insentif melalui kredit karbon) dan peraturan yang transparan

¹) Diambil dari Ostrom (1990, 2005) dalam Forsyth (2009)

(seperti pemantauan secara berkala, dan sanksi untuk kegagalan). Kerangka ini berlaku di semua skala. Idealnya, sistem REDD+ yang ditetapkan berlaku aturan yang sama untuk semua orang.

Pendapat Forsyth (2009) tersebut hanya melihat dari sisi institusi. *Governance*¹ REDD+ seharusnya juga terkait dengan kebijakan dan hukum. Kebijakan REDD+ terkait dengan kebijakan pemerintah untuk penanganan penyebab deforestasi dan degradasi hutan. Ada banyak kebijakan yang sudah dikeluarkan oleh pemerintah, tetapi efektivitas kebijakan tersebut sangat dipengaruhi oleh banyak faktor.

5.6 Tata Kelola Kawasan Hutan

Kawasan hutan khususnya di luar Pulau Jawa selama ini cenderung menjadi "open access resources" atau bersifat akses terbuka sehingga mudah dimanfaatkan oleh berbagai pihak karena belum terbentuknya *property right regime* (Kartodihardjo, 2006). Apa yang diklaim oleh pemerintah sebagai kawasan hutan milik negara secara hukum (legal) namun kenyataannya secara *de facto* banyak yang telah terokupasi maupun diklaim oleh masyarakat. Oleh karena itu salah satu kelemahan yang menonjol dari pengelolaan hutan di Indonesia adalah pengelolaan kawasan hutan baik dari sisi kepemilikan (*property right, tenurial*) maupun pengelolaannya. Jika dilihat lebih mendalam hal ini menyangkut aspek kebijakan, kelembagaan kehutanan dan teknis penataan kawasan.

KPH diyakini bisa menjadi lembaga di tingkat tapak yang akan melaksanakan pengelolaan hutan secara lestari dan efisien, tetapi perjalanan untuk membentuk KPH ternyata menemui jalan yang terjal dan berliku², sehingga sampai saat ini *progress* pembentukan KPH³ belum seperti yang diharapkan.

Dukungan KPH menjadi faktor penting dalam implementasi skema REDD+. Terbentuknya KPH diharapkan akan ada kejelasan lembaga pengelolaan di lapangan yang akan mengkoordinasikan pengelolaan hutan yang ada di wilayahnya. Menurut Kartodihardjo (2007), terbentuknya KPH akan membagi habis seluruh kawasan hutan di Indonesia. KPH juga dianggap sebagai strategi pelaksanaan tata hutan nasional yang selama ini menggantung akibat keterbatasan kapasitas untuk menanganinya. Dalam kaitan ini KPH juga dianggap sebagai solusi atas semakin meluasnya hutan negara yang secara *de facto* menjadi *open access* (akses terbuka). Ini berarti KPH dapat menjadi wujud kelembagaan yang menjadi ajang mobilisasi sumberdaya kehutanan di lapangan sehingga dapat menahan dinamika perubahan tata ruang di daerah. KPH menjadi syarat keharusan untuk menjalankan seluruh jenis kegiatan di tingkat unit pengelolaan hutan di lapangan.

Dari pemikiran tersebut maka dapat dikatakan bahwa implementasi REDD+ melalui pengurangan deforestasi dan degradasi hutan juga memerlukan KPH agar bisa

¹) Woodhouse (1997) dalam Mayer *et al* (2002) menyatakan bahwa *governance* dipandu oleh kebijakan, ditegakkan oleh hukum dan dilaksanakan melalui institusi.

²) Permasalahan pembentukan KPH adalah : belum sinkronnya aturan perundang-undangan pengelolaan hutan di era desentralisasi, kesiapan daerah, perbedaan pandangan dan kepentingan pusat dan daerah, rendahnya komitmen swasta dan masyarakat, belum seluruh kawasan KPH ditata batas serta lemahnya koordinasi dan kooperasi antar stakeholder

³) Progres pembentukan KPH per 30 April 2010 adalah : Rancang bangun = 24 unit, rancangan penetapan = 451 unit, arahan pencadangan = 415 unit, pembentukan/usulan penetapan = 382 unit dan penetapan 383 unit (Ditjen Planologi, 2010)

berjalan dengan baik. Disamping itu kita masih memerlukan dukungan kebijakan dan penegakan hukum yang tegas sebagai kunci sukses implementasi REDD+ di Indonesia.

Kelemahan tata kelola kawasan bukan tidak disadari oleh pemerintah pusat pada masa lalu, dewasa ini dalam kebijakan prioritas Departemen Kehutanan selama Kabinet Indonesia Bersatu I dan II selama dua periode (2004 – 2014) pemantapan kawasan hutan menjadi salah satu kebijakan prioritas. Kelemahan tata kelola kawasan ini menjadi salah satu penyebab utama tidak dapat dikendalikannya pembalakan liar, penyerobotan lahan, kegagalan pelaksanaan rehabilitasi hutan, lemahnya pelaksanaan perlindungan dan konservasi hutan.

Dari sisi implementasi REDD+ kelemahan ini akan meningkatkan resiko kebocoran (*leakage*) yang tidak dikehendaki oleh investor atau pihak donor serta kurang optimalnya distribusi manfaat REDD+ kepada *stakeholders* yang berhak.

Dalam memperbaiki penataan kawasan hutan, pemerintah (DepHut) melaksanakan pembangunan KPH di hutan produksi, lindung dan konservasi (KPHP, KPHL dan KPHK). Kebijakan ini merupakan implementasi pada UU No. 41 Tentang Kehutanan Thn 1999, Peraturan Pemerintah No. 44 Tahun 2004 Tentang Perencanaan Kehutanan dan PP No.6 Tahun 2007 Tentang Perencanaan Hutan. Konsep KPH di Hutan Poduksi dewasa ini sedikit berbeda dengan KPHP yang berkembang pada tahun 1990an dimana pada saat itu kelestarian produksi kayu menjadi tujuan utama dalam penentuan suatu unit manajemen KPHP. Dalam pembangunan KPH saat ini pengelolaan kawasan khususnya untuk mempertahankan keutuhan kawasan menjadi tujuan utama disamping mencari peluang usaha untuk berbagai produk hasil hutan dan jasa hutan sesuai dengan fungsi hutan.

Pembangunan KPH masih memerlukan waktu yang panjang mengingat berbagai permasalahan yang dihadapi sebagaimana yang telah disinggung pada bagian sebelumnya. Selain di Hutan Produksi, pembangunan KPH pada Hutan Lindung dan Hutan Konservasi tidak kalah pentingnya karena menghadapi ancaman yang besar mengingat pada kawasan ini masih terkandung potensi kayu yang cukup besar dan hasil hutan lainnya. Disamping produk hasil hutan pada kawasan, ini banyak pula ditemukan potensi tambang dan panas bumi. Dengan demikian kawasan hutan ini menghadapi ancaman yang paling tinggi terhadap pencurian dan perambahan atau alih fungsi.

Tantangan utama yang perlu diatasi dalam pembangunan KPH ke depan terkait dengan REDD+ adalah:

1. Kelembagaan (organisasi dan tata hubungan)
2. Masalah akses terbuka
3. Pendanaan

5.6.1 Kelembagaan

Tantangan jangka pendek dalam pembangunan KPH adalah pembentukan organisasi serta status kewenangan dan tata hubungan pemerintah pusat, provinsi dan kabupaten untuk masing-masing KPH yang meliputi bentuk badan hukum, struktur organisasi, serta rencana manajemen kedepan, SDM dan pembangunan infrastruktur yang diperlukan. Tata hubungan KPH dengan pemegang ijin pemanfaatan memerlukan perhatian dari pihak berwenang. Hal ini menyangkut sampai seberapa jauh kewenangan diberikan kepada pimpinan KPH sehingga mampu memegang kendali pengelolaan di

wilayahnya. Permasalahan yang semakin kompleks dengan dinamika sosial ekonomi di lapangan mengharuskan pimpinan KPH memiliki kewenangan yang cukup untuk mengambil keputusan dengan memperhatikan rambu-rambu yang ada berdasarkan visi, misi, dan rencana strategis yang ditetapkan. Ketergantungan pimpinan KPH pada instansi di atasnya akan menyebabkan berbagai permasalahan yang timbul tidak teratasi sehingga menjadi beban menunggu pemecahan di tingkat atas.

5.6.2 Akses Terbuka

Permasalahan akses terbuka yang disinggung pada bagian sebelumnya merupakan tantangan berikutnya yang perlu diselesaikan. Struktur kelembagaan hutan negara yang baik adalah yang mampu mendefinisikan dengan jelas hak atas sumberdaya hutan negara, terutama menyangkut hak untuk mengakses dan mengelola sumberdaya hutan. Struktur kelembagaan di hutan negara sudah seharusnya mampu mendefinisikan dengan baik hak masyarakat atas sumberdaya hutan negara dan mampu mengalokasikan hak-hak tersebut seluas-luasnya pada para pemangku kepentingan (Nurfatriani dkk.). Salah satu permasalahan yang menonjol dalam pembentukan KPH seperti kasus di Rinjani Barat, Kabupaten Lombok Tengah adalah permasalahan sosial ekonomi dan tata batas dengan masyarakat setempat (Suryandari dkk., 2008). Pembentukan KPH tidak akan berjalan dengan baik jika masalah kepemilikan atau pemanfaatan lahan di dalam kawasan KPH tidak diselesaikan atau diakomodir dengan melibatkan para pihak (termasuk masyarakat adat) yang telah memanfaatkan lahan selama bertahun-tahun ataupun mengajukan klaim kepemilikan lahan. Pimpinan KPH yang terbentuk perlu memasukkan masalah pemanfaatan dan kepemilikan tersebut sebagai suatu prioritas dan merupakan bahan bagi penyusunan rencana strategis KPH.

5.6.3 Pendanaan

Pendanaan untuk kegiatan operasional KPH merupakan tantangan yang dihadapi pada saat KPH membangun infrastruktur operasionalnya serta dalam implementasi rencana manajemennya. Sumber pendanaan KPH terutama berasal dari APBN, APBD, sumber sendiri (swadaya), dan hibah. Bagi KPH yang berstatus UPTD propinsi atau kabupaten, pendanaan diharapkan dari sumber APBD. Dengan berjalannya desentralisasi yang berakibat pada berkurangnya dana Pemerintah Pusat maka sumber APBN semakin mengecil. Pengalokasian dana dari APBD memerlukan komitmen yang tinggi dari pimpinan daerah, DPRD dan lembaga keuangan terkait. Di berbagai daerah alokasi dana APBD harus berkompetisi dengan program daerah lainnya. Oleh karena itu komitmen daerah harus mengarah pada suatu kesepakatan bahwa pembangunan KPH merupakan program prioritas daerah. Kondisi ini paradoks dengan UU No. 32 Tahun 2004 Tentang Pemerintahan Daerah dan Peraturan Pemerintah No. 38 Tahun 2007 Pasal 7 Ayat (4) yang menetapkan kehutanan merupakan urusan pilihan. Timbul pertanyaan apakah pendanaan dari REDD+ akan mampu memenuhi kebutuhan pendanaan KPH? Jika hal tersebut tidak mencukupi maka perlu dilakukan langkah terobosan untuk mencari sumber-sumber pendanaan yang lebih menjanjikan. Pembiayaan KPH secara mandiri masih belum dapat dilakukan dalam jangka pendek. Berbeda dengan konsep KPHP yang lalu dimana unit KPH merupakan penggabungan HPH yang aktif sehingga salah satu tujuannya adalah produksi kayu yang lestari yang selama ini menjadi sumber

utama pendanaan perusahaan kehutanan. Pendekatan yang mungkin dilakukan kedepan adalah dengan berorientasi pada *multiple-products based management* dengan prioritas produk-produk tertentu sebagai unggulan. Menurut Darusman dan Bahrni (2010) pemanfaatan hasil hutan bukan kayu (HHBK), *wildlife*, ekoturisme plus REDD+ mampu memberikan prospek finansial yang cukup baik. Pendekatan ini lebih realistis dalam kondisi hutan saat ini dibandingkan dengan mengandalkan pada produksi kayu.

5.7 Penutup

Dalam hubungannya dengan REDD+, pembentukan KPH merupakan tahapan yang perlu untuk menyelesaikan masalah:

1. Kebocoran (*leakage*) dengan melalui pengelolaan kawasan yang lebih akuntabel
2. Distribusi manfaat atau pembayaran REDD+ khususnya pada tingkat lokal yaitu dalam pembentukan lembaga tingkat lokal dalam distribusi manfaat dan akuntabilitasnya

Jika penegakan tata kelola hutan yang baik merupakan suatu proses yang panjang maka seyogyanya proses tersebut bermuara pada pengelolaan KPH yang baik dan mampu memberikan manfaat ganda bagi para pihak dan kelestarian hutannya.

Daftar Pustaka

- Abdullatif AM.2003. *Good Governace and Its Relationship to Democracy and Economic Development*. Global Forum III on Fighting Corruption and Safeguarding Intergrity. Seoul 20-31 May 2003. <http://www.ibcperu.org/doc/isis/8593.pdf>. [diakses 23 Agustus 2010]
- Agere, S. 2001. *Promoting Good Governance. Principles, Practices and Perspectives*. Inggris. Management and Training Sevices Division Commonwealth Secretariat.
- BAPPENAS. 2007. Penerapan Tata Pemerintahan yang Baik. Sekretariat Tim Pengembangan Kebijakan Nasional Tata Kepemerintahan Yang Baik. Jakarta.
- Cifor .2009. REDD Apakah itu ? Pedoman CIFOR tentang Hutan, Perubahan Iklim dan REDD. Cifor. Bogor.
- Darusman, D. Dan Bahrni.2010.Peluang Pemanfaatan Aneka Hasil Hutan Dari Usaha Restorasi Ekosistem Hutan Produksi. Paparan pada Seminar Restorasi Ekosistem di Hutan Alam Produksi di Indonesia. Jakarta, 27 Juli 2010. Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan IPB.Bogor.
- Departemen Kehutanan. 2008. Perhitungan Deforestasi Indonesia Tahun 2008. Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.
- Down to Earth*. 2009. Keadilan Iklim dan Penghidupan yang Berkelanjutan. KIPPY Print Solution.
- FAO. 2005. Forest Resources Assessment 2005 Update 2005. Term and Definition. FRA Programe. Rome.
- Forsyth T. 2009. *Multilevel, Multiactor Governance in REDD+. Participation, Integration and Coordination*. In Angelsen A (editor). Realising REDD+. National Strategy and Policy Option. CIFOR. Bogor.

- Effendi, S. 2005. Membangun Governance Tugas Kita Bersama. <http://sofian.staff.ugm.ac.id/artikel/membangun-good-governance.pdf>. [diakses 31 Agustus 2010].
- Hoessein, B. 2000. Otonomi Daerah dalam Negara Kesatuan Sebagai Tanggapan terhadap Aspirasi Kemajemukan Masyarakat dan Tantangan Globalisasi, Manajemen Usahawan. Jakarta. UI Press
- IFCA (*Indonesian Forest Climate Alliance*). 2008. *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Indonesia*. IFCA Consolidation Report. Forestry Research and Development Agency. Ministry of Forestry of The Republic of Indonesia. Indonesia.
- Kartodihardjo, H. 2006. KPH dalam Politik Pembaruan Kebijakan. <http://www.rimbawan.com/april-06/KHP%20DALAM%20POLITIK%20PEMBUATAN%20KEBIJAKAN.pdf>. [diakses tanggal 31 Agustus 2010].
- Kartodihardjo, H. 2006. *Ekonomi dan Institusi Pengelolaan Hutan*. Penerbit IDEALS. Bogor.
- Muller E and Johnson S. 2009. *Forest Governance and Climate Change Mitigation*. ITTO and FAO. www.fao.org/forestry/19488-1-0.pdf. [diakses 21 Agustus 2010]
- Mayer J, Bass S, Macqueen D. 2002. *The Pyramid. A Diagnostic and Planning Tools for Good Forest Governance*. The World Bank and WWF. <http://www.ibcperu.org/doc/isis/8593.pdf>. [diakses 23 Agustus 2010].
- Muhammad I. 2000. *Akuntabilitas Kinerja Instansi Pemerintah & Good Governance*, Lembaga Administrasi Negara. Jakarta.
- Nurfatriani, F., M.Z. Muttaqien, Sylviani I. Perbaikan Tata Kelola, Kebijakan Dan Pengaturan Kelembagaan Untuk Mengurangi Emisi Dari Deforestasi Dan Degradasi. Makalah disampaikan dalam Ekspose Hasil-Hasil Penelitian Puslit Sosek dan Kebijakan Kehutanan. Bogor, 30 September 2010. Bogor.
- Parker *et al.* 2009. *Buku REDD+ Mini. Sebuah Panduan Proposal Pemerintah dan Lembaga Non Pemerintah untuk Mengurangi Emisi dari Deforestasi dan Degradasi. Global Canopy Programme*. Oxford. UK.
- Sumarto HS. 2003. *Inovasi, Partisipasi dan Good Governance: 20 Prakarsa Inovatif dan Partisipatif di Indonesia*. Jakarta. Yayasan Obor Indonesia.
- Suryandari, E.S., Hendro P., Sylviani I. 2008. *Analisis Rancangan Dan Implementasi Kesatuan Pengelolaan Hutan. Laporan Hasil Penelitian*. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan. Bogor.
- Undang Undang No. 32 Tahun 2004 Tentang Pemerintah Daerah dalam buku "Undang Undang Otonomi Daerah". 2004. Penerbit: Fokusmedia. Bandung.
- WRI (2010). *Forest, Climate Change and Challenge of REDD*. <http://www.wri.org/stories/2010/03/forests-climate-change-and-challenge-redd>. [diakses 26 Agustus 2010].

