

Pengukuran Karbon di Kawasan Hutan Produksi melalui IHMB

Solichin, MSc (Merang REDD Pilot Project – GTZ)

Ir. Bambang Riyanto. MSc (Direktorat Jenderal Bina Program, Kementerian Kehutanan)

Pendahuluan

Indonesia memiliki kawasan hutan seluas 108 juta hektar, dimana lebih dari 50% nya merupakan kawasan hutan produksi yang dikelola untuk tujuan produksi hasil hutan melalui Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) dan pembayaran jasa lingkungan melalui Izin Usaha Pemanfaatan Jasa Lingkungan (IUP-JL). Karena itu selain menjadi tulang punggung bagi pemasukan penting bagi Negara, kawasan hutan produksi yang luas tersebut juga menjadi kawasan penting yang menentukan apakah target penurunan emisi nasional sebesar 26% dimana lebih dari sebesar 50% dari sektor kehutanan dapat berhasil atau tidak.

Jika sistem pengelolaan hutan yang selama ini ada di Indonesia, terlepas dari diterapkannya sistem Pengelolaan Hutan Lestari (PHL) dengan baik atau tidak, diasumsikan sebagai sebuah skenario *Business as Usual* (BAU). Maka, adanya upaya dan komitmen tambahan dari sektor kehutanan dengan menerapkan sistem pengelolaan hutan lestari secara benar dan menyeluruh (*Improved Forest Management-IFM*), dapat dianggap sebagai *additionality* di sektor kehutanan di dalam pengurangan emisi karbon dari deforestasi dan degradasi hutan alam, .

Di dalam Bali Road Map, pengelolaan lestari dari hutan (*Sustainable Management of Forest-SMF*) merupakan salah satu mekanisme pengurangan emisi karbon yang termasuk di dalam upaya Pengurangan Emisi dari Deforestasi dan Degradasi Plus (*Reducing Emissions from Deforestation and Degradation Plus -REDD+*). Karena itu para pengelola IUP di kawasan hutan produksi juga berperan besar di dalam upaya mitigasi perubahan iklim dengan terlibat aktif di dalam upaya penurunan emisi karbon melalui SMF.

Agar program tersebut diakui dan sesuai dengan standard internasional dan kebutuhan pasar karbon, diperlukan sistem pemantauan dan perhitungan karbon yang *measurable, reportable and verifiable* (MRV). Dengan demikian segala hal terkait dengan *additionality, leakage* dan *permanence* dapat dipertanggungjawabkan untuk mendapatkan kompensasi finansial yang lebih baik.

Makalah ini akan menekankan bagaimana sistem penilaian tegakan hutan yang telah ada, dan yang menjadi kewajiban pemegang hak, dapat diintegrasikan ke dalam sistem penghitungan karbon di kawasan IUPHHK. Sehingga, penerapan penghitungan karbon menjadi lebih efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu.

***Additionality* dalam PHL**

Di dalam setiap proyek REDD, pihak pengembang perlu memastikan bahwa terdapat unsur *additionality* pada project yang diajukan. Jika unsur ini tidak dapat diklarifikasi secara benar, maka kemungkinan gagal akan sangat besar. Karena itu penting sekali untuk sebelumnya memahami konsep *additionality* (tentunya juga konsep *leakeage* dan *permanence*) dalam proyek mitigasi perubahan iklim.

Improved Forest Management (IFM) atau *Sustainable Management of Forest* (SMF) merupakan terminologi yang banyak digunakan di dalam proyek mitigasi perubahan iklim. Pada dasarnya, kedua terminologi tersebut diusulkan dan digunakan karena adanya konsep *additionality* dibandingkan dengan sistem pengelolaan hutan yang ada saat ini.

Berdasarkan metode AFOLU dari VCS (2010), terdapat 5 kategori program IFM, yaitu: (1) Perubahan dari sistem penebangan konvensional menjadi pembalakan berdampak rendah (Reduced Impact Logging-RIL), (2) RIL + penurunan jatah tebang tahunan > 25%, (3) Perubahan dari hutan produksi menjadi hutan konservasi (Restorasi), (4) Perpanjangan daur tebang, dan (5) Peningkatan produktifitas.

Identifikasi Sumber Karbon Penting

Sumber karbon (*carbon pool*) penting harus disesuaikan berdasarkan pola penggunaan sumberdaya alam dan *additionality* yang ingin dicapai. Pola pemanfaatan sumberdaya alam tertentu akan berdampak pada sumber karbon tertentu. Pola pemanfaatan sumberdaya hutan memiliki potensi pengurangan sumber karbon yang berbeda dengan pola pemanfaatan sumber daya lahan lainnya. Karena itu identifikasi sumber karbon yang penting untuk diukur perlu disesuaikan dengan pola penggunaan lahan dan tipe program pengurangan emisi karbon. Pemanfaatan hasil hutan berpengaruh besar terhadap cadangan karbon yang berasal dari Biomasa Atas Permukaan (BAP), dimana pohon tebang merupakan bagian terbesar dari cadangan karbon dari BAP.

Berbeda dengan sistem pengukuran karbon, sistem penilaian tegakan hutan biasanya hanya mengukur satu dari 5 sumber karbon yang ada, yaitu BAP. Itu pun hanya sebagian saja, mengingat tujuan utama inventarisasi hutan adalah penilaian tegakan komersil pada tinggi bebas cabang. Untuk itu, semua pohon termasuk non komersil, semua diameter dan tanpa memperhatikan tingkat kerusakan juga perlu diukur.

Vegetasi lain, seperti tumbuhan bawah, liana, palem dan herba juga merupakan bagian dari BAP. Dalam sistem pengukuran karbon untuk pola pemanfaatan hutan lestari, vegetasi lain ini cenderung juga cukup penting untuk diukur, mengingat kerusakan juga terjadi pada tumbuhan bawah, herba dan palem, baik pada saat penebangan maupun penyaradan.

Namun demikian, mengingat potensi karbon yang rendah dibandingkan pohon, tumbuhan bawah cenderung diabaikan (Pambudhi, 2010).

Tabel 1. Definisi sumber karbon berdasarkan IPCC guideline (2006)

Sumber		Penjelasan	Prioritas dalam IFM
Biomasa	Atas Tanah	Semua biomasa dari vegetasi hidup di atas tanah, termasuk batang, tunggul, cabang, kulit, daun serta buah. Baik dalam bentuk pohon, semak maupun tumbuhan herbal. Ket: tumbuhan bawah di lantai hutan yang relatif sedikit, dapat dikeluarkan dari metode penghitungan	***
	Bawah Tanah	Semua biomasa dari akar yang masih hidup. Akar yang halus dengan diameter kurang dari 2 mm seringkali dikeluarkan dari penghitungan, karena sulit dibedakan dengan bahan organik mati tanah dan serasah.	*
Bahan Organik Mati	Kayu mati	Semua biomasa kayu mati, baik yang masih tegak, rebah maupun di dalam tanah. Diameter lebih besar dari 10 cm	***
	Serasah	Semua biomasa mati dengan ukuran > 2 mm dan diameter kurang dari sama dengan 10 cm, rebah dalam berbagai tingkat dekomposisi.	*
Tanah	Bahan Organik Tanah	Semua bahan organik tanah dalam kedalaman tertentu (30 cm untuk tanah mineral). Termasuk akar dan serasah halus dengan diameter kurang dari 2mm, karena sulit dibedakan.	*/***

Biomasa bawah permukaan merupakan sumber karbon yang berasal dari biomasa akar yang masih hidup. Kegiatan pemanenan hasil hutan alam di tanah mineral biasanya tidak terlalu memiliki dampak besar terhadap karbon yang berasal dari akar, kecuali menyebabkan perpindahan (*removal*) ke sumber karbon lain yaitu bahan organik mati. Bahkan di hutan rawa gambut, sumber karbon yang berasal dari akar mati, akan tetap tersimpan di bawah permukaan dan tidak terdekomposisi selama dalam kondisi anaerob.

Sumber karbon lain yang cukup besar di hutan produksi adalah bahan organik mati (*dead organic matter*) termasuk di dalamnya serasah dan nekromasa. Walaupun dengan penerapan pembalakan berdampak rendah (RIL), nekromasa di hutan bekas tebangan di kawasan IUPHH tetap lebih besar 50% dari pada di hutan primer (Palace, *et al.* 2006). Dekomposisi dari nekromasa yang cukup besar tersebut juga menghasilkan emisi karbon. Karena itu nekromasa di hutan produksi merupakan salah satu sumber karbon yang penting untuk diukur. Terlebih jika areal tersebut juga memiliki tingkat kerawanan terhadap bahaya kebakaran, yang menjadikan nekromasa menjadi sumber bahan bakar dan berpotensi sebagai sumber emisi. Dalam hal ini, sebuah project pengelolaan hutan lestari juga memiliki fungsi pengurangan emisi dari kebakaran.

Dalam pola pengelolaan hutan lestari yang melakukan *soft-landing*, atau penurunan jatah tebang tahunan, produk kayu yang dihasilkan juga merupakan sumber karbon yang penting

untuk diukur. Biasanya data tersebut dapat diperoleh secara langsung, mengingat sistem administrasi atau tata usaha kayu sudah berjalan cukup baik.

Bahan organik tanah juga merupakan salah satu sumber karbon yang ada di hutan. Kecuali di tanah gambut, cadangan karbon yang tersimpan dalam bahan organik tanah, biasanya tidak terlalu besar. Selain itu, kegiatan pengelolaan hutan juga berdampak relatif rendah terhadap sumber karbon tersebut, karena terbatas hanya pada kegiatan penyaradan dan pembuatan jalan. Pada hutan rawa gambut, hal ini menjadi berbeda. Kegiatan penggalian kanal baik untuk aksesibilitas dan pengelolaan air, berpengaruh besar terhadap pengeringan lahan dan dekomposisi gambut. Karena itu, bahan organik tanah gambut menjadi salah satu sumber karbon penting.

Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala

Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala (IHMB) merupakan salah satu perangkat monitoring sumberdaya hutan untuk mengetahui potensi tegakan di seluruh kawasan hutan. IHMB wajib dilaksanakan oleh pengelola KPHP atau pemegang IUPHHK setiap 5 tahun sekali. Karena itu, IHMB merupakan perangkat monitoring yang juga penting yang juga dapat digunakan sebagai perangkat pemantauan karbon hutan yang dilaksanakan oleh IUPHHK atau KPHP.

Stratifikasi

Stratifikasi tutupan lahan dimaksudkan untuk meningkatkan ketelitian dan juga mengurangi biaya inventarisasi, dengan cara menggabungkan populasi-populasi contoh yang memiliki potensi yang relative homogen. Selain itu, data stratifikasi tutupan lahan diperlukan untuk penghitungan cadangan karbon dan emisi karbon di tingkat lansekap.

Stratifikasi dapat dilakukan dengan melakukan analisa data penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG). Stratifikasi untuk penghitungan karbon sebaiknya diprioritaskan berdasarkan informasi: (1) Tipe vegetasi atau tutupan lahan, (2) tingkat kerusakan, (3) jenis tanah, (4) sistem pengelolaan dan (5) iklim. Namun pada tingkat IUPHHK, cukup menggunakan informasi tutupan lahan dan tingkat kerusakannya. Jika memungkinkan atau terdapat perbedaan yang mempengaruhi potensi karbon, faktor edafis (misal gambut dan mineral) juga dapat diintegrasikan ke dalam proses stratifikasi.

Di dalam pedoman IHMB, stratifikasi merupakan langkah awal yang harus dilaksanakan sebelum melakukan perencanaan survey. Namun, selanjutnya tidak dijelaskan bagaimana data stratifikasi tersebut digunakan. Tujuan stratifikasi untuk pengurangan jumlah plot dan biaya inventarisasi tidak dijelaskan di dalam pedoman IHMB. Hal ini dikarenakan mekanisme penghitungan plot dilakukan tanpa mempertimbangkan data hasil stratifikasi. Bagi IUPHHK yang telah melaksanakan IHMB, pasca stratifikasi dapat dilakukan berdasarkan data hasil

survey. Informasi tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung potensi karbon di keseluruhan wilayah IUPHHK.

Tehnik Penarikan Contoh

IHMB menggunakan desain ***systematic plot sampling with random start***, atau dengan kata lain penyebaran plot ukur dilakukan secara sistematis pada seluruh areal dengan titik awal dipilih secara acak. Hal yang paling penting dalam penyebaran plot ukur adalah, menjamin adanya keterwakilan yang tinggi dari populasi yang ada. Karena itu baik penentuan plot secara sistematis maupun acak, pada dasarnya sama baiknya tergantung kondisi di lapangan dan sumber daya yang ada, misal ketersediaan GPS dan personil yang mampu mengoperasikannya di lapangan jika menggunakan sistem penentuan plot secara acak. Penggunaan GPS pun dapat mengurangi kesalahan penentuan lokasi plot di lapangan dibandingkan menggunakan kompas dan meteran yang dapat memiliki kesalahan kumulatif yang tinggi, jika menggunakan sedikit titik ikat.

Penentuan Jumlah Plot

Jumlah plot dihitung berdasarkan perkiraan tingkat keragaman antar plot, yaitu berkisar antara 65 % – 75%. Sebagai acuan, ditetapkan koefisien variasi (CV) dibedakan berdasarkan regionalitas. Wilayah Sumatra dan Kalimantan digunakan CV sebesar 65% sedangkan wilayah Sulawesi dan Papua menggunakan CV sebesar 75%. Untuk tahap awal, acuan ini dapat digunakan oleh pemegang IUPHHK untuk mendisain rencana survey.

IUPHHK yang telah melaksanakan IHMB di lapangan dapat melakukan penghitungan tingkat keragaman antar plot berdasarkan hasil di lapangan. Sehingga penentuan plot ukur IHMB selanjutnya dapat mengacu pada tingkat keragaman berdasarkan pengukuran IHMB sebelumnya. Pambudhi (2010), melakukan analisa dari hasil IHMB pada 5 IUPHHK di Kalimantan Timur, dan diperoleh koefisien keragaman sebesar 50%. Hal yang sama perlu dilakukan untuk wilayah-wilayah lain di Indonesia, sehingga tingkat keakurasian dan efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan dapat ditingkatkan pada IHMB berikutnya.

Data yang Diukur

IHMB menerapkan *combined* plots atau plot gabungan untuk mengukur potensi tegakan dari berbagai kelas diameter. Metode ini dapat meningkatkan efisiensi pekerjaan di lapangan. Semua pohon, baik komersil dan non komersil dicatat nama jenisnya dan diukur DBH nya. Untuk pengukuran biomasa atas permukaan pada sistem PHL, data tersebut cukup untuk dianalisa.

Mengingat bahan organik mati, khususnya kayu dan pohon mati, merupakan sumber karbon penting dalam pola IFM, maka sebaiknya juga diukur dalam plot IHMB. IUPHHK yang berada di lahan gambut, juga perlu mengukur volume gambut dan potensi karbon yang ada.

Penghitungan Karbon dari data IHMB

Penghitungan potensi biomasa pohon dapat menggunakan beberapa persamaan yang telah dikembangkan dan dipublikasikan untuk wilayah di Kalimantan Timur:

$BP = 0,2902 (D)^{2,313}$ berdasarkan penelitian di Labanan, Kaltim untuk jenis campuran (Samalca, 2007)

$\ln(BP) = c + \alpha \ln (DBH)$ berdasarkan penelitian di Berau Kaltim, untuk beberapa kelompok jenis dipterocarpaceae. Nilai c dan α adalah nilai konstanta yang berbeda-beda tergantung kelompok jenisnya (Basuki et al, 2009)

$BP = 0,118 D^{2,53}$ hutan tropis lembab di seluruh dunia dengan CH antara 1500-4000 mm per tahun (Brown, 1997)

$BP = \rho * \exp (-1,239 + 1.980 \ln (D) + 0.207 (\ln (D))^2 - 0.0281 (\ln(D))^3)$ untuk hutan basah berdasarkan data hasil penelitian hutan tropis di seluruh dunia (Chave, 2005).

Ket: BP= Biomasa Pohon (kg per pohon)

ρ = Berat jenis pohon (g/cc)

D = Diameter setinggi dada (cm)

Semua potensi biomas pohon dari semua subplot dihitung lalu dirata-rata per hektar. Total potensi masing-masing subplot dalam plot yang sama ditambahkan menjadi rata-rata potensi per hektar. Selanjutnya, berdasarkan hasil stratifikasi yang dilakukan sebelumnya, tentukan stratum dari tiap-tiap plot. Plot-plot yang memiliki stratum yang sama dijumlahkan dan dirata-ratakan. Sehingga diperoleh nilai rata-rata dari potensi biomasa masing-masing stratum. Masing-masing nilai tersebut dimasukkan ke dalam kolom no 4 pada table rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 1. Contoh hasil rekapitulasi potensi biomasa pada tiap stratum

No (1)	Stratum (2)	Luas Stratum (Ha) (3)	Potensi Biomasa Stratum (ton/ha) (4)	Total Biomasa (Ton) (5)
1	Hutan Primer	21.000	210	4.410.000
2	Hutan bekas tebangan	53.200	150	7.980.000

....
	Total Biomasa	96.000		14.560.000
	Total Karbon			6.843.200

Total cadangan biomasa diperoleh dari penjumlahan semua total biomasa pada semua stratum. Untuk mendapatkan total cadangan karbon, total biomasa dikalikan dengan fraksi karbon dalam biomas sebesar 0,47 (IPCC, 2006).

Penutup

Pada dasarnya, IUPHHK yang telah melakukan IHMB secara benar sesuai dengan pedoman, sudah dapat menghitung perkiraan cadangan karbon yang tersedia di wilayah kerja mereka berdasarkan data hasil IHMB tersebut. Namun demikian, untuk mendapatkan keakuratan dan ketelitian yang lebih baik, beberapa tambahan prosedur berikut sebaiknya dilakukan.

1. Pengembangan persamaan biomasa atau karbon untuk jenis-jenis dominan di wilayah kerja IUPHHK.
2. Pengembangan Biomass Expansion Factor (BEF) untuk mengkonversi volume bebas cabang menjadi volume biomasa pohon total.
3. Pengukuran sumber karbon penting yang tidak diukur dengan IHMB, seperti kayu dan pohon mati serta produk kayu yang dipanen.
4. Stratifikasi menggunakan citra satelit yang diakuisisi tidak lama sebelum atau setelah IHMB dilaksanakan.

Inventarisasi hutan, biasanya memerlukan biaya yang tidak murah. Untuk itu, disarankan agar dalam sebuah inventarisasi hutan, ditambahkan beberapa tujuan lain terkait dengan pengumpulan informasi yang berguna lainnya. Dalam IHMB, selain data potensi kayu komersil, juga diamati tingkat porositas tanah mineral. Selain itu beberapa inventarisasi hutan juga bertujuan untuk pemantauan satwa liar, bekas kebakaran atau penebangan liar. Agar memungkinkan bagi IUPHHK untuk mendapatkan tujuan lain, khususnya penghitungan karbon, berikut ini beberapa usulan penyesuaian pedoman IHMB:

1. Pemanfaatan data hasil stratifikasi untuk penghitungan jumlah plot. Stratifikasi harus menggunakan data citra satelit terbaru dengan resolusi minimal 30 meter dan proses tersebut didokumentasikan dengan baik. Dengan demikian, jumlah total plot dapat berkurang dan diharapkan pelaksanaan di lapangan menjadi lebih efisien.
2. Bagi IUPHHK yang telah melaksanakan IHMB, koefisien variasi (CV) yang digunakan untuk penghitungan jumlah plot didasari atas hasil analisa data IHMB sebelumnya.

3. Kayu dan pohon mati perlu diukur dalam plot, mengingat ini merupakan sumber karbon penting di dalam pola IFM.
4. Untuk IUPHHK yang berada di lahan gambut, survey kedalaman dan karakteristik lahan gambut perlu dilaksanakan dalam plot IHMB.
5. Menyusun daftar persamaan-persamaan karbon yang telah tersedia dan dikembangkan di Indonesia, sehingga dapat digunakan oleh IUPHHK di wilayah atau ekosistem yang terdekat.

Referensi

- 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.
- Dephut. 2007. Pedoman Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala pada Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu di Hutan Produksi. Lampiran Permenhut no 34/2007. Departemen Kehutanan Republik Indonesia
- 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.
- Palace, M., M. Keller, G. P. Asner, J. N. M. Silva dan C. Passos. 2007. Necromass in undisturbed and logged forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*. Vol 238.
- Pambudhi, F. 2010. Metode Pengukuran Cadangan Karbon di Hutan Produksi. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.
- Samalca, I.K. 2007. Estimation of Forest Biomass and its Error, A case in Kalimantan, Indonesia. International Institute for Geo-information Science and Earth Observation. Netherland