

Merang REDD Pilot Project South Sumatera

www.gtz.de Indonesia



Panduan Inventarisasi Karbon di Ekosistem Hutan Rawa Gambut

Studi Kasus di Hutan Rawa Gambut Merang, Sumatera Selatan

Solichin

Palembang, Oktober 2009

Panduan Inventarisasi dan Penghitungan Karbon di Ekosistem Hutan Rawa Gambut

Studi Kasus di Hutan Rawa Gambut Merang, Sumatera Selatan

Solichin

Palembang, Oktober 2009

Merang REDD Pilot Project



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

Contents

Daftar Gambar	iii
I. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	1
1.3. Cakupan Panduan	2
II. Disain Inventarisasi Karbon Hutan	3
2.1. Identifikasi Sumber Karbon Penting	3
2.2. Desain Metode Inventarisasi	4
2.2.1. Metode Sampling	5
2.2.2. Bentuk Plot.....	6
2.2.3. Ukuran Plot	6
2.2.4. Jumlah Plot.....	7
2.3. Parameter yang Diukur	9
2.3.1. Biomasa	9
2.3.2. Bahan Organik Mati	10
III. Metode Survey Karbon Gambut	12
3.1. Desain Survey Karbon Tanah	12
3.2. Pengukuran Kedalaman Gambut	12
3.3. Pemantauan Karakteristik Gambut.....	12
IV. Persiapan dan Pelaksanaan Inventarisasi	14
4.1. Persiapan Survey	14
4.1.1. Komposisi regu.....	14
4.1.1. Alat yang diperlukan	14
4.1.2. Penyiapan Logistik.....	15
4.1.3. Rencana Akses Regu.....	15
4.1.4. Pelatihan Regu	15
4.2. Pelaksanaan di Lapangan	15
4.2.1. Mencari Titik Awal Plot	15
4.2.2. Membuat Plot dan Mengukur Biomasa	15
4.2.3. Pengambilan contoh batang mati.....	17
4.2.4. Konsistensi di dalam Pengukuran di Lapangan	17
V. Pendugaan Kandungan Karbon.....	19

5.1. Model Pendugaan Biomasa	19
5.1.1. Persamaan Alometrik Pohon	19
5.1.2. Penyusunan Persamaan Alometrik Lokal.....	20
5.1.3. Persamaan Alometrik Biomasa Akar	20
VI. Penutup.....	22
Daftar Pustaka.....	23

Daftar Gambar

Gambar 1. Pola penentuan lokasi plot berdasarkan stratified systematic (A) dan stratified random (B).....	5
Gambar 2. Perbandingan luas plot dan kisaran DBH dari beberapa metode survey	7
Gambar 3. Beberapa kaidah di dalam penetapan lokasi pengukuran DBH pohon.	10
Gambar 4. Kategori tingkat keutuhan pohon mati. A: 90% biomasa tersisa, B; 80% biomasa tersisa dan C: 70% biomasa tersisa.	11
Gambar 5. Plot pengukuran karbon.....	16
Gambar 6. Kaidah penetapan pohon “masuk” dan pohon “keluar”.	18

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Hutan rawa gambut Merang berada di kawasan hutan produksi Lalan Kecamatan Bayung Lencir Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Dengan luas sekitar 150 ribu hektar, kawasan ini merupakan satu-satunya hutan gambut alami yang masih tersisa di Sumatera Selatan. Kawasan ini sebelumnya menjadi konsesi beberapa perusahaan pengusahaan hutan (HPH) dengan sistem tebang pilih. Sehingga sebagian besar merupakan kawasan hutan bekas tebang. Sejak tahun 2000, hampir semua perusahaan HPH tidak beroperasi lagi di kawasan ini. Hal ini menyebabkan kegiatan penebangan liar mulai marak dilakukan oleh masyarakat setempat dan juga pendatang, karena tidak adanya upaya pengamanan hutan yang sebelumnya dilakukan oleh pihak perusahaan. Ditambah lagi, dengan adanya kebijakan pemerintah terkait dengan pengembangan hutan tanaman industri secara besar-besaran, menyebabkan kawasan hutan alam gambut ini terancam rusak dan tergantikan.

Pada tahun 2008, pihak gtz-Jerman mengajukan usulan untuk menjaga kelestarian hutan rawa gambut Merang yang tersisa melalui program *Reducing Emissions from Deforestation and Degradation* (REDD) kepada pihak Kementerian Lingkungan Hidup Jerman. Pemerintah kabupaten menyetujui dan memberikan rekomendasi areal seluas **24 ribu hektar** di kawasan hutan Merang untuk dikelola mengikuti mekanisme REDD. Hampir setengah dari areal ini telah terdegradasi akibat penebangan liar dan kebakaran, sementara setengah lainnya masih berada dalam kondisi hutan sekunder yang masih alami.

Salah satu persyaratan di dalam mengikuti mekanisme perdagangan karbon, adalah dengan menghitung potensi karbon yang kemungkinan diselamatkan dengan adanya program REDD tersebut. Untuk itu perhitungan cadangan karbon dan potensi emisi dengan scenario tanpa dan dengan proyek, perlu dilakukan secara sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan. Untuk penghitungan cadangan karbon, perlu dilakukan inventarisasi yang mengukur potensi karbon dari berbagai sumber karbon (*carbon pool*) yang ada di hutan. Selain itu perlu juga dilakukan monitoring secara berkala dengan melakukan pengukuran pada petak ukur permanen. Kombinasi dengan pendekatan penginderaan jauh dapat membantu memudahkan proses pendugaan dan pemantauan karbon.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari kegiatan inventarisasi karbon adalah untuk menduga potensi karbon, khususnya biomasa atas-permukaan, bahan organik mati dan tanah organik, di berbagai tipe tutupan lahan di hutan rawa gambut.

Manfaat dari kegiatan ini adalah selain diperolehnya informasi mengenai cadangan karbon di hutan rawa gambut, juga diperoleh pengalaman di dalam penerapan metode di

lapangan. Yang diharapkan dapat dikembangkan dan digunakan dalam cakupan yang lebih luas lagi.

1.3. Cakupan Panduan

Panduan ini mencakup prosedur dan metode yang dilakukan oleh MRPP-GTZ di dalam pengukuran karbon hutan melalui inventarisasi terrestrial serta di dalam penghitungan cadangan karbon di hutan rawa gambut merang.

II. Disain Inventarisasi Karbon Hutan

Penghitungan karbon untuk proyek penyerapan karbon di sektor perubahan penggunaan lahan dan kehutanan (*Land Use Change and Forestry*) maupun proyek penghindaran emisi karbon, memerlukan prosedur yang benar dan diakui secara ilmiah agar memiliki keakurasian dan presisi yang cukup baik. Metode yang digunakan biasanya dikembangkan berdasarkan metode survey potensi hutan atau analisa vegetasi yang telah lama dikembangkan oleh praktisi kehutanan. Namun beberapa pengembangan dan penyesuaian perlu dilakukan mengingat parameter yang diukur lebih banyak. Sehingga konsekuensinya adalah biaya dan waktu pelaksanaan akan menjadi lebih besar.

Upaya pendugaan karbon untuk keperluan perdagangan karbon menggunakan mekanisme REDD, perlu diterapkan dengan tingkat keakurasian dan ketepatan yang sebaik-baiknya, namun juga perlu mempertimbangkan kompensasi biaya yang ditimbulkan. Untuk itu juga disarankan agar inventarisasi karbon tersebut dapat dilakukan untuk mendapatkan informasi tambahan lainnya secara parallel, seperti keberadaan satwa atau penebangan liar di hutan, sehingga dana yang digunakan menjadi lebih efektif (MacDicken, 1997).

2.1. Identifikasi Sumber Karbon Penting

Sumber karbon (Carbon Pool) dikelompokkan menjadi 3 kategori utama, yaitu biomasa hidup, bahan organik mati dan karbon tanah IPCC (2006). Biomasa hidup dipilah menjadi 2 bagian yaitu Biomasa Atas Permukaan (BAP) dan Biomasa Bawah Permukaan (BBP). Sedangkan bahan organik mati dikelompokkan menjadi 2 yaitu: kayu mati dan serasah.

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

Sumber		Penjelasan
Biomasa	Atas Permukaan	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.

Untuk penghitungan karbon bagi proyek penghindaran deforestasi, biomasa atas-permukaan merupakan sumber karbon (*carbon pool*) penting yang harus diukur. Tingginya laju perubahan kandungan karbon juga menjadi kriteria penting di dalam menentukan

sumber karbon yang harus diukur. Kayu mati dan serasah di hutan rawa gambut yang mudah terbakar, juga memiliki potensi menyumbang emisi yang besar.

Tabel 2. Sumber karbon yang penting untuk diukur, berdasarkan tipe project (Ravindranath, 2008).

Tipe Project	Sumber Karbon				
	Biomasa Atas	Biomasa Bawah	Serasah	Kayu Mati	Tanah
Penghindaran Deforestasi	***	***	***	***	***
Aforestasi dan Reforestasi	***	**	*	*	***
Lahan Bioenergi	***	***	*	-	***
Pengelolaan Hutan Lestari	***	*	*	*	*
Hutan Kemasyarakatan	***	-	-	-	**
Agroforestry	***	*	-	-	*

Ket: * : penting. Semakin banyak bintang semakin penting; - : tidak penting

Di hutan yang terdegradasi, baik akibat penebangan dan kebakaran, masih cukup banyak dijumpai pohon mati atau batang pohon yang rebah. Sekitar 80% dari total bahan organik mati yang ada di hutan bekas terbakar merupakan pohon mati atau batang rebah. Karena itu, bahan organik mati, khususnya batang dan pohon merupakan sumber karbon penting yang perlu diperhitungkan di hutan terdegradasi yang rawan kebakaran.

Pengukuran biomasa bawah permukaan (BBP) atau akar, biasanya sangat sulit serta memakan waktu dan biaya yang besar. Di lahan gambut, akar dari pohon yang ditebang tetap terawat oleh kondisi anaerob dan tidak terdekomposisi. Karena itu perubahan biomasa akar di hutan gambut cenderung tidak besar dan dapat menggunakan rumus alometrik untuk pendugaannya.

2.2.Desain Metode Inventarisasi

Desain inventarisasi dilakukan untuk mengalokasikan plot-plot pengukuran sehingga dapat meningkatkan keakuratan dan keakuratan data. Selain itu, desain inventarisasi yang baik

juga mempertimbangkan aspek-aspek teknis pelaksanaan di lapangan, sehingga memudahkan regu di dalam pelaksanaannya serta tidak menghabiskan biaya yang lebih besar.

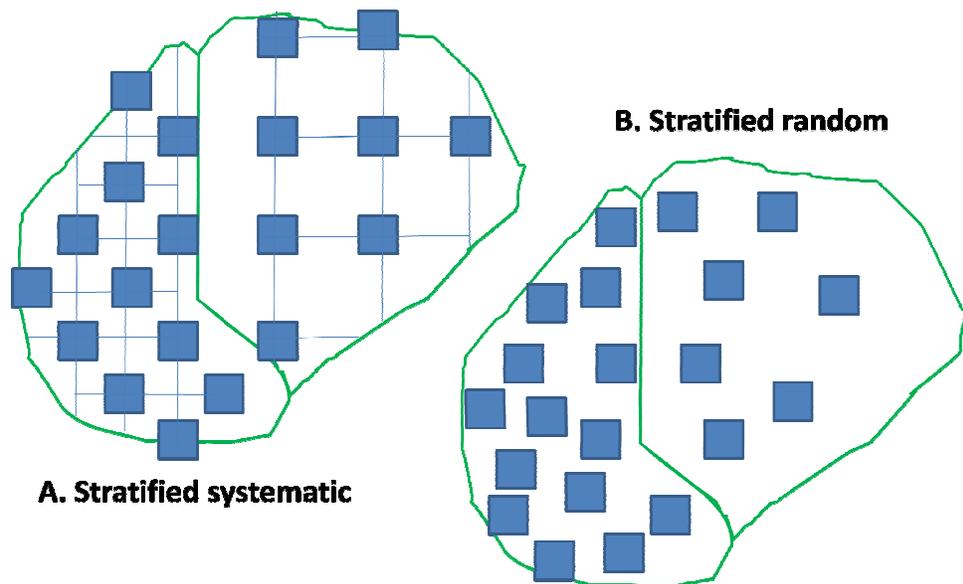
2.2.1. Metode Sampling

Beberapa metode sampling yang umum digunakan antara lain:

1. *Selective sampling*
2. *Simple random sampling*
3. *Stratified systematic sampling*
4. *Stratified random sampling*

Penerapan stratifikasi awal menggunakan data penginderaan jauh dapat meningkatkan keakurasian dan efektifitas biaya (GOFC-GOLD, 2009). Dua metode terakhir (*stratified random sampling* dan *stratified systematic sampling*) karenanya sangat disarankan untuk digunakan di dalam pengukuran jumlah karbon di hutan tropis Indonesia yang memiliki variasi kandungan karbon yang sangat tinggi.

Stratifikasi menjadi sangat efektif digunakan karena berpengaruh terhadap peningkatan homogenitas di dalam masing-masing strata. Sistem ini juga mengurangi terjadinya kemungkinan perbedaan antar plot yang tinggi. Tujuan utama di dalam penetapan stratifikasi adalah membedakan tegakan berdasarkan perbedaan volume biomasa dan kandungan karbonnya, sehingga dapat meningkatkan ketelitian dengan jumlah plot yang lebih sedikit. Untuk itu tipe dan kerapatan vegetasi serta kedalaman gambut menjadi kriteria penting di dalam stratifikasi di lahan gambut. Citra satelit resolusi sedang seperti Landsat atau SPOT dapat digunakan untuk membuat stratifikasi dari tipe dan kerapatan vegetasinya.



Gambar 1. Pola penentuan lokasi plot berdasarkan stratified systematic (A) dan stratified random (B)

Keuntungan penentuan plot secara sistematis adalah memudahkan regu di lapangan di dalam pencarian plot. Namun tehnik penentuan plot secara acak (*random*) dapat

menghindari adanya kecenderungan akibat kondisi tertentu. Seperti di hutan rawa gambut bekas tebang yang secara historis telah dieksploitasi mengikuti jalur kanal atau jalur lori (semacam lokomotif kecil). Untuk pemantauan karbon hutan, secara umum metode *stratified random sampling* dapat menghasilkan pendugaan yang lebih teliti dibandingkan metode lain (MacDicken, 1997).

2.2.2. Bentuk Plot

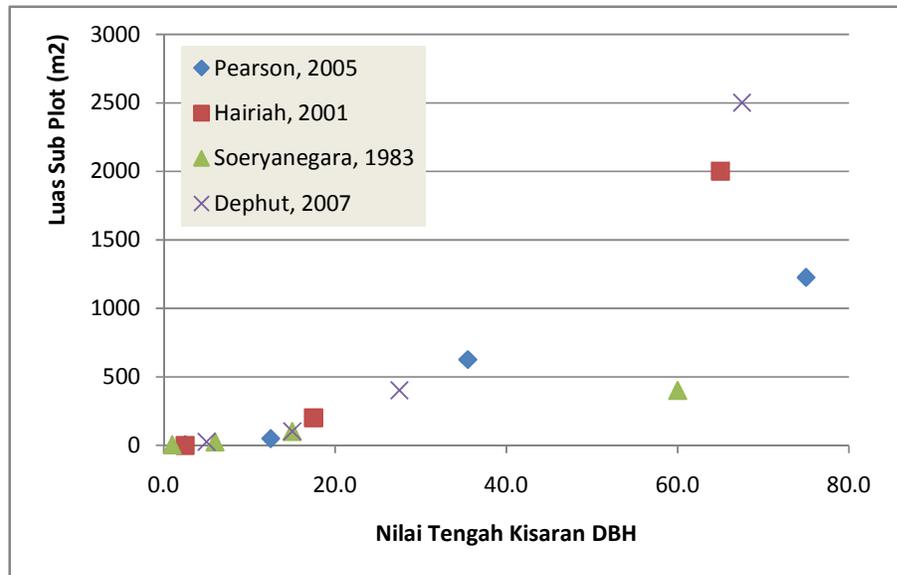
Plot bujur sangkar atau persegi panjang merupakan bentuk plot yang relatif sering digunakan di dalam analisa vegetasi hutan di Indonesia (Soeryanegara, 1983; Hinrichs, et al, 1999; Hairiah, 2001; Dephut, 2007). Hal ini karena kemudahannya di dalam memastikan pohon-pohon yang masuk dibandingkan dengan plot lingkaran. Namun plot berbentuk lingkaran juga banyak digunakan karena memiliki tingkat keterwakilan yang tinggi dibanding plot persegi dengan luas yang sama. Hanya saja biasanya pengukuran di lapangan relatif sulit atau memerlukan alat khusus untuk plot lingkaran yang lebih luas .

Plot yang terdiri dari beberapa sub-plot (*combined plots* atau *nested plots*) juga lebih sering digunakan di hutan alam tropis daripada *single plot*. *Combined plot* sangat sesuai untuk digunakan pada hutan dengan stratum tajuk yang bervariasi. Sedangkan *single plot* biasa digunakan di hutan tanaman yang memiliki kelas umur yang relatif homogen.

2.2.3. 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.

Penghitungan khusus tentang luas plot yang diperlukan bagi sebuah proyek perdagangan karbon, mungkin dapat dilakukan. Namun hal ini akan menambah kerumitan dan tambahan pekerjaan. Pearson et al (2005) menyarankan untuk menggunakan plot-plot dengan ukuran seperti pada Table 2a, yang cukup mempertimbangkan antara ketelitian dan kesulitan di lapangan, sehingga dapat diterapkan pada proyek karbon manapun.



Gambar 2. Perbandingan luas plot dan kisaran DBH dari beberapa metode survey

Analisa perbandingan yang dilakukan terhadap 4 metode survey plot yang biasa digunakan baik untuk pemantauan karbon, vegetasi maupun potensi tegakan, menunjukkan bahwa metode survey yang digunakan oleh Departemen Kehutanan untuk Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala (IHMB) memiliki keterwakilan yang cukup tinggi dengan luas sub-plot terbesar 0,25 ha (Gambar 1). Bentuk sub-plot persegi panjang juga dapat mengurangi tingkat kesulitan di lapangan karena regu dapat berjalan pada jalur yang berada tepat di tengah plot (Hinrichs et al, 1998).

Namun demikian, bentuk plot yang digunakan dalam kegiatan IHMB, utamanya ditujukan untuk mengetahui potensi pohon jenis komersil. Untuk pengukuran tingkat semai, semak dan serasah tidak dilakukan. Karena itu, kami memodifikasi bentuk plot yang sesuai untuk kegiatan pemantauan karbon (Gambar 2).

2.2.4. Jumlah Plot

Penentuan jumlah plot sebaiknya didasari atas penghitungan statistik yang memenuhi kaidah-kaidah dan persyaratan di dalam 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 Buchar, 1994):

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

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.

Plot Quantity - Aboveground Carbon						
Enter values into the green cells. Use the "Tab" or "Enter" key to jump to the next green cell.						
REQUIRED ERROR AND CONFIDENCE LEVEL						
e - level of error (%)	10.0%					
Error level (decimal)	0.1					
Z(1-a) - Confidence level	95.0%					
Sample statistic Z(1-a)	1.96					
Total project area size	23456		hectares			
SIZE AND VARIANCE OF EACH STRATA						
Stratum	Stratum Name	Area (ha)	Mean C/ha (tonnes)	Standard Deviation (tonnes C/ha)	Plot size (ha)	Cost C ₁ if no cost, put C ₁ = 1
stratum 1	Dense second. forest	3217	200	40	0.25	1
stratum 2	medium forest	5195	120	30	0.25	1
stratum 3	open forest	2292	100	30	0.25	1
stratum 4	regrowth pioneer	1328	70	30	0.25	1
stratum 5	grassland	1305	10	10	0.25	1
stratum 6	burnt/openland	3498	10	10	0.25	1
stratum 7	recently logged	2619	40	30	0.25	1
stratum 8	shrubs	1241	60	30	0.25	1
stratum 9	forest regrowth	2761	80	20	0.25	1
stratum 10						1

Allowable entries are 99, 95 or 90 percent.

Results - Aboveground Carbon - Number of plots to be used							
		Sourcebook for LULUCF Projects		AR-AM0001, AM0005, AM0006		AR-AM0003, AM0004, AM0007	
Stratum	Stratum Name	Plot Quantity	Rounded Plot Quantity	Plot Quantity	Rounded Plot Quantity	Plot Quantity	Rounded Plot Quantity
Total Sample Size		34.68	40	34.68	40	34.68	40
stratum 1	Dense second. forest	7.29	9	7.29	9	7.29	9
stratum 2	medium forest	8.83	11	8.83	11	8.83	11
stratum 3	open forest	3.90	5	3.90	5	3.90	5
stratum 4	regrowth pioneer	2.26	3	2.26	3	2.26	3
stratum 5	grassland	0.74	1	0.74	1	0.74	1
stratum 6	burnt/openland	1.98	3	1.98	3	1.98	3
stratum 7	recently logged	4.45	6	4.45	6	4.45	6
stratum 8	shrubs	2.11	3	2.11	3	2.11	3
stratum 9	forest regrowth	3.13	4	3.13	4	3.13	4
stratum 10							
TOTAL NUMBER OF PLOTS			45		45		45



Copyright 2006 ©
 Please do not alter excel file without permission from Winrock International.
www.winrock.org
CarbonServices@winrock.org

2.3. Parameter yang Diukur

2.3.1. Biomasa

Pohon

Bentuk hidup (*life form*) pohon mulai tingkat pancang, tiang, pohon kecil dan pohon besar, dicatat jenis dan diameter setinggi dada (DBH-Diameter at Breast Height). Di sektor kehutanan, pengukuran DBH diterapkan pada ketinggian tetap yaitu 1,3 m atau untuk pohon yang tidak normal, pengukuran dilakukan pada tempat yang ditentukan (Gambar 3). Data yang dikumpulkan untuk adalah:

1. **No Pohon** : nomor urut pengukuran pohon
2. **Nama Pohon** : nama lokal pohon (sesuaikan dengan daftar nama lokal)
3. **Diameter** : diameter pohon setinggi dada (DBH) dalam centimeter (cm).
4. **Keterangan** : diisi semua informasi terkait dengan kondisi pohon, misal: mati, berbanir 2 meter atau memiliki akar nafas setinggi 70 cm.

Semai

Untuk **semai pohon** dengan tinggi kurang dari atau sama dengan 1,5 m, dicatat pula **nama lokal** dan **jumlahnya**.

Semak dan Herba

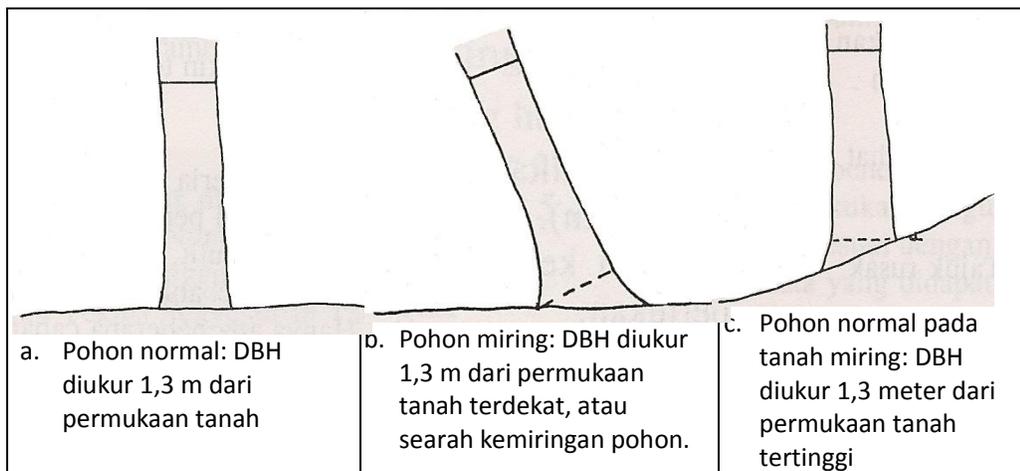
Perkirakan **persen kerapatan** vegetasi, **tinggi rata-rata** serta **vegetasi dominan**.

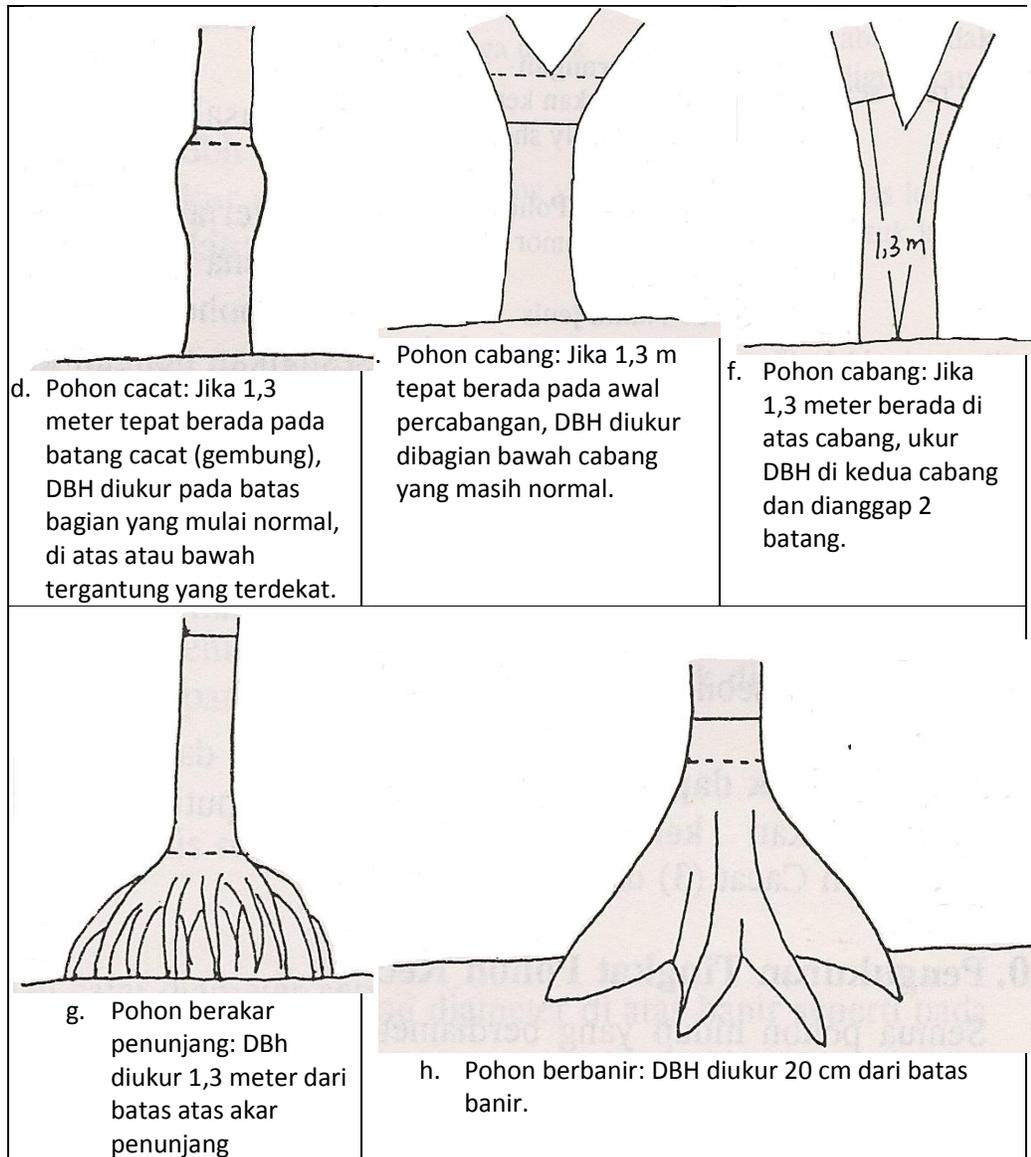
Palem

Semua jenis palem yang memiliki diameter dalam kisaran batas diameter plot, dicatat **nama**, **DBH** dan ukur **tinggi bebas cabang** dan **tinggi total**.

Liana dan Rotan

Semua liana dan rotan yang masuk dalam plot B, dicatat **nama**, **diameter** dan perkiraan **panjang**.



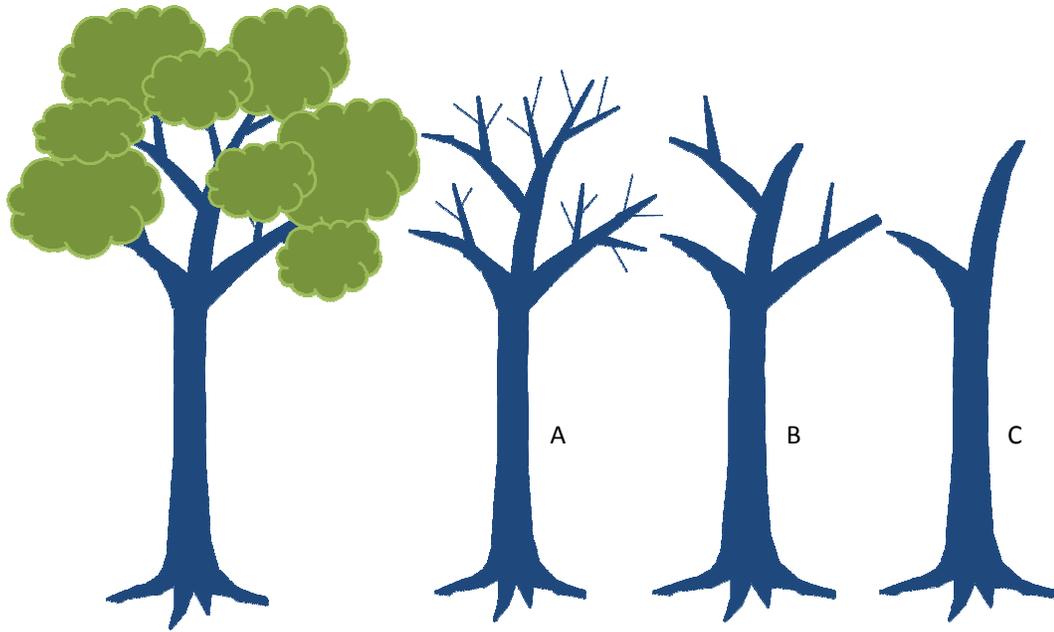


Gambar 3. Beberapa kaidah di dalam penetapan lokasi pengukuran DBH pohon.

2.3.2. Bahan Organik Mati

Pohon mati

Pohon mati adalah semua pohon yang telah menunjukkan berhentinya proses asimilasi, yang ditandai dengan matinya jaringan-jaringan sel pada kulit dan batang, dan pohon tersebut masih berdiri tegak. Semua pohon mati yang diameternya masuk dalam plot ukur, tentukan sebelumnya **tingkat keutuhannya**. Jika tingkat keutuhan **A**, maka cukup diukur **DBH** dan **nama lokal** jika mungkin. Untuk tingkat keutuhan **B** dan **C** diukur **diameter pangkal** dan **diameter bebas cabang**.



Gambar 4. Kategori tingkat keutuhan pohon mati. A: 90% biomasa tersisa, B; 80% biomasa tersisa dan C: 70% biomasa tersisa.

Batang rebah

Batang rebah adalah semua pohon mati atau bagiannya yang sudah rebah dengan diameter lebih dari 10 cm. Semua batang rebah yang masuk dalam plot, dicatat **diameter pangkal; diameter ujung; diameter growong, panjang total; tingkat pelapukan** dan jika memungkinkan **nama lokal**. Jika hanya sebagian yang masuk dalam plot, maka ukur dan catat bagian yang masuk plot saja. Tingkat pelapukan dikategorikan menjadi 3 kelas yaitu, bagus, sedang dan lapuk yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. **Bagus**: kulit masih melekat sempurna pada batang kayu, kayu masih cukup sulit untuk dipotong dengan parang. Pelapukan kayu hanya terjadi kurang dari 10 %.
2. **Sedang**: kulit sebagian lepas dan lapuk. Pelapukan terjadi antara 10 – 50 %
3. **Lapuk**: kulit sebagian besar atau seluruhnya telah lapuk. Pelapukan terjadi lebih dari 50%.

Gunakan gergaji kecil untuk melihat dan merasakan persentase pelapukan yang terjadi.

Serasah

Serasah adalah semua biomasa mati dengan ukuran > 2 mm dan diameter kurang dari sama dengan 10 cm, rebah dalam berbagai tingkat dekomposisi. Semua serasah yang masuk dalam plot A dicatat **ketebalannya** (ketinggian dari tanah) lalu ditimbang untuk mendapatkan **berat total**. Ambil sebagian serasah untuk sampel kira-kira 200 gram. Simpan dalam plastik untuk dikirim ke laboratorium untuk pengujian kadar air dan karbon.

III. Metode Survey Karbon Gambut

Lahan gambut menyimpan karbon dalam bentuk tanah organik yang sangat besar. Dalam kondisi terdegradasi, lahan gambut menjadi areal dengan tingkat kerawanan kebakaran yang sangat tinggi (Solichin, 2007). Selain itu pembukaan kanal di lahan gambut juga dapat meningkatkan emisi karbon akibat adanya pelapukan (Uryu, Y. et al. 2008). Karena itu karbon tanah di lahan gambut juga merupakan salah satu sumber karbon yang penting untuk diukur dan dimonitor.

3.1. Desain Survey Karbon Tanah

Kawasan hutan merang merupakan hutan rawa gambut yang memiliki ketebalan gambut antara 0,5 m hingga lebih dari 5,5 m. Peta kedalaman gambut di kawasan merang pernah dibuat berdasarkan ekstrapolasi dari data pengeboran gambut yang ada (Mott, 2006). Namun, diperlukan data pengeboran gambut tambahan khususnya di wilayah blok MRPP. Lokasi plot pengeboran akan dilakukan di lokasi yang sama dengan plot survey karbon hutan. Selain itu juga dilakukan pengeboran di beberapa titik sepanjang jalan menuju plot. Dengan demikian, diharapkan memiliki penyebaran yang lebih merata dibandingkan dengan menggunakan metode pengeboran dalam jalur.

3.2. Pengukuran Kedalaman Gambut

Untuk mengukur kedalaman gambut diperlukan bor gambut yang dapat mencapai batas terdalam gambut. Karena itu diperlukan referensi kedalaman gambut berdasarkan hasil penelitian dan survey gambut sebelumnya.

Pengeboran dilakukan di titik yang telah direncanakan untuk dibor. Pengeboran dilakukan secara bertahap, sesuai dengan panjang besi penyambung (*extension rod*) yang biasanya sepanjang 1 m. Setiap penambahan kedalaman 1 meter, bor dicabut untuk mengetahui keberadaan tanah lempung atau liat. Jika belum mencapai tanah, tambahkan lagi besi penyambung, hingga mencapai batas tanah. Catat batas kedalaman gambut. Gunakan meteran untuk mengukur panjang ujung bor yang ditutupi tanah. Panjang tersebut digunakan untuk mengurangi panjang total bor gambut dan besi penyambung yang digunakan, sehingga diperoleh nilai **kedalaman gambut**. Selain itu pengukuran **kedalaman permukaan air tanah** juga dapat dilakukan dengan mengukur jarak antara batas besi penyambung yang terkena air dengan bagian paling atas bor.

3.3. Pemantauan Karakteristik Gambut

Karakteristik gambut, khususnya tingkat kematangan gambut dapat diketahui secara fisik di lapangan. Gambut yang lebih matang, biasanya memiliki tingkat kerapatan karbon yang lebih tinggi. Penetapan tingkat kematangan gambut di lapangan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

- Ambil segenggam gambut yang akan diketahui tingkat kematangannya.
- Peras dengan tangan secara perlahan hingga gambut sulit diperas lagi.

- Perhatikan gambut yang tersisa untuk menentukan tingkat kematangan menggunakan kriteria sebagai berikut:
 1. **Saprik** (matang): gambut yang tersisa kurang dari 1/3 jumlah gambut semula
 2. **Hemik** (Setengah matang): gambut yang tersisa antara 1/3 hingga 2/3 dari gumpalan gambut semula
 3. **Fibrik** (mentah): gambut yang tersisa lebih dari 2/3 gumpalan gambut sebelumnya

Selain itu, penentuan karakteristik gambut juga dapat dilakukan di laboratorium. Bahkan kita dapat mengetahui lebih rinci karakteristik baik kimia maupun fisiknya, termasuk kandungan karbon dan *bulk density*. Namun untuk keperluan itu diperlukan *peat sampler*, atau bor gambut type Eijkelkamp yang memiliki kemampuan untuk mengambil sampel contoh pada kedalaman tertentu dengan volume tertentu.

IV. Persiapan dan Pelaksanaan Inventarisasi

4.1. Persiapan Survey

4.1.1. Komposisi regu

Dalam satu regu inventarisasi karbon, terdapat dua sub-regu yang bertugas untuk pengukuran biomasa atas permukaan dan pengukuran kedalaman gambut.

Komposisi untuk sub regu biomasa, meliputi:

1. Ketua regu: bertanggung jawab terhadap pelaksanaan inventarisasi secara keseluruhan, serta bertugas mencatat dan mengisi tally sheet. Ketua regu juga bertanggung jawab di dalam pencarian plot dengan GPS serta mengarahkan anggota perintis menuju plot.
2. Perintis: sebanyak 2 orang, membuat rintisan menuju titik awal plot, serta membuat plot ukur dan membantu pengukuran.
3. Pengenal Jenis: sebanyak 1 orang melakukan identifikasi jenis pohon dan tumbuhan lain serta membantu pengukuran dan pemasangan pita riap.
4. Pengukur: sebanyak 1 orang, melakukan pengukuran dan penimbangan biomasa dan memasang pita riap.
5. Tukang masak: sebanyak 1 orang, menyiapkan makanan dan minuman anggota regu.

Sedangkan sub-regu gambut terdiri dari:

1. Ketua regu bertugas untuk mencari titik pengeboran dengan GPS dan membantu pengeboran.
2. Asisten bor: bertugas membawa alat bor dan melakukan pengeboran.

4.1.1. Alat yang diperlukan

Alat Survey

1. GPS
2. Kompas
3. Phi Band
4. Timbangan 10 kg
5. Parang
6. Tally sheet
7. Clinometer

Alat Petak Ukur Permanen

1. Pita riap
2. Pegas kecil
3. Cat
4. Plastik nomor pohon.
5. Spidol permanen
6. Gunting

7. Pembolong pita

Alat Pengukuran Gambut

1. GPS 1 buah untuk pencarian titik awal.
2. Parang 1 buah untuk merintis
3. Bor gambut (perkirakan tingkat kedalaman paling dalam berdasarkan literatur atau penelitian sebelumnya. Pastikan panjang besi penyambung yang dibawa cukup panjang untuk mencapai lapisan tanah pada bagian terdalam).
4. Meteran (1 meter)
5. Tally sheet untuk mencatat data hasil pengukuran

4.1.2. Penyiapan Logistik

Logistik akan disuplai secara berkala. Karena itu diperlukan tim penyuplai logistik untuk keperluan regu.

4.1.3. Rencana Akses Regu

Akses bagi regu untuk menjangkau plot-plot yang akan diukur, perlu direncanakan sebelumnya. Paling tidak disediakan peta penyebaran plot yang dilengkapi dengan jalur aksesibilitas, seperti jalan, sungai atau kanal.

4.1.4. Pelatihan Regu

Pelatihan perlu dilakukan bagi anggota regu yang akan dilibatkan. Selain pelatihan pelaksanaan inventarisasi, juga diperlukan pelatihan pengenalan jenis pohon bagi para pengenalan jenis. Sehingga diharapkan kualitas data yang dikumpulkan menjadi lebih akurat dan konsisten.

4.2. Pelaksanaan di Lapangan

4.2.1. Mencari Titik Awal Plot

GPS akan sangat bermanfaat bagi regu di dalam pencarian titik awal plot. Gunakan GPS yang memiliki kemampuan untuk memasukkan peta yang kita miliki. Sehingga regu di lapangan tidak perlu membawa serta peta selama pencarian plot dengan memanfaatkan akses yang tersedia. Namun paling tidak, semua titik koordinat plot sebelumnya dimasukkan ke dalam GPS. Sehingga kepala regu dan perintis cukup memanfaatkan fasilitas GOTO, FIND atau NAVIGATE untuk mencari plot yang akan dituju, dan selanjutnya mengikuti arah yang ditunjukkan GPS.

4.2.2. Membuat Plot dan Mengukur Biomasa

Sub Plot A (2 m x 2 m)

- Pastikan di dekat titik awal, semua semai dan semak tidak ditebas.
- Pasang patok yang ditandai dengan cat di titik awal.
- Buat plot ukuran 2 m x 2 m di sebelah Barat jalur utama. Gunakan meteran dan kompas. Pasang patok di setiap ujungnya

- Catat **nama lokal** dan **jumlah** semai (anakan pohon) yang ada dalam plot.
- Semua herba atau semak dicatat tingkat **kerapatan vegetasinya (%)**, **rata-rata tinggi vegetasi (cm)** dan **jenis vegetasi dominan**.
- Ukur dan catat **ketebalan rata-rata serasah (cm)**.
- Kumpulkan semua serasah ($2\text{ cm} < \text{diameter} \leq 10\text{ cm}$) yang masuk dalam plot ke dalam karung, lalu timbang **berat basahnya (gr)**.
- Letakkan kembali serasah ke dalam plot.

Sub Plot B (5 m x 5 m)

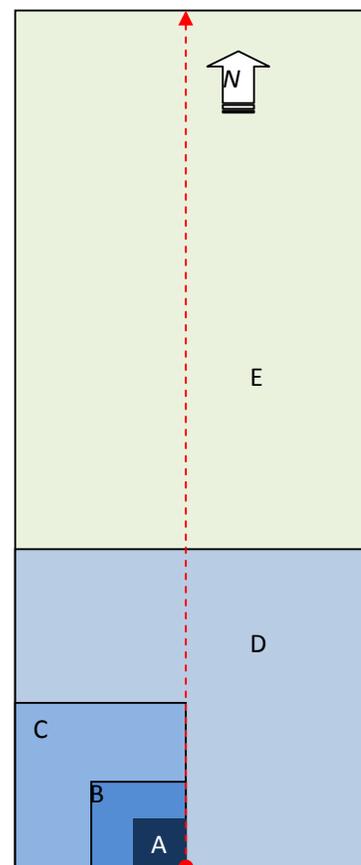
- Dari titik awal, buat sub-plot B dengan menggunakan meteran dan kompas agar bentuk dan ukuran plot lebih akurat.
- Pastikan semua tumbuhan (pohon, liana, palem) berukuran $5\text{ cm} < \text{DBH} \leq 10\text{ cm}$ teramati dan diukur
- Pasang pita riap pada DBH semua pohon yang diukur dan beri tanda dan nomor pada pohon.
- Pohon mati dicatat tingkat keutuhan dan DBH (untuk tingkat keutuhan A). Sedangkan untuk tingkat keutuhan B dan C, ukur diameter pangkal batang, diameter ujung bebas cabang dan tingginya.

Sub Plot C (10 m x 10 m)

- Dari titik awal, buat sub plot C di sebelah Barat jalur utama. Gunakan kompas dan meteran.
- Pastikan semua tumbuhan berukuran diameter lebih dari 10 cm dan kurang dari sama dengan 20 cm, teramati dan diukur.
- Pasang pita riap pada DBH semua pohon yang diukur dan beri tanda dan nomor pada pohon.
- Catat semua kayu mati (tegak dan rebah) $10\text{ cm} < \text{diameter} \leq 30\text{ cm}$. Pohon mati tegak: ukur DBH, Tinggi Bebas Cabang (TBC) dan tingkat keutuhan. Kayu mati rebah ukur diameter pangkal (D1), diameter ujung (D2), diameter growong (Dg), panjang batang (cm) serta tingkat pelapukan (%).

Sub Plot D (20 m x 20 m)

- Buat sub-plot D dengan jalur utama berada tepat di tengah.
- Pastikan semua tumbuhan berukuran diameter lebih dari 20 cm dan kurang dari sama dengan 35 cm, teramati dan diukur.



Gambar 5. Plot pengukuran karbon

- Termasuk pohon mati dan kayu rebah. Catat semua kayu mati (tegak dan rebah) diameter ≥ 30 cm. Pohon mati tegak: ukur DBH, Tinggi Bebas Cabang (TBC) dan tingkat keutuhan. Kayu mati rebah ukur diameter pangkal (D1), diameter ujung (D2), Diameter Growong (Dg) panjang serta tingkat pelapukan (%).

Sub Plot E (20 m x 125 m)

- Buat sub-plot E dengan jalur utama berada tepat di tengah sepanjang plot.
- Pastikan semua tumbuhan berukuran diameter lebih dari 35 cm, teramati dan diukur. Pasang pita riap pada DBH semua pohon yang diukur dan beri tanda dan nomor pada pohon.

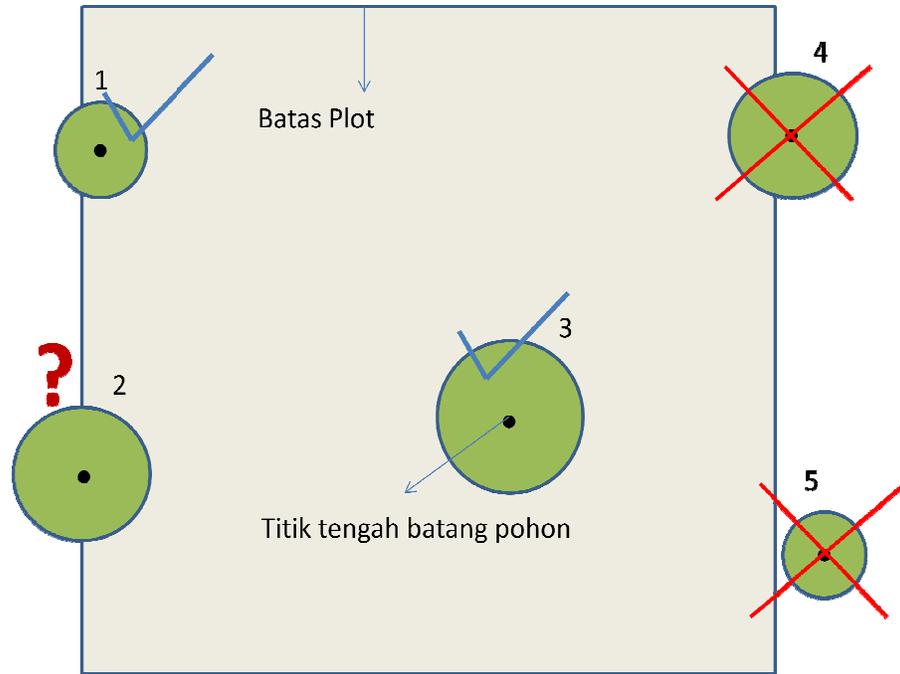
4.2.3. Pengambilan contoh batang mati

Tingkat pelapukan pada batang mati rebah sangat berbeda satu sama lain. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap kandungan karbon yang tersimpan. Untuk itu diperlukan informasi tambahan mengenai tingkat kerapatan kayu rebah yang berpengaruh terhadap kandungan karbon. Untuk memudahkan di lapangan, tingkat pelapukan dipilah menjadi 3 kategori:

Dari 3 kelompok pelapukan tersebut, kumpulkan masing-masing 10 contoh batang. Gunakan gergaji untuk memotong kayu. Ambil potongan melingkar penuh batang selebar 2-3 cm. Simpan dalam amplop dan beri tanda (nomor plot, sub plot dan no batang).

4.2.4. Konsistensi di dalam Pengukuran di Lapangan

Kualitas hasil inventarisasi akan sangat dipengaruhi oleh implementasi di lapangan. Karenanya, pengambil data di lapangan dituntut agar selalu konsisten di dalam pengukuran biomasa. Beberapa kaidah perlu disusun dan dipahami agar tiap regu yang melakukan pengambilan data dapat melakukannya dengan cara yang sama dan konsisten. Antara lain di dalam penentuan posisi pengukuran diameter serta penetapan pohon masuk atau keluar plot.



Gambar 6. Kaidah penetapan pohon “masuk” dan pohon “keluar”.

Penetapan pohon masuk atau tidak di dalam plot perlu dilakukan secara sistematis dan konsisten. Semua pohon berdiameter sesuai, yang titik tengah batangnya berada dalam plot, merupakan pohon yang harus diukur (Gambar x, pohon no 1 dan 2). Sedangkan semua pohon yang titik tengah batangnya berada di luar batas plot, tidak diukur (pohon no 4 dan 5). Jika terdapat pohon berdiameter sesuai dan memiliki titik tengah batang tepat berada pada garis batas plot (pohon no 2)., maka pohon pertama dianggap “masuk” dan pohon selanjutnya dianggap “keluar” plot, demikian seterusnya berselingan.

V. Pendugaan Kandungan Karbon

5.1. Model Pendugaan Biomasa

5.1.1. Persamaan Alometrik Pohon

Sebagian besar karbon hutan di atas-permukaan berasal dari biomasa pohon. Tabel volume biomasa berdasarkan persamaan alometrik sangat membantu di dalam perhitungan biomasa dan karbon di atas tanah. Hal ini dikarenakan sulitnya pengukuran tinggi pohon selama inventarisasi hutan, sehingga menyebabkan kesalahan yang sangat besar jika digunakan untuk penghitungan karbon. Karena itu, persamaan alometrik meningkatkan akurasi pendugaan karbon dan memudahkan proses pelaksanaan inventarisasi hutan.

Beberapa persamaan alometrik yang dapat digunakan untuk hutan tropis telah disusun berdasarkan penelitian yang dilakukan secara global maupun lokal.

BP= 0,11 ρ D ^{2,62} berdasarkan penelitian di hutan sekunder dataran rendah Jambi (Kettering, 2001)
BP= 0,19 ρ D ^{2,37} berdasarkan penelitian di hutan rawa gambut Riau (Istomo, 2002; Murdiyarso, 2004)
BP = 0,118 D ^{2,53} hutan tropis lembab dengan CH antara 1500-4000 mm per tahun (Brown, 1997)
BP = ρ * 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).
BP=0,2902 (D) ^{2,313} berdasarkan penelitian di Labanan, Kaltim untuk jenis campuran (Samalca, 2007)
Ln(BP) = c+ α 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)

Ket: BP= Biomasa Pohon atas-permukaan (kg per pohon)
 ρ = Berat jenis pohon (g/cc)
 D = Diameter setinggi dada (cm)

Data berat jenis sangat penting, untuk memberikan informasi tentang variasi kandungan biomasa dalam tiap-tiap jenis pohon. Karenanya sangat disarankan untuk mengintegrasikan data berat jenis kedalam model pendugaan alometrik (Kettering, 2001). Data berat jenis pohon-pohon hutan tropis telah dikompilasi oleh ICRAF South

East Asia: <http://www.worldagroforestry.org/sea/Products/AFDbases/WD/Index.htm> atau dalam lampiran Bab 4 dalam IPCC Guidelines (IPCC, 2006).

Sebelum menerapkan penghitungan biomasa menggunakan persamaan di atas, 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.

5.1.2. Penyusunan Persamaan Alometrik Lokal

Untuk menyusun persamaan alometrik lokal merupakan kegiatan yang memakan waktu dan biaya, serta dilakukan dengan metode destruktif atau dengan cara ditebang. Namun penggunaan persamaan alometrik lokal berdasarkan tipe hutan yang sesuai dapat meningkatkan keakurasian pendugaan biomasa. Cara menyusun tabel biomasa dengan metode destruktif, telah dijelaskan di beberapa literatur (Kettering, 2001; Pearson, 2005; dan Ravindranath, 2008).

Penting untuk mendapatkan persamaan alometrik lokal yang disusun dengan metode penebangan dan penimbangan langsung di tipe hutan yang sama. Hal ini dapat meningkatkan keakurasian dan mengurangi tingkat *uncertainty*. Namun, belum banyak persamaan alometrik yang disusun berdasarkan penelitian di hutan rawa gambut di Indonesia. Karena itu, penelitian mengenai persamaan alometrik di hutan rawa gambut akan memberikan kontribusi yang besar di dalam peningkatan keakurasian pendugaan karbon di hutan rawa gambut Indonesia.

5.1.3. Persamaan Alometrik Biomasa Akar

Untuk pendugaan kandungan biomasa akar, dapat digunakan metode *root to shoot ratio* atau rasio perbandingan dengan biomasa atas permukaan (BAP). IPCC (2003) juga telah mempublikasikan tabel rasio global untuk pendugaan biomasa bawah permukaan.

Table 3. Rasio biomasa bawah permukaan dengan biomasa atas permukaan (*root to shoot ratio*)(IPCC, 2006).

Ecological zone	Above-ground biomass	R [tonne root d.m. (tonne shoot d.m.) ⁻¹]	References
Tropical rainforest		0.37	Fittkau and Klinge, 1973
Tropical moist deciduous forest	above-ground biomass <125 tonnes ha ⁻¹	0.20 (0.09 - 0.25)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	above-ground biomass >125 tonnes ha ⁻¹	0.24 (0.22 - 0.33)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
Tropical dry forest	above-ground biomass <20 tonnes ha ⁻¹	0.56 (0.28 - 0.68)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
	above-ground biomass >20 tonnes ha ⁻¹	0.28 (0.27 - 0.28)	Mokany <i>et al.</i> , 2006
Tropical shrubland		0.40	Poupon, 1980
Tropical mountain systems		0.27 (0.27 - 0.28)	Singh <i>et al.</i> , 1994

Pendugaan biomasa akar, secara teknis sangat sulit dilakukan. Karena itu penelitian mengenai model penduga kandungan biomasa akar pun sangat terbatas. Beberapa penelitian juga telah dilakukan untuk membangun persamaan alometrik akar di wilayah tropis:

$$BBP = \text{Exp} (-1,0587 + 0.8836 * \text{LN}(BAP)) \quad (\text{Cairns, et al, 1997})$$

VI. Penutup

Pada tingkat proyek, pengukuran karbon seharusnya dilakukan dengan tingkat keakurasian yang tinggi atau dikenal dengan Tier 3 dalam panduan IPCC. Tier 3 mewajibkan prosedur pengukuran karbon langsung dilapangan, menggunakan model yang dikembangkan secara akurat, serta melibatkan berbagai metode untuk pemantauannya. Panduan pengukuran cadangan karbon hutan rawa gambut ini dapat digunakan untuk mendapatkan keakurasian sesuai dengan Tier 3.

Namun demikian, di dalam penentuan Tingkat Emisi Acuan (Reference Emissions Level-REL), beberapa prosedur atau langkah-langkah diperlukan, mulai dari penghitungan karbon di tingkat pohon, inventarisasi karbon hutan, penghitungan cadangan karbon di tingkat lansekap hingga emisi *baseline* yang terjadi berdasarkan perubahan lahan secara historis. Sehingga untuk mencapai Tier 3 secara keseluruhan diperlukan upaya-upaya lain yang lebih meningkatkan keakurasian, seperti mengembangkan persamaan alometrik lokal, membuat model pertumbuhan riap berdasarkan petak ukur permanen lokal, ataupun pemetaan perubahan tutupan lahan dengan resolusi tinggi, dan lain sebagainya.

Selain itu, beberapa pendekatan untuk meningkatkan keakurasian pengukuran karbon hutan juga dapat dilakukan dengan memberikan pelatihan kepada regu pengukur untuk menjamin konsistensi di dalam menerapkan prosedur-prosedur survey. Dengan demikian diharapkan, data yang diukur memiliki keakurasian dan ketelitian yang sama dan dapat dibandingkan satu dengan yang lainnya.

Daftar Pustaka

- 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.
- Brown, S. 1999. Guidelines for inventorying and monitoring carbon offsets in forest-based projects. Winrock International.
- Chairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., and Baumgardner, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forest. *Oecologia*. 111: 1-11. Doi:10.1007/s004420050201.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in the tropical forest.
- 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 COP14-2 (GOFC-GOLD Project Office, Natural Resources Canada, Alberta, Canada)
- Hinrichs, A., R. Ulbricht, S. Soedirman dan Solichin. 1998. Panduan Survey Orientasi di Areal HPH untuk Pengelolaan Hutan Lestari. SFMP Document No 8(1998). Sustainable Forest Management Project GTZ-Dephut.
- 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.
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- 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.
- MacDicken, K.G. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Winrock International.
- Murdiyarto, D. Upik Rosalina, Kurniatun Hairiah, Ili Muslihat, I N.N. Suryadiputra dan Adi Jaya. 2004. Petunjuk Lapangan: Pendugaan Cadangan Karbon pada Lahan Gambut. Proyek Climate Change, Forest and Peatlands in Indonesia. Wetlands International – Indonesia Program dan Wildlife Habitat Canada. Bogor Indonesia.
- Pearson, T., S. Walker and S. Brown. 2005. Sourcebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Projects. Winrock International

Ravindranath N. H. and M. Ostwald. 2008. Carbon Inventory Methods: handbook for Greenhouse Gas Inventory, Carbon Mitigation and Roundwood Production Projects.

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

Solichin, et al. 2007. Pemetaan daerah rawan kebakaran. South Sumatra Forest Fire Management Project. Uni Eropa.

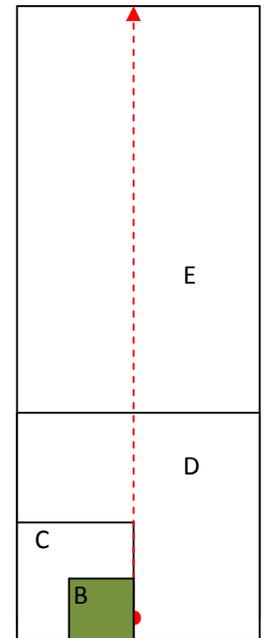
Walker, SM, Person, TRH, Harris, N, MacDicken, K, and Brown, S. 2008. Terrestrial Carbon Measurement Standard Operating Procedures. Winrock International.

Lampiran 1. Lembar Pengukuran Inventarisasi Karbon Hutan Rawa Gambut Merang

INVENTARISASI KARBON HUTAN

Merang REDD Pilot Project

TS3	No Plot	Tanggal
B: 5 m x 5 m		



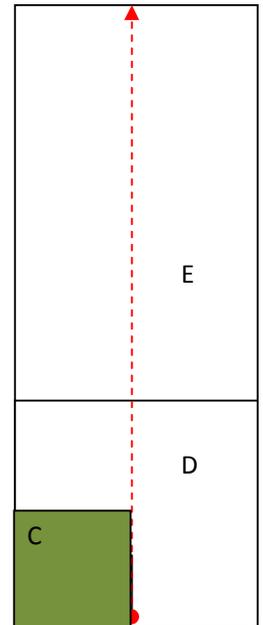
Pancang, palem dan liana dengan $5 \text{ cm} \leq \text{dbh} < 10 \text{ cm}$

No	Nama	Diameter (cm)	Tinggi (m)	Keterangan
1B				
2B				
3B				
4B				
5B				
6B				
7B				
8B				
9B				
10B				
11B				

INVENTARISASI KARBON HUTAN

Merang REDD Pilot Project

TS4	No Plot	Tanggal
C: 10 m x 10 m		



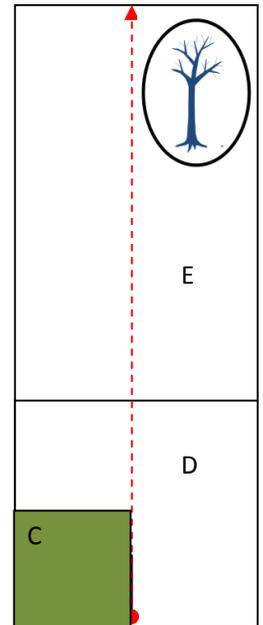
Tiang dan Palem dengan $10 \leq \text{DBH} < 20$ cm

No	Nama	Diameter (cm)	Tinggi Palem(m)	Keterangan
1C				
2C				
3C				
4C				
5C				
6C				
7C				
8C				
9C				
10C				
11C				

INVENTARISASI KARBON HUTAN

Merang REDD Pilot Project

TS4B	No Plot	Tanggal
C: 10 m x 10 m		



Pohon Mati $10 \leq \text{DBH} < 20$ cm

No	Nama	Keutuhan	DBH / D1	D2	Tinggi (m)	Keterangan
1C2						
2C2						
3C2						
4C2						

Keutuhan: A, B, C; Pelapukan: Bagus, Sedang, Lapuk

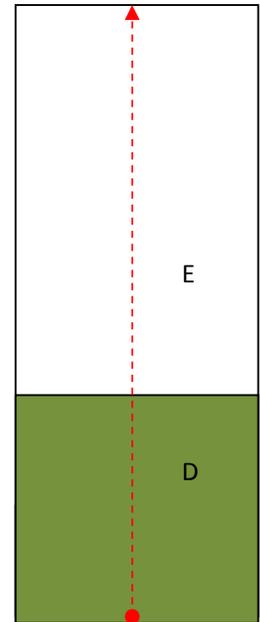
Batang Rebah $10 < \text{Diameter} \leq 30$ cm

No	D1	D2	Panjang	Pelapukan	Dgrowong
1C3					
2C3					
3C3					
4C3					

INVENTARISASI KARBON HUTAN

Merang REDD Pilot Project

TS5	No Plot	Tanggal
D: 20 m x 20 m		



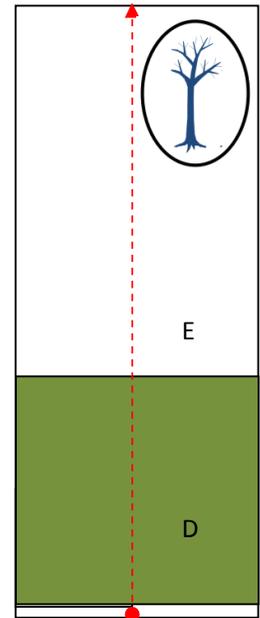
Pohon Kecil dan Palem dengan $20 \leq DBH < 35$ cm

No	Nama	Diameter (cm)	Tinggi Palem(m)	Keterangan
1D				
2D				
3D				
4D				
5D				
6D				
7D				
8D				
9D				
10D				

INVENTARISASI KARBON HUTAN

Merang REDD Pilot Project

TS5B	No Plot	Tanggal
D: 20 m x 20 m		



Pohon mati dengan $20 \leq \text{DBH} < 35 \text{ cm}$

No	Nama	Keutuhan	DBH/ D1 (cm)	D2 (cm)	TBC		
					Tinggi mata	Jarak datar	Sudut
1D2							
2D2							
3D2							
4D2							

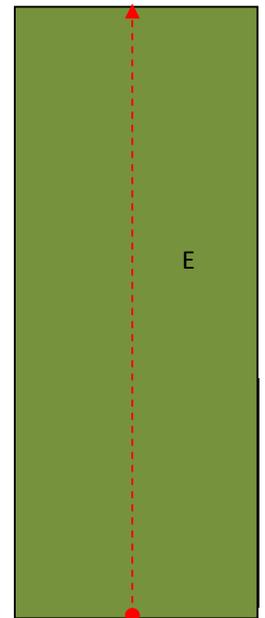
Batang mati diameter DBH > 30 cm

No	D1 cm	D2 cm	Panjang cm	Pelapukan	D growong cm
1D3					
2D3					
3D3					
4D3					

INVENTARISASI KARBON HUTAN

Merang REDD Pilot Project

TS6	No Plot	Tanggal
E: 20 m x 125 m		



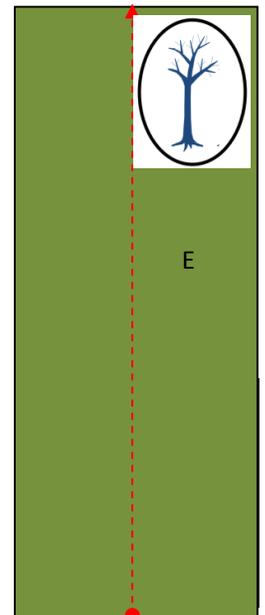
Pohon Besar dan Palem dengan DBH \geq 35 cm

No	Nama	DBH (cm)	Tinggi (m)	Keterangan
1E				
2E				
3E				
4E				
5E				
6E				
7E				
8E				
9E				
10E				
11E				

INVENTARISASI KARBON HUTAN

Merang REDD Pilot Project

TS6B	No Plot	Tanggal
E: 20 m x 125 m		



Pohon Mati DBH \geq 35 cm

No	Nama	Keutuhan	DBH/ D1 (cm)	D2 (cm)	TBC		
					Tinggi mata	Jarak datar	Sudut
1E2							
2E2							
3E2							
4E2							
5E2							
6E2							
7E2							
8E2							

Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

-German Technical Cooperation-

Menara BCA, Grand Indonesia, Level 46,
Jl. M.H. Thamrin No 1,
Jakarta 10310
Indonesia

T: ++ 62 – 21 – 2358 7111 Ext.121
F: ++ 62 – 21 – 2358 7110
M: ++ 62 – 811 – 1000 112

E: gtz-indonesia@gtz.de
I: www.gtz.de/indonesia

Merang REDD Pilot Project (MRPP)

Jl. Jend. Sudirman No.2837 KM 3.5
P.O. BOX 1229 – Palembang 30129
South Sumatera
Indonesia

T: ++ 62 – 711 – 353 185
F: ++ 62 – 711 – 353 176

E: project@merang-redd.org
I: www.merang-redd.org

District Office:

Kantor Dinas Kehutanan Kabupaten Musi Banyuasin
Jl. Kol. Wahid Udin No.254
Sekayu 30711
South Sumatera

T: ++ 62 – 714 – 321 202
F: ++ 62 – 714 – 321 202