

PENDUGAAN BIOMASSA DAN POTENSI KARBON TERIKAT DI ATAS PERMUKAAN TANAH PADA HUTAN RAWA GAMBUT BEKAS TERBAKAR DI SUMATERA SELATAN

(THE ESTIMATION OF BIOMASS AND ABOVE GROUND CARBON STOCK FOLLOWING PEAT FIRES IN SOUTH SUMATERA)

Nong Ayu Eka Widyasari¹⁾, Bambang Hero Saharjo²⁾, Solichin³⁾, Istomo²⁾

ABSTRACT

Forest has an important role to absorb CO₂ which is used during photosynthesis to produce O₂ and energy. Carbon was stored dominantly in biomass. When peat forest burnt, a lot of carbon emissions are accumulated in the atmosphere, which stimulate global warming. This study aims to estimate biomass and fix carbon contain in ex-burned merang peat forest and make models between biomass and fix carbon of various tree component (stems, branches, twigs and leaves) and also to calculate fix carbon and biomass stock in burned merang peat forest. The results show that biomass and fix carbon in burned merang peat forest can be estimated using allometric equation models: $W_{total} = 0.153108 D^{2,40}$ and $C_{total} = 0,0302 D^{2,35}$. Fix carbon stock in the trees very related to biomass and it can be calculated using formula $C_{total} = 0.188799 W^{0,980}$. Stems store largest proportion of biomass in a single tree. They contribute to approximately 68.09 – 82.28% of total tree biomass. Leaves, twigs and brunch each contribute to 4.17 – 14.44%; 6.16 – 10.32% and 7.15 – 7.45 respectively. Fix carbon of trees can be estimated using biomass formula. It shows that each tree shares 16.49 – 17.70% of carbon from total biomass in average. Total biomass and fix carbon on the above ground of burned Merang peat forest are 151,650.48 kg/ha and 29,105.19 kg/ha respectively.

Keywords : Biomass, fix carbon, carbon stock, allometric equation, peat swamp forest.

ABSTRAK

Hutan mempunyai peran penting dalam menyerap CO₂ yang digunakan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan O₂ dan sebagian besar energi tersebut berada dalam bentuk biomassa. Cadangan karbon yang besar pada lahan gambut menyebabkan tingginya jumlah karbon yang dilepaskan ke atmosfer ketika lahan gambut terbakar yang pada akhirnya dapat memicu percepatan pemanasan global. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model penduga biomassa dan kandungan karbon terikat pada hutan gambut merang bekas terbakar berdasarkan bagian-bagian pohon (batang.cabang, ranting dan daun), membuat model hubungan antara biomassa dengan karbon terikat pada setiap bagian pohon serta menghitung potensi biomassa dan karbon terikat pada hutan gambut merang bekas terbakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pendugaan biomassa dan kandungan karbon terikat di hutan gambut merang bekas terbakar dapat diprediksi melalui persamaan alometrik $W_{total} = 0,153108 D^{2,40}$ dan $C_{total} = 0,0302 D^{2,35}$. Potensi kandungan karbon terikat pada pohon berkaitan erat dengan potensi biomassa dimana hubungan keeratan antara karbon terikat dengan biomassa dapat ditunjukkan dengan model persamaan $C_{total} = 0,188799 W^{0,980}$. Berdasarkan bagian pohon yang ditebang, dapat diketahui bahwa yang memiliki potensi biomassa paling besar adalah pada bagian batang berkisar antara 68,09– 82,28% dari biomassa totalnya, kemudian diikuti bagian daun sebesar 4,17– 14,44%, bagian ranting sebesar 6,16 – 10,32% dan terkecil pada bagian cabang sebesar 7,15 – 7,45% dari biomassa totalnya. Untuk kandungan karbon terikat pada pohon dapat diduga dengan menggunakan biomassa yaitu sebesar 16,49 % - 17,70% dari biomassa pohon. Total biomassa dan karbon terikat di atas permukaan tanah pada hutan gambut merang bekas terbakar secara berturut-turut adalah 151.650,48 kg/ha dan 29.105,19 kg/ha.

Kata kunci : Biomassa, karbon terikat, cadangan karbon, persamaan alometrik, hutan rawa gambut.

¹⁾ Alumni Dep. Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor

²⁾ Dep. Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

PENDAHULUAN

Hutan gambut merupakan salah satu tipe hutan yang mempunyai peran penting sebagai penyangga (*buffer*) lingkungan, hal ini berhubungan dengan fungsi gambut dalam gatra hidrologis. Banyak diantara areal hutan Indonesia yang terletak di lahan gambut dan tanah organik yang mengandung karbon dalam jumlah yang besar. Lahan gambut yang belum terganggu merupakan rosot/sink untuk CO₂ dan sumber bagi gas metan (CH₄).

Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup (2003), sekitar 24 milyar ton karbon (MtC) tersimpan pada tanaman dalam tanah dan 80% dari jumlah tersebut berada di hutan, atau sekitar 19 miliar ton karbon. Diantara 108 juta hektar luas hutan di Indonesia, hampir setengahnya berada pada kondisi yang rusak dan terdegradasi (Departemen Kehutanan 2006). Perubahan tata guna lahan dan deforestasi diperkirakan mencapai 2 juta hektar yang dapat menyebabkan pelepasan simpanan karbon Indonesia dalam jumlah yang besar. Emisi karbon dioksida paling besar disumbangkan oleh sektor kehutanan. Sekitar 75% berasal dari deforestasi dan konversi lahan, diikuti 23% dari penggunaan energi di sektor kehutanan dan 2% dari proses industri di sekitar kehutanan. Kebakaran hutan adalah kontributor utama deforestasi dan konversi lahan dengan jumlah mencapai 57% dari total deforestasi dan konversi lahan (Peace, 2007).

Penelitian Wetlands International (2006) dalam Peace (2007) menunjukkan dampak yang dahsyat atas perusakan lahan gambut terhadap perubahan iklim. Setiap tahun, 2.000 juta ton CO₂ terlepas dari hutan, 600 juta ton diantaranya disebabkan oleh dekomposisi dari lahan gambut kering (sebuah proses yang akan terus berlanjut sampai seluruh gambut habis) dan 1.400 juta ton dihasilkan dari kebakaran tahunan. Selanjutnya sebuah studi yang dilakukan Page (2002) menunjukkan bahwa kebakaran lahan gambut di Indonesia pada tahun 1997 telah menghasilkan kehilangan karbon antara 810 sampai 2.470 juta ton. Nilai tersebut didukung oleh fakta antaralain bahwa pada tahun tersebut telah tercatat peningkatan paling tinggi emisi CO₂ di atmosfer (Peace, 2007).

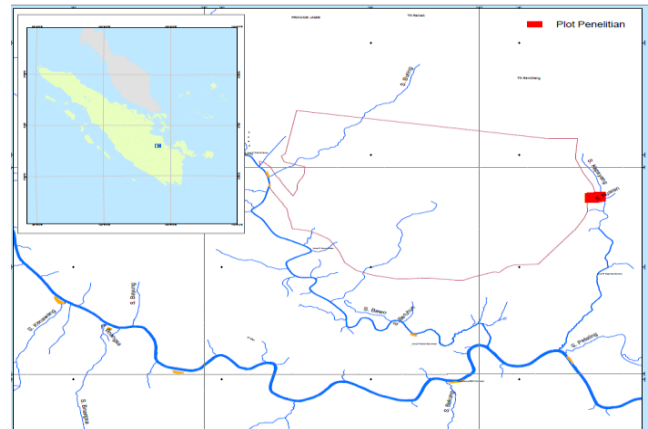
Kejadian kebakaran hutan yang terus terjadi di Indonesia dapat menyebabkan terjadinya penurunan luas areal hutan yang berperan sebagai penyerap dan penyimpanan karbon yang dapat mempengaruhi perubahan iklim global. Salah satu wilayah di Indonesia yang sering terjadi kebakaran hutan di areal gambut adalah Provinsi Sumatera Selatan sehingga daerah tersebut berkontribusi terhadap

pelepasan karbon yang cukup besar. Mengingat begitu pentingnya peran hutan terhadap penurunan emisi gas rumah kaca dan kurangnya penelitian mengenai penghitungan potensi biomassa dan karbon di areal gambut maka diperlukan suatu kajian tentang pendugaan potensi biomassa dan simpanan karbon dimana cadangan karbon pada hutan gambut dipengaruhi oleh jenis vegetasinya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model penduga biomassa dan kandungan karbon terikat pada hutan gambut merang bekas terbakar berdasarkan bagian-bagian pohon (batang, cabang, ranting dan daun), membuat model hubungan antara biomassa dengan karbon terikat pada setiap bagian pohon dan menghitung potensi biomassa dan karbon terikat pada hutan gambut merang bekas terbakar. Diharapkan dari penelitian ini adalah model penduga kandungan karbon terikat hutan gambut bekas terbakar yang telah disusun dapat membantu dalam menduga kandungan karbon terikat dari hutan gambut bekas terbakar tanpa harus menebang pohonnya yang diharapkan menjadi masukan bagi berbagai pihak terkait sebagai bahan pertimbangan dalam mengelola hutan gambut untuk mencapai pengelolaan hutan secara lestari.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli hingga bulan Agustus tahun 2009 di hutan gambut merang bekas terbakar yang terletak di Kabupaten Musi Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 1). Untuk identifikasi spesies tumbuhan dilakukan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong dan analisis biomassa dan karbon terikat

berdasarkan bagian-bagian pohon (batang, cabang, ranting dan daun), tumbuhan bawah, serasah dan nekromasa dilakukan di Laboratorium Kimia Kayu Puslitbang Hutan, Departemen Kehutanan pada bulan Agustus hingga November 2009.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah tali rafia, kertas koran, alkohol 70%, kantong plastik (2 kg), kertas label, cat semprot merah, amplop, *sealed plastic* untuk menyimpan sampel, serta *tally sheet*. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompas, GPS (*Global Positioning System*) *Garmin 60CSx*, paralon (untuk patok), phi band, parang/golok, meteran (panjang 50 m dan 100 m), terpal (2 x 3 m), tambang, tali rafia, timbangan (5 kg dan 25 kg), timbangan analitik (5 kg), *chainsaw*, karabiner dan webing, gunting daun, cawan porselen, tanur, eksikator, kamera serta alat tulis.

Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer meliputi diameter dan tinggi pohon, berat basah total berdasarkan bagian-bagian pohon (batang, cabang, ranting dan daun), tumbuhan bawah, serasah dan nekromasa pada setiap petak penelitian, kadar air, kadar zat terbang, kadar abu dan kadar karbon terikat. Selain itu pula digunakan data sekunder yang meliputi kondisi umum lokasi penelitian (luas dan lokasi administratif, aksesibilitas), iklim dan hidrologi, karakteristik gambut, kondisi sosial ekonomi masyarakat, dan sejarah areal.

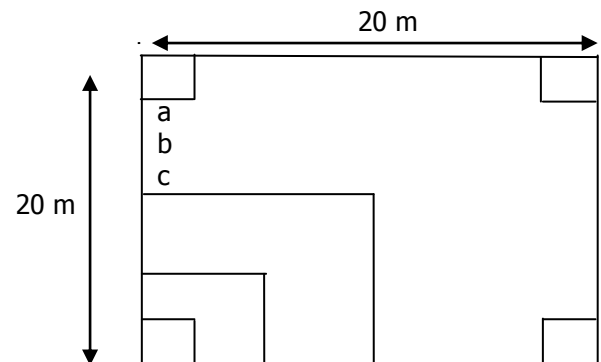
Metode Penelitian

1. Prosedur Penelitian di Lapangan

Untuk mendapatkan gambaran komposisi vegetasi maka pada tahap pertama dibuat petak menggunakan prosedur analisis vegetasi cara garis berpetak sebanyak 5 (lima) petak berukuran 20 x 20 m (Soerianegara dan Indrawan 2008). Penentuan petak di lapangan dilakukan dengan *systematic sampling with random start*. Petak ditentukan dengan mempertimbangkan kedalaman gambut dan jarak tiap petak masing-masing 200 m dimana petak pertama ditentukan secara acak (Gambar 2).

Pada setiap petak penelitian dilakukan inventarisasi terhadap semua pohon yang memiliki diameter ≥ 2 cm dan diukur diameternya pada ketinggian 1,3 m di atas tanah (Dbh). Pada sub-petak

yang berukuran 2 m x 2 m dilakukan untuk analisis tumbuhan bawah, serasah dan nekromasa. Tumbuhan bawah dipisahkan menjadi tumbuhan berkayu dan tidak berkayu) dan diidentifikasi jenis dan jumlahnya, untuk serasah terdiri dari serasah jatuh daun sedangkan nekromasa dipisahkan antara nekromasa batang ($\varnothing \geq 6,4$ cm), cabang ($\geq 3,2$ cm $\varnothing \leq 6,4$ cm), dan ranting ($\varnothing \leq 3,2$ cm) (Ketterings *et al.*, 2000).



Keterangan :

- Sub-petak ukuran 2 m x 2 m untuk analisis vegetasi tumbuhan bawah, serasah dan nekromasa
 - Sub-petak ukuran 5 m x 5 m untuk analisis vegetasi tingkat pancang (≥ 2 cm $\varnothing \leq 10$ cm)
 - Sub-petak ukuran 10 m x 10 m untuk analisis vegetasi tingkat tiang ($> 10,01$ cm $\varnothing \leq 20$ cm)
- Petak ukuran 20 m x 20 m untuk analisis vegetasi tingkat

Gambar 2. Desain Petak Penelitian

Penentuan jumlah pohon contoh dilakukan dengan metode acak berlapis berdasarkan kelas diameter pohon sebagai lapisan (stratum) sesuai dengan analisis vegetasi. Jumlah pohon yang ditebang berdasarkan kelas diameter batang adalah sebanyak 20 pohon yang tersebar pada berbagai kelas diameter, yaitu kelas diameter $\geq 2 - 10$ cm sebanyak 15 pohon, kelas diameter $>10,01 - 20$ cm sebanyak 2 pohon, kelas diameter $\geq 2,01 - 30$ cm sebanyak 2 pohon dan kelas diameter $\geq 30,01$ cm sebanyak 1 pohon.

Pengambilan contoh vegetasi dilakukan secara destruktif sampling. Pohon contoh yang terpilih kemudian ditebang, selanjutnya dipisahkan berdasarkan bagian-bagian pohon (batang, cabang, ranting dan daun) kemudian ditimbang berat basahannya. Untuk pengambilan contoh uji, batang dapat dibagi atas 2 - 7 fraksi yang dapat mewakili kondisi pohon. Dari tiap fraksi batang diambil contoh uji berukuran 8 x 5 cm yang selanjutnya dianalisis di laboratorium. Untuk contoh uji daun, cabang dan ranting diambil minimal sebanyak 50 gram.

Semua tumbuhan bawah, serasah dan

nekromasa di atas permukaan tanah yang terletak di dalam petak contoh ukuran 2 m x 2 m terpilih diambil secara destruktif dan ditimbang berat basahnya. Selanjutnya diambil contoh uji sebanyak 200 gram dari masing-masing tumbuhan bawah, serasah dan nekromasa tersebut untuk dianalisis di laboratorium.

2. Prosedur Penelitian di Laboratorium

Adapun pengukuran yang dilakukan di laboratorium meliputi pengukuran kadar air, kadar zat terbang, kadar abu dan kadar karbon terikat. Untuk pengukuran kadar air berdasarkan pada standar TAPPI T268 OM 88, dimana setelah kadar air diketahui maka dikonversi menjadi berat kering (biomassa). Selanjutnya dilakukan pengukuran kadar karbon terikat melalui metode pengarang dengan metode SNI 06 – 3730 – 1995 kemudian dilakukan pengukuran kadar zat terbang dan kadar abu. Setelah kadar zat terbang dan kadar abu diketahui maka dapat diketahui kadar karbon terikat (murni) yang merupakan hasil pengurangan dari 100% dikurangi total kadar zat terbang dan kadar abu.

Pembuatan Model Penduga Biomassa dan Karbon Terikat

Pembuatan model penduga biomassa dan karbon terikat menggunakan analisis persamaan regresi alometrik dan persamaan polinomial yang menggambarkan biomassa (W) dan karbon terikat (C) sebagai fungsi dari diameter (D) dan tinggi (H). Untuk mengetahui hubungan antara kandungan karbon terikat dengan biomassa maka dibuat model yang didasarkan pada fungsi bahwa karbon terikat = f (biomassa) yang dibangun melalui persamaan regresi sederhana sehingga dapat diketahui tingkat keeratan antara kandungan karbon terikat dengan biomassa. Selanjutnya dipilih model regresi terbaik dengan memperhatikan beberapa kriteria untuk pemilihan model terbaik diantaranya adalah kesesuaian terhadap fenomena dan sifat keterandalan model (*data reability*) yang didasarkan pada koefisien determinasi (R^2), varian (S^2) dan koefisien determinasi terkoreksi (R^2_a) serta melalui uji keabsahan model dengan melihat MSPE dan CV pada setiap persamaan untuk memilih persamaan terbaik. Penyusunan dan analisa persamaan alometrik ini dibuat dengan menggunakan bantuan program statistik miniTAB 14.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis

Pada areal penelitian ditemukan sebanyak 33 jenis pohon yang menyusun hutan gambut merang bekas terbakar. berdasarkan jumlah jenis pada tingkat pertumbuhannya dapat diketahui bahwa pada tingkat pancang ditemukan sebanyak 20 jenis, tingkat tiang sebanyak 8 jenis dan tingkat pohon sebanyak 11 jenis.

Tabel 1. Jenis Pohon Dominan pada Setiap Tingkat Pertumbuhan

Tingkat Pertumbuhan Pohon	Jenis	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
Pancang	mahang (<i>Macaranga maingayi</i>)	18,33	15,38	42,93	76,65
	bebangun	40,00	11,54	24,93	76,47
	petai belalang (<i>Syzigium bankense</i>)	3,33	7,69	3,83	14,85
Tiang	mahang (<i>Macaranga maingayi</i>)	22,22	22,22	13,25	57,69
	kayu labu (<i>Endospermum malaccensis</i>)	11,11	11,11	19,12	41,34
	siarang (<i>Diospyros siamang</i>)	11,11	11,11	17,80	40,02
Pohon	kayu kulus (<i>Parartocarpus venenosus</i>)	9,09	9,09	12,42	30,60
	kayu pahit-pahit (<i>Melaleuca excelsa</i>)	9,09	9,09	12,26	30,44
	balam semina (<i>Palaquium ridleyi</i>)	9,09	9,09	11,61	29,79

Salah satu faktor yang mempengaruhi terhadap besarnya biomassa adalah kerapatan suatu tegakan dimana variasi biomassa sangat tergantung atas jarak antar individu atau kerapatan (Tresnawan dan Upik 2002). Besarnya nilai kerapatan pada tingkat pertumbuhan pancang dan tiang dapat memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap potensi karbon terikat yang berhubungan erat dengan besarnya biomassa suatu pohon.

Tingkat pertumbuhan pancang memiliki INP yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat pertumbuhan lain (tiang dan pohon) dikarenakan terdapat jenis pionir yang merupakan vegetasi dominan seperti bebangun dan mahang (*Macaranga maingayi*) dimana memiliki jumlah pohon yang banyak sehingga nilai kerapatan jenis pun akan

menjadi tinggi. Hutan gambut bekas terbakar biasanya akan terbuka dan akan mengalami suksesi dimana jenis pohon yang banyak muncul setelah terjadinya kebakaran adalah jenis tanaman pionir yang memiliki daya adaptasi yang tinggi pada kondisi lingkungan yang terganggu. Beberapa jenis pionir ini juga dapat ditemukan dalam penelitian komposisi dan struktur vegetasi hutan sekunder bekas terbakar di Kalimantan Timur (Adinugroho, 2006) dan Hutan Jasinga (Rahma, 2008).

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa berdasarkan kelas *diameter* menunjukkan bahwa kerapatan pohon semakin menurun secara eksponensial dari pohon yang berdiameter kecil hingga pohon yang berdiameter besar. Pohon yang berdiameter kecil didominasi oleh jenis pohon pionir seperti mahang (*Macaranga maingayi*) dan bebangun sedangkan untuk pohon yang berdiameter sedang masih terdapat beberapa jenis yang merupakan pohon asli hutan gambut seperti jelutung talang (*Dyera costulata*), meranti dan beberapa jenis lainnya namun dalam jumlah yang sedikit.

Tabel 2. Jumlah Pohon Pada Tiap Kelas Diameter Vegetasi di Petak Penelitian

Petak	Kelas Diameter (cm)			
	2,0 – 10 cm	10,01 – 20 cm	20,01 – 30 cm	>30,01 cm
I	3	-	-	-
II	23	-	-	-
III	22	3	7	1
IV	7	5	1	-
V	3	2	2	-
Jumlah (total)	58	10	10	1
Kerapatan (ind/ha)	23.200	1.000	250	25

Salah satu faktor yang mempengaruhi terhadap besarnya biomassa adalah kerapatan suatu tegakan dimana variasi biomassa sangat tergantung atas jarak antar individu atau kerapatan (Tresnawan dan Upik 2002). Besarnya nilai kerapatan pada tingkat pertumbuhan pancang dan tiang dapat memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap potensi karbon terikat yang berhubungan erat dengan besarnya biomassa suatu pohon.

Total luas bidang dasar (Lbds) di hutan gambut merang bekas terbakar adalah sebesar 14,71 m²/ha dan mengalami penurunan akibat kebakaran hutan sebesar 40,23 % dari rata-rata total Lbds pada berbagai kedalaman gambut di hutan gambut primer yaitu 24,61 m²/ha (Istomo, 2002). Pada kondisi ekosistem hutan yang tidak mengalami kerusakan (hutan primer) akan memiliki luas bidang dasar yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi hutan yang

telah mengalami gangguan. Penurunan luas bidang dasar pada lokasi penelitian disebabkan karena setelah terjadi kebakaran menyebabkan terjadi penurunan jumlah pohon pada hutan gambut sehingga dapat mempengaruhi besarnya luas bidang dasar tersebut.

Hasil analisis vegetasi pada tumbuhan bawah ditemukan 14 jenis tumbuhan bawah berkayu dan 18 jenis tumbuhan bawah tidak berkayu. Tumbuhan bawah tidak berkayu memiliki jumlah jenis dan nilai INP yang lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuhan bawah berkayu dikarenakan hutan yang telah mengalami gangguan (kebakaran hutan) mengakibatkan lantai hutan menjadi lebih terbuka tanpa ditumbuhi pohon-pohon yang tinggi sehingga sinar matahari akan langsung mengenai lantai hutan dan kondisi tersebut dapat mendukung pertumbuhan jenis rumput dan semak belukar akibatnya jenis tumbuhan tidak berkayu mendominasi areal hutan gambut merang bekas terbakar.

Sifat Fisik dan Kimia Pohon

Secara umum pada semua kelas diameter, bagian pohon yang memiliki kadar air yang paling tinggi yaitu pada bagian daun dengan rata-rata berkisar antara 59,65 – 68,66% kemudian diikuti bagian ranting yakni dengan nilai rata-rata berkisar antara 39,69 – 63,18% dan bagian cabang berkisar antara 34,34 – 50,88%. Sedangkan bagian pohon yang memiliki kadar air yang paling rendah yaitu pada bagian batang dengan nilai rata-rata kadar air berkisar antara 5,29 – 13,34%.

Besarnya kandungan kadar air pada setiap bagian pohon (batang, cabang, ranting dan daun) dapat mempengaruhi secara langsung terhadap potensi biomassa atau berat kering setiap bagian pohon disamping berat basahannya. Bagian daun memiliki nilai kadar air yang paling besar karena pada bagian ini, kandungan bahan penyusun kayu seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin rendah sehingga pada rongga sel yang kosong banyak terisi air. Selain itu, daun memiliki jumlah stomata yang lebih banyak daripada lenti sel yang terdapat pada batang yang menyebabkan banyaknya air dari lingkungan yang diserap oleh daun sehingga rongga yang ada pada daun akan banyak terisi air (Talan 2008). Sedangkan rendahnya kadar air pada bagian batang dikarenakan pada umumnya bagian batang mempunyai zat penyusun kayu yang lebih banyak dibandingkan dengan bagian pohon lainnya (cabang, ranting dan daun). Zat penyusun kayu tersebut dapat menyebabkan bagian rongga sel pada batang banyak oleh komponen penyusun kayu dibandingkan air,

sehingga bobot biomassa batang menjadi lebih besar.

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa sebagian besar dari biomassa pohon adalah berupa zat terbang yaitu berkisar antara 71,02 – 83,40%, kemudian diikuti oleh karbon terikat berkisar antara 15,98 – 23,34% dan sisanya yaitu kadar abu berkisar antara 0,63 - 5,65%. Besarnya kandungan karbon terikat ditentukan oleh besarnya nilai kadar abu dan kadar zat terbang dimana semakin besar kandungan kadar zat terbang dan kadar abu maka makin rendah kandungan karbon terikat yang ada dalam kayu tersebut. Kadar abu merupakan kadar oksida logam yang tersisa pada pemanasan yang tinggi yang terdiri dari mineral-mineral terikat kuat pada arang seperti kalsium, kalium dan magnesium. Sedangkan kadar zat terbang merupakan kandungan zat-zat yang mudah menguap atau hilang pada suhu pemanasan 950°C yang tersusun dari senyawa alifatik, terfana dan fenolik.

Pendugaan Biomassa di Atas Permukaan Tanah

Model pendugaan biomassa terpilih adalah $W = aD^b$ karena model ini benar secara ilmiah berdasarkan pengujian statistik, praktis karena hanya menggunakan satu variabel bebas yaitu diameter saja dan lebih teliti dilakukan pengukurannya dilapangan.

Berdasarkan persamaan alometrik biomassa terpilih dapat diketahui bahwa total biomassa di hutan gambut merang bekas terbakar sebesar 69.144,13 kg/ha yang terdiri dari biomassa batang sebesar 51.966,92 kg/ha (75,16%), biomassa daun sebesar 6.372,73 kg/ha (9,22%), biomassa ranting sebesar 5.752,27 kg/ha (9,32%) dan biomassa paling kecil terdapat pada bagian cabang sebesar 5.052,21 kg/ha (7,31%). Apabila dibandingkan dengan potensi biomassa rata-rata (berdasarkan kedalaman gambut) pada hutan rawa gambut primer sebesar 246,15 ton/ha (Istomo, 2002) maka kejadian kebakaran hutan dilokasi penelitian menyebabkan penurunan biomassa tegakan di hutan gambut merang sebesar 71,91% sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat kebakaran yang terjadi dilokasi penelitian dalam intensitas yang tinggi karena banyaknya tegakan yang hilang di hutan gambut tersebut.

Berdasarkan bagian pohon dapat diketahui bahwa biomassa terbesar adalah pada bagian batang. Hal tersebut berhubungan erat dengan hasil produksi pohon yang diperoleh dari hasil fotosintesis yang pada umumnya disimpan pada batang. Secara umum, batang mempunyai zat penyusun kayu yang lebih banyak dibandingkan dengan bagian pohon lainnya. Zat penyusun kayu tersebut dapat

menyebabkan bagian rongga sel pada batang banyak oleh komponen penyusun kayu dibandingkan air, sehingga bobot biomassa batang menjadi lebih besar.

Tabel 3. Persamaan Alometrik Biomassa Terpilih

Bagian	Model	R ² (%)	MSPE	CV _d
1. Batang	$W = 0,060256 D^{2,62}$	97,6	0,013	1,18
2. Cabang	$W = 0,007763 D^{2,51}$	85,3	1,27	2,20
3. Ranting	$W = 0,022387 D^{2,13}$	85,3	2,03	3,28
4. Daun	$W = 0,072444 D^{1,65}$	61,2	0,37	2,13
5. Total	$W = 0,153108 D^{2,40}$	97,8	0,08	1,61
6. Non-Fotosintesis	$W = 0,091201 D^{2,56}$	98,9	0,050	1,29

Total biomassa tumbuhan bawah dan serasah di lokasi penelitian sebesar 18.139,37 kg/ha yang terdiri atas tumbuhan bawah tidak berkayu sebesar 9.039,13 kg/ha (49,83%), diikuti oleh serasah dengan biomassa sebesar 7.029,77 kg/ha (38,75%) dan terendah pada biomassa tumbuhan bawah berkayu sebesar 2.070,46 kg/ha (11,41%). Besarnya kandungan biomassa pada tumbuhan bawah tidak berkayu disebabkan karena tumbuhan bawah tidak berkayu memiliki jumlah jenis yang banyak dan beragamnya jenis tumbuhan bawah tidak berkayu yang ditemukan. Tumbuhan bawah tidak berkayu didominasi oleh jenis pakis, ritang dan resam. Biomassa tumbuhan bawah tidak berkayu lebih besar dibandingkan dengan biomassa tumbuhan bawah berkayu karena pengaruh pembukaan tajuk di lokasi penelitian.

Total nekromasa di lokasi penelitian sebesar 64.366,98 kg/ha yang terdiri atas nekromasa bagian batang sebesar 58.862,07 kg/ha (91,45%), diikuti oleh nekromasa cabang sebesar 3.844,68 kg/ha (5,97%) dan terendah pada nekromasa ranting sebesar 1.660,23 kg/ha (2,58%). Besarnya kandungan nekromasa tersebut, mengindikasikan bahwa terjadi penurunan pada jumlah biomassa tersimpan pada tegakan di areal tersebut. Semakin menurunnya jumlah biomassa tersebut akan membawa dampak negatif terhadap kelangsungan ekosistem hutan dan berpengaruh terhadap siklus karbon di atmosfer karena hampir 50% biomassa tumbuhan terdiri dari unsur karbon dan unsur tersebut dapat lepas ke atmosfer (Brown, 1997).

Pendugaan Karbon Terikat di Atas Permukaan Tanah

Sama halnya dengan pembuatan persamaan alometrik pada biomassa dapat diketahui model penduga karbon terikat terpilih adalah $C = aD^b$ karena model ini benar secara ilmiah berdasarkan

pengujian statistik, praktis karena hanya menggunakan satu variabel bebas yaitu diameter saja dan lebih teliti dilakukan pengukurannya dilapangan.

Berdasarkan persamaan alometrik karbon terikat terpilih dapat diketahui bahwa total karbon terikat di hutan gambut merang bekas terbakar sebesar 11.823,04 kg/ha yang terdiri dari karbon terikat batang sebesar 8.212,93 kg/ha (69,47%), karbon terikat daun sebesar 1.462,68 kg/ha (12,37%), karbon terikat ranting sebesar 1.260,71 kg/ha (10,66%) dan karbon terikat paling kecil terdapat pada bagian cabang sebesar 886,71 kg/ha (7,50%). Apabila dibandingkan dengan kandungan karbon terikat pada hutan rawa gambut primer (*virgin forest*) sebesar 172,16 ton/ha (Perdhana 2009) menunjukkan bahwa kebakaran yang terjadi di hutan gambut dapat menyebabkan terjadi penurunan potensi karbon terikat sebesar 93,13% sehingga bisa dikatakan tingkat kebakaran yang terjadi dilokasi penelitian dalam intensitas yang tinggi karena banyaknya tegakan yang hilang di hutan gambut tersebut.

Tabel 4. Persamaan Alometrik Karbon Terikat Terpilih

Bagian	Model	R ² (%)	MSPE	CV _d
1. Batang	$C = 0,009772 D^{2,61}$	97,4	0,15	1,35
2. Cabang	$C = 0,001585 D^{2,45}$	83,5	1,53	1,85
3. Ranting	$C = 0,004571 D^{2,16}$	86,3	2,12	3,78
4. Daun	$C = 0,016982 D^{1,64}$	62,1	0,32	1,58
5. Total	$C = 0,030200 D^{2,35}$	97,2	0,09	1,45
6. Non-Fotosintesis	$C = 0,015849 D^{2,54}$	98,7	0,06	0,15

Tingginya kandungan karbon terikat pada batang karena unsur karbon merupakan bahan organik penyusun dinding sel batang. Selain itu, batang merupakan bagian yang memiliki potensi kandungan biomassa terbesar karena pada bagian tersebut cadangan makanan paling banyak disimpan sehingga memiliki kandungan karbon terikat yang lebih besar pula dibandingkan dengan bagian pohon yang lain (cabang, ranting dan daun).

Total potensi kandungan karbon terikat tumbuhan bawah dan serasah di lokasi penelitian sebesar 4.380,83 kg/ha, dimana sebagian besar akumulasi karbon terikat terdapat pada tumbuhan bawah tidak berkayu sebesar 2.141.64 kg/ha (48,89%), kemudian diikuti oleh serasah sebesar 1.795,75 kg/ha (40,99%). Sedangkan potensi kandungan karbon terikat terendah terdapat pada tumbuhan bawah berkayu sebesar 443,44 kg/ha (10,12%). Kandungan karbon terikat pada tumbuhan bawah tidak berkayu lebih besar dibandingkan dengan tumbuhan bawah berkayu karena akibat

adanya kebakaran hutan maka tajuk pohon menjadi lebih terbuka sehingga mendukung pertumbuhan tumbuhan tidak berkayu. Sedangkan rendahnya kandungan karbon terikat pada tumbuhan bawah berkayu disebabkan oleh kurangnya kesempatan anakan mendapatkan cahaya matahari karena pesatnya pertumbuhan tumbuhan tidak berkayu sehingga anakan menjadi tertekan dan akhirnya tidak bisa tumbuh dengan baik, hanya beberapa jenis tumbuhan bawah berkayu yang mampu bertahan sehingga kandungan karbon terikat pun akan lebih kecil.

Total karbon terikat nekromasa di lokasi penelitian sebesar 12.901,32 kg/ha yang terdiri atas nekromasa bagian batang sebesar 11.748,08 kg/ha (91,06%), diikuti oleh nekromasa cabang dengan karbon terikat sebesar 801,13 kg/ha (6,21%) dan terendah pada karbon terikat nekromasa ranting sebesar 352,11 kg/ha (2,73%). Nekromasa batang memiliki kandungan karbon terikat yang lebih besar dibandingkan dengan nekromasa lain, hal tersebut disebabkan produksi nekromasa batang yang tinggi dimana terdapat banyak tunggak-tunggak batang di areal penelitian sehingga menyebabkan kandungan karbon terikat pun semakin besar. Pengukuran karbon yang masih tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromasa) secara tidak langsung menggambarkan CO₂ yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran (Hairiah dan Rahayu, 2007).

Hubungan antara Kandungan Karbon Terikat dengan Biomassa Pohon

Hubungan antara karbon terikat dengan biomassa memiliki tingkat keeratan yang sangat tinggi terlihat dari nilai R² berkisar antara 98,8 – 99,9% dan nilai s yang kecil. Dengan demikian kandungan karbon terikat setiap bagian pohon dapat diduga dari nilai biomassa pohon sehingga untuk kepraktisan penentuan kandungan karbon terikat pohon dapat menggunakan pendugaan biomassa pohon (Tabel 5).

Tabel 5. Model Hubungan antara Kandungan Karbon Terikat (C,kg) dengan Biomassa (W,kg)

Bagian Pohon	Persamaan	S	R ² (%)	R-adj (%)
1. Batang	$C = 0,159588 W^{0,998}$	0,030092	99,9	99,9
2. Cabang	$C = 0,185353 W^{0,984}$	0,076758	99,3	99,3
3. Ranting	$C = 0,213796 W^{1,00}$	0,098101	98,8	98,7
4. Daun	$C = 0,232274 W^{0,982}$	0,074546	99,1	99,1
5. Total	$C = 0,188799 W^{0,980}$	0,033267	99,9	99,9
6. Fotosintesis	$C = 0,232274 W^{0,982}$	0,074546	99,1	99,1
7. Non-fotosintesis	$C = 0,171791 W^{0,993}$	0,030586	99,9	99,9

KESIMPULAN

Persamaan alometrik yang dihasilkan untuk menduga biomassa dan karbon terikat adalah melalui persamaan $W_{total} = 0,153108 D^{2,40}$ dan $C_{total} = 0,030200 D^{2,35}$. Potensi kandungan karbon terikat pada pohon berkaitan erat dengan potensi biomassa dimana hubungan keamatan antara karbon terikat dengan biomassa dapat ditunjukkan dengan model persamaan $C_{total} = 0,188799 W^{0,980}$. Kandungan karbon terikat pada pohon dapat diduga dengan menggunakan biomassa yaitu sebesar 16,49 % - 17,70% dari biomassa pohon. Total biomassa dan karbon terikat di atas permukaan tanah pada hutan gambut bekas terbakar secara berturut-turut adalah 151.650,47 kg/ha dan 29.105,19 kg/ha.

Dari hasil penelitian disarankan bahwa model penduga potensi biomassa dan kandungan karbon terikat di hutan gambut bekas terbakar yang telah dibentuk dapat digunakan untuk menduga besarnya potensi biomassa dan kandungan karbon terikat dari hutan gambut bekas terdegradasi. Model tersebut dapat digunakan untuk ekosistem hutan rawa gambut di Sumatera Selatan. Pengecekan ulang atau validasi perlu dilakukan untuk penerapan di wilayah lain. Diharapkan penghitungan cadangan karbon untuk wilayah hutan rawa gambut menjadi lebih akurat tanpa metode destruktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada proyek penelitian GTZ Merang REDD Pilot Project Palembang Sumatera Selatan yang telah membiayai penelitian ini serta PT Rimba Hutani Mas yang telah memfasilitasi selama di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W.C. 2006. Persamaan Alometrik Biomassa dan Faktor Ekspansi Biomassa Vegetasi Hutan Sekunder Bekas Kebakaran di PT. INHUTANI I Batu Ampar, Kalimantan Timur.
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest A Primer. FAO. Forestry Paper. USA. 134:10 - 13.
- Brown, S. 2002. Forest and Climate Change and the Role of Forest as Carbon Sink. Western Ecology Division, National Health and Environmental

Effect Research Laboratory. Oregon: USEPA, 2002.

- Haygreen J, Bowyer JL. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Terjemahan oleh: Hadikusumo S. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hairiah, K., Rahayu, S. 2007. Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor: World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office. University of Brawijaya Unibraw, Indonesia.
- Istomo. 2002. Kandungan Fosfor dan Kalsium serta Penyebarannya pada tanah dan Tumbuhan Hutan Rawa Gambut. [disertasi] Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ketterings, QM, Richard C, Meine VN, Yakub A, Cheryl AP. 2000. Reducing Uncertainty in the use of Allometric Biomass Equations for Predicting Above-Ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forest. *Forest Ecology and Management* 146 (2001) 199-209.
- Limbong, H.D.H. 2009. Potensi Karbon tegakan *Acacia crassicarpa* pada Lahan Gambut Bekas Terbakar (Studi Kasus IUPHHK-HT PT. SBA Wood Industries, Sumatera Selatan). [tesis] Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Onrizal. 2004. Model Penduga Biomassa dan Karbon Tegakan Hutan Kerangas di Taman Nasional Danau Sentarum, Kalimantan Barat. [tesis] Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Perdhana, R.F. 2009. Pengaruh Pemanenan Kayu dengan Sistem TPTI terhadap Potensi Karbon pada Vegetasi Hutan Gambut. [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Peace. 2007. Indonesia dan Perubahan Iklim: Status Terkini dan Kebijakannya. [www.peace.co.id].
- Rahma, A. 2008. Estimasi Potensi Simpanan Karbon pada Tegakan Puspa (*Schima wallichii* Korth.) Hutan Sekunder yang Terganggu Akibat Dua Kali Pembakaran di Jasinga, Bogor. [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Saharjo, B.H. 2003. Pengetahuan Dasar Kebakaran Hutan. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Salim. 2005. Profil Kandungan Karbon Pada Tegakan Puspa (*Schima wallichii* Korth) [tesis]. Bogor:

Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Salisbury, F.B., Cleon, W.R. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Bandung: ITB.

Soerianegara, I., A. Indrawan. 2008. Ekologi Hutan Indonesia. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut

Pertanian Bogor. Wetlands. 2008. Biomassa, Bukan Bahan Bakar Nir-Emisi Saatnya perubahan dalam Kebijakan Iklim. [<http://www.google.co.id/search?hl=id&q=massa+ karbon&start=10&sa=N>] [21 Oktober 2008].