

**POTENSI KARBON PADA BEBERAPA TIPE VEGETASI
DI HUTAN TANAMAN INDUSTRI**
(Potential of Carbon for Some Type Of Vegetation in The forest plantation)

**Ambar Tri Ratnaniningsih
Enno Suwarno
Enny Insusanty**

Dosen Fakultas Kehutanan
Universitas Lancang Kuning
Jl. DI.Panjaitan Km.8. Pekanbaru

ABSTRAK. Tujuan penelitian ini adalah mengukur potensi karbon yang terdapat pada beberapa tipe vegetasi di hutan tanaman industri. Hasil penelitian menunjukkan hutan tanaman Industri memiliki tiga tipe vegetasi yaitu vegetasi *Eucalyptu pellita*, semak belukar dan kawasan lindung. Ekosistem kawasan lindung yang didominasi oleh hutan alam memiliki potensi karbon sebesar 76,651 ton/ha, ekosistem semak belukar 0.973 ton/ha dan hutan tanaman *Ecalyptus pellita* memiliki potensi karbon bervariasi yang ditentukan oleh umur pohon. Pada kelas umur 5 tahun potensi karbon yang tersimpan adalah 70.930 ton/ha, 4 tahun sebesar 33.706 ton/ha, 3 tahun 43,225ton/ha dan umur 2 tahun 45.031 ton/ha. Komponen penyusun ekosistem di hutan tanaman terdiri atas pohon, serasah dan tumbuhan bawah. Pohon merupakan penyimpan karbon terbesar yaitu 95% dari jumlah karbon di hutan, serasah menyimpan karbon 4% dan tumbuhan bawah sebesar 1%.

Kata Kunci : Karbon, hutan tanaman, kawasan lindung, semak belukar

Pendahuluan

Pembukaan areal untuk hutan tanaman industri sering menimbulkan kontroversi sebagai penyebab emisi karbon. Pembangunan HTI bertujuan untuk produksi hasil hutan berupa kayu dan pemanfaatan jasa lingkungan melalui Izin Usaha Pemanfaatan Jasa Lingkungan (IUP-JL). Dalam Permenhut No 36/Menhut-II/2009 dinyatakan Hutan produksi dapat memanfaatkan jasa lingkungan melalui

upaya mitigasi perubahan iklim dengan terlibat aktif di dalam upaya penurunan karbon melalui SMF (*Sustainable Management of Forest*).

Areal hutan tanaman industri terdiri atas tiga tipe vegetasi yaitu tipe pertama areal ditumbuhi oleh tanaman yang homogen, tipe kedua areal yang ditumbuhi oleh semak belukar dan tipe ketiga areal yang mirip dengan hutan alam yang merupakan kawasan lindung. Komponen penyusun ketiga vegetasi

adalah pohon, serasah dan tumbuhan bawah. Ketiga komponen tersebut memiliki peran yang besar dalam menyediakan karbon di hutan tanaman.

Soerianegara dan Indrawan (2008) menyatakan bahwa tumbuhan bawah adalah suatu jenis vegetasi dasar yang terdapat di bawah tegakan hutan kecuali permudaan pohon hutan meliputi rerumputan, herba dan semak belukar. Serasah merupakan tumpukan dedaunan kering, ranting dan berbagai sisa vegetasi lainnya di atas lantai hutan atau kebun. Serasah umumnya dihitung biomasnya dengan metode pemanenan. Serasah bisa dipisahkan menjadi lapisan atas dan bawah. Lapisan atas disebut serasah lapisan di lantai hutan yang terdiri dari guguran daun segar, ranting, serpihan kulit kayu, lumut dan lumut kerak mati dan bagian buah dan bunga. Lapisan bawah terdiri atas serasah yang sudah terdekomposisi dengan baik (Sutaryo, 2009).

Biomassa hutan dinyatakan dalam satuan berat kering oven per satuan luas yang terdiri dari berat daun, bunga, buah, cabang, ranting, batang, akar serta pohon mati. Besarnya biomassa hutan ditentukan oleh umur tanaman, diameter, tinggi, kesuburan tanah serta sistem sivikultur yang

diterapkan. Pendugaan biomassa hutan sangat diperlukan karena berpengaruh pada siklus karbon (Morikawa 2002 dalam Heriyanto dan Siregar 2007)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi karbon yang terdapat pada hutan tanaman industri dengan beberapa tipe vegetasi yaitu tipe vegetasi dengan jenis tanaman homogen, semak belukar dan kawasan lindung

Metodelogi Penelitian

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di areal hutan tanaman industri *Eucalyptus pellita* milik PT. Perawang Sukses Perkasa Industri yang berada di Wilayah Kabupaten Kampar, Propinsi Riau. Pengujian karbon dilakukan di laboratorium Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning dan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau pada bulan Maret sampai Juli 2013.

Bahan dan Alat

Bahan dalam penelitian ini terdiri dari tanaman *Euclyptus pellita*, serasah dan tumbuhan bawah. Alat yang digunakan terdiri dari chain saw, kompas, phiband, tali raffia, spidol,

timbangan kapasitas 25-100 kg, timbangan kecil kapasitas 0.5 – 2 kg, vertex, oven, tanur, desikator, cawan porselin dan timbangan.

Data yang dikumpulkan

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data sekunder yang diambil meliputi kondisi biofisik lokasi penelitian dan peta lokasi penelitian. Data primer yang dikumpulkan di lapangan adalah diameter dan tinggi pohon, berat basah pohon yang dijadikan contoh uji, berat basah serasah dan tumbuhan bawah.

Prosedur Pengumpulan Data di Lapangan

Pada tipe vegetasi pertama, dibuat petak ukur (PU) dengan ukuran 5 m x 40 m pada tegakan umur 2, 3, 4 dan 5 tahun. Setiap kelas umur dibuat dua PU dengan total PU sebanyak delapan. Pada setiap PU dilakukan inventarisasi seluruh tegakan, lalu dilakukan pengukuran diameter setinggi dada dan tinggi total pohon. Pemilihan 3 pohon secara acak pada setiap PU untuk

menduga biomasnya. Pohon yang telah dipilih kemudian ditebang, dipisahkan bagian-bagian pohon meliputi batang, ranting dan daun kemudian ditimbang. Untuk pengambilan contoh sampel tumbuhan bawah dan serasah diwakili oleh sub plot contoh berukuran 0.5 m x 0.5 m yang terletak di dalam setiap PU dengan jumlah sub plot sebanyak 3 per PUnya. Pengukuran biomassa tumbuhan bawah dan serasah dilakukan dengan pengambilan contoh melalui metode *destructive* (merusak bagian tanaman).

Tipe vegetasi kedua yang terdiri atas semak belukar tanpa adanya pohon, pengukuran biomassa menggunakan metode *destructive sampling* dengan ukuran sub plot 0,5 m x 0,5 m dengan jumlah sub plot ada 6. Semak belukar akan diambil semua bagiannya dan kemudian ditimbang sebagai biomassa basah. Untuk mengetahui besarnya biomassa kering maka diambil sampel sebanyak 100-300 g, kemudian dioven pada suhu 80^o selama 48 jam.

Tipe vegetasi ketiga yaitu kawasan lindung yang memiliki ekosistem hutan alam dibuat sub plot pengukuran berukuran 5 m x 40 m yang mewakili kondisi vegetasi dengan jumlah sub plot sebanyak 3 plot.

Setiap sub plot dibuat 6 titik contoh untuk pengambilan contoh tumbuhan bawah, serasah dan tanah. Setiap titik berukuran $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 0,25 \text{ m}^2$. Kemudian sub plot dibagi menjadi 2 bagian dengan memasang tali di bagian **tengah sehingga ada sub-sub plot** masing-masing berukuran $2,5 \text{ m} \times 40 \text{ m}$. Pada setiap sub-sub plot dilakukan inventarisasi jenis pohon, pengukuran diameter setinggi dada (dbh). Kegiatan inventarisasi dilakukan hanya pada pohon yang memiliki diameter 5 cm-30 cm. Pohon dengan $\text{dbh} < 5 \text{ cm}$ diklasifikasikan sebagai tumbuhan bawah yang akan diambil semua bagiannya dan kemudian ditimbang sebagai biomassa basah. Untuk mengetahui besarnya biomassa kering maka diambil sampel sebanyak 100-300 g, kemudian dioven pada suhu 80° selama 48 jam. Estimasi biomassa pohon dihitung melalui pendekatan Brown (1997) yaitu $\text{Berat kering} = 0,118 D^{2.53}$

Prosedur Pengumpulan Data di Laboratorium

Pengukuran kadar air menggunakan standar ASTM 4442-07, pengukuran kadar arang, zat terbang arang dan kadar abu menggunakan

TAPPI T 211 om 85. Penentuan kadar karbon dalam tanaman, serasah dan tumbuhan bawah menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995.

Hasil dan pembahasan

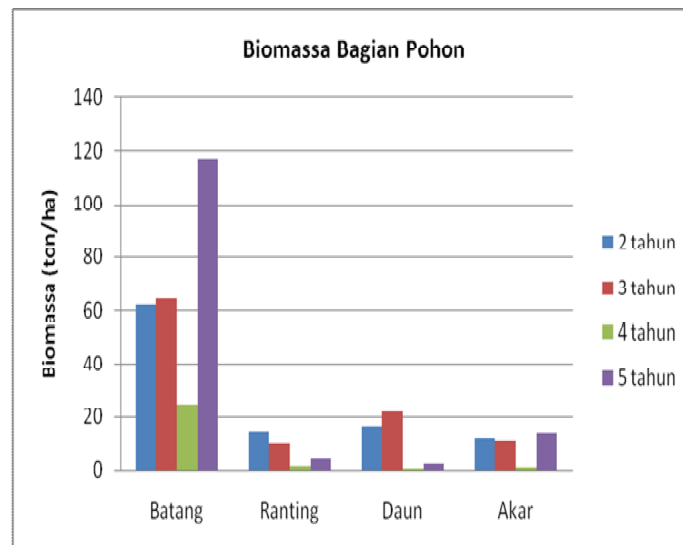
Pendugaan Biomassa di Hutan Tanaman Industri

Dalam penelitian ini bahan organik pada pohon *E.pellita* dibedakan atas perbedaan bagian-bagian pohon dan tahapan pertumbuhan. Pada setiap **kelas umur, bahan organik berakumulasi pada bagian batang**, kemudian ranting dan daun. Adanya perbedaan berat bahan organik pada bagian pohon disebabkan oleh jumlah zat penyusun kayu pada setiap bagian pohon berbeda. Pada umumnya bagian pohon yang berasal dari pohon komersial memiliki biomassa bagian batang (60-65%), tajuk (5%), daun dan cabang (10-15%), tunggak (5-105) dan akar (5%) (White, 1991).

Pada gambar 1 diketahui bahwa bahan organik *E.pellita* berakumulasi pada bagian batang pohon.

Besarnya kandungan bahan organik pada batang berhubungan dengan proses fotosintesis yang umumnya disimpan di batang. Pada umur 2 tahun bahan organik batang mencapai 64,94 %, ranting 5,85%, daun 3.48% dan akar 20,52% dari total

bahan organik, sedangkan pada umur 5 tahun bahan organik batang mencapai 75.27% , ranting 2,59%, daun 2,02% dan akar 20.12%. Menurut White (1991), bahan organik pada bagian batang mencapai 60-65%.



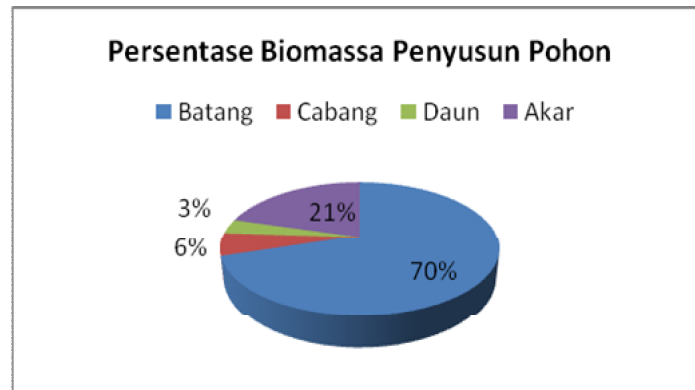
Gambar 1. Biomassa pada Bagian-bagian Pohon

Pada umur 2 tahun kandungan bahan organik pada batang lebih rendah jika dibandingkan dengan umur 5 tahun. Hal ini berhubungan dengan komposisi kayu awal dan kayu akhir yang berbeda. Pada umumnya pada awal pertumbuhan **terbentuknya kayu muda yang** didominasi oleh kayu juvenil. Karakteristik kayu juvenil adalah dominasi jaringan-jaringan muda dan air dengan jumlah zat kayu yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin dan ekstraktif yang sedikit sehingga mengakibatkan berat bahan organik pada pohon yang masih muda lebih rendah.

Pada gambar 1 diketahui bahwa berat bahan organik pada bagian ranting lebih rendah jika dibandingkan bagian batang karena ranting umumnya didominasi oleh kayu gubal dan kayu juvenil. Adanya dinding sel yang tipis dengan rongga yang belum terisi zat-zat ekstraktif menyebabkan kandungan air yang mengisi rongga semakin besar sehingga kadar air meningkat dan berat ~~jenis menjadi rendah. Besarnya~~ kandungan air, rendahnya berat jenis kayu dan rendahnya komposisi zat penyusun kayu menyebabkan berat bahan organik bagian cabang dan ranting menjadi rendah.

Daun memiliki biomassa sebesar 5.348% dari total biomassa pohon. Menurut White (1991), bahan organik pada daun berkisar 3-6%. Rendahnya bahan organik pada daun disebabkan daun memiliki banyak rongga yang sebagian besar diisi oleh air. Walaupun komponen kimia yang paling utama menyusun daun adalah klorofil, namun secara satuan luas jumlah rongga yang diisi air cenderung lebih banyak dibandingkan klorofil. Hal ini disebabkan daun memiliki jumlah stomata yang lebih banyak sehingga banyak air dari lingkungan yang akan diserap oleh daun. Kadar air yang dimiliki oleh daun yang masih segar lebih dari 53.106%. Kondisi ini berarti jumlah air yang terdapat didalam daun cukup besar, sedangkan zat penyusunnya relatif kecil sehingga struktur daun menjadi kurang padat.

Pada gambar 2 terlihat komponen penyusun biomassa terbesar dalam suatu pohon adalah batang, kemudian akar, ranting dan daun. ~~Besarnya biomassa yang terdapat dalam~~ setiap komponen pembentuk pohon ditentukan oleh komponen kimia penyusun kayu.



Gambar 2. Komposisi Penyusun Biomassa Pohon

Potensi biomassa yang terdapat dalam beberapa tipe vegetasi di hutan tanaman dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Biomassa pada Beberapa Tipe Vegetasi di Hutan Tanaman Industri

Komponen penyusun vegetasi	Biomassa (ton/ha)					
	Ekosistem Tegakan <i>E.pellita</i>				Ekosistem semak Belukar	Ekosistem kawasan lindung
	2 tahun	3 tahun	4 tahun	5 tahun		
Pohon	86,186	86,053	58,347	144,286	0	183,278
Serasah	14,727	8,051	14,093	25,870	10,543	35,097
Tumbuhan Bawah	2,338	0,912	1,857	2,849	6,777	2,498
Jumlah	103,251	95,016	74,297	173,005	17,320	220,873

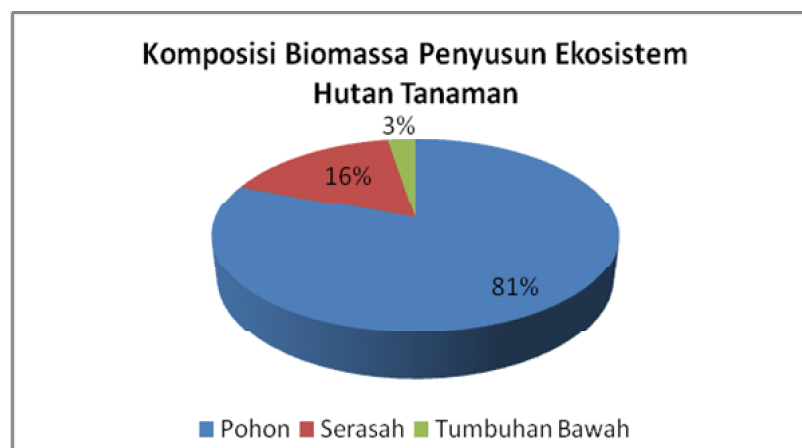
Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa biomassa pada vegetasi ketiga, yaitu kawasan lindung dengan kondisi sama seperti hutan alam memiliki biomassa yang paling besar yaitu 220.873 ton/ha, kemudian tegakan *E.pellita* yang memiliki beragam kandungan biomassa sesuai dengan umur tanaman tersebut. Umur 3 dan 4 tahun memiliki biomassa yang lebih rendah dibandingkan dengan umur 2 tahun, hal ini disebabkan perbedaan

klon tanaman. Tanaman umur 4 tahun memiliki klon yang sama dengan umur 5 tahun, tapi pada saat umur 1 tahun tanaman mengalami penyakit yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan yaitu meranggas. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Botryosphaeria sp*, *Pestalotiopsis sp*, *Cryptosporiopsis sp*, *Cylindrocladium sp*. Gejala tanaman yang terserang yaitu bercak nekrotatik pada daun, ranting, petiol dan batang. Pada serangan berat

menyebabkan daun menjadi meranggas, gugur, hingga tanaman mati. Sedangkan tanaman umur 3 tahun mengalami serangan penyakit embun jelaga, penyebab jamur *Capnodium*. Gejala serangan penyakit seperti jelaga, berwarna hitam, mudah dikelupas. Jamur tumbuh pada sisa-sisa embun madu yang dikeluarkan oleh serangan kutu-kutu. Tidak terlalu mengganggu fisiologis tanaman hanya tumbuh dipermukaan daun. Ekosistem semak belukar memiliki potensi biomassa yang paling kecil yaitu 17,320 ton/ha. Rendahnya biomassa disebabkan

penyusun ekosistem hanya serasah dan tumbuhan bawah tanpa adanya pohon.

Vegetasi hutan tanaman terdiri atas pohon, serasah dan tumbuhan bawah. Komposisi ketiga komponen tersebut dalam menyusun ekosistem dapat dilihat pada gambar 3. Pohon memiliki kandungan biomassa terbesar, kemudian serasah dan terakhir tumbuhan bawah.



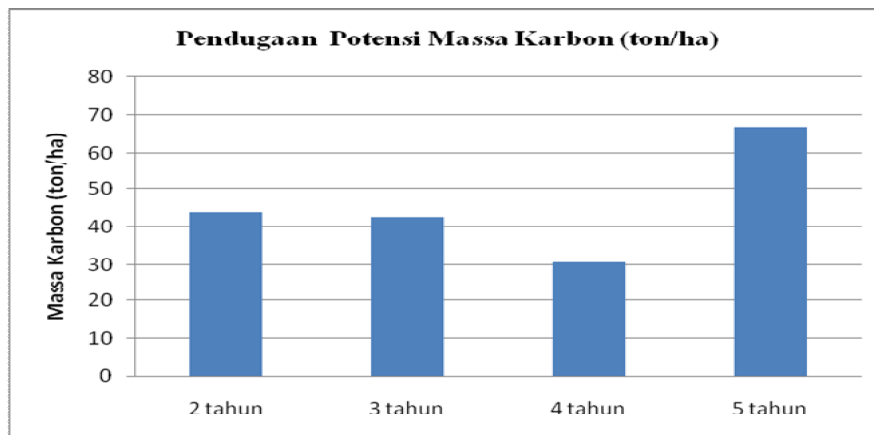
Gambar 3. Komposisi Biomassa Penyusun Ekosistem HTI

Biomassa serasah lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuhan bawah. Serasah di lantai hutan ini terdiri atas guguran daun segar, ranting, serpihan kulit kayu, lumut dan lumut kerak mati dan bagian buah dan bunga. Berat bahan organik yang dihasilkan serasah lebih tinggi dibandingkan dengan tumbuhan bawah.

Senyawa ini kemudian digunakan untuk membentuk senyawa-senyawa lain yang dibutuhkan dalam pembentukan struktur sel tanaman dan mendukung aktivitas metabolisme lain atau diakumulasi dalam sel organ. Dalam tanaman distribusi karbon terdapat pada bagian pohon meliputi bagian batang, cabang, ranting, daun dan akar.

Pendugaan Karbon di Hutan Tanaman Industri

Unsur karbon *E.pellita* yang berasal dari gas karbondioksida di atmosfer diikat dalam bentuk karbohidrat melalui proses fotosintesis.



Gambar 4. Potensi Massa Karbon pada Beberapa Kelas Umur

Massa karbon pada setiap umur tanaman bervariasi. Variasi terjadi karena perbedaan ukuran diameter.

Massa karbon pada kelas umur 5 tahun lebih tinggi jika dibandingkan kelas umur lainnya karena memiliki diameter

lebih besar dari pada umur 2,3 dan 4 tahun. Gambar 4 menunjukkan bahwa potensi karbon pada kelas umur 5 tahun sebesar 67.002 ton/ha. Besarnya kandungan karbon pada setiap kelas umur disebabkan oleh penyusun utama suatu pohon adalah bahan-bahan organik yang membentuk selulosa, hemiselulosa, lignin dan ekstraktif memiliki bobot yang lebih besar. Menurut Ahmadi (1990), 40-45% kayu tersusun oleh selulosa yang merupakan molekul gula linier yang berantai panjang yang tersusun oleh karbon, sehingga semakin tinggi selulosa maka kandungan karbon makin tinggi.

Menurut Sato *et al.*, (2002), jumlah karbon dari seluruh pohon adalah jumlah dari setiap bagian pohon, dimana ada hubungan yang signifikan antara kandungan karbon dengan diameter. Total jumlah karbon di dalam plot dapat dinyatakan sebagai jumlah nilai karbon yang diduga oleh diameter (DBH) yang dimasukkan ke dalam suatu persamaan. Diameter merupakan fungsi dari umur pohon, dimana hubungannya bersifat linier yaitu semakin meningkatnya umur pohon maka diameter akan bertambah. Pada grafik

batang diatas terlihat terjadi penurunan massa karbon pada umur 3 dan 4 tahun. Penurunan massa karbon disebabkan perusahaan menggunakan klon tanaman yang berbeda setiap tahunnya sehingga tingkat pertumbuhan tanaman pada setiap kelas umurnya akan berbeda. Tanaman kelas umur 4 tahun memiliki klon yang sama dengan kelas umur 5 tahun, tetapi pada tanaman kelas umur 4 tahun mendapat serangan penyakit *Botryosphaeria* pada saat tanaman berusia 1 tahun yang menyebabkan daun tanaman tersebut rontok sehingga pertumbuhannya rendah yang berakibat rendahnya massa karbon. Sedangkan pada tanaman yang berumur 3 tahun terserang penyakit embun jelaga yang mengganggu fisiologis tanaman sehingga pertumbuhan tanaman terganggu.

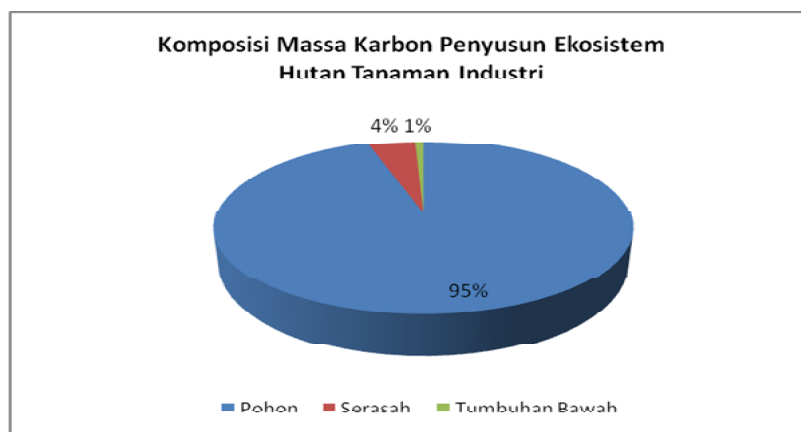
Potensi karbon ditentukan oleh biomassa tanaman. Pada umumnya kandungan karbon suatu tanaman 50% dari total biomassa. Pada penelitian ini besarnya kandungan karbon sebesar 49.586 % dari total biomassa. Besarnya massa karbon pada tiga tipe vegetasi di hutan tanaman industri berbeda, dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 14. Potensi Massa Karbon pada HTI

Komponen penyusun vegetasi	Karbon (ton/ha)						Jumlah
	Ekosistem Tegakan <i>E.pellita</i>				Ekosistem semak Belukar	Ekosistem Kawasan Lindung	
	2 tahun	3 tahun	4 tahun	5 tahun			
Pohon	43,379	42,339	30,558	67,002	0	75,216	258,494
Serasah	1,651	0,867	2,669	3,801	0,542	1,342	10,872
Tumbuhan Bawah	0,774	0,019	0,479	0,127	0,430	0,094	1,922
Jumlah	45,031	43,225	33,706	70,930	0,973	76,651	271,288

Potensi Karbon yang terdapat pada kawasan lindung lebih besar jika dibandingkan dengan tipe ekosistem lainnya yaitu 76,651 ton/ha. Kondisi ini disebabkan masih banyaknya jenis tanaman yang memiliki diameter yang berukuran besar. *E.pellita* dengan variasi umur memiliki potensi karbon

yang berbeda, pada umumnya semakin bertambahnya umur tanaman maka semakin tinggi bahan organik yang dimiliki tanaman tersebut. Semak belukar memiliki potensi karbon yang terendah yaitu 0,973 ton/ha karena komponen penyusun ekosistem hanya dua yaitu serasah dan semak belukar.



Gambar 5. Komposisi Massa karbon Penyusun Ekosistem Hutan Tanaman

Pada gambar 5 terlihat vegetasi hutan tanaman memiliki komponen penyusun karbon terbesar adalah pohon yaitu 95 %. Tumbuhan bawah memiliki

peran yang sangat kecil dalam menyediakan karbon di hutan tanaman yaitu 1 %. Rendahnya kemampuan tumbuhan bawah dalam menyimpan

karbon sangat ditentukan oleh kemampuan tumbuhan menyerap CO₂ dari atmosfer dan menyimpannya dalam bentuk karbon. Pada tegakan *E.pellita* yang berumur tinggi pada umumnya memiliki potensi karbon tumbuhan bawahnya relatif rendah. Kondisi ini disebabkan oleh semakin besarnya ukuran tajuk yang menyebabkan intensitas penyiraman matahari rendah sehingga pertumbuhan tumbuhan bawah lebih kecil.

Kesimpulan

Kawasan lindung yang didominasi oleh hutan alam memiliki potensi karbon sebesar 76,651 ton/ha, semak belukar 0,973 ton/ha dan hutan tanaman *E.pellita* yang memiliki potensi karbon bervariasi yang ditentukan oleh umur pohon. Pada kelas umur 5 tahun potensi karbon yang tersimpan adalah 70,930 ton/ha, 4 tahun

sebesar 33,706 ton/ha, 3 tahun 43,225 ton/ha dan umur 2 tahun 43,031 ton/ha. Komponen penyusun ekosistem di hutan tanama terdiri atas pohon, serasah dan tumbuhan bawah. Pohon merupakan penyimpan karbon terbesar yaitu 95% dari jumlah karbon di hutan, serasah menyimpan karbon 4% dan tumbuhan bawah sebesar 1%.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Kementrian Pendidikan Nasional melalui Dirjen Dikti dan Kopertis Wilayah X, LPPM Universitas Lancang Kuning, direksi dan staf PT. Perawang Sukses Perkasa Industri yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ahmadi, S.S. 1990. Kimia Kayu. PAU Ilmu Hayat, IPB. Bogor
- Brown, Sandra, 1997. Estimating Biomass Change of Tropical Forerst : a Primer . (FAO Forest Paper – 134). FAO, Rome
- Heriyanto NM, Siregar CA. 2007. Biomassa dan Kandungan Karbon pada Hutan Tanamn Tusam (Pinus merkusii Jung et de Vriese) Umur Lima Tahun di Cianten, Bogor. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 4(1):75-81.2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.
- Sato, K., R.Teteishi, Tateda and S.Sugito. 2002. Fieldwork in Mangrove Forest on Stand Parameter and Carbon Amount Fixed as Carbon dioxide for Combining for Remote Sensing Date. Forest Ecology and Management.
- Soerianegara,I dan A.Indrawan. 2008. Ekologi Hutan Indonesia. Laboratorium Ekologi Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor
- Sutaryo,D.2009. perhitungan Biomassa (sebuah Pengantar untuk Studi karbon dan Perdagangan karbon).<http://www.wetlands.or.id> (2 Juni 2013)
- White,L.P. dan L.G. Plaskett. 1991. Biomass as Fuel. A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich. Publishers. London, New York, Torronto, Sidney, San Fransisco