

POTENSI SIMPANAN KARBON PADA TEGAKAN REVEGETASI LAHAN PASCA TAMBANG DI PT JORONG BARUTAMA GRESTON, KALIMANTAN SELATAN

Potential Carbon Stock in Revegetation Stand of Post-Mining Land at PT Jorong Barutama Greston, South Kalimantan

Iwan Hilwan dan Ade Siti Nurjannah

Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Mining activities can generate the lost of vegetation that cause absorption of CO₂ decrease. Reclamation and revegetation activities were expected could increase the absorption of CO₂. The aims of this research are to presume and to compare carbon stock in revegetation stand of post-mining land in 2008, 2009, and 2010 cultivation at PT Jorong Barutama Greston. The estimation of carbon stock in Acacia mangium and Paraserianthes falcataria were conducted with allometric model while destructive sampling was used for litter and understorey. Total carbon stock of revegetation stand in 2008, 2009, and 2010 were 41.09, 27.43, and 22.90 ton/ha. The analysis value of vegetation showed that total species of understorey in 2008, 2009, and 2010 were 20, 19, and 26 specieses. The value of Pearson correlation test showed that understorey diversity state had not a significant effect for its carbon stock.

Keywords: *Acacia mangium, carbon stock, Paraserianthes falcataria, revegetation stand*

PENDAHULUAN

Isu mengenai perubahan iklim global sudah banyak dibicarakan orang. Penyebabnya adalah jumlah Gas Rumah Kaca (GRK) yang ada di atmosfer telah melampaui ambang batas. Terakumulasinya gas-gas tersebut di atmosfer membuat radiasi matahari terperangkap di dalam atmosfer sehingga terjadi peningkatan suhu secara global. Salah satu gas yang memiliki peranan penting dalam peningkatan GRK adalah karbon dioksida (CO₂). Kandungan CO₂ di atmosfer diduga meningkat sekitar 0.03-0.06% dan menyebabkan kenaikan suhu sebesar 4.25°F (Fardiaz 1992).

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer salah satunya dengan mengurangi laju deforestasi. Tingkat deforestasi di berbagai wilayah di Indonesia sangat bervariasi. Faktor penyebab deforestasi dan degradasi di Indonesia diantaranya adalah alih fungsi lahan hutan untuk usaha pertambangan. Kegiatan pertambangan, khususnya yang menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit mining*), menimbulkan dampak ekologis yang sangat besar seperti hilangnya vegetasi yang menyebabkan berkurangnya penyerapan CO₂. Oleh karena itu, perusahaan tambang wajib melakukan kegiatan reklamasi dan revegetasi sebagaimana tertuang dalam Peraturan Pemerintah RI No 78 Tahun 2010 tentang Reklamasi dan Pascatambang. Kegiatan reklamasi dan revegetasi diharapkan dapat memulihkan kerusakan ekologi karena salah satu karakter tumbuhan adalah memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyimpan karbon selama hidupnya. Potensi tumbuhan dalam menyerap karbon penting untuk diketahui mengingat kandungan CO₂ di atmosfer semakin meningkat.

PT Jorong Barutama Greston (PT JBG) merupakan perusahaan pertambangan batubara yang telah melakukan kegiatan reklamasi dan revegetasi sejak tahun 2005. Selama ini belum pernah ada pengukuran potensi karbon yang diserap oleh tanaman revegetasi di perusahaan tersebut. Penelitian mengenai serapan karbon tegakan revegetasi lahan pasca tambang secara umum juga masih minim dilakukan padahal penelitian potensi karbon ini sangat penting untuk mengetahui banyaknya karbon yang dapat diserap setelah kegiatan penambangan.

Penelitian ini bertujuan untuk menduga dan membandingkan simpanan karbon yang ada di tegakan revegetasi lahan pasca tambang tahun penanaman 2008, 2009 dan 2010 PT JBG, Kalimantan Selatan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dari bulan Mei sampai dengan Juni 2014. Pengambilan data bertempat di tegakan revegetasi di *Waste Dump Upper Central (UC)* yang ditanam tahun 2008, 2009, dan 2010 PT JBG, Kalimantan Selatan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah peta citra satelit PT JBG, *Global Positioning System (GPS)*, Suunto, tambang/tali rafia, pita meter, kuas, pita ukur, patok, parang, cangkul, *tally sheet*, alat tulis, kertas karton, plastik, *trashbag*, label, koran, oven, sasak, laptop, neraca ohaus, timbangan dan kamera digital. Bahan

yang digunakan adalah cat merah dan kuning, alkohol, tegakan revegetasi *Waste Dump UC* tahun penanaman 2008, 2009, dan 2010, nekromassa, serasah, tumbuhan bawah, dan *Melastoma malabathricum* (karamunting).

Prosedur Pengambilan Data

Metode Penentuan dan Pembuatan Plot di Lapang

Pengambilan data di lapang dilakukan dengan pembuatan 5 petak persegi panjang berukuran 100 m x 20 m pada setiap tegakan revegetasi. Petak contoh yang dibuat adalah Petak Ukur Permanen (PUP) sehingga pada keempat sudut dan tengah petak dipasang patok yang telah dicat merah sebagai penanda batas peta

Metode Pengambilan Contoh Biomassa Tegakan

Biomassa tegakan dapat dihitung dengan mengambil data Dbh (1,3 m), tinggi pohon, dan nama jenis untuk tumbuhan tingkat pohon, tiang, dan pancang yang ada di dalam masing-masing plot. Potensi biomassa tegakan diduga dengan menggunakan persamaan alometrik.

Metode Pengambilan Contoh Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah

Seluruh tumbuhan bawah dan serasah yang ada di plot 1 m x 1 m dikumpulkan dan dicabut beserta akarnya (Masripatin *et al.* 2010b). Bagian tumbuhan bawah dan serasah ditimbang sebanyak 200 gram untuk mendapatkan berat basah contohnya. Setelah itu dilakukan pengovenan dengan suhu 80° C selama 2 x 24 jam (Hairiah dan Rahayu 2007).

Metode Pengambilan Contoh Nekromassa Tegakan

Nekromassa adalah batang pohon mati baik yang masih tegak maupun yang rebah (Masripatin *et al.* 2010b). Pengukuran nekromassa dilakukan dalam plot pengamatan pohon, tiang, dan pancang. Data yang diambil berupa data diameter, tinggi/panjang, berat jenis nekromassa, dan tingkat keutuhan pohon mati.

Metode Penentuan Berat Jenis Kayu

Tumbuhan seperti karamunting belum diketahui kerapatan kayunya (*wood density*) untuk itu perlu dilakukan pengukuran kerapatan kayu. Metode yang digunakan adalah metode *destructive sampling*. Batang karamunting dipotong, ditimbang berat basahnya, diukur diameter dan panjangnya kemudian dioven selama 2x24 jam dengan suhu 100 °C dan ditimbang berat kering tanurnya (Hairiah dan Rahayu 2007).

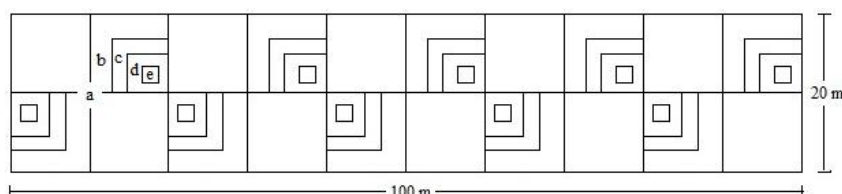
Metode Analisis Vegetasi

Analisis vegetasi semai dan tumbuhan bawah dilakukan pada plot 2 m x 2 m. Data yang diambil berupa nama jenis, nama lokal dan jumlahnya.

Analisis Data

Perhitungan Potensi Biomassa Tegakan

Potensi biomassa diduga dengan menggunakan persamaan alometrik biomassa. Jika jenis pohon yang ditemukan tidak memiliki persamaan alometrik biomassa, pendugaan biomassa dapat dilakukan dengan menggunakan rumus alometrik volume. Persamaan alometrik pendugaan biomassa dan volume tegakan yang digunakan tertera di dalam Tabel 1.



Keterangan: Plot 20 m x 20 m (*) untuk pengukuran pohon ($D \geq 20$ cm), plot 10 m x 10 m (*) untuk pengukuran tiang ($10 \text{ cm} \leq D < 20$ cm), plot 5 m x 5 m (*) untuk pengukuran pancang ($2 \text{ cm} \leq D < 10$ cm), plot 2 m x 2 m untuk analisis vegetasi semai dan tumbuhan bawah, plot 1 m x 1 m untuk pengukuran biomassa tumbuhan bawah dan serasah, (*) plot digunakan dalam pengukuran pohon, tiang, dan pancang mati.

Gambar 1 *Lay out* petak contoh pengambilan data

Tabel 1 Persamaan alometrik pendugaan biomassa dan volume tegakan

No	Jenis pohon	Persamaan alometrik	Sumber
1	<i>Acacia mangium</i> (mangium)	$V = 0.000328 D^{2,2764}$	Imanuddin dan Bustomi (2004) dalam Haruni <i>et al.</i> (2012)
2	<i>Paraserianthes falcataria</i> (sengon)	$W = 0.148 D^{2,299}$	Haruni <i>et al.</i> (2012)
3	Jenis pohon lain	$W = 0.2291 D^{2,31}$	Wulansih (2012)

Keterangan:

V = volume pohon (m^3)

W = biomassa pohon (kg)

D = Dbh (cm)

Nilai pendugaan biomassa didapat dengan memasukkan nilai dari persamaan alometrik volume tersebut ke dalam rumus:

$$\text{Biomassa pohon} = V \times \rho \times \text{BEF}$$

Keterangan:

- V = volume kayu (m³)
- ρ = kerapatan kayu (kg/m³)
- BEF = *biomassa expansion factor*.

Apabila jenis yang ditemukan tidak memiliki persamaan alometrik volume, maka pendugaan biomassa pohon dilakukan dengan menggunakan rumus volume yang umum digunakan:

$$V = \frac{1}{4} \pi \times ((\text{dbh}/100)^2) \times F \times H$$

Keterangan:

- V = volume pohon (m³)
- F = angka bentuk pohon, angka bentuk untuk pohon standar sebesar 0,7
- H = tinggi pohon (m).

Nilai BEF dan kerapatan kayu tertera di dalam Tabel 2.

Tabel 2 Nilai BEF dan Kerapatan Kayu

No	Jenis pohon	Nilai BEF	ρ
1	Mangium	1.33	500 kg/m ³
2	Sengon	1.34	330 kg/m ³
3	Karamunting	1.06	Belum diketahui

Sumber: Nilai BEF: Haruni *et al.* (2012); nilai kerapatan kayu: P3HH (2008)

Perhitungan Potensi Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah

Perhitungan biomassa tumbuhan bawah dan serasah dilakukan dengan menghitung berat kering total. Rumus yang digunakan menurut Hairiah dan Rahayu (2007) sebagai berikut:

$$\text{BKT} = \frac{\text{BKc}}{\text{BBc}} \times \text{BBT}$$

Keterangan:

- BKT = berat kering total (kg)
- BKc = berat kering contoh (kg)
- BBc = berat basah contoh (kg)
- BBT = berat basah total (kg)

Perhitungan Potensi Nekromassa Pohon, Tiang, dan Pancang Mati

Pohon, tiang, atau pancang mati potensi nekromassanya dapat diduga dengan menggunakan nilai biomassa pohon yang dikalikan dengan tingkat keutuhan pohon mati (lihat Gambar 2). Rumus yang digunakan menurut BSN (2011) adalah sebagai berikut:

$$N_i = B_i \times f$$

Keterangan:

- N_i = nekromassa (kg)
- B_i = biomassa (kg)
- f = tingkat keutuhan pohon mati



Keterangan: A. Tingkat keutuhan pohon mati tanpa daun dengan faktor koreksi 0.9; B. tingkat keutuhan pohon tanpa daun dan ranting dengan faktor koreksi 0.8; C. Tingkat keutuhan pohon tanpa daun, ranting dan cabang dengan faktor koreksi 0.7.

Gambar 2 Tingkat keutuhan pohon, tiang, dan pancang mati.

Metode Perhitungan Nekromassa Kayu Mati

Potensi nekromassa didapat dengan menggunakan rumus volume Brereton yang dikalikan dengan kerapatan kayu tersebut. Rumus yang digunakan menurut BSN (2011) adalah sebagai berikut:

$$V_{km} = 0.25 \pi \frac{d_p + d_u}{2 \times 100}^2 \times p \dots (\text{Brereton})$$

$$N_{km} = V_{km} \times \rho$$

Keterangan:

- V_{km} = volume kayu mati (m³)
- d_p = diameter pangkal kayu mati (cm)
- d_u = diameter ujung kayu mati (cm)
- p = panjang kayu mati (m)
- N_{km} = nekromassa kayu mati (kg)
- ρ = kerapatan kayu (kg/m³)

Pendugaan Potensi Karbon di Atas Permukaan Tanah

Potensi karbon dapat diduga dengan mengkonversi 0,47 dari biomassa maupun nekromassanya (IPCC 2006; BSN 2011), namun untuk beberapa jenis telah diketahui fraksi karbonnya seperti mangium memiliki nilai fraksi karbon sebesar 45% dan sengon sebesar 44% (Kemenhut 2013). Rumus yang digunakan dalam pendugaan potensi karbon sebagai berikut:

$$C = B \times 0.47$$

$$C = N \times 0.47$$

$$C = \text{BKT} \times 0.47$$

$$C_{\text{akasia}} = B \times 0.45$$

$$C_{\text{sengon}} = B \times 0.44$$

Keterangan:

- C = karbon (kg)
- B = biomassa tumbuhan (kg)
- N = nekromassa tumbuhan (kg)

BKT = berat kering tanur tumbuhan bawah dan serasah (kg)
 0.47 = Faktor konversi dari standar internasional untuk pendugaan karbon

Perhitungan Karbon Per Hektar untuk Biomassa di Atas Permukaan Tanah

Seluruh hasil perhitungan yang telah didapat kemudian diakumulasi ke dalam luasan per hektar. Rumus yang di gunakan (BSN 2011) adalah:

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{L \text{ plot}}$$

Keterangan:

- C_n = kandungan karbon per hektar pada masing-masing *carbon pool* pada tiap plot (ton/ha)
- C_x = kandungan karbon pada masing-masing *carbon pool* pada tiap plot (kg)
- L plot = Luas plot pada masing-masing *pool* (m²).

Perhitungan Potensi Serapan CO₂

Banyaknya CO₂ yang diserap tanaman dapat diduga dengan mengalikan nilai dugaan karbon per hektar dengan faktor konversi atom C di dalam senyawa CO₂. Rumus yang digunakan menurut Hardjana (2009) sebagai berikut:

$$CO_2 = C \times 3.67$$

Perhitungan Kerapatan Kayu

Pengukuran volume kayu menggunakan rumus Brereton, sedangkan untuk perhitungan kerapatan kayu (ρ) menurut Hairiah (2007) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho \text{ g/cm}^3 = \frac{\text{Berat kering(g)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}}$$

Konversi kerapatan kayu ke dalam satuan (kg/m³), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho \text{ kg m}^3 = \rho \text{ g cm}^3 \times \frac{10^{-3}}{10^{-6}}$$

Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Keanekaragaman tumbuhan dalam penelitian ini dianalisis dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Krebs 1978). Rumus yang digunakan:

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \times \ln \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

- H' = indeks keanekaragaman jenis
- n_i = jumlah individu jenis ke-i
- N = jumlah seluruh individu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Simpanan Biomassa Tegakan Revegetasi

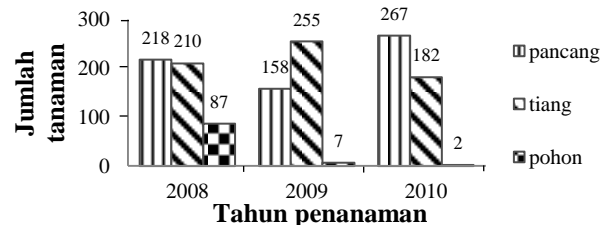
Biomassa merupakan jumlah karbon potensial yang dapat dilepas ke atmosfer sebagai karbon dioksida ketika hutan ditebang atau dibakar, sebaliknya dengan pendugaan biomassa dapat dilakukan perhitungan jumlah karbon dioksida yang dapat dipindahkan dari atmosfer dengan cara melakukan reboisasi atau dengan penanaman (Brown 1997 dalam Indrapraja 2013). Pendugaan biomassa hutan merupakan salah satu cara untuk mengetahui kandungan karbon yang tersimpan dalam hutan. Diperkirakan bahwa 50% dari biomassa hutan mengandung karbon (Ketterings *et al.* 2001; Brown 1997 dalam Roesyane 2010).

Simpanan biomassa tegakan revegetasi terdiri dari simpanan biomassa pohon, tiang, dan pancang. Hasil pengukuran simpanan biomassa di tegakan revegetasi *Waste Dump UC* dengan tahun penanaman berbeda tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3 Simpanan biomassa tegakan revegetasi *Waste Dump UC*

Komponen hutan	Biomassa Tegakan (ton/ha)		
	2008	2009	2010
Pohon	23.74	1.53	0.53
Tiang	39.04	38.49	23.36
Pancang	19.68	13.84	21.35
Jumlah	82.46	53.86	45.24

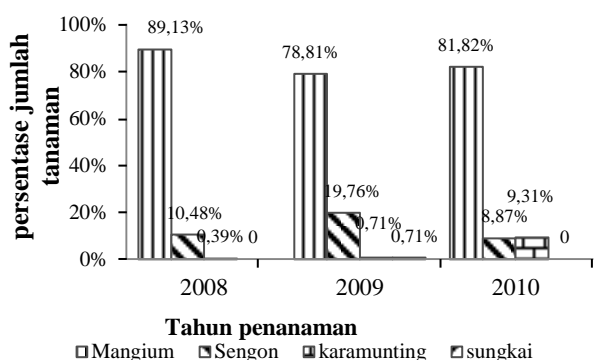
Simpanan biomassa tertinggi dari ketiga tegakan berasal dari permudaan tingkat tiang. Ketiga tegakan masih didominasi tingkat tiang dan pancang meskipun ketiga tegakan telah mencapai umur 4 tahun, 5 tahun, dan 6 tahun (lihat Gambar 3). Hal ini terjadi karena kondisi tanah yang berbeda dengan hutan tanaman pada umumnya. *Top soil* yang digunakan dalam reklamasi bukanlah horison O melainkan horison A sehingga pH tanah masam dan tanah miskin hara. Selain itu, ketebalan *top soil* yang hanya berkisar 15-50 cm membuat pertumbuhan akar kurang optimal, akibatnya pertumbuhan tanaman pun menjadi terhambat.



Gambar 3 Jumlah tiang, pancang dan pohon pada masing-masing tegakan

Hasil penelitian Hanggara (2012) menunjukkan simpanan biomassa tegakan mangium dan tegakan sengon di lahan reklamasi pasca tambang umur 4 tahun sebesar 41.58 ton/ha dan 6.86 ton/ha sedikit berbeda dengan simpanan biomassa hasil penelitian penulis pada umur yang sama (tegakan tahun 2010) sebesar 45.24 ton/ha. Perbedaan ini dikarenakan perbedaan persamaan alometrik dan nilai kerapatan kayu mangium yang

digunakan. Selain itu, tegakan revegetasi PT JBG menggunakan 2 tanaman pokok, yaitu mangium dan sengon dengan jarak tanam 4 m x 4 m sedangkan tegakan yang diukur pada penelitian Hanggara (2012) merupakan tegakan homogen dengan jarak tanam 3 m x 4 m. Meskipun pada tegakan PT JBG perbandingan penanaman mangium dan sengon 1:1, namun mangium lebih mendominasi dibandingkan dengan sengon (lihat Gambar 4). Hal ini disebabkan sengon kalah bersaing dengan mangium, selain itu banyak mangium yang memiliki batang bercabang dibawah 1,3 m sehingga pengukuran biomassa dilakukan di masing-masing cabang.



Gambar 4 Komposisi tanaman tegakan revegetasi Waste Dump UC

Simpanan Biomassa Serasah dan Tumbuhan Bawah

Serasah dan tumbuhan bawah merupakan salah satu komponen hutan yang harus diukur ketika dilakukan pendugaan simpanan biomassa hutan. Hasil dari pendugaan simpanan biomassa serasah dan tumbuhan bawah tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4 Simpanan biomassa serasah dan tumbuhan bawah

Komponen hutan	Biomassa tegakan (ton/ha)		
	2008	2009	2010
Serasah	4.32	3.98	2.96
Tumbuhan bawah	0.42	0.55	0.62
Jumlah	4.74	4.53	3.58

Simpanan biomassa serasah berbanding lurus dengan biomassa tegakan, semakin besar biomassa tegakan maka semakin tinggi biomassa serasahnya. Tegakan dengan umur lebih tua memiliki simpanan biomassa serasah yang lebih besar (lihat Tabel 4). Daun mangium memiliki kadar lignin dan nisbah C/N yang tinggi sehingga proses dekomposisi serasahnya berjalan lambat (Hardiyanto *et al.* 2004 dalam Hanggara 2012) sehingga serasah mangium banyak ditemukan di lantai hutan. Adapun biomassa tumbuhan bawah berbanding terbalik dengan biomassa tegakan. Tegakan dengan umur lebih muda memiliki tumbuhan bawah yang lebih banyak dibandingkan dengan tegakan umur tua. Komposisi dari keanekaragaman jenis tumbuhan bawah dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya, kelembaban, pH tanah, tutupan tajuk dari pohon di sekitarnya, dan tingkat kompetisi dari masing-masing

jenis. Tegakan dengan umur lebih tua memiliki tutupan tajuk yang lebih rimbun sehingga tumbuhan bawah kurang mendapatkan cahaya, padahal cahaya sangat dibutuhkan oleh tumbuhan untuk proses perkembangan, pertumbuhan dan reproduksi (Gusmaylina 1983 dalam Nirwani 2011).

Simpanan Nekromassa

Pohon mati merupakan bagian penting dalam pengukuran karbon tegakan. Banyaknya nekromassa yang tersimpan pada pengukuran nekromassa dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5 Simpanan nekromassa

Komponen hutan	Nekromassa tegakan (ton/ha)		
	2008	2009	2010
Pohon mati	0.37	-	-
Tiang mati	1.97	0.76	0.61
Pancang mati	1.21	1.68	1.08
Kayu mati	0.06	0.11	0.05
Jumlah	3.61	2.55	1.74

Simpanan nekromassa terbesar terdapat pada tegakan tahun 2008 dengan proporsi terbesar berasal dari nekromassa tiang mati. Tingkat keutuhan pohon mati di ketiga tegakan didominasi oleh pohon tanpa daun dan pohon tanpa daun dan ranting masing-masing sebanyak 27 pohon dan 25 pohon dari total 74 pohon yang mati. Banyaknya pohon yang mati diduga dikarenakan serangan hama dan faktor lingkungan lain.

Simpanan Total Biomassa dan Nekromassa

Simpanan total biomassa tegakan, serasah, tumbuhan bawah dan nekromassa jika diakumulasi akan menjadi simpanan total biomassa di atas permukaan yang menjadi dasar perhitungan simpanan karbon di atas permukaan tanah (Indrapraja 2010). Besarnya simpanan total biomassa dan nekromassa tanah tersaji dalam Tabel 6.

Tabel 6 Simpanan Total Biomassa dan Nekromassa

Komponen hutan	Biomassa dan Nekromassa (ton/ha)		
	2008	2009	2010
Pohon	23.79	1.52	0.53
Tiang	39.14	38.35	23.30
Pancang	19.72	13.78	21.33
Serasah	4.32	3.98	2.96
Tumbuhan bawah	0.42	0.55	0.62
Nekromassa	3.61	2.55	1.74
Jumlah	91.00	60.73	50.48

Tegakan tahun 2008 memiliki simpanan biomassa tertinggi, yakni sebesar 91.00 ton/ha, sedangkan simpanan biomassa tegakan tahun 2009 sebesar 60.73 ton/ha dan tegakan tahun 2010 sebesar 50.48 ton/ha. Kontribusi biomassa paling besar berasal dari biomassa tiang sedangkan terkecil berasal dari tumbuhan bawah.

Simpanan Total Karbon

Karbon merupakan salah satu unsur yang mengalami daur dalam ekosistem. Di dalam atmosfer, karbon terikat dan membentuk senyawa CO₂ (Indriyanto 2010). CO₂ juga dapat membentuk persediaan karbon organik dalam proses fotosintesis. Karbon organik ini akan tetap berada di dalam tubuh produsen (tumbuhan) atau pun konsumen (manusia dan hewan) sampai mati. Setelah produsen/konsumen mati, karbon organik akan terurai melalui proses dekomposisi dan CO₂ akan terlepas kembali ke atmosfer. Penguraian bahan organik ini ada yang berlangsung cepat adapula yang berlangsung sangat lama. Proses penguraian yang berlangsung sangat lama akan membentuk bahan bakar fosil (Killham 1996; Vickery 1984; Gopal dan Bhardwaj 1979 dalam Indriyanto 2010).

Simpanan total karbon di atas permukaan merupakan akumulasi dari simpanan karbon masing-masing komponen hutan seperti tegakan, serasah, tumbuhan bawah, dan nekromassa. Sama halnya dengan potensi simpanan biomassa dan nekromassa, simpanan total karbon paling besar terdapat pada simpanan karbon tiang sementara yang paling kecil terdapat pada simpanan karbon tumbuhan bawah. Hasil pendugaan simpanan karbon tegakan revegetasi PT JBG tersaji dalam Tabel 7.

Tabel 7 Simpanan total karbon tegakan revegetasi

Komponen hutan	Karbon tegakan (ton/ha)		
	2008	2009	2010
Pohon	10.69	0.68	0.24
Tiang	17.57	17.26	10.49
Pancang	8.86	6.22	9.60
Serasah	2.03	1.87	1.62
Tumbuhan bawah	0.32	0.26	0.32
Nekromassa	1.62	1.14	0.63
Jumlah	41.09	27.43	22.90

Hasil simpanan karbon total yang diperoleh pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Hanggara (2012). Simpanan karbon tegakan akasia dan sengon umur 4 tahun di lahan reklamasi pasca tambang yang diukur Hanggara (2012) masing-masing sebesar 22.96 ton/ha dan 5.30 ton/ha, sedangkan pada penelitian ini tegakan tahun 2010 memiliki simpanan karbon sebesar 22.098 ton/ha (lihat Tabel 8). Jika dibandingkan dengan potensi karbon hutan tanaman mangium di tempat lain, potensi karbon tegakan revegetasi ini jauh lebih kecil. Hutan tanaman mangium umur 5 tahun yang ditanam PT Perhutani Bogor mengandung simpanan biomassa sebesar 176.84 ton/ha, sedangkan hutan tanaman mangium umur 6 tahun di hutan tanaman Benakat, Sumatera Selatan memiliki simpanan karbon sebesar 91.2 ton/ha (Heriansyah dan Siregar 2002; Ginting 1997 dalam Masripatin 2010a).

Adanya perbedaan simpanan karbon yang cukup besar disebabkan oleh perbedaan kualitas tapak, iklim, serta perlakuan silvikultur yang diberikan. Lahan reklamasi pasca tambang memiliki kualitas tapak yang lebih rendah seperti pH rendah dan miskin unsur hara. Perlakuan silvikultur seperti perawatan tanaman pun

kurang intensif jika dibandingkan dengan hutan tanaman.

Potensi Serapan CO₂

Dugaan potensi serapan CO₂ dari tegakan revegetasi lahan pasca tambang PT JBG disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8 Potensi Serapan CO₂

Tahun	Potensi penyerapan CO ₂ (ton/ha)	Potensi penyerapan CO ₂ (ton/ha/tahun)
2008	147.09	24.52
2009	97.24	19.45
2010	90.10	22.53

Potensi penyerapan CO₂ tegakan revegetasi tahun 2008 sebesar 147.09 ton/ha, tahun 2009 sebesar 97.24 ton/ha, dan tahun 2010 sebesar 90.10 ton/ha. potensi penyerapan CO₂ rata-rata per tahun tegakan revegetasi PT JBG berkisar 19.45-24.52 ton/ha/tahun. Nilai ini tergolong rendah jika dibandingkan dengan nilai potensi penyerapan CO₂ tegakan mangium menurut Subarudi (2003) di Kalimantan Timur dan Sumatera Selatan yang berkisar 40-67 ton/ha/tahun. Hasil pendugaan potensi penyerapan CO₂ tegakan mangium di HTI Kalimantan Timur oleh Hardjana (2009) memiliki rata-rata penyerapan CO₂ sebesar 55.45 ton/ha/tahun. Perbedaan banyaknya CO₂ yang diserap dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti iklim, topografi, karakteristik tanah, spesies dan komposisi umur pohon, serta tahap pertumbuhan pohon. Tegakan revegetasi PT JBG memiliki serapan CO₂ yang rendah diduga karena kondisi lahan yang miskin hara sehingga pertumbuhan tanaman lebih lambat.

Tingkat keanekaragaman jenis tumbuhan bawah tegakan tahun 2009 sebesar 2.01 tergolong sedang karena memiliki nilai H' berkisar antara 2-3, sementara tegakan tahun 2008 dan 2010 memiliki nilai H' masing-masing sebesar 1.75 dan 1.72, keanekaragamannya tergolong rendah karena nilai H' < 2. Uji korelasi antara indeks keanekaragaman jenis dengan kandungan karbon tumbuhan bawah dilakukan dengan menggunakan uji Pearson. Hasil uji menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman jenis tumbuhan bawah tidak berpengaruh nyata terhadap simpanan karbon tumbuhan bawahnya pada taraf 95%.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Tegakan revegetasi PT JBG tahun 2008 memiliki simpanan karbon di atas permukaan tanah tertinggi yakni 41.09 ton/ha, sedangkan tegakan revegetasi tahun 2009 sebesar 27.43 ton/ha, dan tegakan tahun 2010 sebesar 22.90 ton/ha.
2. Umur tegakan memengaruhi potensi simpanan karbon di dalam serasah dan tumbuhan bawahnya. Semakin tua umur tegakan, maka semakin besar potensi karbon dari serasah yang ada di bawah tegakan. Sementara itu, semakin tua umur tegakan

maka kandungan karbon di dalam tumbuhan bawahnya semakin sedikit.

3. Tingkat keanekaragaman jenis tegakan tahun 2009 tergolong sedang, sedangkan tegakan tahun 2008 & 2010 tergolong rendah. Hasil uji korelasi Pearson menunjukkan tingkat keanekaragaman jenis tumbuhan bawah tidak berpengaruh terhadap simpanan karbonnya.

Saran

1. Perlu dilakukan perawatan tanaman yang lebih intensif seperti pemupukan, penjarangan, dan pemberantasan hama penyakit agar pertumbuhan tanaman revegetasi lebih baik sehingga simpanan karbonnya lebih banyak.
2. Perlu dilakukan evaluasi mengenai persentase hidup tanaman jika dilihat dari jauhnya perbandingan antara jumlah tanaman sengon dan mangium serta banyaknya tanaman yang mati, agar diketahui penyebab pasti kematian tanaman dan dapat dilakukan pencegahan serta penanganannya.
3. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai penyebab tanaman yang mati.
4. Perlu dilakukan pengukuran simpanan karbon di lokasi tegakan revegetasi yang lain di PT JBG.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2011. Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon–Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (*ground based forest carbon accounting*). Jakarta (ID): BSN.
- Fardiaz S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. Pengukuran karbon tersimpan di berbagai macam penggunaan lahan. Bogor (ID): World Agroforestry Centre, ICRAF Southeast Asia.
- Hanggara BAT. 2012. Pendugaan kandungan karbon pada tegakan akasia (*Acacia mangium*) dan tegakan sengon (*Paraserianthes falcataria*) di lahan reklamasi pasca tambang batubara PT Arutmin Batulicin, Kalimantan Selatan [skripsi]. Bogor (ID): Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, IPB.
- Hardjana AK. 2009. Potensi biomassa dan karbon pada hutan tanaman *Acacia mangium* di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. 7(4):237-249.
- Haruni K, Adinugroho WC, Imanuddin R. 2012. *Monograf Model-Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia*. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian Kehutanan, Kementerian Kehutanan.
- Indrapraja R. 2013. Potensi simpanan karbon di atas permukaan tanah pada tegakan meranti (*Shorea spp.*) di KHDTK Haurbentes, Kabupaten Bogor [skripsi]. Bogor (ID): Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.
- Indriyanto. 2010. *Ekologi Hutan*. Jakarta (ID): Bumi Aksara.
- Irawan DJ. 2009. Pendugaan kandungan karbon pada tegakan jati (*Tectona grandis*) tidak terbakar dan pasca kebakaran permukaan di KPH Malang, Perum Perhutani Unit II Jawa Timur [skripsi]. Bogor (ID): Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, IPB.
- [Kemenhut] Kementerian Kehutanan. 2010. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.4/menhut-ii/2011 tentang pedoman reklamasi hutan. Jakarta (ID): Kementerian Kehutanan.
- [Kemenhut] Kementerian Kehutanan. 2013. *Pedoman Penggunaan Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa dan Stok Karbon Hutan di Indonesia*. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- Krebs CJ. 1978. *Ecologi The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. New York (US) : Harper & Row.
- Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton NJ (US): Princeton University Press.
- Masripatin N, Kirsfianti G, Gustan P, Wayan SD, Chairil AS, Ari W, Dyah P, Arief SU, Niken S, Mega L *et al.* 2010a. *Cadangan Karbon pada Berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia*. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan.
- Masripatin N, Kirsfianti G, Ari W, Wayan SD, Chairil AS, Mega L, Indartik, Wening W, Niken S, Retno M *et al.* 2010b. *Pedoman Pengukuran Karbon untuk Mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia*. Bogor (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan.
- Nirwani Z. 2011. Keanekaragaman tumbuhan bawah yang berpotensi sebagai tanaman obat di hutan Taman Nasional Gunung Leuseur Sub Seksi Bukit Lawang [tesis] [internet]. (diunduh 2014 Januari 16); Medan (ID): Program Studi Magister Biologi, FMIPA, Universitas Sumatera Utara. Tersedia pada: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/22749/3/Chapter%20III-V.pdf>.
- [P3HH] Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. 2008. *Petunjuk Praktis Sifat-Sifat Dasar Jenis Kayu Indonesia A Handbook of Selected Indonesian Wood Species*. [tempat tidak diketahui] (ID): Indonesian Sawmill And Woodworking Association (ISWA).
- [PP] Peraturan Pemerintah. 2010. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 78 tahun 2010 tentang reklamasi dan pascatambang. Jakarta (ID): Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- [PT JBG] PT Jorong Barutama Greston. 2006. *Analisis Dampak Lingkungan*. Jorong (ID): PT Jorong Barutama Greston.

- [PT JBG] PT Jorong Barutama Greston. 2014. Dokumen curah hujan PT Jorong Barutama Greston tahun 2004-2013. Jorong (ID): PT Jorong Barutama Greston.
- Roesyane A. 2010. Potensi simpanan karbon pada hutan tanaman mangium (*Acacia mangium* Willd.) di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten [skripsi]. Bogor (ID): Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB.
- Subarudi, Djaenudin D, Erwidodo, Cacho O. 2003. Growth and carbon sequestration potential of plantation forestry in Indonesia: *Paraserianthes falcataria* and *Acacia mangium*. Working Paper CC08, 2003. ACIAR project ASEM 1999/093.
- Soerianegara I, Indrawan A. 2008. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor (ID): Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Wulansih D. 2012. Model persamaan alometrik penduga biomassa dan massa karbon pohon di hutan alam tropika basah (studi kasus di areal IUPHHK-HA PT. Suka Jaya Makmur, Kalimantan Barat. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.