

Estimasi Simpanan Karbon di Atas Permukaan Lahan Reklamasi Pasca Tambang PT. ANTAM UBPE Pongkor, Provinsi Jawa Barat

Estimation of Above Ground Carbon Stock at Above Reclamation Area of PT. ANTAM UBPE Pongkor, West Java Province

Lailan Syaufina¹ dan Muhammad Ikhsan¹

¹Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Global Warming is one of the environmental issues that are currently flare hit many areas in the world. The impacts of global warming need to be minimized by mitigating of carbon emission, i.e. to reduce emissions or increase sequestration of carbon and carbon stocks. Efforts to increase the absorption of carbon stocks and at the same time reducing greenhouse gases emissions has been indicated indirectly by reclamation on the post mining area. An important aspect to be studied is the potential of the carbon stored in the post mining reclamation area. The objective of this study was to measure and calculate the above ground carbon stocks on the post mining reclamation area of PT. Antam UBPE Pongkor. The study was carried out using non-destructive method, which estimates the carbon content without cutting the trees by using parameters such as diameter at breast height and tree height. The study shows that the above ground of post mining reclamation area of PT. Antam UBPE Pongkor contains biomass amounted to 127.89 ton ha⁻¹ and the carbon content of 58.77 ton ha⁻¹. The result consist four potential of biomass, which is standing forest, litter, lower plants/shrubs and necromass with biomass of 122.75 ton ha⁻¹, 2.45 ton ha⁻¹, 1.28 ton ha⁻¹, 1.41 ton ha⁻¹ and 56.41 ton ha⁻¹ respectively, and carbon content of 1.13 ton ha⁻¹, 0.59 ton ha⁻¹, 0.65 ton ha⁻¹ respectively.

Keywords: biomass, carbon stock, global warming, reclamation area

PENDAHULUAN

Salah satu isu lingkungan yang sedang hangat dibicarakan saat ini dan menjadi permasalahan di seluruh belahan bumi adalah masalah pemanasan global (*Global Warming*). Pemanasan global adalah kenaikan secara perlahan-lahan temperatur muka bumi yang disebabkan oleh efek rumah kaca yang berakibat pada perubahan iklim global (Weatherlane 2001). Efek rumah kaca tersebut ditimbulkan sebagai akibat terakumulasinya gas-gas di lapisan atmosfer seperti karbondioksida (CO₂) sekitar 50 persen, *chloroflourocarbon* (CFC) 25 persen, gas metan 10 persen dan berbagai jenis gas lainnya. Gas-gas tersebut menghalangi radiasi bumi dipantulkan kembali ke lapisan atmosfer bagian atas, sehingga terjadi akumulasi panas di lapisan bawah atmosfer, akibatnya terjadilah indikasi bagaimana sebuah sistem perubahan iklim terjadi dan mempengaruhi kehidupan di bumi (Sughandy 2007).

Salah satu upaya untuk meminimalkan terjadinya perubahan iklim adalah dengan melakukan mitigasi, yaitu dengan menurunkan emisi karbon dan atau meningkatkan cadangan karbon. Penurunan emisi karbon dapat dilakukan dengan : (a) mempertahankan cadangan karbon yang ada dengan mempertahankan hutan lindung, meminimalkan laju deforestasi, menerapkan praktik silviculture yang baik, mencegah degradasi lahan gambut dan memperbaiki pengelolaan cadangan bahan organik tanah, (b) meningkatkan

cadangan karbon melalui penanaman tumbuhan berkayu, dan (c) mengganti penggunaan bahan bakar fosil dengan bahan bakar yang dapat diperbaharui secara langsung maupun tidak langsung, seperti angin, biomassa, aliran air, radiasi bumi atau aktivitas panas bumi (Rahayu *et al.* 2004). Adapun peningkatan cadangan karbon dapat dilakukan dengan (a) meningkatkan pertumbuhan biomassa hutan, (b) menambah cadangan kayu dengan penanaman pohon atau mengurangi pemanenan kayu, dan mengembangkan hutan dengan jenis pohon yang cepat tumbuh. Cara yang paling mudah untuk meningkatkan cadangan karbon adalah dengan menanam dan memelihara pohon (Rahayu *et al.* 2004).

Peningkatan cadangan karbon secara tidak langsung juga dilakukan oleh perusahaan pertambangan melalui kegiatan reklamasi lahan pasca tambang. Secara umum reklamasi lahan pasca tambang bertujuan untuk memperbaiki kondisi lahan yang telah rusak akibat kegiatan penambangan sehingga dapat mengembalikan tingkat kesuburan dan produktivitas lahan tersebut. Tingkat keberhasilan kegiatan reklamasi ini dapat dilihat dari kualitas pertumbuhan jenis-jenis tanaman yang ditanam di lahan tersebut. Semakin tinggi tingkat keberhasilan kegiatan reklamasi maka potensi penyerapan karbon dari lahan tersebut juga akan semakin besar.

PT Aneka Tambang (Persero) Tbk. Unit Bisnis Penambangan Emas (UBPE) Pongkor merupakan perusahaan terbuka yang bergerak di bidang

penambangan emas yang telah berhasil melakukan kegiatan reklamasi dan revegetasi lahan pasca tambang. Kegiatan reklamasi dan revegetasi lahan pasca tambang yang dilakukan oleh PT ANTAM UBPE Pongkor dilakukan pada lahan-lahan yang terganggu (*disturbed land*) akibat pekerjaan konstruksi, pembuatan sarana dan prasarana, serta akibat dari kegiatan penambangan tanpa izin (PETI).

Kegiatan reklamasi dan revegetasi lahan pasca tambang sangat penting dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, sehingga perlu dilakukan banyak penelitian yang dapat mendorong pengukuran dan penghitungan biomassa dan karbon di lahan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur dan menghitung besar cadangan karbon di atas permukaan lahan reklamasi pasca tambang PT ANTAM UBPE Pongkor, Provinsi Jawa Barat.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan lokasi penelitian

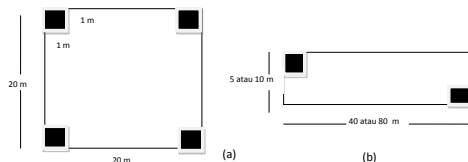
Penelitian ini dilaksanakan di PT ANTAM UBPE Pongkor, Provinsi Jawa Barat selama bulan September 2012.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah peta lokasi penanaman, kompas, *Global Positioning System* (GPS), kompas, meteran, tongkat, kertas label, meteran jahit, *haga hypsometer*, kantong plastik, timbangan digital, dan oven. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tegakan yang terdapat di areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor.

Pembuatan plot penelitian

Plot pengukuran berbentuk bujur sangkar berukuran 20 m x 20 m untuk lokasi reklamasi yang berbentuk lapangan dan berbentuk persegi panjang 5 m x 80 m dan 10 m x 40 m untuk areal reklamasi dengan kondisi lebar luasan yang jauh lebih kecil daripada panjang luasan. Pada setiap sudut plot dibuat sub plot dengan ukuran 1 m x 1 m untuk mengukur biomassa serasah dan nekromassa.

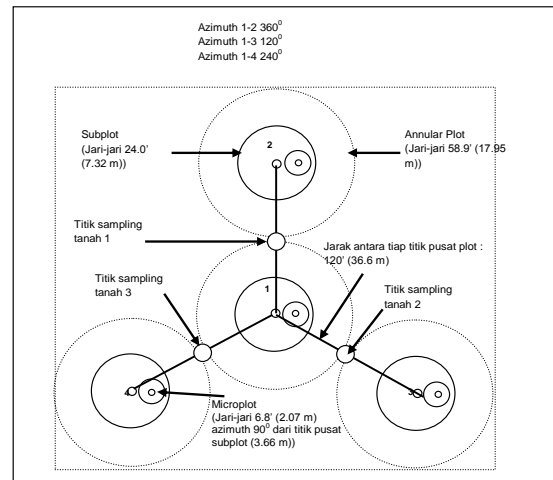


a = ukuran 2m x 2m, b = ukuran 5m x 5m, c = ukuran 10m x 10m.

Gambar 1 Model plot: a) bujur sangkar ; b) persegi panjang

Disamping itu, klaster plot *Forest Health Monitoring* (FHM) juga dibuat untuk lokasi arboretum. Hal ini dilakukan selain untuk pengukuran biomassa dan karbon, juga untuk pemantauan kesehatan dari tegakan yang merupakan koleksi tanaman di PT ANTAM UBPE Pongkor. Satu klaster plot terdiri dari empat buah sub plot/annular. Setiap plot memiliki jari-

jari 7,32 m untuk sub plot dan 17,95 m untuk plot annular. Keunggulan plot ini adalah pemantauan biomassa dan karbon tanaman dapat terpantau secara berkelanjutan, karena plot FHM dapat dijadikan sebagai plot pengamatan permanen.



Gambar 2 Plot FHM (USDA-FS 1997)

Dari plot yang dibangun tersebut kemudian dilakukan pengukuran dan penghitungan biomassa untuk pohon, tumbuhan bawah, serasah dan nekromassa didasarkan pada metoda yang diterapkan oleh Hairiah dan Rahayu (2007).

Pengukuran dan penghitungan biomassa di dalam tegakan

Pengukuran dan penghitungan biomassa di dalam tegakan dilakukan dengan cara pengukuran data dasar, berupa diameter dan tinggi total dari pohon yang terdapat di setiap plot. Selanjutnya dilakukan penghitungan biomassa dengan langkah-langkah sebagai berikut 1) penghitungan Luas Bidang Dasar, 2) penghitungan volume pohon, 3) penentuan kerapatan kayu berdasarkan studi literatur, dan 4) penghitungan biomassa batang pohon (W_s) dengan rumus $W_s = \text{Volume} \times \text{Wood Density}$.

Pengukuran dan penghitungan biomassa tumbuhan bawah

Pengukuran biomassa tumbuhan bawah dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut: 1) empat plot berukuran 2 m x 2 m dibangun di dalam setiap plot besar untuk untuk biomassa pohon, 2) Seluruh tumbuhan bawah yang terdapat di dalam plot tersebut diambil, kemudian dipisahkan antara daun dan batang, 3) masing-masing bagian ditimbang untuk menentukan berat basahanya, dan 4) contoh masing-masing bagian tumbuhan seberat 200 gram dari setiap lokasi diambil untuk di oven selama 24 jam dengan suhu 105°C. Hasil pengukuran bobot contoh yang telah di oven merupakan Berat Kering Tanur yang merupakan nilai biomassa.

Pengukuran dan penghitungan biomassa serasah dan nekromassa

Pengukuran dan penghitungan biomassa serasah dan nekromassa dilakukan dengan dengan cara sebagai

berikut: 1) semua serasah dan nekromassa yang terdapat di dalam subplot 2 m x 2 m dikumpulkan dan ditimbang, 2) contoh serasah dan nekromassa masing-masing diambil sebanyak 200 gram dan kemudian ditempatkan di dalam kantong plastik yang sudah diberi label berdasarkan lokasi pengambilan, 3) jika ditemukan bagian dari pohon yang telah jatuh dalam subplot 2 m x 2 m, maka bagian tersebut ditimbang dan diambil 200 gram, dan 4) contoh yang telah diambil tersebut dioven selama 24 jam dengan suhu 105°C untuk memperoleh nilai biomassa.

Estimasi potensi karbon

Kandungan karbon yang tersimpan dari tegakan, tumbuhan bawah, serasah maupun nekromassa dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut: $C = \text{biomassa (kg/ha)} \times 0,46$ (Hairiah dan Rahayu 2007).

Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan Microsoft Office Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kandungan biomassa di atas permukaan lahan

Biomassa yang diukur dalam penelitian ini adalah biomassa yang terdapat di atas permukaan lahan, yaitu tegakan pohon, tumbuhan bawah, serasah dan nekromassa (Tabel 1).

Tabel 1 Kandungan biomassa di atas permukaan lahan

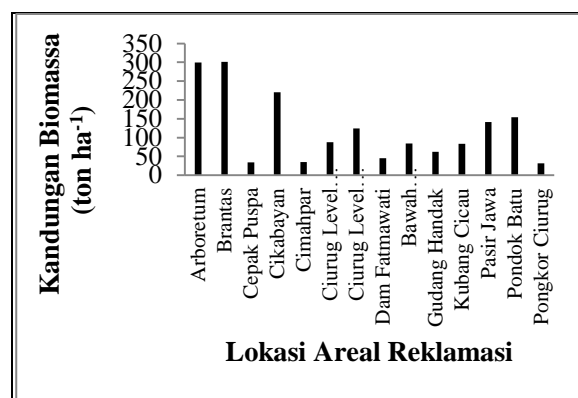
Lokasi	Potensi Biomassa (ton ha ⁻¹)				Total
	Serasa h	Nekromassa	Tumbuhan Bawah	Tegakan	
Arboretum	3.51	0.68	0.68	311.9	316.8
Brantas	1.52	1.63	2.91	301.3	307.4
Cepak Puspa	1.52	1.01	0.54	34.26	37.34
Cikabayan	1.52	1.01	0.33	220.3	223.2
Cimahpar	1.61	1.35	0.90	35.38	39.24
Ciurug Level 600	3.07	1.80	0.33	87.63	92.83
Ciurug Level 700	1.17	3.55	1.69	124.6	131.0
Dam Fatmawati	1.45	1.33	0.81	45.37	48.96
Bawah Conveyor	0.21	1.85	5.15	84.54	91.75
Gudang Handak	3.17	2.77	1.19	61.82	68.95
Kubang Cicau	3.46	0.51	2.06	83.88	89.92
Pasir Jawa	7.65	0.49	0.80	140.9	149.9
Pondok Batu	1.42	1.49	0.26	154.3	157.5
Pongkor Ciurug	3.00	0.33	0.21	31.97	35.50
Rata-rata 2.45	1.41	1.28	122.75	127.8	9

Tabel 1 menunjukkan bahwa potensi biomassa rata-rata di areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor adalah sebesar 127.03 ton ha⁻¹. Lokasi areal reklamasi Arboretum memiliki kandungan biomassa terbesar, yaitu 316.81 ton ha⁻¹, sedangkan lokasi dengan kandungan biomassa terkecil terdapat di areal reklamasi Pongkor Ciurug, yaitu, 35.50 ton ha⁻¹. Kandungan biomassa yang terdapat di lokasi areal reklamasi Arboretum secara dominan berasal dari potensi tegakannya. Meskipun nilai kandungan biomassa dari

serasah, tumbuhan bawah dan nekromassa tidak terlalu besar, tetapi dengan nilai kandungan biomassa tegakan, menunjukkan bahwa lokasi Arboretum sebanding dengan hutan tanaman yang dikelola secara intensif. Lokasi Pongkor Ciurug memiliki kandungan biomassa yang tergolong rendah apabila dibandingkan dengan ketiga belas lokasi lainnya. Hal ini disebabkan karena rendahnya jumlah vegetasi tingkat pohon yang ditemukan. Mayoritas vegetasi yang ditemukan di lokasi tersebut adalah tingkat tiang dan pancang yang memiliki volume relatif kecil, sehingga kandungan biomasannya pun kecil. Hal ini menunjukkan bahwa areal revegetasi di Pongkor Ciurug belum mencapai tingkatan biomassa hutan tanaman. .

1 Kandungan biomassa tegakan

Sebaran kandungan biomassa tegakan yang terdapat di setiap lokasi areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor dapat dilihat pada Gambar 3.



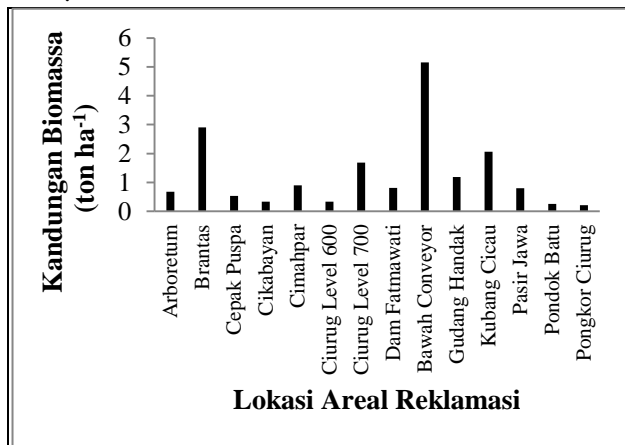
Gambar 3 Kandungan biomassa tegakan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata biomassa tegakan pada setiap lokasi areal reklamasi adalah sebesar 122.75 ton ha⁻¹. Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa lokasi areal reklamasi Arboretum memiliki nilai rata-rata biomassa tegakan yang paling besar, yaitu 311.95 ton ha⁻¹, sedangkan lokasi dengan kandungan biomassa terkecil terdapat di Pongkor Ciurug dengan nilai rata-rata biomassa sebesar 31.97 ton ha⁻¹. Menurut Madgwick dan Satoo (1982), umur dan kerapatan tegakan, komposisi dan struktur tegakan serta kualitas tempat tumbuh mempengaruhi besarnya biomassa yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan kondisi komposisi dan struktur tegakan di setiap lokasi pengambilan contoh. Pengambilan plot contoh di lokasi areal reklamasi Arboretum dilakukan dengan menggunakan plot *Forest Health Monitoring* (FHM) yang terdiri dari empat subplot. Tiga subplot didominasi oleh vegetasi tingkat pohon dan tiang, meskipun terdapat satu subplot yang didalamnya hanya terdapat vegetasi tingkat pancang. Keempat subplot tersebut didominasi oleh jenis *Dalbergia latifolia*, *Eucalyptus deglupta*, *Syzygium gracile* dan *Elaeocarpus sphaericus* yang memiliki kerapatan jenis cukup besar sehingga berbanding lurus dengan kandungan biomassa yang dimiliki oleh masing-masing vegetasi. Sedangkan lokasi areal reklamasi Pongkor Ciurug didominasi oleh vegetasi tingkat tiang dan pancang, serta hanya ditemukan tiga species

vegetasi dengan tingkat pohon. Lokasi tersebut hanya ditanami dua jenis tumbuhan, yaitu *Calliandra calothyrsus* dan *Hibiscus sp.* *Calliandra calothyrsus* memang memiliki kerapatan jenis yang cukup tinggi, yaitu 720 kg m^{-3} , tetapi mayoritas berupa vegetasi dengan tingkat pancang sehingga kandungan biomassa yang dimiliki oleh setiap vegetasi tidaklah besar. Begitu juga dengan *Hibiscus sp.* yang memiliki kerapatan jenis tidak terlalu besar, yaitu 370 kg m^{-3} dan mayoritas berupa vegetasi tingkat tiang sehingga jumlah kandungan biomassa yang dimiliki juga tidak terlalu signifikan. Menurut Kusmana (1993), faktor iklim seperti suhu dan curah hujan merupakan faktor yang mempengaruhi laju peningkatan karbon biomassa pohon. Kondisi lingkungan di lokasi penelitian memiliki suhu maksimum 33°C dan minimum 22°C serta curah hujan tahunan yang mencapai rata-rata 3.000 – 3.500 mm, sehingga pertumbuhan tanaman di areal revegetasi dapat berjalan dengan baik. Akibatnya, kandungan biomassa juga bertambah baik.

2. Kandungan biomassa tumbuhan bawah

Distribusi kandungan biomassa tumbuhan bawah yang terdapat di setiap lokasi areal revegetasi PT ANTAM UBPE Pongkor dapat dilihat pada Gambar 4.

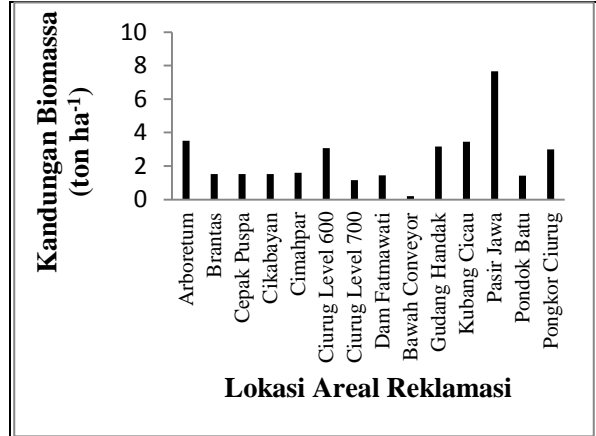


Gambar 4 Kandungan biomassa tumbuhan bawah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata biomassa tumbuhan bawah untuk setiap lokasi areal reklamasi adalah sebesar 1.28 ton ha^{-1} . Lokasi Bawah Conveyor memiliki kandungan biomassa tumbuhan bawah yang paling besar diantara ketiga belas lokasi lainnya, yaitu sebesar 5.15 ton ha^{-1} , sedangkan Pongkor Ciurug memiliki kandungan biomassa tumbuhan bawah terkecil, yaitu sebesar 0.21 ton ha^{-1} . Pada umumnya kandungan biomassa tumbuhan bawah dari lokasi-lokasi areal revegetasi kurang dari 1 ton ha^{-1} . Hanya lokasi Brantas (2.91 ton ha^{-1}), Ciurug Level 700 (1.69 ton ha^{-1}), Bawah Conveyor (5.15 ton ha^{-1}) dan Gudang Handak (1.19 ton ha^{-1}) yang memiliki kandungan biomassa tumbuhan bawah lebih dari 1 ton ha^{-1} .

3. Kandungan biomassa serasah

Kandungan biomassa serasah yang terdapat di setiap lokasi areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor dapat dilihat pada Gambar 5.



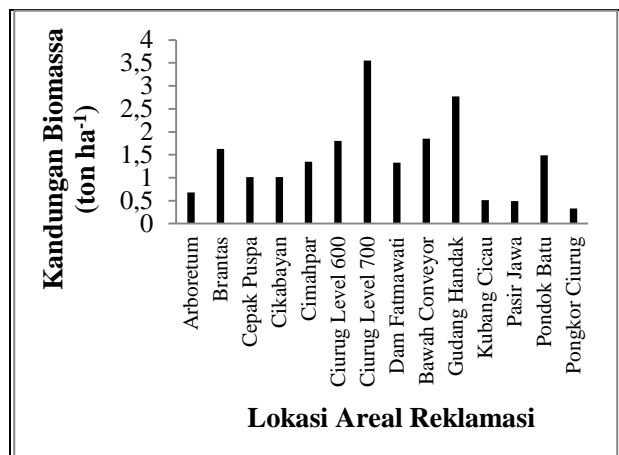
Gambar 5 Kandungan biomassa serasah

Selain tegakan dan tumbuhan bawah, potensi simpanan karbon di atas permukaan tanah juga terdapat dalam serasah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata biomassa serasah untuk setiap lokasi areal reklamasi adalah sebesar 2.45 ton ha^{-1} . Lokasi Pasir Jawa memiliki kandungan biomassa serasah yang paling besar diantara ketiga belas lokasi lainnya, yaitu sebesar 7.65 ton ha^{-1} , sedangkan Bawah Conveyor memiliki kandungan biomassa serasah terkecil, yaitu sebesar 0.21 ton ha^{-1} . Sebagian dari keseluruhan lokasi areal reklamasi memiliki kandungan biomassa serasah dibawah 2 ton ha^{-1} .

Vegetasi tingkat pohon cukup banyak ditemukan di lokasi, maka dapat dikatakan bahwa lokasi Pasir Jawa memiliki kandungan biomassa serasah yang paling besar diantara lokasi-lokasi lainnya. Lokasi Bawah Conveyor juga memiliki kandungan biomassa serasah terkecil. Jumlah vegetasi tingkat pohon maupun tiang yang sedikit menyebabkan jumlah serasah yang dihasilkan relatif sedikit. Hal ini tentunya berbanding lurus dengan jumlah kandungan biomassa serasah yang tersimpan. Disamping itu produksi serasah sangat tergantung pada jenis pohon dan juga kemampuan dekomposisi serasah.

4. Kandungan biomassa nekromassa

Kandungan biomassa nekromassa yang terdapat di setiap lokasi areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Kandungan biomassa nekromassa

Nekromassa merupakan salah satu potensi biomassa di atas permukaan tanah. Pengertian dari nekromassa sendiri adalah bagian pohon atau tumbuhan yang telah mati dan ditemukan di atas permukaan tanah. Bagian pohon yang telah mati tersebut masih mengandung karbon sehingga sering digunakan dalam kegiatan pendugaan atau estimasi biomassa dan karbon di suatu tegakan sebagai salah satu dari potensi biomassa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata biomassa nekromassa untuk setiap lokasi areal reklamasi adalah sebesar 1.41 ton ha⁻¹. Lokasi Ciurug Level 700 memiliki kandungan biomassa nekromassa yang paling besar diantara ketiga belas lokasi lainnya, yaitu sebesar 3.35 ton ha⁻¹, sedangkan Pongkor Ciurug memiliki kandungan biomassa nekromassa terkecil, yaitu sebesar 0.33 ton ha⁻¹. Sebagian dari total lokasi areal reklamasi memiliki kandungan biomassa nekromassa dibawah 2 ton ha⁻¹.

Suatu lokasi atau areal yang memiliki kandungan nekromassa yang cukup besar menandakan bahwa kondisi tegakan di lokasi tersebut sudah banyak vegetasi yang mengalami proses pelapukan. Pelapukan ini menyebabkan bagian-bagian dari pohon atau tumbuhan berada pada permukaan tanah. Proses pelapukan ini antara lain disebabkan kondisi cuaca maupun iklim yang menunjukkan adanya peningkatan intensitas hujan dan curah hujan. Selain itu, penyebab lainnya adalah adanya serangan hama atau penyakit tumbuhan. Faktor umur tumbuhan sebenarnya juga dapat mempengaruhi proses pelapukan. Pohon-pohon yang ada di areal reklamasi PT. ANTAM UBPE Pongkor maksimal berumur 10 tahun, sehingga pohon masih belum bisa dikatakan tua dan sangat kecil kemungkinannya untuk mengalami pelapukan. Faktor alam pun juga bisa menjadi penyebab terjadinya pelapukan. Petir atau banjir yang melanda suatu areal akan dapat menyebabkan suatu pohon atau tumbuhan rebah dan mati dan secara perlahan mengalami pelapukan. Salah satu dari faktor diatas atau bahkan lebih bisa menjadi penyebab besarnya jumlah nekromassa di lokasi Ciurug Level 700.

Lokasi Pongkor Ciurug, sebagian vegetasinya didominasi tingkat tiang. Hal ini mempengaruhi minimnya proses pelapukan, karena usia tumbuhan masih relatif muda dan belum menjadi pohon, sehingga jumlah nekromassa yang dikandung tidak banyak.

B. Kandungan karbon di atas permukaan lahan

Keseluruhan hasil perhitungan potensi simpanan karbon berupa simpanan karbon pada tegakan, serasah, tumbuhan bawah dan nekromassa merupakan pendugaan terhadap potensi simpanan karbon total di atas permukaan lahan (*above ground*). Kandungan karbon dapat diduga dari hasil pengukuran dan penghitungan biomassa di lapangan, yaitu dengan mengkonversi hampir setengah dari jumlah biomassa, dimana 46% dari biomassa pada vegetasi hutan tersusun atas unsur karbon (Hairiah dan Rahayu 2007). Hasil penjumlahan karbon yang terdapat di atas permukaan lahan yang terdiri dari tumbuhan bawah, serasah, nekromassa dan tegakan menunjukkan bahwa potensi karbon total di areal reklamasi PT ANTAM UBPE

Pongkor adalah 58.77 ton ha⁻¹. Kandungan karbon baik dari tegakan, tumbuhan bawah, serasah maupun nekromassa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan karbon di atas permukaan lahan

Lokasi	Potensi Karbon (ton ha ⁻¹)				
	Serasah	Nekromassa	Tumbuhan Bawah	Tegakan	Total
Arboretum	1.61	0.31	0.31	143.19	154.43
Brantas	0.70	0.75	1.34	138.64	141.42
Cepak Puspa	0.70	0.47	0.25	15.76	17.18
Cikabayan	0.70	0.46	0.15	101.37	102.68
Cimahpar	0.74	0.62	0.41	16.27	18.05
Ciurug Level 600	1.41	0.83	0.15	40.31	42.70
Ciurug Level 700	0.54	1.63	0.78	57.33	60.28
Dam Fatmawati	0.67	0.61	0.37	20.87	22.52
Bawah Conveyor	0.10	0.85	2.37	38.39	41.71
Gudang Handak	1.46	1.27	0.55	28.44	31.72
Kubang Cicau	1.59	0.23	0.95	38.59	41.37
Pasir Jawa	3.52	0.22	0.37	64.86	68.97
Pondok Batu	0.65	0.69	0.12	71.01	72.47
Pongkor Ciurug	1.38	0.15	0.10	14.71	16.33
Rata-rata	1.13	0.65	0.59	56.41	58.77

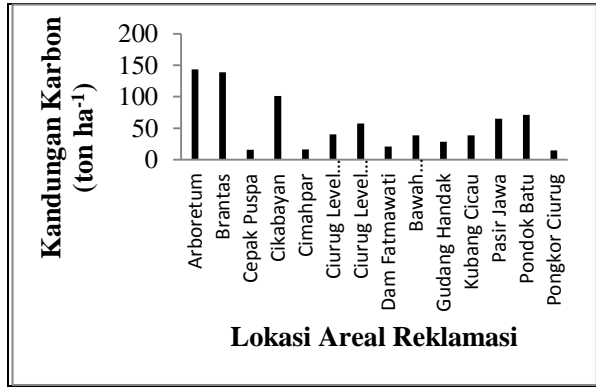
Keseluruhan hasil perhitungan potensi simpanan karbon berupa simpanan karbon pada tegakan, serasah, tumbuhan bawah dan nekromassa merupakan pendugaan terhadap potensi simpanan karbon total di atas permukaan lahan (*above ground*). Lokasi areal reklamasi Arboretum memiliki kandungan karbon terbesar, yaitu 154.43 ton ha⁻¹, sedangkan lokasi dengan kandungan biomassa terkecil terdapat di areal reklamasi Pongkor Ciurug, yaitu, 16.33 ton ha⁻¹. Hasil pendugaan karbon ini berbanding lurus dengan hasil pendugaan biomassa yang disajikan pada Tabel 2. Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian terkait estimasi karbon di Hutan Tanaman Industri (HTI), bisa dikatakan bahwa areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor belum memiliki kandungan biomassa dan karbon yang mampu mendekati jumlah potensi biomassa dan karbon di kawasan HTI. Begitu juga apabila dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian di hutan tropika. Di hutan tropika Thailand simpanan karbonnya mencapai angka 260.04 ton ha⁻¹ karena hutan-hutan tropika memang memiliki kekayaan dan keanekaragaman flora yang jauh lebih banyak.

Menurut Setiadi (1991), penghijauan adalah berbagai usaha manusia untuk memulihkan lahan kritis di luar kawasan hutan dengan maksud agar lahan tersebut berfungsi secara optimal. Salah satu tujuan utama kegiatan penghijauan menurut Indriyanto (2008), yaitu memperbaiki keadaan hidrologi daerah aliran sungai dan mencegah menurunnya kesuburan tanah, erosi, banjir pada musim hujan, tanah longsor dan mencegah terjadinya kekeringan pada musim kemarau. Sesuai dengan tujuan reklamasi menurut Sirait (1997), yaitu untuk memperbaiki (memulihkan kembali) lahan yang rusak sebagai akibat dari usaha pertambangan agar dapat berfungsi optimal sesuai dengan kemampuannya, maka dengan melihat kandungan biomassa dan karbon yang terdapat di areal reklamasi PT ANTAM UBPE

Pongkor, bisa disimpulkan bahwa kegiatan reklamasi dan penghijauan yang dilakukan telah berhasil meskipun masih belum menyerupai suatu hutan tropis.

1 Karbon tersimpan pada tegakan

Kandungan karbon tegakan yang terdapat di setiap lokasi areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor dapat dilihat pada Gambar 7.



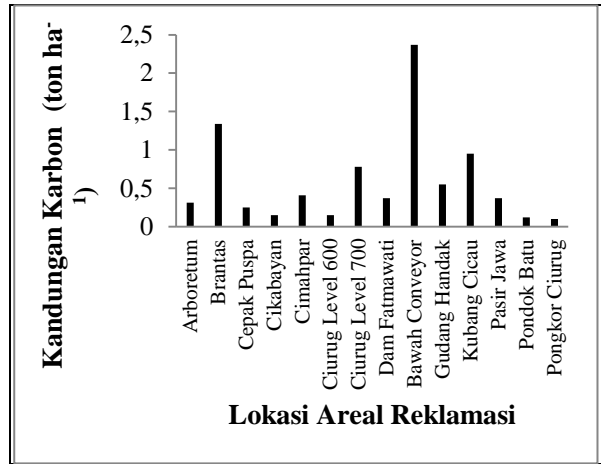
Gambar 7 Kandungan karbon tegakan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata karbon tegakan pada setiap lokasi areal reklamasi adalah sebesar 56.41 ton ha⁻¹. Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa lokasi areal reklamasi Arboretum memiliki nilai rata-rata karbon tegakan yang paling besar, yaitu 143.19 ton ha⁻¹, sedangkan lokasi dengan kandungan biomassa terkecil terdapat di Pongkor Ciurug dengan nilai rata-rata biomassa sebesar 14.71 ton ha⁻¹. Pendugaan potensi simpanan karbon dalam suatu tegakan dapat dilihat dari besarnya potensi biomassa yang ada. Brown dan Gaston (1996) menyatakan bahwa umumnya karbon menyusun 45-50% dari biomassa tumbuhan sehingga karbon dapat diduga dari setengah jumlah biomassa. Oleh karena itu, potensi simpanan karbon yang dimiliki oleh tegakan yang terdapat di setiap lokasi areal reklamasi adalah hampir mencapai setengah dari jumlah biomasanya yang juga berarti bahwa peningkatan jumlah biomassa akan meningkatkan jumlah potensi simpanan karbon.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa lokasi areal reklamasi arboretum memiliki nilai rata-rata karbon tegakan yang lebih besar apabila dibandingkan dengan ketiga belas lokasi lainnya. Begitu juga dengan lokasi Pongkor Ciurug yang memiliki nilai rata-rata karbon tegakan yang paling kecil. Hal ini berbanding lurus dengan kandungan biomassa tegakan yang dimiliki oleh masing-masing lokasi tersebut. Lokasi Arboretum memiliki kandungan biomassa tegakan yang paling besar, yaitu 311.95 ton ha⁻¹ dan lokasi Pongkor Ciurug memiliki kandungan biomassa terkecil, yaitu 31.97 ton ha⁻¹. Kondisi ini membuktikan bahwa peningkatan jumlah biomassa akan meningkatkan jumlah potensi simpanan karbonnya.

2. Karbon tersimpan pada tumbuhan bawah

Kandungan karbon tumbuhan bawah yang terdapat di setiap lokasi areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor dapat dilihat pada Gambar 8.

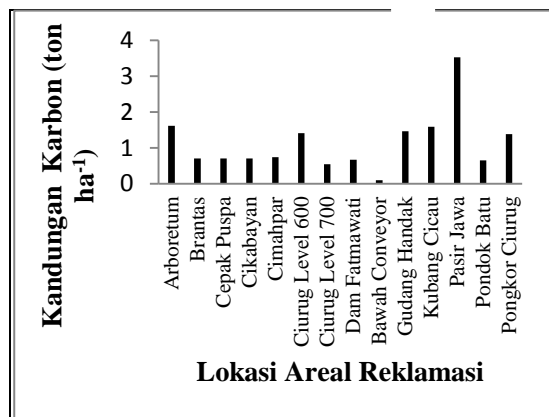


Gambar 8 Kandungan karbon tumbuhan bawah

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap biomassa tumbuhan bawah, maka potensi rata-rata karbon tumbuhan bawah untuk setiap lokasi areal reklamasi adalah sebesar 0.59 ton ha⁻¹. Lokasi Bawah Conveyor memiliki kandungan karbon tumbuhan bawah yang paling besar diantara ketiga belas lokasi lainnya, yaitu sebesar 2.37 ton ha⁻¹, sedangkan lokasi Pongkor Ciurug memiliki kandungan karbon tumbuhan bawah terkecil, yaitu sebesar 0.10 ton ha⁻¹. Begitu juga dengan lokasi Bawah Conveyor yang memiliki kandungan biomassa tumbuhan bawah terbesar dan lokasi Pongkor Ciurug memiliki kandungan biomassa tumbuhan bawah terkecil apabila dibandingkan dengan ketigabelas lokasi lainnya. Mayoritas kandungan karbon tumbuhan bawah dari lokasi-lokasi areal reklamasi kurang dari 1 ton ha⁻¹. Hanya lokasi Brantas (1.34 ton ha⁻¹) dan Bawah Conveyor (2.37 ton ha⁻¹) yang memiliki kandungan biomassa tumbuhan bawah lebih dari 1 ton ha⁻¹.

3. Karbon tersimpan pada serasah

Kandungan karbon serasah yang terdapat di setiap lokasi areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor dapat dilihat pada Gambar 9.



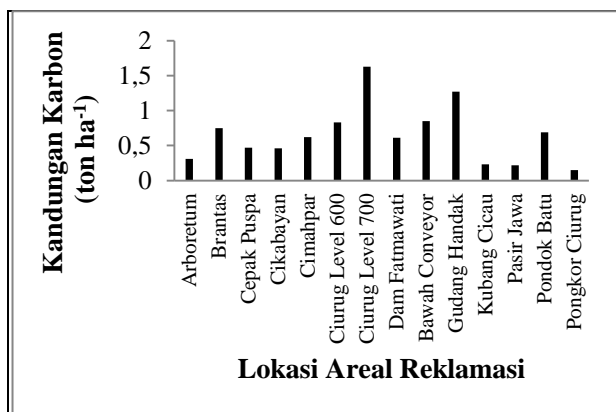
Gambar 9 Kandungan karbon serasah

Selain tegakan dan tumbuhan bawah, potensi simpanan karbon di atas permukaan tanah juga terdapat pada serasah. Hairiah dan Rahayu (2007) menyatakan bahwa pengukuran karbon di dalam bagian tumbuhan yang telah mati (serasah) merupakan salah satu bagian dari potensi karbon yang tersimpan di atas permukaan

tanah dan tidak dilepaskan ke udara lewat proses pembakaran. Jadi, potensi serasah merupakan salah satu bagian yang cukup penting dalam upaya melakukan estimasi kandungan karbon di suatu hutan atau tegakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata karbon serasah untuk setiap lokasi areal reklamasi adalah sebesar 1.13 ton ha⁻¹. Lokasi Pasir Jawa memiliki kandungan biomassa serasah yang paling besar diantara ketiga belas lokasi lainnya, yaitu sebesar 3.52 ton ha⁻¹, sedangkan lokasi Bawah Conveyor memiliki kandungan biomassa serasah terkecil, yaitu sebesar 0.10 ton ha⁻¹. Sebagian besar dari keseluruhan lokasi areal reklamasi memiliki kandungan biomassa serasah dibawah 1 ton ha⁻¹. Hasil estimasi kandungan karbon yang diperoleh sejalan dengan hasil pengukuran biomassa yang dilakukan sebelumnya dimana lokasi Pasir Jawa memiliki kandungan biomassa terbesar dan lokasi Bawah Conveyor memiliki kandungan biomassa terkecil.

4. Karbon tersimpan pada nekromassa

Nekromassa juga merupakan salah satu potensi biomassa di atas permukaan tanah dan juga sering digunakan dalam kegiatan pendugaan kandungan karbon di suatu tegakan atau hutan. Dalam kegiatan penelitian ini, peneliti menggunakan nekromassa sebagai salah satu potensi biomassa untuk menduga kandungan karbon di areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa rata-rata kandungan karbon nekromassa untuk setiap lokasi areal reklamasi adalah sebesar 0.65 ton ha⁻¹. Lokasi Ciurug Level 700 memiliki kandungan karbon nekromassa yang paling besar diantara ketiga belas lokasi lainnya, yaitu sebesar 1.63 ton ha⁻¹, sedangkan Pongkor Ciurug memiliki kandungan karbon nekromassa terkecil, yaitu sebesar 0.15 ton ha⁻¹. Hal ini berbanding lurus dengan kandungan biomassa dari masing-masing lokasi yang ditunjukkan pada Tabel 3. Hampir keseluruhan dari lokasi areal reklamasi memiliki kandungan karbon nekromassa dibawah 1 ton ha⁻¹. Hanya lokasi Ciurug Level 700 (1.63 ton ha⁻¹) dan Gudang Handak (1.27 ton ha⁻¹) yang memiliki kandungan karbon di atas 1 ton ha⁻¹. Kandungan karbon nekromassa yang terdapat di setiap lokasi areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Kandungan karbon nekromassa

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil revegetasi lahan pasca tambang di areal reklamasi PT ANTAM UBPE Pongkor menunjukkan kandungan biomassa dan karbon permukaan lahan yang bervariasi. Rata-rata kandungan biomassa di atas permukaan lahan sebesar 127.89 ton/ha dan estimasi kandungan karbon rata-rata sebesar 58.77 ton/ha.

Saran

Penelitian lebih lanjut mengenai estimasi biomassa dan karbon dengan menggunakan metode destruktif perlu dilakukan sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat. Selain itu, penggunaan metode destruktif dapat digunakan untuk menyusun persamaan allometrik pendugaan simpanan karbon.

DAFTAR PUSTAKA

Brown S, Gaston G. 1996. Estimates of Biomass Density for Tropical Forest. In: Levine JS (ED.). *Biomass Burning and Global Change*. Vol 1:133-139. Cambridge: MIT Press.

Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. 2012. *Usulan Teknis Jasa Penghitungan Serapan CO₂ di Areal Revegetasi Lahan Bekas Tambang PT Aneka Tambang (ANTAM) UPT Pongkor*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran 'karbon tersimpan' di berbagai macam penggunaan lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia. 77 p.

Indriyanto. 2008. *Pengantar Budidaya Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Kusmana C. 1993. *A Study on Mangrove Forest Management Base on Ecological Data in East Sumatera, Indonesia [Dissertation]*. Japan (JP): Kyoto University, Faculty of Agriculture.

Lusiana B, Noordwijk M, Rahayu S. 2004. *Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur*. [Internet]. [diunduh 22 Juli 2012]. Tersedia pada: <http://www.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/book/BK0089-05/BK0089-05-2.PDF>.

Madgwick HAS, Satoo T. 1982. *Forest Biomass*. Martinus Nijhoff/DR. W. London: Junk Publisher.

Setiadi Y. 1993. *Aplikasi Silviculture Lahan Kering di Proyek Pekan Penghijauan Nasional XXX, Lembah Palu Sulawesi Tengah*. Jakar .PHI-IPB

Sirait EE. 1997. *Evaluasi Keberhasilan Revegetasi Lahan Bekas Tambang Nikel PT International Nikel Indonesia, Soroako Sulawesi Selatan*. [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Sughandy A. *Prinsip Dasar Kebijakan Pembangunan Berkelanjutan Berwawasan Lingkungan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Weathervane. 2001. Glossary. [Internet]. [diunduh 22 Juli 2012]. Tersedia pada: <http://www.weathervane.rff.org>.