

PENDUGAAN PERUBAHAN CADANGAN KARBON DI TAMBLING WILDLIFE NATURE CONSERVATION TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN

(Carbon Stock Changes Assessment in Tambling Wildlife Nature Conservation Bukit Barisan Selatan National Park)

ARIF PRASETYO¹⁾, AGUS HIKMAT²⁾ DAN LILIK BUDI PRASETYO³⁾

¹⁾ *Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB*

²⁾ *Bagian Konservasi Keanekaragaman Tumbuhan Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB*

³⁾ *Bagian Hutan Kota dan Jasa Lingkungan Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata Fakultas Kehutanan IPB*

Diterima 7 April 2011/Disetujui 16 Juni 2011

ABSTRACT

Global warming effect can be mitigated in two ways, namely carbon loss reduction or emission and increasing carbon storage within vegetation. Forest can absorb CO₂ through photosynthesis process and sink them in biomass. Tambling Wildlife Nature Conservation (TWNC) as a part of Bukit Barisan Selatan National Park (BBSNP) have been facing land cover change due to encroachment. The study aimed to measure carbon stocks in various land cover and to compare carbon stocks for the whole area of TWNC TNBBS in 2000-2009. Carbon stocks measurement was conducted in TWNC TNBBS during August 8th to October 8th 2009, 50 plots were sampled including nature forest, secondary forest, agroforestry, shrub, *Imperata cylindrica*, and grassland by purposive sampling method. Soil carbon was not measured in this study. Nature forest has the highest carbon stocks by 178,44 MgC.ha⁻¹, and grassland be a poorest carbon stocks (1,47 MgC.ha⁻¹). During the time between 2000 to 2009, primary forest carbon stock decrease in amount of 457,792.52 Mg along with the decrease in land cover of this forest type. As many as 24.4% of natural forests in 2000 turned into the others type of land use such as a secondary forest of 21.63%, for shrubs 1.61% and 0.06% for agroforestry in 2009. Totally, TWNC TNBBS has loss its carbon stocks as many as 279422 Mg, it's mean the annual average carbon stocks contained in the TWNC TNBBS area decreased by around 27,942.2 Mg (0.72%) per year. Its mean, 1,024,547 Mg CO₂ or 102,454.7 Mg CO₂ every year was lose from TWNC TNBBS area.

Keywords: biomass, carbon stock, emission, forest

PENDAHULUAN

Pemanasan global (*global warming*) merupakan masalah yang dihadapi umat manusia dewasa ini. Hal ini terjadi akibat akumulasi gas-gas, termasuk CO₂ di atmosfer bumi yang disebabkan oleh kegiatan manusia, terutama pembakaran bahan bakar fosil. Pemanasan global akibat perubahan iklim dapat dikurangi dengan cara menaikkan penyerapan karbon dan atau menurunkan emisi karbon. Hutan primer merupakan penyimpan karbon tertinggi bila dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan lainnya. Hutan menyimpan karbon melalui pertumbuhan pohon dan peningkatan karbon di dalam tanah (Lusiana *et al.* 2005).

Tambling Wildlife Nature Conservation (TWNC) merupakan bagian dari Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) yang memiliki hutan dengan kemampuan menyerap dan menyimpan karbon. Kondisi hutan ini memiliki peran penting dalam upaya penurunan pemanasan global. Kemampuan vegetasi-vegetasi yang terdapat di hutan untuk menyerap karbon melalui proses fotosintesis dapat memitigasi dampak dari pemanasan global.

Teknologi penginderaan jarak jauh merupakan salah satu cara yang efektif dalam melakukan pemantauan perubahan lahan dari waktu ke waktu. Integrasi data

tentang perubahan penutupan vegetasi dengan data hasil pengukuran cadangan karbon yang diwakili oleh beberapa skala plot dapat memberikan pendugaan perubahan cadangan karbon pada skala lanskap. Penelitian tentang pendugaan jumlah cadangan karbon yang tersimpan di suatu kawasan konservasi saat ini masih belum banyak, oleh karena itu perlu dilakukan kajian untuk menduga jumlah karbon tersimpan pada suatu kawasan yang memiliki tipe penutupan lahan yang berbeda.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui perubahan cadangan karbon yang tersimpan di kawasan TWNC TNBBS. Data tentang deforestasi dan degradasi hutan yang disertai dengan data jumlah cadangan karbon yang berubah dalam kurun waktu tertentu di dalam kawasan ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk menentukan *Reference Emission Level* (REL) guna menghadapi isu perubahan iklim akibat deforestasi dan degradasi hutan.

METODOLOGI

Pengumpulan data lapangan dilakukan mulai tanggal 8 Agustus hingga 8 Oktober 2009 di TWNC TNBBS (Gambar 1). Selanjutnya dilakukan analisis dan pengolahan data hingga Februari 2010 di *Spatial*

Database and Analysis Facilities (SDAF) Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

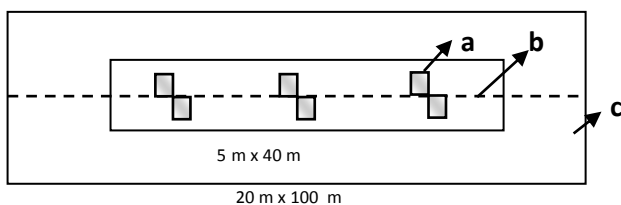


Gambar 1. Lokasi penelitian di TWNC TNBBS

Alat yang digunakan pada pengukuran di lapang yaitu alat tulis, meteran, pita ukur, golok, peta kawasan, tali rafia, tally sheet, timbangan, kamera, *Global Positioning System (GPS)* Garmin Oregon 300, kompas, *microwave* Oxone electric oven. Pengolahan dan analisis data digunakan satu paket Sistem Informasi Geografis (SIG), *Software ERDAS Imagine 9.1*, *Software ArcGis 9.3*, *Software Microsoft word*, *Software Microsoft excel*, peta tata batas kawasan TWNC TNBBS, peta rupa bumi Indonesia, citra landsat tahun 2000, 2006, 2008 dan 2009.

Data yang dikumpulkan yaitu data spasial dan data atribut. Data spasial meliputi peta rupa bumi, citra landsat dan data *ground truth*. Data atribut meliputi data penutupan dan penggunaan lahan dan data cadangan karbon yang tersimpan di setiap penutupan lahan tersebut. Selain itu juga dikumpulkan data tentang sejarah dan pola penggunaan lahan.

Pemilihan plot pengukuran biomassa dilakukan secara *purposive sampling* di 40 plot contoh (Gambar 2) yang mewakili 8 tipe penutupan lahan. Sedangkan untuk pengukuran cadangan karbon di tipe penutupan lahan lainnya, digunakan data sekunder yang relevan.



Gambar 2. Plot contoh untuk pengukuran biomassa.

Keterangan : a. subplot pengukuran tumbuhan bawah dan serasah berukuran 2 x 0,5m x 0,5m; b. subplot pengukuran vegetasi berdiameter 5 cm – 30 cm; c. subplot pengukuran vegetasi berdiameter > 30 cm.

Pengolahan data dilakukan terhadap beberapa aspek, yakni :

1. Biomassa tersimpan

Perhitungan nilai biomassa yang tersimpan di setiap plot pengukuran menggunakan dua pendekatan, yaitu persamaan allometrik dan dengan cara destruktif. Sedangkan nilai kerapatan kayu di beberapa tipe penggunaan lahan sebagai satu variabel penduga nilai biomassa disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan kayu pada beberapa sistem penggunaan lahan

Sistem penggunaan lahan	Nilai tengah kerapatan jenis kayu (Mg.m ⁻³)
Hutan primer*	0,68
Hutan sekunder*	0,61
Agroforestri	0,63

* Sumber : Lusiana *et al.* (2005)

Korelasi positif antara diameter, biomassa, dan karbon yang tersimpan dalam biomassa vegetasi digunakan untuk menduga nilai cadangan karbon dalam skala plot pengukuran cadangan karbon (Tabel 2).

Tabel 2. Daftar persamaan allometrik yang akan digunakan untuk menduga nilai biomassa tersimpan di dalam beberapa vegetasi

Kategori biomassa	Persamaan allometrik	Sumber
Pohon berbatang	$B = 0,11\rho(D^{2,62})$	Katterings (2001)
Nekromasa (pohon mati)	$B = (\pi/4) \rho H(D^2)$	Hairiah (2002)
Palmae	$B = BA.H. \rho$	Hairiah (2000)
Bambu	$B = 0,131(D^{2,28})$	Priyadarsini (2000)
<i>Coffea</i> sp.	$B = 0,281(D^{2,06})$	Arifin (2001); van Noordwijk (2002)
<i>Theobroma</i> sp.	$B = -3,9 + 0,23BA + 0,0015(BA^2)$	Schroth <i>et al</i> (2002).
<i>Musa</i> sp.	$B = 0,03(D^{2,13})$	Arifin (2001); van Noordwijk (2002)

Keterangan : Sumber : (Hairiah dan Rahayu 2007)

B = biomassa (kg.pohon⁻¹) D = diameter setinggi dada (cm)

H = tinggi pohon (cm); BA = basal area (cm²); ρ = kerapatan kayu (g.cm⁻¹).

Persamaan lain yang akan digunakan untuk menduga nilai biomassa tumbuhan bawah sebagai berikut:

$$\%KA = \frac{BBc - BKc}{BB} \times 100\%$$

$$BKT = \frac{BB}{1 + \frac{\%KA}{100}}$$

Keterangan :

- % KA = Persen Kadar Air
- BKc = Berat Kering Contoh
- BBc = Berat Basah Contoh
- BKT = Berat Kering Tanur (Biomassa)

2. Kandungan karbon tersimpan

Nilai cadangan karbon yang tersimpan di tiap penutupan lahan dihitung menggunakan persamaan yang digunakan oleh Lasco *et al.* (2004) sebagai berikut :

- Karbon tersimpan di hutan primer/tua = biomassa x 50%
- Karbon tersimpan di hutan sekunder = biomassa x 44,6%
- Karbon tersimpan di Agroforestri = biomassa x 44%
- Karbon tersimpan di padang rumput / ilalang / belukar = biomassa x 42,9%.

3. Perubahan karbon tersimpan

Pendugaan cadangan karbon dalam skala lanskap dilakukan dengan beberapa tahap sebagai berikut:

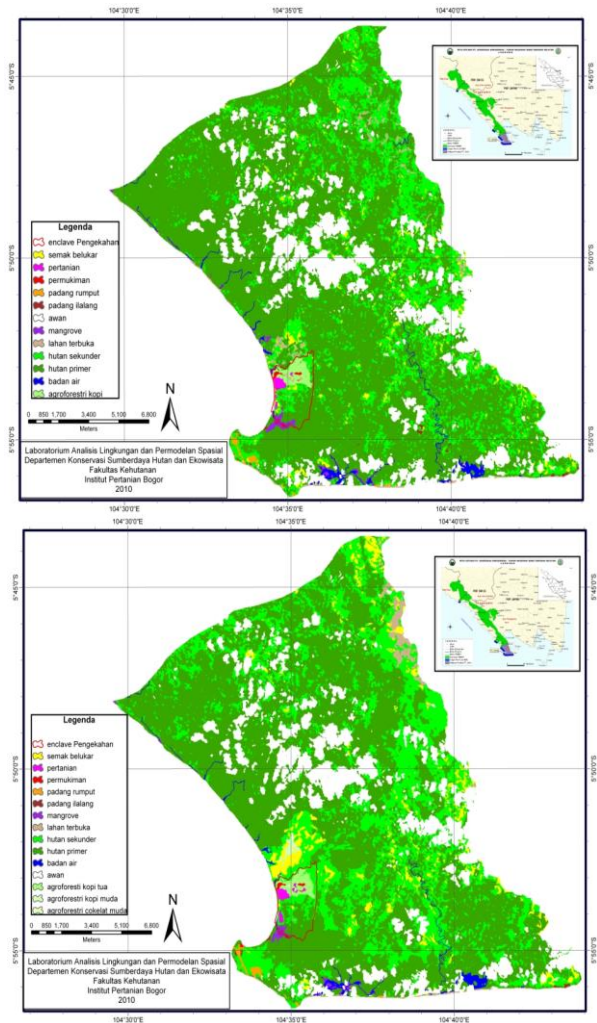
1. Interpretasi ulang tipe penutupan lahan yang ada pada peta berdasarkan tipe penutupan lahan dari hasil pengukuran plot di lapangan.
2. Pemberian atribut tiap tipe penutupan lahan dan data kerapatan cadangan karbon hasil pengukuran di lapangan.
3. Penghitungan luas tiap tipe penutupan lahan untuk memperoleh jumlah total karbon di TWNC TNBBS
4. Analisis perubahan cadangan karbon dari tahun 2000 hingga 2009.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penutupan lahan

Hasil survei berhasil teridentifikasi sebanyak 13 kelas penutupan lahan, yaitu hutan primer, hutan sekunder, mangrove, agroforestri kopi tua, agroforestri kopi muda, agroforestri cokelat muda, semak belukar, padang ilalang, padang rumput, lahan pertanian, permukiman, lahan terbuka, dan badan air. Peta penutupan lahan di TWNC TNBBS tahun 2000 dan 2009 hasil *supervised classification* tersaji dalam Gambar 3.

Luas hutan primer pada tahun 2009 berkurang sebesar 2,565.54 ha atau hanya tinggal 86% dari total hutan primer yang ada pada tahun 2000. Pasca terjadi perambahan di daerah Pulau-Pulau dan Tanjungmas hingga Karang Berak, terjadi penambahan luas hutan sekunder dan semak belukar, lahan pertanian dan beberapa permukiman baru. Pada tahun 2009, terbentuk dua tipe penggunaan lahan baru yaitu agroforestri kopi dan cokelat tepat di daerah pasca perambahan. Nilai *overall classification accuracy* peta tutupan lahan tahun 2000 sebesar 86.21% dan untuk tahun 2009 sebesar 96.55%. Informasi data atribut peta penutupan lahan tersebut tersaji dalam Tabel 3.



Gambar 3. Peta penutupan lahan tahun 2000 (atas) dan 2009 (bawah)

Tabel 3. Rekapitulasi tipe penutupan lahan tahun 2000 hingga 2009 di TWNC TNBBS

No.	Tipe penutupan lahan	Luas tahun 2000 (ha)	%	Luas tahun 2009 (ha)	%	Perubahan penutupan lahan (ha)
1	Hutan primer	19111,41	62,45	16545,87	54,01	-2565,54
2	Hutan sekunder	5765,58	18,84	7892,55	25,76	2126,97
3	Mangrove*	131,40	0,43	90,9	0,30	-40,5
4	Semak belukar	484,11	1,58	982,08	3,21	497,97
5	Agroforestri kopi tua	164,88	0,54	160,47	0,52	-4,41
6	Agroforestri kopi muda	0,00	0,00	53,91	0,18	53,91
7	Agroforestri cokelat muda	0,00	0,00	7,2	0,02	7,2
8	Padang ilalang	27,09	0,09	16,47	0,05	-10,62
9	Padang rumput	52,83	0,17	60,03	0,20	7,2
10	Pertanian**	41,13	0,13	50,85	0,17	9,72
11	Permukiman	15,39	0,05	17,19	0,06	1,8
12	Lahan terbuka	349,56	1,14	336,15	1,10	-13,41
13	No data***	4203,72	13,74	4203,72	13,72	0
14	Badan air	254,25	0,83	216,63	0,71	-37,62
Total		30601,35	100	30634,02	100	

Keterangan : Sumber : *Hilmi (2003), ** Lusiana *et al* (2005), *** awan dan bayangan awan

Perubahan cadangan karbon

Total perubahan cadangan karbon yang tersimpan di TWNC TNBBS dari tahun 2000 hingga 2009 berkurang sebesar 279.422 Mg (7,17%) atau berkurang sebesar 27.942,2 Mg (0,72%) per tahun. Hal yang berbeda terjadi di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. Perubahan cadangan karbon di lokasi ini terhitung dari tahun 1996 hingga tahun 2003 mencapai 17% (Lusiana *et al.* 2005) dengan kondisi jumlah cadangan karbon yang lebih baik di tipe lahan berupa hutan seperti yang tersaji dalam Tabel 2. Nilai kehilangan karbon tersebut setara dengan pelepasan CO₂ dari kawasan ini sebesar 1.024.547 Mg atau 102.454,7 Mg CO₂ tiap tahunnya dengan asumsi bahwa 1 Mg karbon setara dengan 3,667 Mg CO₂ (von Mirbach 2000). Rekapitulasi kondisi cadangan karbon di TWNC TNBBS pada tahun 2000 dan tahun 2009 tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah cadangan karbon di TWNC TNBBS dari tahun 2000 hingga 2009

No	Tipe penutupan lahan	Rata-rata cadangan karbon (mg.ha ⁻¹)*	Karbon 2000 (mg)	Karbon 2009 (mg)	Perubahan cadangan karbon (mg)
1	Hutan primer	178,44	341022 1,84	295242 9,32	- 457792,52
2	Hutan sekunder	81,65	470750, 01	644413, 57	173663,56
3	Mangrove*	30,64	4026,10	2785,18	-1240,92
4	Semak belukar	10,29	4981,94	10106,5 1	5124,57
5	Agroforestri kopi tua	63,69	4604,17	4481,02	-123,15
6	Agroforestri kopi muda	27,92	-	757,18	757,18
7	Agroforestri cokelat muda	14,04	-	74,09	74,09
8	Padang ilalang	3,57	96,73	58,81	-37,92
9	Padang rumput	1,47	77,96	88,59	10,63
10	Pertanian**	3,36	138,20	170,86	32,66
11	Permukiman	-	-	-	-
12	Lahan terbuka	-	-	-	-
13	No data***	-	-	-	-
14	Badan air	-	-	-	-
Total			389489 6,94	361536 5,12	- 279531,82

Keterangan: *Hilmi (2003), ** Lusiana *et al* (2005), *** tidak dilakukan pendugaan cadangan karbon. **** awan dan bayangan awan

Penurunan cadangan karbon sebesar 0,72% per tahun di kawasan ini masih bisa diperkecil dan akan lebih mudah jika dilaksanakan dengan kerjasama berbagai pihak yang berkepentingan. Sistem agroforestri yang sudah adadi dalam kawasan TWNC TNBBS bisa menjadi sistem yang memiliki kemampuan cukup baik dalam menyerap dan menyimpan karbon dan bisa lebih bermanfaat bagi masyarakat di sekitar kawasan terlepas dari perambahan kawasan yang sudah terjadi. Sebagai contoh, sistem agroforestri sederhana di Sumberjaya Lampung Barat mampu menyimpan karbon sebesar 82

Mg.ha⁻¹ dalam kurun waktu 25 tahun setelah pembukaan lahan (van Noordwijk *et al.* 2002), bahkan untuk agroforestri kompleks rempong damar (*Shorea javanica*) seperti di Krui, Lampung Barat mampu menyimpan karbon hingga mencapai 344,73 Mg.ha⁻¹ (Rizon 2005). Hal ini akan menjadi lebih baik jika hanya membiarkan lahan terbuka terbengkalai, atau menjadi lahan pertanian yang lebih terbuka. Di beberapa lokasi, sistem agroforestri yang berdampingan dengan hutan bisa menjadi jalan tengah antara kepentingan pelestarian hutan dan kesejahteraan masyarakat

KESIMPULAN

1. Total perubahan cadangan karbon yang tersimpan di TWNC TNBBS dari tahun 2000 hingga 2009 berubah sebesar -279422 Mg (7,18%) atau berkurang sebesar 27942,2 Mg (0,72%) per tahun. Nilai kehilangan karbon tersebut setara dengan pelepasan CO₂ dari kawasan ini sebesar 1.024.547 Mg atau 102.454,7 Mg CO₂ tiap tahunnya.
2. Pengurangan cadangan karbon tersimpan disebabkan oleh alih guna hutan primer terutama menjadi hutan sekunder dan semak belukar.
3. Untuk tetap menjaga keberadaan cadangan karbon yang tersimpan disamping pelestarian keanekaragaman hayati yang ada di dalamnya, maka perlu dilakukan usaha-usaha untuk menghentikan atau memitigasi deforestasi dan degradasi hutan.
4. Perlu dilakukan kegiatan reforestasi di tipe penutupan lahan berupa semak belukar, dan hutan sekunder untuk meningkatkan penyerapan dan penyimpanan karbon di dalam biomassa vegetasi.
5. Perlu dilakukan kerjasama antara BBTNBBS, PT. Adhiniaga Kreasinusa (TWNC) dan masyarakat *enclave* Pengekahan untuk mengelola sistem agroforestri di daerah pasca perambahan agar sistem ini mampu menyerap dan menyimpan karbon secara optimal dan bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Penggunaan Lahan*. Bogor: World Agroforestry Centre – (ICRAF SEA) Regional Office, University of Brawijaya, Indonesia.

Hilmi E. 2003. Model Penduga Kandungan Karbon pada Pohon Kelompok Jenis *Rhizophora* spp. dan *Bruguiera* spp. Dalam Tegakan Hutan Mangrove (Studi Kasus di Indragiri Hilir Riau.[disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana IPB.

Ketterings QM, Coe R, van Noordwijk M, Ambagau, Palm C. 2001. Reducing Uncertainty in the Use of Allometric Biomass Equations for Predicting

- Above-Ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forests. *Forest Ecology and Management*.(146): 199-209.
- Lasco RD, Frolencia BP, JM Roshetko, MRN Banaticla. 2004. *LULUCF Climate Change Mitigation Project in the Philippines : A Primer*. World Agroforestry Centre Southeast Asia Regional Research Programme.
- Lusiana B, van Noordwijk M, Rahayu S. 2005. *Carbon Stocks in Nunukan, East Kalimantan: A Spatial Monitoring and Modelling Approach*. Report from the carbon monitoring team of the Forest Resources Management for Carbon Sequestration (FORMACS) project. Bogor: World Agroforestry Centre - ICRAF, SEA Regional Office.
- Rizon M. 2005. Profil Kandungan Karbon pada Fase Pengelolaan Lahan Hutan oleh Masyarakat menjadi Repong Damar. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Insitut Pertanian Bogor.
- van Noordwijk M, Rahayu S, Hairiah K, Wulan YC, Farida A, Verbist B. 2002. Carbon Stock Assessment for a Forest to- Coffee Conversion Landscape in Sumberjaya (Lampung, Indonesia): from Allometric Equation to Land Use Change Analysis. *Science in China* (45): 75-86.