

**ESTIMASI KANDUNGAN KARBON ATAS PERMUKAAN TANAH PADA
POHON DIKAWASAN HUTAN KOTA KABUPATEN KETAPANG
(Estimating (Above Ground Carbon Stock on the Tree in Urban Forest
Ketapang District))**

Pradana Wanda Adhitya, Gusti Hardiansyah, Ahmad Yani

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Jln Imam Bonjol Pontianak 78124

E-mail : pwa0948@ymail.com/pwa0948@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to estimate above ground biomass and above ground carbon stock from the living trees without below ground carbon stock, necromass, litters and the soil carbon in the urban forest in Ketapang district and to see the spreading of carbon in the map view. The method that utilized is non destructive method, which using a combination between Landsat 7 ETM+ satellite imagery and allometrics method to estimate the carbon stock. The urban forest in Ketapang district is fresh water swamp forests which have a big biodiversity of its flora and the fauna. The result of this research show that the urban forest have an enough big carbon stock especially carbon stock from the stem, the branch, and the leaf, and its total value is 6.216,26 ton C from the total 87,91 hectare of the vegetation areal in the urban forest have, it's have a potential to sequestration of carbon as much as 18.202,91 ton CO₂ equivalent, and from the total of carbon stock, we have known that the average of the carbon stock is 70,71 ton C/ha or its equal with it's potension to absorb the carbon dioxide on the atmospheric as equal as 207,76 ton CO₂ ha⁻¹ equivalent.

Keywords : Landsat, carbon, urban forest, biomass

PENDAHULUAN

Pemanasan global pada umumnya di sebabkan oleh menumpuknya gas CO₂ atau yang biasa dikenal sebagai karbon di atmosfer sebagai akibat dari aktivitas manusia yang terlalu banyak menghasilkan karbon. Indonesia menjadi salah satu negara yang mengikuti program *Reduce Emission from Deforestation and Degradation* atau REDD, juga ikut berperan aktif dalam melakukan inventarisasi karbon hutan. Di Indonesia, pengukuran cadangan karbon hutan masih sering dilakukan secara manual.

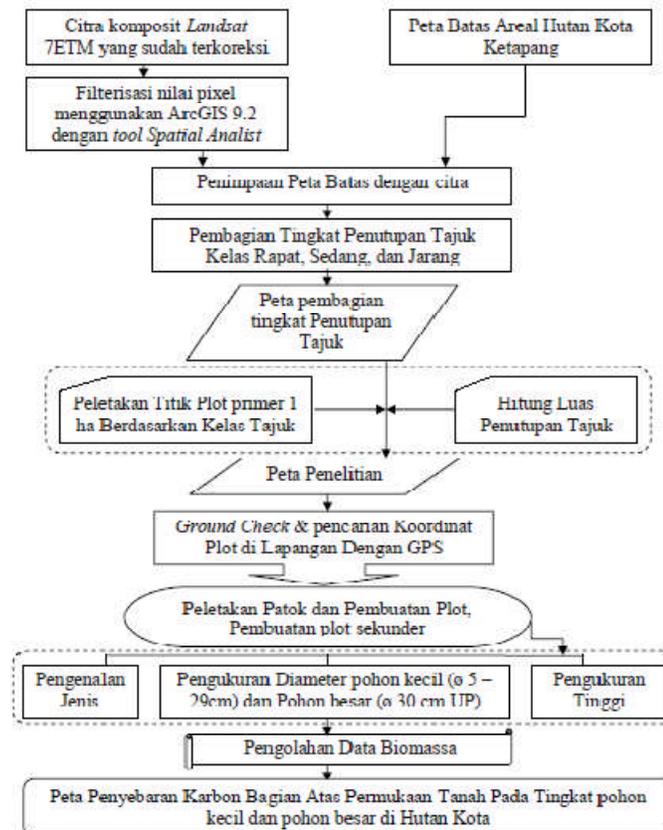
Sesuai surat keputusan Bupati Ketapang nomor 150 tahun 2004 kawasan

hutan seluas 91 Ha yang berada di desa Sukaharja kecamatan Delta Pawan ditetapkan sebagai Hutan kota. Di hutan kota tersebut memiliki keanekaragaman spesies tepi sungai yang cukup tinggi dan termasuk dalam kawasan hutan rawa air tawar. Karena latar belakang keanekaragaman yang tinggi dan belum pernah dilakukan inventarisasi karbon pada daerah tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan inventarisasi karbon hutan untuk dapat menduga kandungan karbon pada kelompok hutan tingkat pohon kecil dan pohon besar di areal Hutan Kota Ketapang.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Hutan Kota Ketapang dengan

waktu penelitian kurang lebih 1 (satu) bulan. Berikut ini adalah diagram alur penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Proses Penelitian (*The Diagram of Reseach process*)

Objek penelitian adalah biomassa yang berada di atas permukaan tanah, khususnya pohon-pohon dari berbagai variasi ukuran diameter (*dbh*) yaitu pohon kecil dan pohon besar. Diameter untuk pohon kecil adalah 5 – 29 cm dan untuk tingkat pohon besar ≥ 30 cm yang terdapat di kawasan Hutan kota Kabupaten Ketapang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *non-destruktif* dalam mengukur karbonnya. Penelitian ini diawali dengan melakukan

interpretasi vegetasi meliputi jumlah dan tipe tutupan tajuk pada citra Landsat 7ETM+, yang kemudian dilanjutkan dengan meletakkan titik untuk pengukuran dilapangan (*ground check*) terhadap parameter pengukuran vegetasi yang telah diinterpretasikan sebelumnya, yang kemudian dicatat dalam *tallysheet*. Tahap terakhir adalah melakukan pengolahan data hasil pengukuran tersebut untuk mendapatkan estimasi karbon dari luasan areal hutan kota Ketapang tersebut. Sehingga didapatkan

peta penyebaran karbon bagian atas permukaan tanah pada hutan kota Ketapang.

Dalam melakukan penempatan plot dilakukan dua tingkat peletakan plot (*two stage sampling*). Tahap awal, peletakan plot primer di lapangan dilakukan secara *purposive* pada vegetasi yang sudah dibagi tingkat penutupan tajuknya (*Stratified*), plot primer yang digunakan memiliki luas sebesar 1 (satu) hektar. Kemudian melakukan kombinasi peletakan plot sekunder didalamnya yang berukuran 20 x 20 meter secara *systematic sampling with random start*. Peletakan plot sekunder selanjutnya diatur dengan jarak antar plot yang ditetapkan sebesar 33 meter, yaitu dengan menggunakan rumus yang diterapkan dalam pedoman dan petunjuk inventarisasi hutan oleh Direktur Jendral Kehutanan, 1982. Diketahui jumlah plot sekunder yang digunakan dilapangan sebanyak 9 (sembilan) buah.

Perhitungan biomassa pohon selama analisis penelitian menggunakan rumus allometrik pendugaan kandungan karbon pada hutan alam oleh Ketterings¹ (2001), Hardiansyah² (2011), dan Kumar *et al*³, (1998) yaitu sebagai berikut:

$$(1) \text{BD} = \rho * 0,11 * D^{2,65}$$

$$(2) \text{BD} = 0,18 \rho D^{2,50}$$

$$(3) \text{BD} = 0,1792 D^{2,2512}$$

Dimana BD adalah *Biomass Density*, kemudian ρ adalah kerapatan jenis, “D” merupakan diameter setinggi dada (DBH), dan nilai 0,11, dan 0,18 merupakan nilai koefisien persamaan. Setelah itu dilakukan analisis

biomassanya dengan menggunakan rumus diatas sehingga didapatkan biomassa per pohon dan dapat ditotalkan seluruh biomassanya pada setiap tingkat pertumbuhan pohon kecil dan pohon besar. Perhitungan kandungan Biomassa per hektar untuk biomassa atas permukaan tanah dengan rumus yaitu sebagai berikut :

$$\text{Biomassa dalam hektar (Kg/ha)} = \text{Biomassa (dalam kg/m}^2\text{)} \times 10.000\text{m}^2$$

Setelah diketahui nilai kandungan biomassa dalam satuan hektar, selanjutnya hasil tersebut dijadikan dalam satuan ton per hektar (Ton/ha). Persentase karbon tersimpan dalam suatu jenis pohon dalam tegakan hutan alam dapat diestimasi sebesar 47% dari total biomassa (Badan Standardisasi Nasional Indonesia nomor 7724, 2011).

Untuk mendapatkan cadangan karbon hutan dalam setiap stratum, perlu diketahui total luas stratum tersebut. Setelah diketahui, maka cadangan karbon hutan dalam setiap stratum dapat diketahui dengan mengalikannya dengan masing - masing luasan stratum tersebut. Selanjutnya cadangan karbon hutan dalam setiap hektar dapat diketahui dengan membagi total kandungan karbon tersebut dengan total luasan areal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keanekaragaman Vegetasi

Jenis – jenis yang terdapat di dalam areal penelitian antara lain Medang (*Litsea firma*), Rengas (*Gluta rengas*), Bentokak (*Eugenia spp.*), Kayu ara (*Ficus spp.*), Musuk/ Busuk-busuk (*Cassia*

nodosa), Nyatoh (*Palaquium* spp.), Manggis hutan (*Garcinia parvivolvia*), Pinang barik (*Ternstroemia aneura*), Meranti rawa (*Shorea* spp.), Meranti jangkar (*Shorea* spp.), Resak (*Vatica ressak*), Belantik / Belantikan (*Crtoton laevivoliuis*), Bintaro/Bentarok (*Cerbera menghas*), Cempedak air (*Artocarpus* sp), Bintangur (*Callophyllum pulcherrimum*), Pangal/Pangar (*Beccaurea bracteata*), Kumpang (*Horsfieldia* sp), Pisang – pisang (*Mezzettia parvivolvia*), Dungun (*Heritiera litoralis*), Mesirak/ Mensirak (*Ilex pleobrachiata*), Bungur (*Lagerstroemia* spp.), Begorah / Begurah (*Durio excelcus*), Gelam tikus (*Syzingium inophylla*), Sama/Samak (*Poiarium alternifolium*), Butun (*Barringtonia asiatica*), Mata udang (*Neonauclea subdiata*), Kening kerak / Tumbang kerak (*Dacryodes costata*), Bengangan /

Bengangang (*Neesia* spp.), Ubah (*Eugenia* sp), Bengkapas (*Mallotus phillipinensis*), Simpurn Laki (*Dillenia spatulata*), dan Belian air (*Shorea* spp.). Total individu pohon yang ditemukan dalam 3 plot primer tersebut adalah sebanyak 663 pohon.

2. Perhitungan Total Biomassa Atas Permukaan Pada Tingkat Pohon Kecil dan Pohon Besar

Diketahui kandungan biomassa per m² yaitu pada tajuk kerapatan rendah memiliki nilai biomassa rata – rata per meter persegi sebesar 3,94 kg/m², pada tajuk dengan kerapatan sedang yaitu dengan jumlah sebesar 13,91 kg/m², dan pada plot dengan tajuk kerapatan tinggi yaitu sebesar 16,93 kg/m². Biomassa pohon dalam plot penelitian dapat dilihat pada hasil pengukuran di Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Sebaran Kandungan Biomassa Total Pada Plot Primer (*The Spread Of Total Biomass on Prime Plot*)

| Lokasi Plot Primer Pengambilan sampel | Sumber Biomassa | Rata - rata Per Hektar (Kg/m ²) | Biomassa Per Hektar (Kg/ha) | Biomassa Per Hektar (Ton/ha) |
|---------------------------------------|-----------------------|---|-----------------------------|------------------------------|
| Plot Primer 3* | Pohon Kecil (5-29 cm) | 1,9612 | 19.612,35 | 19,61 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 1,9833 | 19.833,00 | 19,83 |
| | | 3,9445 | 39.445,35 | 39,45 |
| Plot Primer 2* | Pohon Kecil (5-29 cm) | 7,2565 | 72.564,66 | 72,56 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 6,6544 | 66.544,06 | 66,54 |
| | Jumlah | 13,9109 | 139.108,73 | 139,11 |
| Plot primer 1* | Pohon Kecil (5-29 cm) | 8,1743 | 81.742,88 | 81,74 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 8,7587 | 87.587,20 | 87,59 |
| | Jumlah | 16,9330 | 169.330,07 | 169,33 |

Sumber :Hasil analisis data, 2013

Catatan: * Ukuran plot adalah 100 m x 100 m

Jumlah kandungan biomassa per hektar yang didapatkan pada setiap

pohonnya adalah untuk plot pada tajuk kerapatan rendah sebesar 39,45 ton/ha,

untuk plot pada tajuk kerapatan sedang sebesar 139,11 ton/ha, dan untuk plot pada tajuk kerapatan tinggi sebesar 169,33 ton/ha. Untuk mengetahui biomassa yang dikandung dalam masing – masing stratum kerapatan tajuk, maka hasil kandungan biomassa per hektarnya dikalikan dengan luas masing – masing kerapatan tajuk.

Dapat diketahui bahwa biomassa untuk masing – masing kerapatan tajuk

masing masing sebesar 1.236,81 ton untuk tajuk kerapatan rendah, kemudian untuk tajuk kerapatan sedang sebesar 3.545,31 ton, dan untuk tajuk dengan kerapatan tinggi sebesar 5.820,30 ton, dengan total biomassa untuk keseluruhan luas areal adalah sebesar 10.602,61 ton. Hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Total Kandungan Biomassa Pada 3 (tiga) Plot Primer Berdasarkan Tipe Tutupan Tajuk (*Total Biomass On The 3 Prime Plot Based On The Trees Canopy Type*)

| Lokasi Plot Primer Pengambilan sampel | Sumber Biomassa | Biomassa Per Hektar (Ton/ha) | Luas Tajuk (Ha) | Biomassa Per Kerapatan Tajuk (Ton) |
|---|-----------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| Plot Primer 3 (Kerapatan Tajuk rendah) | Pohon Kecil (5-29 cm) | 19,61 | 31,36 | 1.236,81 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 19,83 | | |
| | Jumlah | 39,45 | | |
| Plot Primer 2 (Kerapatan Tajuk Sedang) | Pohon Kecil (5-29 cm) | 72,56 | 25,49 | 3.545,51 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 66,54 | | |
| | Jumlah | 139,11 | | |
| Plot primer 1 (Kerapatan Tajuk Tinggi) | Pohon Kecil (5-29 cm) | 81,74 | 34,37 | 5.820,30 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 87,59 | | |
| | Jumlah | 169,33 | | |
| Total | | | 91,22* | 10.602,61 |

Sumber: Analisis data kandungan biomassa tahun 2013

Catatan: * Plot Primer 1: Kerapatan Tajuk Tinggi

Plot Primer 2: Kerapatan Tajuk Sedang

Plot Primer 3: Kerapatan Tajuk rendah

** Luas tersebut berdasarkan hasil interpretasi, sedangkan luas sebenarnya berdasarkan SK Bupati No 154/2009 adalah 91 ha.

Dapat diketahui bahwa biomassa untuk masing – masing kerapatan tajuk masing masing memiliki perbedaan jumlah yang cukup signifikan, dengan biomassa tertinggi terdapat dalam tajuk kerapatan tinggi.

3. Perhitungan Nilai Karbon Tersimpan Dalam Plot Penelitian

Kemudian untuk kandungan karbon total per plot sekunder penelitian, standar 47% dari biomassa adalah karbon. Jumlah kandungan karbon jumlah kandungan

karbon per hektar terendah berada dalam plot dengan tajuk kerapatan rendah sebesar 18,54 ton/ha, di tajuk dengan kerapatan sedang yaitu sebesar 65,38

ton/ha, dan jumlah kandungan karbon pada plot dengan tajuk kerapatan tinggi yaitu sebesar 79,59 ton/ha. Hasilnya seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Total Kandungan Karbon Pada 3 (tiga) Plot Primer Berdasarkan Tipe Tutupan Tajuk (*Total Carbon stocks on 3 (Three) Prime Plot Based On The Trees Canopy Type*)

| Lokasi Plot Primer Pengambilan sampel | Sumber Karbon | Rata - rata Per m ² (Kg/M ²) | Karbon Per Hektar (Kg/ha) | Karbon Per Hektar (Ton/ha) |
|---------------------------------------|------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| Plot Primer 3* | Pohon Kecil (5-29 cm) | 0,9218 | 9.217,80 | 9,22 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 0,9322 | 9.321,51 | 9,32 |
| | Jumlah | 1,8539 | 18.539,31 | 18,54 |
| Plot Primer 2* | Pohon Kecil (5-29 cm) | 3,4105 | 34.105,39 | 34,11 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 3,1276 | 31.275,71 | 31,28 |
| | Jumlah | 6,5381 | 65.381,10 | 65,38 |
| Plot primer 1* | Pohon Kecil (5-29 cm) | 3,8419 | 38.419,15 | 38,42 |
| | Pohon Besar (≥ 30 cm) | 4,1166 | 41.165,98 | 41,17 |
| | Jumlah | 7,9585 | 79.585,13 | 79,59 |

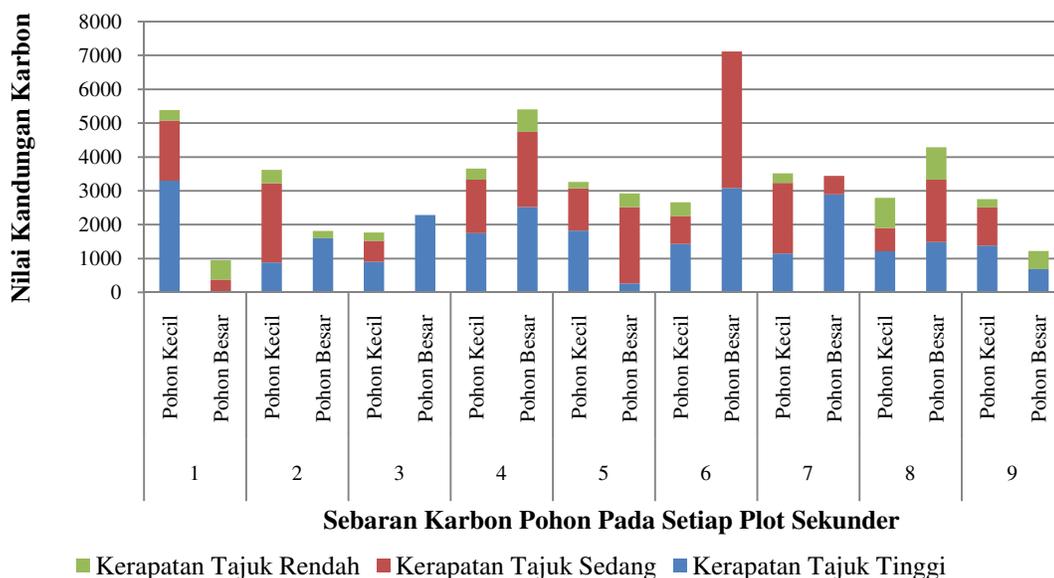
Sumber: Analisis data kandungan biomassa tahun 2013
Catatan: * Ukuran plot adalah 100 m x 100 m

4. Estimasi Cadangan Karbon Hutan Bagian Atas Permukaan Dalam Tipe Penutupan Tajuk

Kemudian untuk mengetahui total karbon pohon dalam masing – masing tipe penutupan tajuk, maka selanjutnya dilakukan estimasi terhadap kandungan karbon total per hektar dan luas tipe penutupan tajuknya. Perbedaan kandungan karbon per stratum tersebut

dikarenakan adanya keterkaitan kandungan karbon dengan total luasan areal kerapatan tajuk, baik itu tajuk tinggi, sedang, maupun rapat.

Hasil perhitungan kandungan karbon pada pohon besar dan pohon kecil pada masing – masing kerapatan tajuk apabila direpresentasikan dalam grafik maka akan seperti pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Perbandingan Kenaikan Jumlah Kandungan Karbon Pada Setiap Plot Sekunder Berdasarkan Tipe Tutupan Tajuk (*Comparison The Increasing Carbon Stock From Each Secondary Plot In Different Trees Canopy Type*)

Karbon tertinggi dalam stratum terdapat dalam tajuk dengan kerapatan tinggi yaitu sebesar 2.679,70 ton/ha, sedangkan selanjutnya terdapat dalam

tajuk dengan kerapatan sedang yaitu sebesar 1.779,06 ton/ha, dan pada tajuk dengan kerapatan rendah didapatkan kandungan karbon sebesar 501,15 ton/ha, dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Total Kandungan Karbon Per Kerapatan Tajuk Pada 3 (tiga) Plot Primer Berdasarkan Tipe Tutupan Tajuk (*Total Carbon stocks in each different Trees Canopy on 3 (Three) Prime Plot Based On Trees Canopy Type*)

| Kelas Kerapatan | Jumlah Karbon Per Ha (Ton/Ha) | Luas Tajuk (Ha) | Karbon Per Kerapatan Tajuk (Ton)** |
|------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| Kerapatan Tajuk rendah | 18,54 | 27,03 | 501,15 |
| Kerapatan Tajuk Sedang | 65,38 | 27,21 | 1.779,06 |
| Kerapatan Tajuk Tinggi | 79,59 | 33,67 | 2.679,70 |
| Total | | 87,91* | 4.959,91 |

Sumber: Analisis data kandungan karbon per hektar tahun 2013

Catatan:

* Luas tersebut merupakan luas areal yang bervegetasi, sedangkan luas sebenarnya adalah sebesar 91 ha.

** Karbon Per Kerapatan Tajuk didapatkan dengan mengalikan hasil karbon per hektar tersebut dengan luas tajuk masing – masing kelas kerapatan.

Jika digunakan hasil analisa persentase kandungan karbon pada tiap

segmen dari hasil penelitian Hardiansyah (2011), pada hasil kandungan karbon

yang telah diteliti pada hutan kota Ketapang, maka kandungan karbon pada hutan kota Ketapang khususnya pada karbon bagian atas permukaan tanahnya yang meliputi, tajuk/ranting, cabang, dan batang, maka hasil perhitungan kandungan karbon hutan kota Ketapang yang didapatkan baru sebesar 50,68% dari karbon total suatu pohon. Sehingga kandungan karbon yang sudah dihitung tersebut harus dijumlahkan dengan persentase karbon pada segmen tajuk hasil penelitian beliau yang menunjukkan angka sebesar 25,33%. Sehingga rata – rata pada hutan kota adalah sebesar 70,71 ton/ha, dan kandungan karbon total seluruh areal yang bervegetasi menjadi sebesar 6.216,26 ton. Hasil kandungan karbon yang didapatkan di hutan kota ketapang sebesar 70,71 ton C/ha tersebut, apabila dibandingkan dengan hasil penelitian beliau di jalur antara PT.SBK Nanga Nuak, maka hasil kandungan karbonnya hampir mendekati dengan estimasi di jalur antara pada umur 16 tahun sebesar 71,75 ton C/ha. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan dalam intensitas pengukuran karbonnya, dimana dalam penelitiannya, beliau melakukan pengukuran secara *destructive sampling* di jalur penanaman dan jalur antara areal TPTII (Tebang Pilih Tanam Indonesia Intensif).

Hutan kota ketapang masih memiliki nilai kandungan karbon rata – rata yang hampir mendekati dengan penelitian Suwarna, dkk (2012) khusus pada tingkat tiang dan pohon sebesar 80,07 ton C/ha di hutan gambut sekunder.

Menurut beliau hasil yang berbeda dan tampak lebih kecil atau mendekati tersebut dikarenakan adanya perbedaan kondisi lingkungan tempat tumbuh dan metode pengukuran biomassa yang dilakukan. Biomassa yang lebih kecil kandungannya tersebut sangat berkaitan dengan kondisi tempat tumbuh rawa yang hampir semua arealnya jenuh air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hutan kota Ketapang merupakan salah satu areal yang memiliki potensi penyimpanan karbon bagian atas permukaan tanah (*above ground biomass*) pada tingkat pohon besar dan pohon kecil yang memiliki besaran nilai kandungan karbon yang cukup besar sebagai ruang terbuka hijau di wilayah perkotaan, khususnya kota Ketapang. Pada kawasan hutan kota Ketapang, terdapat 33 spesies pohon yang terdapat dalam plot penelitian seluas total 3 ha, dengan jumlah individu sebanyak 663 pohon. Kawasan hutan kota Ketapang seluas 91 hektar dengan luas 87,91 hektar yang bervegetasi, memiliki potensi kandungan karbon bagian atas permukaan tanah khusus bagian batang, cabang, dan daun sebesar 6.216,26 ton C, dan dari total karbon tersimpan tersebut diketahui rata – rata kandungan karbonnya sebesar 70,71 ton C/ha. Stratum dengan kerapatan tinggi memiliki nilai kandungan karbon yang lebih besar dibandingkan dengan kandungan karbon di stratum lain. Hutan kota pada tingkat pohonnya mampu melakukan penyerapan (*sequestration*) terhadap karbon

khususnya pada karbon bagian atas permukaan tanah bagian bagian batang, cabang, dan daun sebesar 18.202,91 ton CO₂ ha⁻¹ eq, dengan penyerapan CO₂ rata-rata per hektarnya sebesar 207,76 ton CO₂ ha⁻¹ eq.

Saran

Adanya penelitian kandungan karbon bagian atas permukaan tanah (*above ground biomass*) di kawasan hutan kota Ketapang ini, disarankan untuk dapat dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai kandungan karbon pada *pool* – *pool* karbon lainnya seperti tingkat semai dan *Dead wood* (kayu mati), dan *Litter* (seresah) yang berada di atas permukaan tanah, dan bagian akar pohon dan karbon tanah, selanjutnya Hutan Kota Ketapang maupun di areal nilai konservasi tinggi (NKT) lainnya memiliki *database* yang lengkap, mengenai jenis – jenis, dan jumlah keberadaan flora dan fauna yang terdapat di dalam Hutan kota sebagai data penunjang dalam kegiatan pengelolaan yang dilakukan oleh Dinas Kehutanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Wood Density Database. Diakses dari situs (<http://www.worldagroforestry.org/sea/products/afdbase/wd/index.htm>) tanggal 20 Juni 2013.
- Anonim. Wood Densities (g/cm³) Of Tree Species For Tropical Regions Of Three Continents. Diakses dari situs (<http://www.fao.org/docrep/w4095e/w4095e0c.htm#TopOfPage>) tanggal 5 juni 2013.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 2010. Pedoman Pengukuran Karbon untuk mendukung Penerapan REDD+ di Indonesia. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan.
- Badan Standardisasi Nasional.2011. Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon –Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (*ground based forest carbon accounting*) Nomor 7724. Jakarta.
- Hardiansyah, Gusti. 2013. Studi Pertumbuhan Meranti Sistem TPTJ Di IUPHHK PT SJM KALBAR. Jurnal Hutan Tropis 01:71 - 75.
- Hardiansyah, Gusti. Ridwan, Muhammad. 2012. REDD Peluang HPH Menurunkan Emisi Global.Pontianak: Untan Press. Hlm 72 – 120.
- Hitam, Hasril. 1980. Dasar – dasar teori dan penggunaan teknik pengambilan contoh dalam inventarisasi Hutan. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Ketterings M Quirine, Coe Richard, Noordwijk Meine Van, Ambagau Yakub, Palm Cheryl A. 2001. Reducing Uncertainty In The Use Of Allometric Biomass Equation For Predicting Above-Ground Tree Biomass In Mixed Secondary Forest. Forest Ecology and Management 146: 199 – 209.
- Suwarna, Ujang. Elias. Dudung Darusman. Istomo. 2012. Estimasi Simpanan Karbon Total dalam Tanah dan Vegetasi Hutan

Gambut Tropika Di Indonesia.
Bogor: Jurnal Manajemen Hutan

Tropis 18 (2): 118-128.