

Karbon Tersimpan Pada Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni

Siprianus Manibuy, Julius D. Nugroho, Anton S. Sinery*

Program Studi S2 Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Papua
Jalan Gunung Salju, Amban, Manokwari, Kodepos 98314, Papua Barat, Indonesia.

*Email: anton_sineri@yahoo.com

ABSTRACT: An urban forest is a collection of trees growing among buildings and people where they can protect the city as the functional traits. Forests are playing an important role in stabilizing CO₂ concentrations in the atmosphere. As forest is a source of CO₂ emissions, forests are also able to absorb and store CO₂, so we could estimate the amount of CO₂ absorbed by forest trees by calculating their biomass. This study aims to obtain the amount of carbon stock stored in the City Forest of Bumi Saniari, Teluk Bintuni Regency. Carbon stock was calculated to obtain aboveground carbon (AGB), below ground carbon (BGB) and litter carbon (CS). In this study no measurements were made of soil carbon. The method used in this research is descriptive method and field survey with measurements using the nondestructive method. The results obtained were 801.52 tons of stored carbon above ground (AGB), the soil surface / litter (CS) is 273.54 tons C. The total carbon stock is 10 hectares of 1,411.69 tons C.

Keywords: Carbon st, Bumi Saniari City Forest Teluk Bintuni Regency

PENDAHULUAN

Hutan kota merupakan kumpulan pepohonan yang mengisi ruang kota yang dipenuhi bangunan dan manusia. Pepohonan yang tumbuh di ruang kota dapat menjadi pelindung kota dari bahaya polusi udara, tanah dan air. Hutan memiliki peran yang sangat penting dalam menstabilkan konsentrasi CO₂ di atmosfer. Disamping sebagai sumber emisi CO₂ hutan juga mampu menyerap dan menyimpan CO₂ dalam biomasanya, sehingga untuk menduga jumlah CO₂ yang diserap oleh pohon hutan bisa dihitung dengan menghitung biomasanya. Sedangkan untuk menghitung biomassa hutan bisa dilakukan dengan menggunakan persamaan allometrik.

Persamaan allometrik adalah fungsi/persamaan regresi yang menyatakan hubungan antara dimensi pohon (diameter/tinggi/kombinasi keduanya) dengan biomassa pohon.

Di permukaan bumi ini, kurang lebih terdapat 90 % biomassa yang terdapat dalam hutan berbentuk pokok kayu, dahan, daun, akar dan sampah hutan (serasah), hewan, dan jasad renik. Biomassa ini merupakan tempat penyimpanan karbon dan disebut resot karbon (carbon sink). Namun, pencemaran lingkungan, pembakaran hutan dan penghancuran lahan-lahan hutan yang luas diberbagai benua di bumi, telah mengganggu proses tersebut. Akibat dari itu, karbon yang tersimpan dalam biomassa hutan terlepas ke dalam atmosfer dan

kemampuan bumi untuk menyerap CO₂ dari udara melalui fotosintesis hutan berkurang. Selain akibat tersebut, intensitas Efek Rumah Kaca (ERK) akan ikut naik dan menyebabkan naiknya suhu permukaan bumi. Hal inilah yang memicu tuduhan bahwa kerusakan hutan tropik telah menyebabkan pemanasan global (Soemarwoto 2001).

Cadangan karbon pada dasarnya merupakan banyaknya karbon yang tersimpan pada vegetasi, biomassa lain dan di dalam tanah. Upaya pengurangan konsentrasi GRK di atmosfer (emisi) adalah dengan mengurangi pelepasan CO₂ ke udara. Untuk itu, maka jumlah CO₂ di udara harus dikendalikan dengan jalan meningkatkan jumlah serapan CO₂ oleh tanaman sebanyak mungkin dan menekan pelepasan emisi serendah mungkin. Jadi, mempertahankan keutuhan hutan alami, menanam pepohonan pada lahan-lahan pertanian dan melindungi lahan gambut sangat penting untuk mengurangi jumlah CO₂ yang berlebihan di udara (Hairiah, 2007).

Jumlah cadangan karbon tersimpan ini perlu diukur sebagai upaya untuk mengetahui besarnya cadangan karbon pada saat tertentu dan perubahannya apabila terjadi kegiatan yang menambah atau mengurangi besar cadangan. Dengan mengukur, dapat diketahui berapa hasil perolehan cadangan karbon yang terserap dan dapat dilakukan sebagai dasar jual beli cadangan karbon. Dimana negara maju atau industri mempunyai kewajiban untuk memberi kompensasi kepada negara atau siapapun yang dapat mengurangi emisi atau meningkatkan serapan.

Dengan ditetapkannya kawasan hutan kota Bumi Saniari berdasarkan Surat Keputusan Bupati Teluk Bintuni Nomor: 188.4.5/H-29 Tahun 2014, merupakan salah satu upaya Pemerintah Kabupaten Teluk Bintuni untuk mempertahankan kawasan hutan alam yang

berada di kawasan kota, sehingga kawasan hutan kota tersebut dapat juga mengendalikan emisi CO₂ di udara. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terkait stok karbon atau karbon tersimpan pada Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan (Maret - April 2020), bertempat di Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni. Hutan Kota Bumi Saniari awalnya merupakan hutan alam sekunder yang dibebaskan berdasarkan Surat Keputusan Bupati Teluk Bintuni Nomor: 188.4.5/H-29 Tahun 2014 seluas 10 Ha.

Metode dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif dan survey lapangan. Pengukuran Lapangan menggunakan metode Non Destruktif yaitu cara sampling dengan melakukan pengukuran tanpa melakukan pemanenan.

Penempatan plot sampel dilakukan secara teratur (*systematic*), dengan intensitas sampling sebesar 10 % dari luas hutan kota yaitu sebanyak 25 plot sampel.

Dalam penelitian ini pengambilan contoh menggunakan plot berbentuk persegi empat. Di dalam satu plot terdapat 4 (empat) subplot yang ditujukan untuk pengambilan contoh pada masing-masing tingkat pertumbuhan vegetasi, seperti berikut :

- a. Plot 2 x 2 m untuk semai/tumbuhan bawah. Semai/tumbuhan bawah dimaksud adalah setiap tumbuhan berkayu dengan tinggi <1,5 m.
- b. Plot 5 x 5 m untuk tingkat pancang. Tingkat pancang dimaksud adalah setiap tumbuhan berkayu dengan

- tinggi $\geq 1,5$ meter dan diameter 2 - <10 cm, keliling <31,4 cm.
- c. Plot 10 x 10 m untuk tingkat tiang. Tingkat tiang dimaksud adalah setiap tumbuhan berkayu dengan diameter 10 - <20 cm, keliling 31,4 - 62,8 cm.
- d. Plot 20 x 20 m untuk pohon. Pohon yang dimaksud adalah setiap tumbuhan berkayu dengan diameter ≥ 20 cm, keliling $\geq 62,8$

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) jenis pohon tingkat pancang, tiang dan pohon, (2) diameter tingkat pancang, tiang dan pohon, (3) jumlah individu untuk seluruh tingkat pertumbuhan, (4) berat basah dan kering biomassa biomassa tumbuhan bawah dan serasah; (4) Frekuensi, Kerapatan, dominansi dan INP; (5) biomassa tumbuhan pada berbagai tingkat pertumbuhan, (6) kandungan Karbon, (6) stok karbon

Penghitungan untuk memperoleh kandungan karbon tersimpan dilakukan dengan menggunakan rumus dan tahapan sebagai berikut

Untuk memperkirakan berat kering total biomassa pada serasah secara umum digunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Biomassa} = \frac{\text{BK Contoh}}{\text{BB Contoh}} \times \text{BB Total (gr)}$$

Keterangan:

- BK Biomassa = Berat Kering Biomassa (gr)
- BK Contoh = Berat Kering Contoh (gr)
- BB Contoh = Berat Basah Contoh (gr)
- BB Total = Berat Basah Total (gr)

Biomassa pohon diestimasi dengan menggunakan persamaan allometrik yang didasarkan pada pengukuran

diameter batang. Estimasi biomassa pohon menggunakan persamaan allometrik menurut Ketterings (2001) sebagai berikut:

$$\text{BK} = 0,11\rho D^{2,62}$$

Keterangan :

- BK = Berat Kering/Biomassa (kg)
- ρ = BJ kayu (g cm^{-3})
- D = Diameter pohon (cm)

Selanjutnya perkiraan biomassa tingkat pancang, tiang dan pohon disebut sebagai biomassa atas tanah (B_{AT})

Biomassa bawah tanah/akar (B_{BT}) dihitung menggunakan estimasi Nisbah Pucuk Akar. Nisbah Pucuk Akar ini merupakan perbandingan penjumlahan biomassa bagian atas tanah (B_{AT}) dan semai/tumbuhan bawah (B_{TB}) dengan akar pohon. Pengamatan biomassa akar pohon dilakukan secara non destruksi.

Penghitungan mengacu kepada rumus dalam Annex II A/R berdasarkan rasio akar-tajuk sebagai berikut:

$$\text{BBT} = \text{BAT} \times \text{RASIO T/A}$$

Keterangan:

- B_{BT} = Biomassa Bawah Tanah
- B_{AT} = Biomassa Atas Tanah
- Rasio T/A = Rasio Tajuk-Akar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis & Struktur Hutan Kota

Berdasarkan hasil penelitian, pada total luas petak contoh 10.000 m² dijumpai 44 jenis pada tingkat pohon, diikuti 22 jenis pada tingkat tiang dan 14 jenis pada tingkat pancang. Jenis-jenis utama dengan tingkat kerapatan individu yang relatif tinggi antara lain pada tingkat pancang terdiri dari jenis *Intsia bijuga*, *Ficus benjamina* L., *Litsea* spp., *Palaquium* spp. dan *Vitex pubescens* Vahl. Pada tingkat tiang, jenis-jenis utamanya adalah *Zizipus grewiodes*,

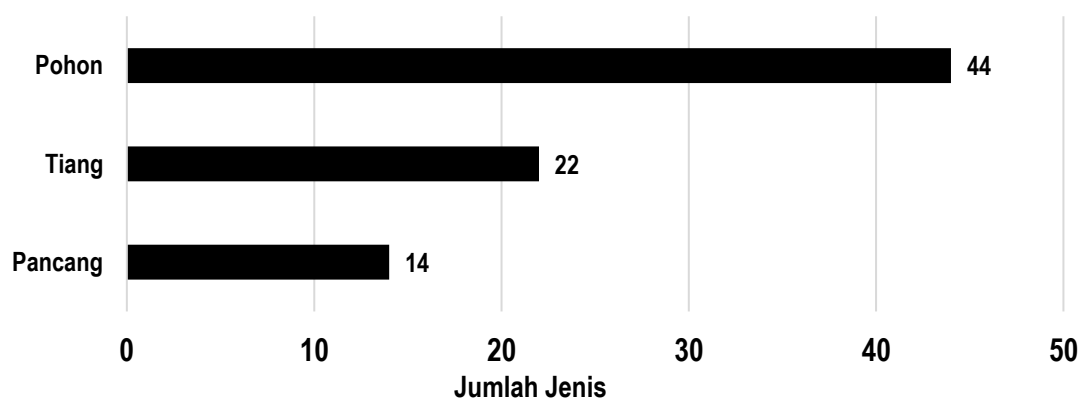
Cryptocarya palmarensis Allen, *Vitex pubescens* Vahl, *Peltophorum pterocarpum*, *Dracontomelum edulu* Merr., *Pometia* sp., *Drypetes globosa*, *Koordersiodendron pinnatum* Merr, dan *Canarium amboinensis* Hoch. Pada tingkat pohon, dengan jenis utama terdiri dari *Octomeles sumatrana* Mig, *Cryptocarya palmerensis*, *Terminalia catappa*, *Ficus* sp., *Ziziphus grewioides*, *Vatica papuana*, *Pometia* sp., *Myristica fragrans* Houtt dan *Koordersiodendron pinnatum* Merr.

Analisis vegetasi menunjukkan bahwa lima jenis pohon dengan Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada tiap tingkatan, didapatkan pada tingkat pancang, INP tertinggi adalah dari jenis *Intsia bijuga* sebesar 35,65%, *Vitex pubescens* Vahl sebesar 29,74%, *Palaquium spp* sebesar 29,53%, *Ficus benjamina* L sebesar 26,72% dan jenis-jenis lainnya sebesar 178,36% dari 14 jenis yang ditemukan. Pada tingkat tiang, INP tertinggi adalah dari jenis *Ziziphus grewioides* sebesar 55,58%, *Cryptocarya palmerensis* Allen sebesar 52,13%, *Vitex pubescens* Vahl sebesar 33,78%, *Peltophorum pterocarpum* sebesar 25,81% dan jenis-jenis lainnya sebesar 132,71% dari 22 jenis yang ditemukan. Pada tingkat pohon, INP tertinggi adalah dari

jenis *Octomeles sumatrana* Miq sebesar 28,41%, *Pometia* sp. sebesar 18,85%, *Cryptocarya palmerensis* sebesar 18,60%, *Terminalia catappa* sebesar 17,82% dan jenis-jenis lainnya sebesar 216,31% dari 44 jenis yang ditemukan. Untuk melihat lima jenis INP tertinggi ditampilkan pada Tabel 1.

Sebaran Karbon Tersimpan

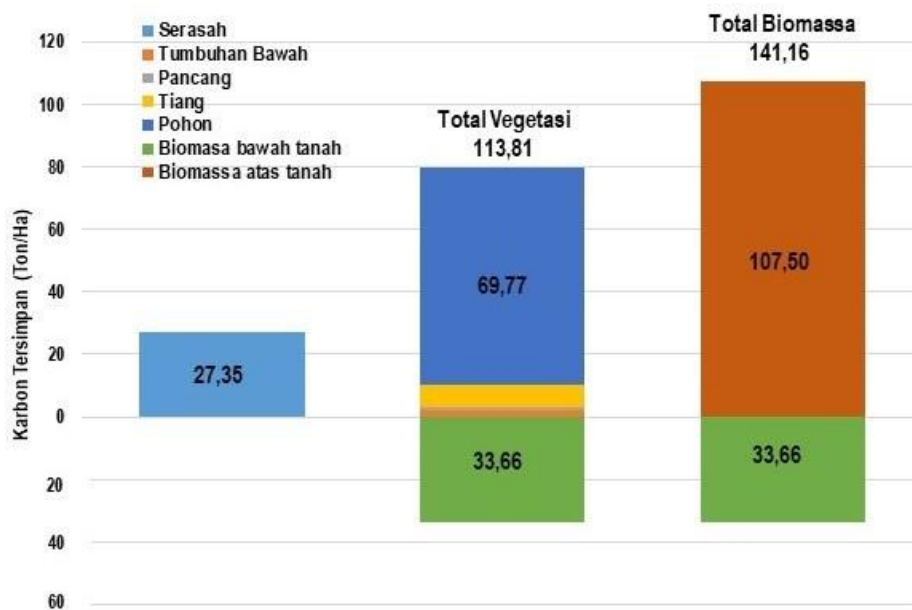
Karbon tersimpan terbanyak di Hutan Kota disumbangkan oleh jumlah karbon tersimpan dalam keseluruhan vegetasi, sisanya merupakan karbon yang berasal dari serasah sebesar 27,35 Ton/Ha. Karbon tersimpan terbanyak yang disumbangkan dari vegetasi berukuran pohon berasal dari biomassa bawah tanah sebesar 33,66 Ton/Ha, tumbuhan bawah sebesar 2,04 Ton/ha, tingkat pancang sebesar 1,14 Ton/Ha, tingkat tiang sebesar 7,20 Ton/Ha, dan tingkat pohon sebesar 69,77 Ton/Ha. Sementara total biomasa keseluruhan dari vegetasi yang berada di atas tanah sebesar 141,16 Ton/Ha, yang berasal dari sumbangan total simpanan karbon di atas tanah dan serasah sebesar 107,50 Ton/Ha. Untuk sebaran karbon tersimpan secara keseluruhan pada Hutan Kota Bumi Saniari dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Keragaman jenis pada setiap tingkat pertumbuhan vegetasi di Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni

Tabel 1. Lima jenis pohon dengan Indeks Nilai Penting (INP) Tertinggi pada Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni

| No. | Jenis | F | Fr (%) | K (N/ha) | Kr (%) | D (cm ²) | Dr (%) | INP |
|----------------|---------------------------------------|------|--------|----------|--------|----------------------|--------|--------|
| Pancang | | | | | | | | |
| 1. | <i>Intsia bijuga</i> | 0,12 | 17,65 | 48 | 14,29 | 0,0345575 | 3,72 | 35,65 |
| 2. | <i>Vitex pubescens</i> Vahl | 0,04 | 5,88 | 32 | 9,52 | 0,1332035 | 14,33 | 29,74 |
| 3. | <i>Palagium spp</i> | 0,08 | 11,76 | 32 | 9,52 | 0,0766548 | 8,25 | 29,53 |
| 4. | <i>Ficus benjamina</i> L | 0,04 | 5,88 | 48 | 14,29 | 0,0609469 | 6,56 | 26,72 |
| 5. | Jenis-jenis lainnya | 0,4 | 58,82 | 176 | 52,38 | 0,6242343 | 67,15 | 178,36 |
| Tiang | | | | | | | | |
| 1. | <i>Ziziphus grewoides</i> | 0,32 | 16,33 | 48 | 20,69 | 0,718875 | 18,56 | 55,58 |
| 2. | <i>Cryptocaria palmerensis</i> Allen. | 0,28 | 14,29 | 44 | 18,97 | 0,731045 | 18,88 | 52,13 |
| 3. | <i>Vitex pubescens</i> Vahl | 0,24 | 12,24 | 24 | 10,34 | 0,433226 | 11,19 | 33,78 |
| 4. | <i>Peltophorum pterocarpum</i> | 0,16 | 8,16 | 20 | 8,62 | 0,349424 | 9,02 | 25,81 |
| 5. | Jenis-jenis lainnya | 0,96 | 48,98 | 96 | 41,38 | 1,64 | 42,35 | 132,71 |
| Pohon | | | | | | | | |
| 1. | <i>Octomeles sumatrana</i> Miq. | 0,32 | 5,41 | 16 | 7,77 | 3,123960 | 15,24 | 28,41 |
| 2. | <i>Pometia</i> sp. | 0,36 | 6,08 | 12 | 5,83 | 1,423416 | 6,94 | 18,85 |
| 3. | <i>Cryptocarya palmerensis</i> | 0,40 | 6,76 | 15 | 7,28 | 0,935075 | 4,56 | 18,60 |
| 4. | <i>Terminalia catappa</i> | 0,44 | 7,43 | 12 | 5,83 | 0,936096 | 4,57 | 17,82 |
| 5. | Jenis-jenis lainnya | 4,40 | 74,32 | 151 | 73,30 | 14,08 | 68,68 | 216,31 |



Gambar 2. Sebaran karbon tersimpan dalam biomassa di Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni

Sebaran karbon tersimpan dalam vegetasi di atas tanah sumbangan terbesar diberikan oleh pohon-pohon berukuran besar dengan diameter > 50 cm menyumbangkan karbon terbesar sebesar 32,05 Ton/Ha, diameter 20 s/d < 30 cm sebesar 13,94 Ton/Ha, diameter 30 s/d < 40 cm sebesar 12,56 cm, diameter 40 s/d < 50 cm sebesar 11,22 Ton/Ha dan

terkecil dalam menyumbangkan karbon tersimpan pada vegetasi di atas tanah adalah kelas diameter < 5 sebesar 0,1334 Ton/Ha. Sementara sumbangan karbon tersimpan di atas tanah yang merupakan karbon terbesar lainnya berasal dari serasah menyumbangkan karbon sebesar 27,35 Ton/Ha. Sisanya merupakan karbon tersimpan dibawah tanah, menyum-

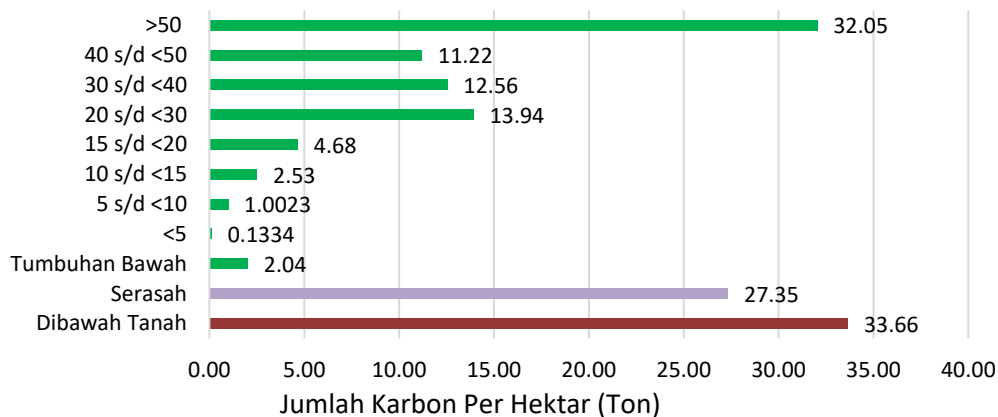
bangkan karbon sebesar 33,66 Ton/Ha. Untuk sebaran karbon tersimpan keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.

Total karbon tersimpan di Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni merupakan total keseluruhan jumlah karbon tersimpan dalam biomassa vegetasi di atas tanah yaitu tumbuhan bawah dan tingkatan pohon berdasarkan kelas diameter, biomassa bawah tanah dan biomassa serasah dikalikan dengan total luasan hutan kota yaitu seluas 10 Ha. Dengan demikian dari hasil perkalian tersebut dapat diperkirakan karbon tersimpan pada Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni sebesar 1.441 Ton, dengan persentase untuk vegetasi di atas tanah sebesar 57%, vegetasi bawah tanah sebesar 24% dan pada serasah sebesar 19%. Total karbon tersimpan pada Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni dapat dilihat pada Gambar 4.

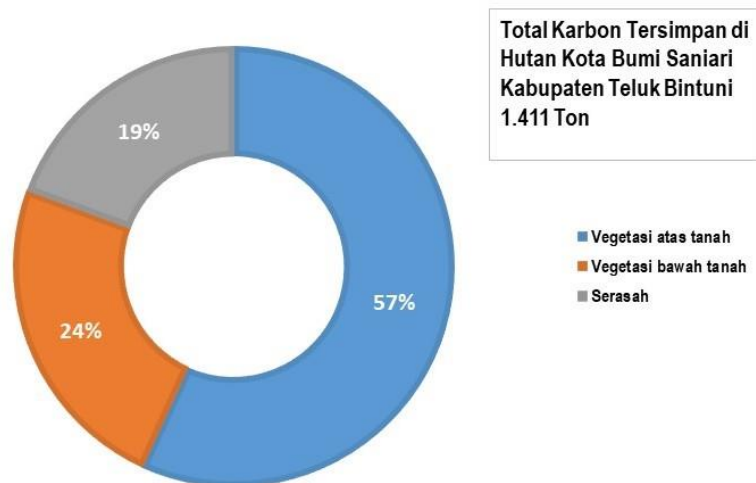
Tingginya potensi simpanan karbon lebih dipengaruhi oleh komposisi diameter pohon dan sebaran berat jenis

vegetasinya. Pada penelitian ini sebaran karbon tersimpan per kelas diameter sebesar 78,11 Ton/Ha. Bila disandingkan dengan hasil penelitian allometrik yang sama oleh Maulana (2010). untuk hutan dataran rendah sedang di Papua Barat pada tingkat vegetasi pohon diperoleh kandungan karbon tersimpan sebesar 85,64 Ton/Ha. Dari hasil perbandingan terlihat kandungan karbon tersimpan pada Hutan Kota Bumi Saniari lebih kecil.

Hal ini dikarenakan kondisi hutan kota mulai dari jenis dan sebaran kelas diameter untuk tingkat pancang sangat kecil. Sebaran diameter pada vegetasi pohon menggambarkan kondisi hutan kota dengan sebaran vegetasi per tingkatan diameter sangat bervariasi. Menurut Lubis et al. (2013), cadangan karbon tegakan mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan diameter batang dan penurunan cadangan karbon terjadi apabila jumlah tegakan atau kerapatan yang ditemukan pada kelas diameter tersebut hanya sedikit.



Gambar 3. Sebaran karbon tersimpan dalam biomassa vegetasi berdasarkan kelas diameter di Hutan Kota Bumi Saniari.



Gambar 4. Total karbon tersimpan di Hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni.

Dalam penelitian ini simpanan karbon tertinggi pada semua alometrik terdapat ada tingkat pohon dengan diameter > 50 cm sebesar 32,05 Ton/Ha. Hal ini dikarenakan selain jumlah individu, juga memiliki dimensi pohon paling besar sehingga memiliki kandungan biomassa serta simpanan karbon yang tinggi sesuai dengan pernyataan dari Yuliasmara *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa biomassa tegakan secara geometrik memiliki hubungan yang bersifat sejajar dengan diameter tegakan, berat jenis kayu, dan tinggi tegakan. Simpanan karbon terendah berdasarkan hasil penelitian terdapat pada tingkat semai (< 5 cm) dan tegakan pancang (5 - < 10 cm) masing-masing sebesar 0,1334 Ton/Ha dan 1,0023 Ton/Ha. Hal ini dikarenakan berkurangnya tingkat semai hingga pancang akibat pembersihan lantai hutan setiap tahunnya tanpa melihat regenerasi untuk pertumbuhan tingkat vegetasi berikutnya. Dilakukan kegiatan pengkayaan namun dengan jarak tanam yang telah ditentukan sehingga tidak sama dengan hutan alam sekunder pada umumnya. Chanan (2012) yang menyatakan bahwa setiap penambahan kandungan biomassa tegakan diikuti oleh penambahan kan-

dungan karbon karena karbon dan biomassa tegakan memiliki hubungan korelasi yang positif. Apapun yang menyebabkan peningkatan ataupun penurunan biomassa maka akan berpengaruh terhadap peningkatan maupun penurunan dari kandungan karbon tegakan. Faktor lain secara keseluruhan yang mempengaruhi kecilnya simpanan karbon pada hutan kota bila dibandingkan dengan penelitian yang sama adalah terdapat spot-spot pondok peristirahatan permanen dan jalur-jalur jogging permanen selebar 2 m yang menyebar berada di dalam hutan kota.

Hutan dataran rendah menyimpan sebagian besar karbon daratan. Vegetasi hutan menyerap karbon dioksida melalui aktivitas fotosintesis dan mampu menyimpan sekitar 76–78% karbon organik dari total karbon organik daratan dalam bentuk biomassa (Kun and Dongsheng, 2008). Hutan Kota Bumi Saniari merupakan hutan sekunder dataran rendah memiliki potensi simpanan karbon tumbuhan sebesar 1.411,69 Ton/Ha dengan karbon tersimpan pada tingkat vegetasi pohon sebesar 801,52 Ton/Ha, sementara hutan Arboretum Fakultas Kehutanan Universitas Papua memiliki potensi karbon tersimpan se-

besar 1.157,62 Ton/Ha dengan karbon tersimpan pada tingkat vegetasi pohon sebesar 954,69 Ton/Ha. (Lapik, 2010).

Serasah merupakan salah satu penyumbang karbon tersimpan yang cukup besar dibanding tumbuhan bawah. Hasil dari penelitian pada hutan kota, didapatkan sumbangan karbon tersimpan yang pada serasah bila dibandingkan dengan vegetasi pohon, sumbangan karbon tersimpan pada serasah jauh lebih kecil. Banyaknya karbon tersimpan pada serasah sangat berpengaruh dengan lingkungan tempat tumbuh. Setiadi (1989) menyatakan bahwa proses dekomposisi organik di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan. Adanya variasi produksi serasah antara lain dipengaruhi oleh kerapatan tajuk dan persaingan dalam mendapatkan cahaya (Alrasjid, 1986). Peningkatan suhu tanah dapat merangsang kegiatan metabolisme dekomposer untuk mempercepat laju proses mineralisasi (perombakan bahan organik menjadi CO₂). Kerapatan tajuk sangat berpengaruh bagi cahaya matahari yang masuk ke lantai hutan. Kondisi tersebut mengakibatkan suhu tanah lantai hutan meningkat, sehingga hal ini mempercepat aktifitas dekomposer di dalam proses perombakan serasah tersebut.

KESIMPULAN

Karbon tersimpan di atas permukaan tanah (C_{AT}) pada hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni sebesar 801,52 Ton C. Karbon tersimpan di bawah permukaan tanah tanah (C_{BT}) pada hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni sebesar 336,64 Ton C. Karbon tersimpan dalam di atas permukaan tanah/serasah (C_s) pada hutan Kota Bumi Saniari Kabupaten Teluk Bintuni sebesar 273,54 Ton C. Total karbon tersimpan pada hutan kota bumi

saniari kabupaten Teluk Bintuni dengan luasan 10 Ha sebesar 1.411 Ton C.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrasjid H, 1986. Pelepasan Unsur C Organik dan Unsur Hara Mineral Lainnya Selama Pelapukan Serasah di Areal Tegakan Sisa Hutan Alam Mangrove, sungai Sepada, Kalimantan Barat. *Buletin Penelitian Hutan* 503:29-44.
- Chanan M. 2012. pendugaan cadangan karbon (c) tersimpan di atas permukaan tanah pada vegetasi hutan tanaman jati (*Tectona grandis* Linn, F) (Di RPH Sengguruh BKPH Sengguruh KPH Malang Perum Perhutani II Jawa Timur). *Jurnal Gamma* . 7(2): 6173.
- Hairiah, K dan Rahayu, S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor. World Agroforestry Centre – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Kun Y and G Dongsheng. 2008. Change in forest biomass and carbon stock in the Pearl River Delta between 1989 and 2003. *Journal of Environmental Science* **20**, 1439-1444.
- Lapik R A. 2010. Pendugaan Karbon Tersimpan (C-Stock) pada Tegakan Arboretum Fakultas Kehutanan Unipa. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan Universitas Negeri Papua (UNIPA). Manokwari.
- Lubis SH, Arifin HS, Syamsoedin I. 2013. Analisis cadangan karbon pohon pada lanskap hutan kota di DKI Jakarta. *Jurnal Penelitian dan Ekonomi Kehutanan*. 10 (1):120.

- Maulana, S.I. 2010. Pendugaan Densitas Karbon Tegakan Hutan Alam di Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* Vol. 7 No. 4 : 261-274. Edisi Khusus. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Bogor.
- Setiadi Y, 1989. Pemanfaatan Mikroorganisme Dalam Kehutanan. PAU Bioteknologi IPB. Bogor
- Soemarwoto, O. 2001. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Penerbit Djambatan. Jakarta, 2001.
- Yuliasmara F, Wibawa A, Prawoto AA. 2009. Karbon tersimpan pada berbagai umur dan sistem pertanaman kakao: Pendekatan Allometrik. *Pelita Perkebunan*. 25(2):86100.