



STOK KARBON TUMBUHAN BAWAH DAN IKLIM MIKRO RUANG TERBUKA HIJAU

Understorey Carbon Stock and Microclimate Green Open Space

Rita Diana^{1*}, Sutedjo¹, Intan Syilvianti¹, Rachmat Budiwijaya Suba¹, M. Syoim¹

¹Lab. Ekologi dan Konservasi Biodiversitas Hutan Tropis, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua, Jalan Penajam, Samarinda, Indonesia, 75123

Informasi Artikel:

Submission : 26 Juni 2023
Accepted : 06 Oktober 2023
Published : 10 Oktober 2023

*Penulis Korespondensi:

Rita Diana
Lab. Ekologi dan Konservasi
Biodiversitas Hutan Tropis
Fakultas Kehutanan
Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua
Jalan Penajam, Samarinda Indonesia,
75123.
e-mail: ritadiana@fahutan.unmul.ac.id
Telp: +62811555064

Makila 17 (2) 2023: 82-92

DOI:
10.30598/makila.v17i2.9581

ABSTRACT

This study was to determine differences in the percentage of canopy cover on carbon stock in three green open space (RTH) areas at the Faculty of Forestry Mulawarman University (FFMU) and to determine differences in light intensity, temperature, and humidity at every plot location of understorey plants at the FFMU. The method used in this research was to measure the percentage of canopy cover, plant biomass, and carbon stock in plots of 2 x 2 m, measuring light intensity, temperature, and humidity from 06.00 in the morning to 18.00 in the afternoon. Data was collected at three RTHs, namely, RTH Guest House (Location 1), RTH Workshop (Location 2), and RTH Arboretum LSHK (Location 3). The result found the highest amount of carbon (130,8 tons/ha) and the percentage of crowns (59,42%). Medium green open space RTH Guest House amount of carbon (38,4 tons/ha), percentage of the canopy (55,69%), and the lowest RTH Arboretum LSHK amount of carbon (32 tons/ha) and percentage of the canopy (53.71%). Furthermore, the highest light intensity is in the RTH Guest House because the place is sparse, tenuous, and open so that light can directly enter and get more sunlight; moderate light is in the RTH Arboretum LSHK, and little light is in the RTH Workshop because the place is more closed so that light enters only a few. Then, for each temperature, the humidity values obtained are similar. The findings demonstrated variations in carbon storage due to vegetation density, age, growing place quality, and soil characteristics.

Keywords: Carbon Stock, Green Open Space, Microclimate, Understorey

ABSTRAK

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan area yang penggunaannya terbuka dan ditumbuhi oleh berbagai jenis vegetasi. Kawasan tersebut memiliki berbagai fungsi ekologi yaitu sebagai penyedia oksigen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan persentase tutupan tajuk terhadap jumlah karbon tumbuhan bawah di beberapa area ruang terbuka hijau Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, mengetahui perbedaan intensitas cahaya, suhu dan kelembapan pada setiap lokasi plot tumbuhan. Metode yang

digunakan dalam penelitian adalah mengukur persentase tutupan tajuk, mengukur biomassa dan karbon tumbuhan \pm 300 g di dalam plot dengan ukuran 2 x 2 m, mengukur intensitas cahaya, suhu dan kelembapan dari jam 06.00 pagi sampai 18.00 sore. Pengambilan data dilakukan pada tiga lokasi ruang terbuka hijau (RTH) yaitu, RTH *Guest House* (lokasi 1), RTH *Workshop* (Lokasi 2), dan RTH Arboretum LSHK (lokasi 3) Fakultas Kehutanan UNMUL. Hasil analisis berdasarkan nilai karbon dan persentase tutupan tajuk tertinggi dari 3 lokasi terdapat di lokasi RTH *Workshop* jumlah karbon (13,08 g), persentase tajuk (59,42%). Sedang RTH *Guest House* jumlah karbon (3,84 g), persentase tajuk (55,69%). Sedikit RTH Arboretum LSHK jumlah karbon (3,20 g), persentase tajuk (53,71%). Selanjutnya intensitas cahaya tertinggi terdapat di RTH *Guest House* karena tempat tersebut berjarang, renggang, terbuka sehingga secara langsung cahaya mudah masuk dan lebih banyak mendapatkan sinar matahari, cahaya sedang di RTH Arboretum LSHK dan cahaya sedikit di RTH *Workshop* karena tempatnya lebih tertutup sehingga cahaya yang masuk hanya sedikit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya perbedaan simpanan karbon yang disebabkan oleh kerapatan vegetasi, umur, kualitas tempat tumbuh, iklim mikro, dan karakteristik tanah.

Kata Kunci: Iklim Mikro, Ruang Terbuka Hijau, Stok Karbon, Tumbuhan Bawah

PENDAHULUAN

Ruang Terbuka Hijau (RTH) merupakan area yang penggunaannya terbuka dan ditumbuhi oleh berbagai jenis vegetasi. Kawasan tersebut memiliki berbagai fungsi ekologi yaitu sebagai penyedia oksigen (Mannan, 2018). Ruang terbuka hijau mempunyai bentuk dan struktur yang berbeda. Struktur ruang terbuka hijau atau hutan kota dapat berstruktur strata dua dan strata banyak. Sedangkan bentuknya dapat berupa bergerombol atau menumpuk, menyebar dan berbentuk jalur (Mala, dkk., 2018). Keberadaan RTH dengan berbagai macam jenis tumbuhan dan habitus dapat menciptakan lingkungan yang sehat bagi masyarakat dan sekaligus mitigasi pemanasan global melalui penyerapan karbon dioksida dari atmosfer (Diana dkk., 2021).

Penghijauan lahan hutan dilakukan untuk mempercepat proses pemulihan ekosistem hutan. Pemilihan spesies tumbuhan di berdasarkan pada asumsi bahwa spesies tidak hanya baik, tidak hanya memiliki toleransi yang tinggi terhadap kondisi ekstrem yang kritis tetapi juga berfungsi sebagai katalis untuk pemulihan ekosistem. Perlu dipahami tingkat degradasi vegetasi, perbaikan struktur dan komposisi vegetasi di lahan terbuka (Zhenqi, dkk., 2012).

Penyerapan emisi karbon ke atmosfer terjadi melalui fotosintesis, mekanisme dimana tanaman membuat makanan mereka sendiri. Karbon dioksida dan air sebagai substrat. Karbon dioksida dan air diubah menjadi karbohidrat dengan bantuan sinar matahari. Hasil fotosintesis di distribusikan ke seluruh bagian tumbuhan dan akhirnya di simpan di organ-organ seperti daun,

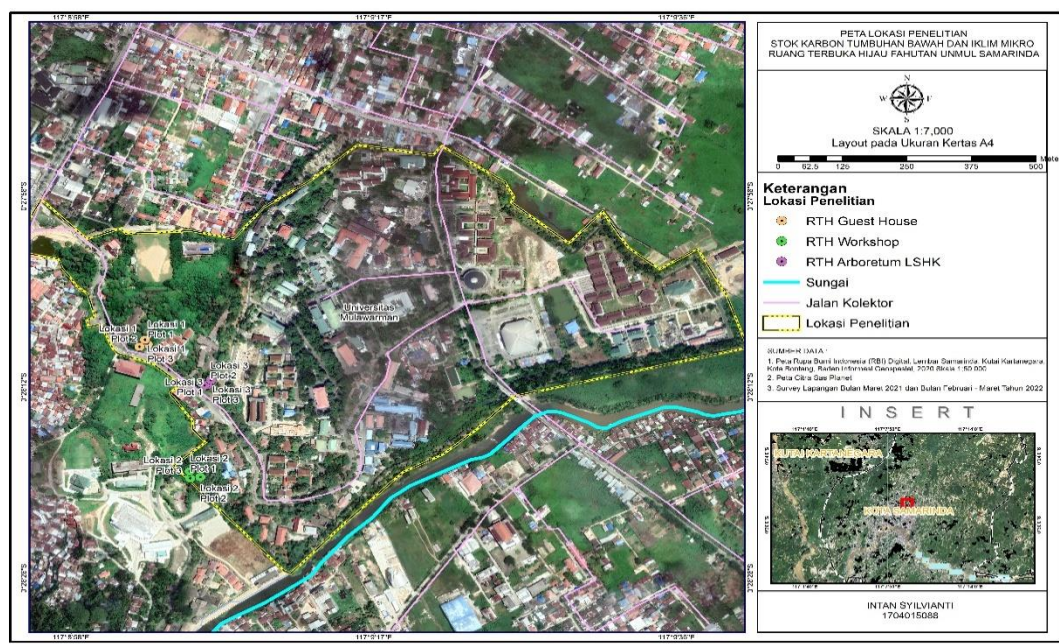
batang, cabang, bunga dan buah. Dengan mengukur jumlah karbon yang tersimpan pada tumbuhan hidup dan biomassa di lapangan, dapat menyatakan jumlah karbon dioksida di atmosfer (Amin, 2016; Mirna dkk, 2019).

Tujuan dari penelitian ini terdiri dari dua tujuan utama yaitu pertama, mengetahui perbedaan persentase tutupan tajuk terhadap jumlah karbon tersimpan pada tumbuhan bawah di beberapa area ruang terbuka hijau Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman dan kedua, mengetahui perbedaan intensitas cahaya, suhu dan kelembapan pada setiap lokasi plot tumbuhan bawah Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman yang beralamat di Jl. Kuaro, Gunung Kelua, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur 75119 dan waktu yang digunakan penelitian ini yaitu selama enam bulan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini di antaranya Aplikasi Glama, Lensa *Fisheye*, Timbangan pegas, Timbangan digital, *Lux meter*, *Elitech GSP-6*, GPS (*Global Positioning System*), Meteran, Mikrokapiler, Gunting stek, Kantong plastik, Amplop coklat, Tali rafia, Sapu lidi, Kamera, dan laptop. Sedangkan bahan penelitian yang digunakan yaitu tumbuhan bawah/semai dan serasah.

Prosedur Penelitian

Pengukuran Persentase Tutupan Tajuk

Terdiri dari empat tahap; tahap pertama menentukan titik koordinat dengan menggunakan GPS. Kedua, membuat plot 2 x 2 m dengan menggunakan tali rafia sebagai penanda pada plot. Ketiga, pengukuran tutupan tajuk dilakukan pada setiap plot pengamatan. Pengambilan data tutupan tajuk menggunakan kamera *smartphone* yang dilengkapi dengan *fisheye lens*. Keempat, foto diambil pada masing-masing sisi sebanyak 5 kali dan titik tengah sebanyak 5 kali ulangan sehingga didapatkan sebanyak 75 foto.

Pengukuran Biomassa Karbon pada Tumbuhan

Terdiri dari sembilan tahap; tahap pertama menentukan daerah tutupan tajuk. Kedua, menentukan titik koordinat plot. Ketiga, membuat plot dengan ukuran 2 x 2 m yang terbagi menjadi 3 plot. Keempat, pengambilan sampel pada tumbuhan bawah dan serasah. Kelima, melakukan penimbangan awal. Keenam, penimbangan dan pengambilan sampel dengan berat ± 300 g. Ketujuh, melakukan pengeringan sampel dengan cara dioven selama 3 hari x 24 jam untuk mendapatkan berat kering pada sampel. Kedelapan, pemasangan alat *Lux Meter* dan *Elitech GSP-6*, yang dilakukan dari jam 06.00 pagi sampai jam 18.00 sore. Kesembilan, menganalisis data sampel.

Analisis Perbedaan Persentase Tajuk dan Karbon Tumbuhan Bawah

Penelitian ini menggunakan persentase tutupan tajuk dan karbon tumbuhan bawah melalui pembuatan grafik. Analisis data penelitian ini menggunakan *Software Microsoft Excel*.

Cara Pengambilan Data

Cara pengambilan data dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan cara mengukur persentase tutupan tajuk. Prosedur selanjutnya yaitu dengan mengukur biomassa karbon pada tumbuhan bawah dengan mengambil sampel tumbuhan bawah (rerumputan), serasah ± 300 g dan semai ukuran \leq di bawah 1,5 m yang berada di dalam plot dengan ukuran 2 x 2 m, menimbang sampel, pengovenan sampel dan ditimbang. Selanjutnya pemasangan alat *Lux Meter* dan *Elitech GSP-6*, yang dilakukan dari jam 6 pagi sampai jam 6 sore.

Analisis Data

Rataan

Rumus menghitung rata-rata sebagai berikut (Junaidi, 2014):

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- \bar{x} = Rataan
- x_i = Frekuensi Sampel
- n = Jumlah Sampel

Biomassa

Rumus menghitung biomassa sebagai berikut (BSN 2019) :

$$Total\ Biomassa\ (g) = \frac{BK\ contoh\ (g)}{BB\ contoh\ (g)} \times total\ BB\ (g) \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

BK = Berat Kering (g)

BB = Berat Basah (g)

Karbon dari Biomassa

Rumus menghitung banyaknya karbon yang terkandung dalam biomassa (BSN 2019):

$$Cb = B \times \% C\ organik \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

Cb = adalah kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam kilogram (kg)

B = adalah total biomassa, dinyatakan dalam (kg)

% = adalah nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau fraksi jenis tanaman pohon

Karbon dari bahan organik mati (serasah)

Rumus menghitung jumlah karbon dalam bahan organik mati yang ditemukan dalam serasah (BSN, 2019):

$$Cm = Bo \times \% C\ organik \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

Cm = adalah kandungan karbon bahan organik mati, dinyatakan dalam kilogram

Bo = adalah total biomassa/bahan organik, dinyatakan dalam kilogram

%C organik = adalah nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Letak dan Luas Areal

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman yang beralamat di Jl. Kuaro, Gunung Kelua, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur 75119. Memiliki luas keseluruhan sekitar 70 hektar. Kondisi rataan tutupan tajuk, cahaya, suhu dan kelembapan pada lokasi penelitian, ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

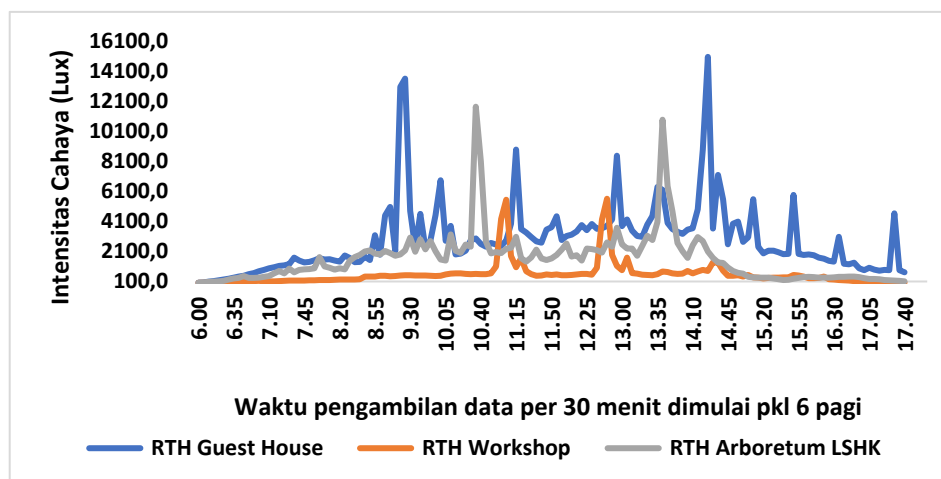
Tabel 1. Rataan Tajuk, Cahaya, Suhu dan Kelembapan

Nama	Lokasi			
	RTH <i>Guest House</i>	RTH <i>Workshop</i>	RTH Arboretum LSHK	Terbuka
Tajuk (%)	55,69	59,42	53,71	
Cahaya (Lux)	2.835,10	566,20	1.571,71	31.397,99
Suhu (°C)	27,75	27,83	27,88	29,29
Kelembapan (%)	84,30	88,77	85,21	80,58

Iklim Mikro

Intensitas Cahaya

Berdasarkan hasil intensitas cahaya pada 3 lokasi RTH diperoleh nilai intensitas cahaya yang berbeda. Gambar 2 menunjukkan nilai perbandingan intensitas cahaya di 3 lokasi RTH sebagai berikut:

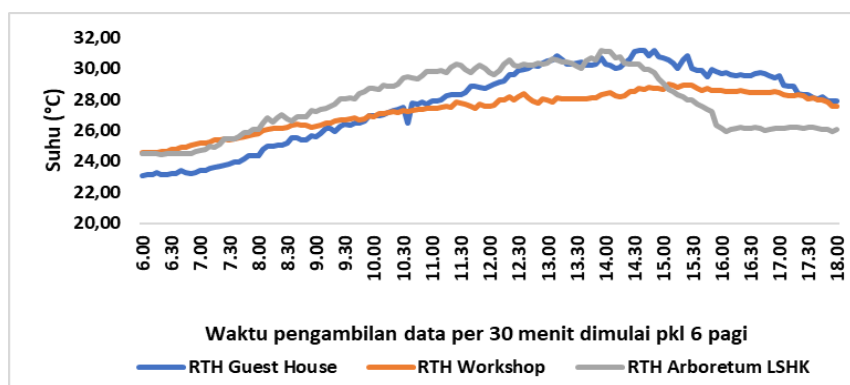


Gambar 2. Perbandingan Intensitas Cahaya 3 Lokasi RTH

Lokasi RTH *Guest House* memiliki nilai cahaya lebih tinggi pada jam 9.00-9.30 dan pada jam 14.30-15.00 bertambah tinggi. Lokasi RTH *Workshop* memiliki nilai cahaya tinggi pada jam 10.30 dan pada jam 13.30. Lokasi RTH Arboretum LSHK memiliki nilai cahaya tinggi pada jam 11.00 dan 13.30. Jika diurutkan nilai rata intensitas cahaya yang tertinggi terdapat di lokasi RTH *Guest House*, nilai intensitas cahaya sedang terdapat di lokasi RTH Arboretum LSHK dan nilai intensitas cahaya rendah terdapat di lokasi RTH *Workshop*. Hal tersebut membuktikan teori bahwa adanya kanopi akan menghalangi masuknya cahaya matahari dan mempengaruhi kehidupan vegetasi pada level permukaan tanah.

Suhu

Berdasarkan hasil intensitas cahaya pada 3 lokasi RTH diperoleh nilai suhu yang berbeda. Gambar 3 menunjukkan nilai perbandingan suhu di 3 lokasi RTH sebagai berikut:

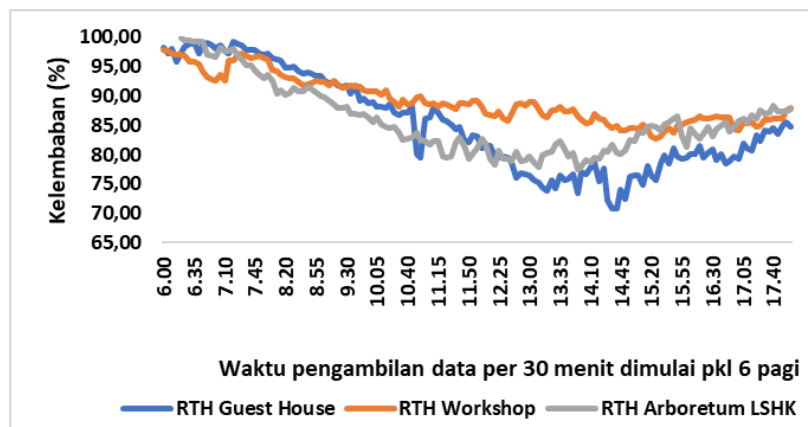


Gambar 3. Perbandingan Suhu Udara 3 Lokasi RTH

Pada RTH *Guest House* suhu terendahnya adalah 23,07 °C dan suhu tertinggi 31,17 °C dan mengalami perubahan yang cukup stabil. Lokasi RTH *Workshop* memiliki suhu terendah 24,57 °C dan tertinggi 28,97 °C sehingga selisih perubahan suhunya kecil, yaitu hanya 4,4 °C. Pada lokasi RTH Arboretum LSHK nilai rata-rata suhu tertinggi sama dengan lokasi pertama, yaitu 31,17 °C dan suhu terendah 24,47 °C. RTH Arboretum LSHK mengalami perubahan suhu yang signifikan dibandingkan lokasi lainnya khususnya pada pukul 14.00-16.30 WITA. Uraian tersebut mengindikasikan bahwa semakin banyak intensitas cahaya matahari yang masuk ke suatu tempat atau jatuh ke permukaan tanah maka peningkatan suhu juga akan semakin besar dikarenakan cahaya matahari menyalurkan energi kalor/panas.

Kelembapan

Berdasarkan hasil intensitas cahaya pada 3 lokasi RTH diperoleh nilai kelembapan yang berbeda. Gambar 4 menunjukkan nilai perbandingan kelembapan di 3 lokasi RTH sebagai berikut:



Gambar 4. Perbandingan Kelembapan Udara 3 Lokasi RTH

Nilai kelembapan udara tertinggi pada RTH *Guest House* adalah 99,30% dan terus menurun seiring meningkatnya intensitas cahaya dan suhu udara sehingga pada sekitar pukul 14.30 WITA kelembapan udara mencapai titik terendahnya sebesar 70,87%. Hal seperti itu juga terjadi pada dua lokasi lainnya, RTH *Workshop* memiliki nilai kelembapan tertinggi sebesar 97,80% dan mencapai nilai terendah sebesar 82,77% sekitar pukul 15.30 WITA. Nilai kelembapan udara tertinggi pada lokasi RTH Arboretum LSHK adalah sebesar 99,80% dan mencapai titik terendahnya yaitu 77,40% sekitar pukul 14.00 WITA. Perbedaan ini disebabkan oleh jenis pohon, luas tutupan dan densitas tajuk (Mala dkk., 2018). Berdasarkan grafik intensitas cahaya, suhu udara, dan kelembapan udara dapat diketahui bahwa perubahan suhu sebanding dengan perubahan intensitas cahaya, sedangkan perubahan kelembapan udara berbanding terbalik dengan perubahan intensitas cahaya dan suhu udara.

Adapun jenis-jenis tumbuhan yang terdapat di lokasi pengukuran cahaya, suhu dan kelembapan di 2 lokasi penelitian yaitu RTH *Guest House*: *Alstonia scholaris*, *Aquilaria beccariana* Tiegh, *Artocarpus heterophyllus* Lam, *Artocarpus odoratissimus* Blanco, *Dryobalanops lanceolate* Burck, *Durio*

kutejensis Hassk. Becc, *Eusideroxylon zwageri* Teijsm & Binnend, *Falcataria moluccana*, *Shorea leprosula* Miq, *Spathodea campanulate* P.Beauv. RTH Workshop : *Alstonia scholaris*, *Arenga pinnata* Wurm Merr, *Artocarpus altilis*, *Artocarpus heterophyllus* Lam, *Artocarpus odoratissimus* Blanco, *Falcataria arborea* Roxb, *Lagerstroemia speciose* L, *Leucosyke capitellata*, *Microcos* sp, *Peronema canescens* Jack, *Pterospermum javanicum*, *Shorea leprosula* Miq, *Spathodea campanulate* P. Beauv, *Swietenia macrophylla* King, *Tectona grandis* L.f, *Terminalia catappa* L. (Frediyanti dkk., 2022). Perbedaan jenis-jenis pohon penyusun RTH tersebut menyebabkan terjadinya variasi dan perbedaan pada iklim mikro dan tumbuhan bawah yang tumbuh di bawah tajuknya. Selain perbedaan tutupan tajuk juga dipengaruhi oleh kerapatan tegakan pada setiap RTH.

Biomassa dan Karbon

Nilai biomassa diperoleh dari data penimbangan berat sampel dalam kondisi basah dan kering. Keberadaan jenis tumbuhan bawah pada setiap lokasi terdiri dua kelompok, yaitu herba dan palem. Pada lokasi 1 RTH *Guest House* dan ketiga jenis tumbuhan bawah yang ditemui pada plot pengamatan hanya ditumbuhi oleh kelompok herba (rerumputan) sedangkan pada lokasi 2 RTH *Workshop* ditemui jenis palem yaitu aren (*Arenga pinnata*) serta tumbuhan berkayu yang masih dalam bentuk semai yaitu pulai (*Alstonia scholaris*).

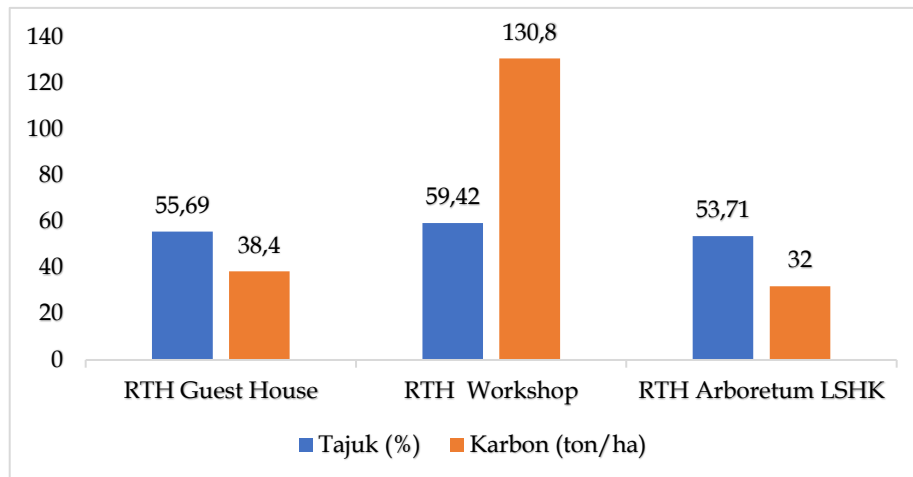
Nilai karbon keseluruhan yang diketahui melalui penghitungan tiap lokasi pengambilan data pada lokasi 1 RTH *Guest House* memiliki nilai karbon sebesar 3,84 g, lokasi 2 RTH *Workshop* memiliki nilai karbon sebesar 13,08 g, dan lokasi 3 RTH Arboretum LSHK memiliki nilai karbon 3,20 g. Berikut adalah Tabel 2 nilai tertinggi terendah pada serasah dan tumbuhan bawah di plot lokasi penelitian:

Tabel 2. Nilai Tertinggi Terendah pada Karbon

Lokasi	Karbon (ton/ha)	
	Tertinggi	Terendah
RTH <i>Guest House</i>		38,4
RTH <i>Workshop</i>	130,8	
RTH Arboretum LSHK		32

Perbedaan Persentase Tutupan Tajuk pada Karbon

Berdasarkan hasil pengukuran persentase tutupan tajuk dan karbon pada 3 lokasi RTH dapat diperoleh dengan nilai yang berbeda, sebagaimana terlihat pada Gambar 4. Sementara pada Tabel 2 dan Gambar 5 terlihat perbedaan jumlah simpanan karbon yang signifikan antara RTH *Workshop* dan 2 RTH lainnya. Hal ini disebabkan karena jumlah kerapatan pohon pada RTH *Workshop* lebih besar serta kondisi tutupan tajuk yang lebih besar pula dibanding 2 RTH lainnya sehingga memberi kesempatan tumbuh tumbuhan bawah berkayu dan menyebabkan karbon tersimpan lebih banyak yaitu sebesar 3,4-4 kali lebih besar.



Gambar 5. Perbedaan Persentase Tutupan Tajuk dan Karbon

Berdasarkan hasil di atas dapat dilihat bahwa dari masing-masing penelitian nilai persentase tutupan tajuk dan nilai karbon yang didapatkan tidak jauh berbeda di tiga lokasi penelitian. Hal ini dapat dilihat bahwa jumlah persentase tutupan tajuk dan karbon tertinggi terdapat pada lokasi RTH *Workshop* yaitu persentase tutupan nilai tajuk 59,42 % dan nilai karbon sebesar 130,8 ton/ha, yang dimana terdapat jenis tumbuhan aren (*Arenga pinnata*) dan semai pulai (*Alstonia scholaris*), kemudian pada RTH *Guest House* persentase tutupan tajuk dan karbon memiliki nilai yang sedang yaitu nilai tajuk sebesar 55,69 % dan nilai karbon 38,4 ha/ton, sedangkan nilai persentase tutupan tajuk dan juga nilai karbon pada lokasi RTH Arboretum LSHK paling rendah yaitu nilai persentase tutupan tajuk sebesar 53,71% dengan jumlah simpanan karbon sebesar 32 ton/ha. Hal ini dikarenakan pada RTH *Guest House* dan RTH Arboretum LSHK hanya ditumbuhi herba (rerumputan) berbeda dengan RTH *Workshop* yang ditumbuhi oleh tumbuhan bawah dan anakan berkayu. Hal ini menandakan bahwa pada lokasi RTH *Workshop* memiliki vegetasi yang rapat, sehingga nilai tajuk dari vegetasi tersebut dapat menyimpan karbon tertinggi dibandingkan dengan lokasi RTH *Guest House* dan RTH Arboretum LSHK yang memiliki sedikit vegetasi dalam lokasi penelitian. Kerapatan vegetasi, usia, kualitas lokasi tumbuh, iklim, topografi, dan fitur tanah, semuanya mempengaruhi jumlah karbon yang tersimpan (Nofrianto dkk., 2018; Hartati dkk., 2021; Lense dkk., 2022)

Tumbuhan bawah berkayu memiliki berat jenis yang berbeda dengan tumbuhan herba. Berdasarkan berat jenis, jumlah karbon yang tersimpan bervariasi antara satu tanaman lainnya tergantung jenis tanaman tersebut (Pebriandi, dkk., 2013; Diana & Hadriyanto, 2018; Iskandar dkk., 2020). Jika dibandingkan dengan komunitas hutan dengan jenis pohon yang memiliki nilai kerapatan kayu yang rendah, maka sistem komunitas hutan dengan nilai kerapatan kayu yang tinggi akan memiliki biomassa yang lebih besar (Siallagan dkk., 2016; Mirna dkk., 2019; Diana dkk., 2022). Berdasarkan temuan penelitian, semai berkayu lebih banyak ditemukan pada tingkat semai di lokasi RTH *Workshop* dibandingkan dengan lokasi penelitian RTH *Guest House* dan RTH Arboretum LSHK.

KESIMPULAN

Stok karbon dari 3 RTH sangat berbeda disebabkan perbedaan tempat tumbuh, tutupan tajuk dan iklim mikro. Terdapat kecenderungan persentase tutupan tajuk berkaitan dengan kuantitas biomassa dan ragam jenis tumbuhan bawah. Ketiga RTH memiliki nilai unsur iklim mikro intensitas cahaya, suhu dan kelembapan berbeda pada waktu yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Y. 2013. Studi kandungan karbon pada hutan alam sekunder di Hutan Pendidikan Mandiangin Fakultas Kehutanan Unlam. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 1(1), 85-91.
- Amin, N. 2016. Cadangan Karbon Pada Tumbuhan Hutan Kota Banda Aceh. Pros. SemNas Biotik. 4(1)71-80.
- Ariani, A., Sudhartono, A., & Wahid, A. 2014. Biomassa dan karbon tumbuhan bawah sekitar danau Tambing pada kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Jurnal Warta Rimba*, 2(1), 164-170.
- Azham, Z. 2015. Estimasi cadangan karbon pada tutupan lahan hutan sekunder, semak dan belukar di Kota Samrinda. *Agrifor*, XIV, 325-338.
- BSN. 2019. SNI 7724 tentang Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon - Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Berbasis Lahan. BSN. Jakarta.
- Diana, R. & Hadriyanto, D. 2018. Komposisi vegetasi dan cadangan karbon pada hutan sekunder di Bontang. Pros. Semnas MasSI. Lambung Mangkurat Univesity Press.
- Diana, R., Situmorang, O., Hastaniah, Sutedjo, Boer, C. 2022. Estimasi Karbon Stok Pada Pepohonan Di Arboretum Laboratorium Sumberdaya Hayati Kalimantan (LSHK), Universitas Mulawarman Samarinda. *Tengawang: Jurnal Ilmu Kehutanan* 12 (1), 105-115
- Fredyanti, M. P., Diana, R., dan Sutedjo. 2022. Potensi Serapan Karbon dioksida pada Beberapa Ruang Terbuka Hijau di Kampus Universitas Mulawarman Gunung Kelua Samarinda. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 6(1), 105-113.
- Iskandar, Y., Hendrayana, Y., & Karyaningsih, I. 2020. Pendugaan Karbon Tumbuhan Bawah Di Tegakan Pinus Bumi Perkemahan Pasirbatang Taman Nasional Gunung Ciremai. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 2, 376-381.
- Hartati, W., Suhadiman, A., Sudarmadji, T., dan Sulistiyo, E. A. 2021. Estimasi Cadangan Karbon Pada Tumbuhan Bawah Dan Serasah Di KHDTK Samarinda. *Jurnal Hutan Tropis*, 5(1), 63-72.
- Lense, O. N., Rahmadaniarti, A., dan Talebong, L. N. 2022. Karbon Tersimpan (C-Stock) Di Lantai Hutan Arboretum Fakultas Kehutanan Unipa (*Carbon Stock on the Forest Floor of Arboretum of Faculty of Forestry, University of Papua*). 8(1), 154-162.
- Luhulima, S. H., Osok, R. M., dan Kaya, E. 2020. Simpanan Karbon Di Atas Permukaan Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Hutan Lindung Sirimau, Pulau Ambon. *Jurnal Bididaya Pertanian*, 16(2), 215-223. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.2.215>
- Mala, Y. P., Kalangi, J. I., dan Saroningsong, F. B. 2018. Pengaruh Ruang Terbuka Hijau Terhadap Iklim Mikro dan Kenyamanan Termal pada 3 Lokasi di Kota Manado. *Eugenia*, 24 (2), 52-63.
- Mannan, A. 2018. Penyediaan Taman Kota Sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kawasan Kaidipang Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *Jurnal Arsitektur Kota dan Permukiman*, 3(1), 1-6.
- Mirna M, Diana R, Hardiyanto D., Putra SK. 2019. Estimasi Cadangan Biomassa Pada Pohon Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) Berumur 14 Tahun Di Hutan Pendidikan Fahutan Unmul

- (HPFU) Samarinda Kalimantan Timur. Ulin: Jurnal Hutan Tropis. 3(2)78-84.
<http://dx.doi.org/10.32522/ujht.v3i2.2871>
- Nofrianto, N., Ratnaningsih, A. T., & Ikhwan, M. (2018). Pendugaan potensi karbon tumbuhan bawah dan serasah di Arboretum Universitas Lancang Kuning. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 13(2), 144-155.
- Pariri, I. F., Mofu, W. Y., dan Tampang, A. 2020. Dugaan Cadangan Biomassa Tumbuhan Bawah Dan Serasah Pada Beberapa Petak Tegakan Di Kawasan Hutan Pendidikan Anggori. *Jurnal Kehutanan Papuaasia*, 6(2), 172-183.
- Passal, A. I., Mardiatmoko, G., dan Latumahina, F. 2019a. Estimasi Kandungan Karbon Tersimpan Skala Plot Pada Agroforestry Pola Dusung Di Negeri Hutumuri, Kecamatan Leitimur Selatan, Kota Ambon. *Jurnal Hutan Tropis*, 7(2), 131-144.
- Passal, A. I., Mardiatmoko, G., dan Latumahina, F. 2019b. Hutan Volume Tegakan Dengan Kandungan Biomassa Tersimpan Skala Plot Pad Areal Agroforestry Dusung Di Dusun Toisapu Kota Ambon. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 3(1), 40-54.
<https://doi.org/10.30598/jhppk.2019.3.1.40>
- Pebriandi, Sribudiandi, E., Mukhamadun. 2013. Estimasi of The Carbon Potential In The Above Ground At The Stand Level Poles And Trees In Sentajo Protected Forest. Departement of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Riau.
- Siallagan, S. E., Muhdi, M., & Hanafiah, D. S. 2016. Pendugaan Cadangan Karbon Tumbuhan Bawah pada Kemiringan Lahan yang Berbeda di Hutan Pendidikan Universitas Sumatera Utara Kabupaten Karo. *Peronema Forestry Science Journal*, 5(3), 71-78.