

Estimasi Biomassa dan Cadangan Karbon di Hutan Kota Malabar Malang dan Coban Putri Kota Batu

Estimated Biomass and Carbon Stocks in Malabar City Forest, Malang and Coban Putri, Batu City

Tasya Syifa'urrohmah¹¹, Sama' Iradat Tito^{12**}, Hamdani Dwi Prasetyo^{13***}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Malang

ABSTRAK

Permasalahan utama yang dirasakan masyarakat di wilayah kota besar namun sering diabaikan adalah menurunnya kualitas udara akibat aktivitas manusia yang berlebihan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengestimasi biomassa dan cadangan karbon pada tegakan di hutan kota malabar dan membandingkannya dengan coban putri. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan pengambilan data secara eksploratif. Sampel diambil di dua lokasi berbeda yaitu hutan kota malabar dan coban putri dengan ukuran plot 20× 20 cm sebanyak 3 petak. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kandungan biomassa Hutan Kota Malabar sebesar 107.709,606 ton/ha, sedangkan nilai biomassa pada Coban Putri memiliki nilai lebih tinggi yaitu 374.165,15 ton/ha. Cadangan karbon pada coban putri yaitu sebesar 175857,621, dan nilai cadangan karbon hutan kota malabar malang lebih kecil yaitu 50623,515. Analisis Perbandingan cadangan karbon pada kedua lokasi menggunakan uji Mann Whitney dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) 0,753 yang memiliki nilai lebih besar dari taraf signifikan, maka tidak memiliki perbandingan yang signifikan. Analisis uji korelasi menunjukkan cadangan karbon memiliki hubungan yang kuat dengan kelembaban udara dan kelembaban tanah.

Kata kunci: Biomassa, Cadangan Karbon, Coban Putri, Hutan Kota Malabar

ABSTRACT

The main problem felt by people in big cities but which is often ignored is the decline in air quality due to excessive human activity. The aim of this research is to estimate biomass and carbon stocks in stands in the Malabar urban forest and compare them with Coban Putri. The method used in this research is a quantitative method with exploratory data collection. Samples were taken in two different locations, namely the Malabar cityforest and Coban Putri with a plot size of 20×20 cm in 3 plots. Based on the research results, it was found that the biomass content of the Malabar City Forest was 107,709.606 tons/ha, while the biomass value in Coban Putri had a higher value, namely 374,165.15 tons/ha. The carbon reserves in Coban Putri are 175,857,621, and the carbon reserve value of the Malabar Malang city forest is smaller, namely 50,623,515. Comparative analysis of carbon stocks at the two locations using the Mann Whitney test with the Asymp value. Sig. (2-tailed) 0.753 which has a value greater than the significance level, then it does not have a significant comparison. Correlation test analysis shows that carbon stocks have a strong relationship with air humidity and soil moisture.

Keywords: biomass, carbon stock, coban putri, malabar city forest

¹ Tasya Syifa'urrohmah, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang, 65144, e-mail: svifaur3103@gmail.com

^{2**} Sama' Iradat Tito, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang, 65144, e-mail: sama_iradat_tito@unisma.ac.id

^{3***} Hamdani Dwi Prasetyo, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang, 65144, e-mail: hamdani.dwiprasetyo@unisma.ac.id

Pendahuluan

Masalah utama yang dialami oleh masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan besar namun sering diabaikan adalah penurunan kualitas udara. Emisi kendaraan bermotor menyebabkan 60-70% pencemaran udara, industri 10-15% dan sisanya berasal dari rumah tangga, kebakaran hutan, pembakaran, dan lain-lain. Polutan udara utama adalah gas dan partikel dari kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi polutan udara. Selain sumber pencemaran tersebut, hal ini juga disebabkan karena perkotaan sangat sedikit memiliki penyerap alami seperti pepohonan untuk menyerap emisi (CO_2), bahkan beberapa pusat kota tidak memiliki hutan dan hanya berupa bangunan saja. Pentingnya hutan atau kawasan hijau di perkotaan dalam menyerap emisi disebabkan karena kawasan hijau di perkotaan sangat efektif dalam mengurangi emisi karbon dioksida.[1]

Upaya pengendalian emisi karbon antara lain dengan melakukan penanaman pohon yang dapat mengimbangi kelebihan karbon di atmosfer. Tegakan kayu mampu menyerap karbon dalam bentuk biomassa kayu yang tersebar tersimpan pada batang sebesar 51%, sisa ranting atau cabang sebesar 27%, kemudian akar 16% dan daun 0,05%. [2].

Biomassa juga dapat diartikan sebagai bahan yang berasal dari makhluk hidup, termasuk benda hidup dan mati, baik yang berada di atas maupun di bawah tanah, seperti pohon, tumbuhan, rumput, sampah, akar, hewan, dan kotoran hewan [3]. Jumlah karbon yang tersimpan pada pohon atau hutan dapat dihitung jika kita mengetahui jumlah biomassa atau jaringan tanaman hidup di hutan dan menerapkan faktor konversi [4].

Umumnya karbon dioksida (CO_2) tidak tergolong pencemar udara karena banyak terdapat di atmosfer. CO_2 terus-menerus keluar masuk atmosfer di lingkungan yang terkait dengan aktivitas tumbuhan dan hewan. Siklus karbon tumbuhan menggunakan energi sinar matahari selama fotosintesis untuk mereaksikan CO_2 dari udara dengan air untuk menghasilkan karbohidrat dan oksigen. Karbohidrat yang diperoleh disimpan di dalam tanaman, dan oksigen dilepaskan ke atmosfer. Ketika tumbuhan teroksidasi melalui pembusukan alami, pembakaran, atau dimakan oleh hewan, oksigen diserap dari atmosfer dan CO_2 dilepaskan kembali ke atmosfer. Proses ini merupakan siklus karbon alami yang terus menerus melepaskan CO_2 ke atmosfer jika tidak diganggu oleh aktivitas manusia [5].

Material dan Metode

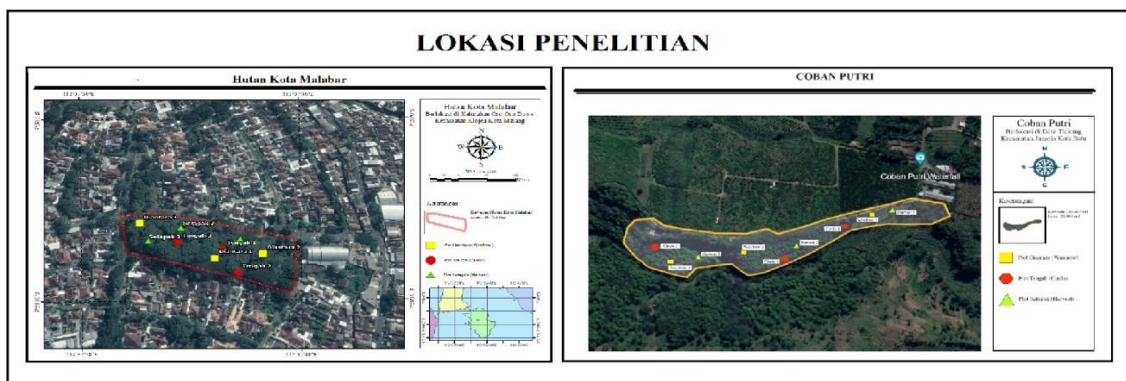
Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tegakan pohon yang berada dilokasi penelitian yaitu : Trembesi (*Samanea saman*), Sengon (*Albizia chinensis*), Nangka (*Artocarpus heterophyllus*), Jati putih (*Gmelina arborea*), dan Randu (*Cheiba pentandra*).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS, klinometer, roll meter, kompas, pisau, tali rafia, camera DSLR, alat tulis menulis, plastik klip, timbangan digital, dan oven. Alat yang digunakan untuk mengukur intensitas adalah lux meter, serta alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban udara yaitu termohigrometer.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2023, di dua tempat berbeda yaitu Hutan Kota Malabar, Kelurahan Oro-oro Ombo, Kecamatan Klojen, Kota Malang dan Coban Putri, Desa Tlekung, Kecamatan Junrejo, Kota Batu (Gambar 1). Metode yang digunakan adalah sampling tanpa pemanenan (*non-desructive sampling*). Data cadangan karbon yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan uji beda untuk dibandingkan perbedaan signifikan diantara kedua lokasi.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Cara Kerja

Penentuan Lokasi dan Plot Pengamatan:

Penentuan plot terlebih dahulu dilakukan pengamatan lapang (*ground cheek*) untuk melihat dan menyesuaikan lokasi plot dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Jumlah plot yang digunakan yaitu 3 dengan ukuran 20m × 20m [6]. Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah metode *purposive sampling*, yaitu pengambilan data dengan mempertimbangkan lokasi sampel dari Hutan Kota Malabar Malang dan Bumi Perkemahan Bedengan.

Pengambilan Data dan Sampel:

Pengukuran Biomassa Pohon : Tahapan pengukuran biomassa pohon dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi jenis pohon
2. Mengukur diameter setinggi dada. Diameter dan tinggi tanah diukur pada kondisi pohon yang berbeda di lapangan.
3. Mencatat data DBH, Jika plot tersebut mempunyai semak yang tidak terbagi seperti bambu dan pisang, ukurlah diameter dan tinggi setiap orang dalam setiap kelompok tanaman. Begitu pula jika ada pohon yang tidak memiliki cabang, seperti palem atau jenis palem lainnya.
4. Menentukan berat jenis (BJ) setiap jenis pohon dengan cara memotong pohon pada salah satu cabangnya, kemudian mengukur panjang, diameter dan berat air. Masukkan ke dalam oven dengan suhu 100°C selama 48 jam dan ukur berat keringnya.
5. Menghitung biomassa pohon menggunakan persamaan alometrik yang telah dikembangkan sebelumnya. Apabila persamaan alometri tidak diketahui maka data yang diukur di lapangan adalah data diameter dan tinggi tanpa tinggi untuk memperoleh volume kayu.

Pengukuran Faktor Abiotik : Faktor abiotik yang diukur pada penelitian ini antara lain, suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, pH tanah, dan kelembaban tanah.

Analisis Data:

Pengukuran Biomassa Pohon : Pengukuran biomassa pohon dapat menggunakan persamaan biomass expansion factor (BEF) sebagai berikut:

$$Bap = v \times BJ \times BEF \times f$$

Keterangan:

- Bap adalah biomassa atas permukaan (pohon), (kg);
- v adalah volume kayu bebas cabang, (m³);
- BJ adalah berat jenis kayu, (kg/m³);
- BEF adalah biomass expansion factor (1,67 default).
- f adalah faktor angka bentuk pohon (default 0,7)

Penghitungan Karbon dari Biomassa: Penghitungan karbon dari biomassa menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cb = B \times \% C \text{ organik}$$

Keterangan:

- Cb adalah kandungan karbon dari biomassa, dinyatakan dalam kilogram (kg);
- B adalah total biomassa, dinyatakan dalam (kg);

- %C organik adalah nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium.

Uji Korelasi: Hubungan korelasi antara cadangan karbon dengan faktor abiotik diketahui dari nilai Korelasi-ID yang diperoleh. Berikut pedoman interpretasi terhadap koefisien korelasi [7]:

0,000 – 0,199 : Hubungan sangat lemah

0,200 – 0,399 : Hubungan lemah

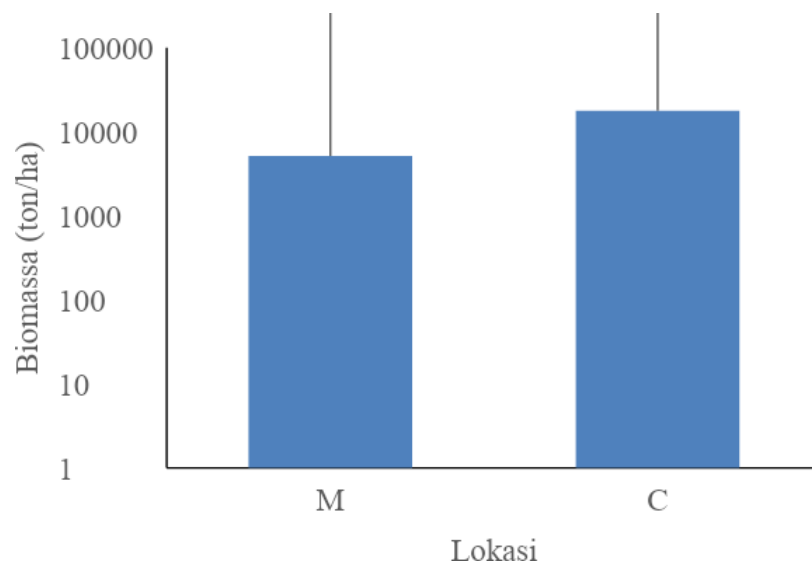
0,400 – 0,599 : Hubungan sedang

0,600 – 0,799 : Hubungan kuat

0,800 – 1,000 : Hubungan sangat kuat

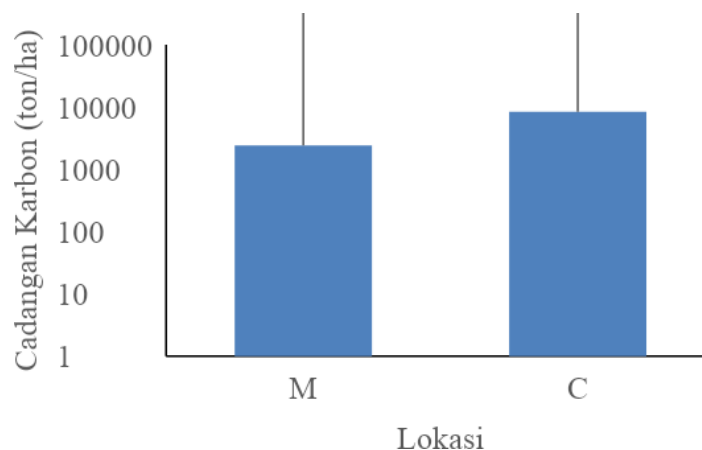
Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian



Gambar 2. Perbandingan biomassa hutan kota malabar dan coban putri

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa jumlah biomassa dan nilai rerata pada kedua lokasi tersebut memiliki perbandingan yang tidak signifikan. Hutan Kota Malabar memiliki nilai biomassa 107.709,606 ton/ha dan nilai rerata 5.129,029 ton/ha, sedangkan nilai biomassa pada Coban Putri memiliki nilai lebih tinggi yaitu 374.165,15 ton/ha dan nilai rerata 17.817,388 ton/ha.



Gambar 3. Perbandingan cadangan karbon hutan kota malabar dan coban putri

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa nilai cadangan karbon dan rerata pada kedua lokasi tersebut memiliki perbandingan yang tidak signifikan. Hutan Kota Malabar memiliki nilai total cadangan karbon sebesar 50623,515 ton C/ha dan nilai rerata sebesar 2410,644C/ha, sedangkan nilai total pada Coban Putri memiliki nilai lebih besar yaitu 175857,621 tonC/ha dan nilai rerata sebesar 8374,172 ton C/ha.

Tabel 1. Uji Mann Whitney

	Malabar	Coban Putri
Jumlah Sampel	21	21
Total Ranking	464	439
Rata- rata Ranking	22,09524	20,90476
Mann-Whitney U	208.000	
p-Value	0,753	

Pengujian dilakukan menggunakan uji Mann-Whitney dengan hipotesis sebagai berikut :

H_0 : Terdapat perbedaan yang signifikan

H_1 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan

Taraf signifikansi : $\alpha = 0.05$

Daerah kritis :

- Tolak H_0 ketika nilai sig. $> \alpha$ (0.05)
- Tolak H_1 ketika sig. $< \alpha$ (0.05)

Berdasarkan hasil analisis dari tabel 1, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi cadangan karbon hutan kota malabar dan coban putri yaitu sebesar 0,753, nilai signifikansi cadangan karbon hutan kota malabar dan coban putri lebih besar dari taraf signifikansi yaitu $\alpha = 0.05$, sehingga menghasilkan keputusan H_0 ditolak.

Tabel 2. Hubungan korelasi faktor abiotik dengan cadangan karbon

No.	Faktor Abiotik	p-Value	Korelasi ID	Tingkat Hubungan
1.	Suhu	0,228	0,580	Sedang
2.	Kelembaban Udara	0,042	-0,829	Kuat
3.	Intensitas Cahaya	0,623	0,257	Rendah
4.	pHTanah	0,439	-0,395	Rendah
5.	Kelembaban Tanah	0,050	-0,812	Kuat

Berdasarkan hasil analisis hubungan korelasi antara faktor abiotik dengan cadangan karbon. Kelembaban udara dan kelembaban tanah memiliki hubungan korelasi yang kuat dengan cadangan karbon.

Pembahasan

Hutan Kota Malabar memiliki nilai biomassa 107.709,606 ton/ha dan nilai rerata 5.129,029 ton/ha, sedangkan nilai biomassa pada Coban Putri memiliki nilai lebih tinggi yaitu 374.165,15 ton/ha dan nialai rerata 17.817,388 ton/ha. Hal ini dikarenakan Coban putri merupakan salah satu hutanalam. Menurut Hairiah dan Rahayu [8] Hutan alam memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang tinggi dibandingkan hutan buatan. Hal ini disebabkan karena pada hutan alam banyak terdapat pepohonan, semak belukar dan sisa-sisa tumbuhan mati (serasah) yang dipermukaan lahan hutan. Deforestasi dan reboisasi dengan hutan buatan dapat melepaskan karbon ke atmosfer..

Pada kedua lokasi penelitian jenis pohon yang memiliki nilai biomassa paling tinggi adalah jenis pohon trembesi (*Samanea saman*) dengan angka 352164,034 kg. Hal ini berkaitan dengan perbedaan kemampuan fotosintesis setiap jenis pohon dalam menghasilkan biomassa dan mengikat karbon yang dipengaruhi oleh faktor internal maupun faktor abiotiknya. Menurut Lubis dkk [9] Biomassa meningkat seiring dengan bertambahnya dimensi batang, termasuk diameter dan tinggi.

Besar kecilnya nilai biomassa dipengaruhi oleh diameter dan tinggi pohon, dalam hal ini nilai volumenya besar. Hal ini menunjukkan adanya hubungan linier antara diameter dan tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian Hutan Kota Malabar memiliki nilai total cadangan karbon sebesar 50623,515 ton C/ha dan nilai rerata sebesar 2410,644C/ha, sedangkan nilai total pada Coban Putri memiliki nilai lebih besar yaitu 175857,621 ton C/ha dan nilai rerata sebesar 8374,172 ton C/ha. Adanya perbedaan nilai dipengaruhi oleh jenis tumbuhan atau vegetasi di suatu jenis penggunaan lahan, karakteristik pada masing-masing wilayah, baik itu jenis pohon dan dimensinya. Semakin banyak tumbuhan maka akan semakin banyak cadangan carbon yang tersimpan. Coban putri memiliki nilai lebih tinggi karena memiliki jumlah pohon dan biomassa tinggi sehingga penyimpanan biomassa hasil konversi karbon akan lebih banyak diserap oleh pohon.

Perbedaan jumlah stok karbon pada masing-masing lokasi penelitian disebabkan oleh perbedaan kepadatan tanaman pada masing-masing lokasi. Stok karbon penggunaan lahan dipengaruhi oleh vegetasi. Sistem penggunaan lahan yang terdiri dari jenis pohon dengan kepadatan pohon tinggi mempunyai biomassa lebih tinggi dibandingkan lahan dengan kepadatan pohon yang rendah. (Rahayu dkk [10] dalam Bakri [11]).

Berdasarkan hasil analisis uji *Mann Whitney*, dapat diketahui bahwa nilai signifikansi cadangan karbon hutan kota malabar dan coban putri yaitu sebesar 0,753, nilai signifikansi cadangan karbon hutan kota malabar dan coban putri lebih besar dari taraf signifikansi yaitu $\alpha = 0.05$, sehingga menghasilkan keputusan H_0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa nilai cadangan karbon di hutan kota malabar dan coban putr tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Faktor abiotik merupakan faktor utama suatu proses suksesi. Faktor abiotik meliputi suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, pH, dan kelembaban tanah. Keberadaan vegetasi pada suatu habitat ditentukan oleh faktor abiotik, sehingga faktor abiotik disebut juga faktor pembatas. Pengaruh faktor abiotik pada vegetasi lebih bersifat fisiologis [12].

Kondisi umum lingkungan pada masing- masing lokasi penelitian mempengaruhi ketersediaan biomassa dan cadangan karbon pada masing – masing penyerapan karbon. Dari hasil uji korelasi cadangan karbon dan faktor abiotik memiliki hasil yang berbeda- beda, dimana suhu menunjukkan nilai korelasi id sebesar 0,580. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan cadangan karbon memiliki hubungan korelasi yang sedang. Kelembaban udara memiliki nilai korelasi id yang kuat yaitu sebesar -0,829. Niali negatif menandakan hubungan yang berbanding terbalik yaitu semakin rendah kelembaban udara maka semakin tinggi cadangan karbon.

Intensitas cahaya memiliki nilai korelasi id sebesar 0,257 yang berarti intensitas cahaya memiliki hubungan korelasi yang rendah. Sama hal nya dengan intensitas cahaya, hubungan korelasi

cadangan karbon dengan pH tanah termasuk dalam kategori rendah. Nilai korelasi id pH tanah dan cadangan karbon yaitu -0,395. Dapat disimpulkan bahwa semakin rendah pH tanah maka semakin tinggi cadangan karbon yang diperoleh. Hubungan korelasi antara kelembaban tanah dan cadangan karbon memiliki nilai p-Value 0,050 dan nilai id korelasi sebesar -0,82 yang berarti hubungan korelasi yang kuat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Hutan Kota Malabar memiliki nilai biomassa 107.709,606 ton/ha dan nilai rerata 5.129,029 ton/ha, sedangkan nilai biomassa pada Coban Putri memiliki nilai lebih tinggi yaitu 374.165,15 ton/ha dan nilai rerata 17.817,388 ton/ha. Sedangkan cadangan karbon pada coban putri lebih besar yaitu sebesar 175857,621 dengan nilai rerata 8374,172 dan nilai cadangan karbon hutan kota malabar malang lebih kecil yaitu 50623,515 dan nilai rerata sebesar 2410,644. Perbandingan cadangan karbon pada kedua lokasi menggunakan *uji Mann Whitney* dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) 0,753 yang memiliki nilai lebih besar dari taraf signifikan, maka tidak memiliki perbandingan yang signifikan.

Hasil pengukuran faktor abiotik di Hutan Kota Malabar dan Coban Putri memiliki nilai rata-rata Suhu berkisar antara 26 – 28 °C, kelembaban udara berkisar 60 – 65%, intensitas cahaya berkisar antara 973 – 1377 lux, pH tanah 6, – 7,2 dan kelembaban tanah berkisar 50 – 80%. Sedangkan suhu dicoban putri berkisar 18 - 25 °C, kelembaban udara 80 – 88%, intensitas cahaya 821 – 1595 lux, pH tanah 6,4 – 7 dan kelembaban tanah berkisar 50 – 88%. Analisis uji korelasi menunjukkan cadangan karbon memiliki hubungan yang kuat dengan kelembaban udara dan kelembaban tanah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Malang beserta pengelola Hutan Kota Malabar, Perhutani KPH Malang beserta pengelola Coban Putri, dan seluruh pihak yang telah berkontribusi selama penelitian berlangsung.

Daftar Pustaka

- [1] Izzah, A. N., Nasrullah, N., & Sulistyantara, B. 2019. Efektifitas jalur hijau jalan dalam mengurangi polutan gas CO. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. Hal. 24. No. 04

- [2] Yamani, A. 2013. Studi Kandungan Karbon pada Hutan Alam Sekunder di Hutan Pendidikan Madiangin. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru. Jurnal Hutan Tropis Borneo, 1 (1). pp. 85-91. ISSN 1412-4645.
- [3] Sutaryo, D. 2009. Penghitungan Biomassa Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor
- [4] Rusolono T, Tiryana T, Purwanto J. 2015. Panduan Survei Cadangan Karbon dan Keanekaragaman Hayati di Sumatera Selatan. Palembang: Biodiversity and Climate Change Project (BIOCLIME), German International Cooperation (GIZ).
- [5] Fardiaz Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- [6] SNI, 7645. (2011). Pengukuran dan Penghitungan cadangan Karbon-Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan. Badan Standar Nasional
- [7] Sugiyono, 2019. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabet.
- [8] 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):1-20.
- [9] Hairiah K, Andree A, Rika RS, Subekti R. 2011. Pengukuran cadangan karbon dari tingkat lahan ke bentang lahan edisi ke 2. Bogor : Agroforestry Centre.
- [10] 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
- [11] Bakri. 2009. Analisis Vegetasi Dan Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan Pada Pohon Di Hutan Taman Wisata Alam Taman Eden Desa Sionggang Utara Kecamatan Lumban Julu Kabupaten Toba Samosir. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- [12] Leksono, A. S. 2007. Ekologi Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif. Malang. Bayumedia