

Estimasi Simpanan Karbon pada Tegakan Pohon di Taman Diponegoro, Kelurahan Lemponsari, Kecamatan Gajahmungkur, Kota Semarang

Ahmad Muzaki Khoiruman^{1*}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro



ARTICLE INFO

Received: December 30, 2024
Accepted: January 30, 2025
Published: February 07, 2025

*) Corresponding author:
E-mail:
ahmadmuzakikhoiruman@gmail.com

Keywords:

Allometric equations;
Carbon emissions;
Non-destructive

Kata Kunci:

Emisi karbon;
Non destruktif;
Rumus alometrik

DOI:

<https://doi.org/10.56630/jago.v5i2.790>



This is an open access article
under the CC BY license
(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstract

The management of urban green open spaces, such as Diponegoro Park, plays a crucial role in reducing carbon emissions and supporting climate change mitigation. This study aims to estimate the carbon storage in tree stands at Diponegoro Park, Lemponsari Village, Gajahmungkur District, Semarang City. The carbon measurement method uses an indirect or non-destructive method, including measurements of diameter at breast height (DBH), tree height, and wood density. Data analysis uses allometric equations to calculate biomass and carbon storage. The results of the study show that the total carbon storage in this park is 110.25 tons/ha, with the largest contribution from *Peltophorum pterocarpum* (Soga) at 53.884 tons/ha and the smallest from *Tabebuia pallida* (Tabebuya) at 0.060 tons/ha. The study also shows that the diameter and height of trees significantly affect carbon storage capacity. The environmental factors measured include light intensity of 1501 Lux, soil moisture of 83%, temperature of 28.8 °C, and soil pH of 7.8, which are considered normal, thus supporting normal vegetation growth. The results indicate that Diponegoro Park has significant ecological potential as an urban green space for climate change mitigation through carbon sequestration. This study can serve as a reference for sustainable urban park management, particularly in increasing carbon storage capacity through the planting of high-biomass species.

Abstrak

Pengelolaan ruang terbuka hijau di perkotaan, seperti Taman Diponegoro, memiliki peran penting dalam menurunkan emisi karbon dan mendukung mitigasi perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi simpanan karbon pada tegakan pohon di Taman Diponegoro, Kelurahan Lemponsari, Kecamatan Gajahmungkur, Kota Semarang. Metode penelitian pengukuran karbon menggunakan metode tidak langsung atau non destruktif, meliputi pengukuran diameter batang (DBH), tinggi pohon, dan massa jenis kayu. Analisis data menggunakan rumus alometrik untuk menghitung biomassa dan simpanan karbon. Hasil penelitian menunjukkan total simpanan karbon di taman ini adalah 110,25 ton/ha, dengan kontribusi tertinggi berasal dari *Peltophorum pterocarpum* (Soga) sebesar 53,884 ton/ha dan terendah dari *Tabebuia pallida* (Tabebuya) sebesar 0,060 ton/ha. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa ukuran diameter dan tinggi pohon sangat mempengaruhi kapasitas penyimpanan karbon. Faktor lingkungan yang diukur meliputi intensitas cahaya sebesar 1501 Lux, kelembaban tanah 83 %, suhu 28,8 °C, dan pH tanah sebesar 7,8, yang tergolong normal sehingga pertumbuhan vegetasi termasuk normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Taman Diponegoro memiliki potensi ekologis yang signifikan sebagai ruang terbuka hijau di perkotaan untuk mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon. Penelitian ini dapat menjadi acuan untuk pengelolaan taman kota yang berkelanjutan, khususnya dalam meningkatkan kapasitas simpanan karbon melalui penanaman spesies dengan biomassa tinggi.

Cara mensitasi artikel:

Khoiruman, A. M. (2025). Estimasi Simpanan Karbon pada Tegakan Pohon di Taman Diponegoro, Kelurahan Lemponsari, Kecamatan Gajahmungkur, Kota Semarang. *JAGO TOLIS : Jurnal Agrokomples Tolis*, 5(2), 113-119. <https://doi.org/10.56630/jago.v5i2.790>

PENDAHULUAN

Ruang terbuka hijau adalah elemen penting dalam tata ruang kota yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan tempat pertemuan dan aktivitas di luar ruangan. Ruang ini berfungsi sebagai paru-paru kota, mendukung keberlanjutan lingkungan, dan menjaga ekosistem kota. Berdasarkan Permen PU No. 5 Tahun 2008, ruang terbuka hijau

berperan dalam menjaga sirkulasi udara, mengatur iklim mikro, dan memfasilitasi pergerakan udara serta air secara alami. Fungsi-fungsi ini menjadikannya komponen vital dalam menjaga keseimbangan ekosistem perkotaan.

Manfaat ruang terbuka hijau tidak hanya terbatas pada aspek ekologis, tetapi juga mencakup aspek sosial, budaya, ekonomi, dan estetika. Dalam aspek sosial dan budaya, ruang ini menjadi tempat berkumpul, lokasi rekreasi, dan sarana untuk pendidikan serta penelitian terkait alam. Manfaat ekonominya terlihat dari potensi menghasilkan produk seperti bunga, buah, dan sayuran yang mendukung sektor pertanian, perkebunan, dan kehutanan. Dari segi estetika, ruang terbuka hijau memperindah kota dan menciptakan lingkungan yang nyaman, yang pada akhirnya mendukung kreativitas dan produktivitas masyarakat. Perpaduan manfaat ini memperkaya nilai arsitektural kota (Iqbal *et al.*, 2023).

Potensi ruang terbuka hijau sebagai penyerap karbon menambah nilai ekologisnya dalam konteks perdagangan karbon. Wulandari *et al.* (2024) menyatakan bahwa ruang terbuka publik seperti taman kota memberikan manfaat ganda, yaitu bagi manusia dan ekosistem. Manfaat bagi manusia mencakup aspek ekonomi, estetika, psikologis, kesehatan, dan sosial, sementara manfaat ekologis meliputi, antara lain, habitat satwa, resapan air tanah, dan penyerapan karbon dioksida.

Penghitungan simpanan karbon pada ruang terbuka hijau jarang dilakukan dibandingkan dengan penelitian di hutan. Penelitian lebih banyak difokuskan pada sektor hutan dan area mangrove karena hasilnya dapat memberikan status konservasi (Mahdiyah *et al.*, 2023). Penelitian di ruang terbuka hijau sering diabaikan karena tidak menghasilkan luaran berupa status konservasi (Mandari *et al.*, 2016). Kondisi ini menunjukkan perlunya peningkatan perhatian terhadap potensi ruang terbuka hijau dalam menyerap karbon di perkotaan.

Taman Diponegoro di Kelurahan Lemponsari, Kecamatan Gajahmungkur, Kota Semarang, merupakan salah satu contoh ruang terbuka hijau dengan potensi besar dalam penyerapan karbon. Hingga saat ini, belum ada penelitian yang mengukur simpanan karbon di taman tersebut. Pengukuran estimasi simpanan karbon di Taman Diponegoro dapat menjadi referensi penting dalam pemanfaatan ruang terbuka hijau di perkotaan sebagai penyerap karbon. Penelitian ini sangat relevan untuk mendukung keberlanjutan kota melalui integrasi fungsi ekologis dan manfaat tambahan dari ruang terbuka hijau.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga Agustus 2024 di Taman Diponegoro, yang terletak di Kelurahan Lemponsari, Kecamatan Gajahmungkur, Kota Semarang. Lokasi ini dipilih karena memiliki potensi besar sebagai ruang terbuka hijau yang berfungsi menyerap karbon, namun belum pernah diteliti sebelumnya, sehingga hasilnya diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam pengelolaan lingkungan perkotaan.

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat seperti pita meter, lux meter, higrometer, termometer, pH meter, laptop, kamera ponsel, pasak, GPS, dan aplikasi Smart Measure. Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi tali rafia dan gunting.

Rancangan penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksploratif yang bersifat deskriptif. Penelitian ini menggunakan metode non destruktif dalam pengukuran estimasi simpanan karbon dengan melakukannya pengukuran parameter berupa tinggi pohon dan diameter pohon.

Prosedur Kerja

Prosedur kerja diawali dengan pra survei untuk mengobservasi kondisi di lapangan. Prosedur dilanjutkan dengan pembuatan plot menggunakan metode *Stratified Random*

Sampling dengan strata dibagi menjadi tiga area titik sampling dengan jarak kurang lebih 50 m antar plot. Setiap titik sampling dibuat tiga plot kuadrat berukuran 10 m x 10 m yang diletakkan secara acak. Seluruh pohon pada setiap plot kuadrat diukur lingkaran batang setinggi dada atau *Diameter at Breast Height* (DBH) dengan diameter minimal 10 cm. Pohon yang telah diukur DBH juga ditentukan tingginya menggunakan aplikasi Smart Measure, lalu diidentifikasi nama jenisnya menggunakan aplikasi PlantNet, Google Lens, dan situs website GBIF. Kondisi lingkungan diukur dengan seperangkat alat pengukur yang berasal dari laboratorium. Seluruh data dicatat untuk selanjutnya dianalisis. Estimasi karbon dilakukan secara bertahap melalui pengolahan data meliputi pengukuran DBH (cm), biomassa (kg), kandungan karbon dalam biomassa (kg), dan terakhir simpanan karbon (ton/ ha). Data tersebut diperoleh dengan rumus berikut.

Diameter at Breast Height

Diameter at Breast Height (DBH) merupakan diameter yang diukur dari keliling batang setinggi dada atau 130 cm dari permukaan tanah, berikut rumus DBH yang dikutip dari Dephut (1992) :

$$D = \frac{k}{\pi}$$

Dimana: D= Diameter batang (cm); K= Keliling batang (cm); Π = Konstanta (3,14)

Biomassa

Biomassa merupakan massa yang erat kaitannya dengan komposisi karbon dalam suatu organisme, berikut rumus biomassa yang dikutip dari Chave *et al.*, (2014) dan untuk data massa jenis kayu dikutip dari Reyes (1992) dan Alighiri *et al.*, (2020) :

$$Y = 0,0559 \times \rho \times DBH^2 \times T$$

Dimana: Y= Biomassa (kg); P= Massa jenis kayu (gr/cm³); DBH: Diameter batang (cm); T: Tinggi pohon (m)

Kandungan karbon dalam biomassa

Kandungan karbon dalam suatu berat kering atau biomassa itu berkisaran 47% hingga 48%, berikut rumus kandungan karbon dalam biomassa yang dikutip dari SNI 7724 (2011) :

$$\text{Kandungan karbon} = \text{Biomassa} \times \frac{47}{100} \%$$

Dimana: Kandungan karbon: Satuan (kg); Biomassa: Satuan (kg)

Simpanan karbon

Simpanan karbon dikonversi menjadi ton per hektar yang merupakan satuan simpanan karbon internasional, berikut rumus simpanan karbon yang dikutip dari SNI 7724 (2011) :

$$C_n = \frac{C_x}{1000} \times \frac{10000}{L_{plot}}$$

Dimana: C_n= Simpanan karbon total (ton/ha); C_x= Simpanan karbon plot (kg); L_{plot}= Luas plot (m²)

Data kuantitatif yang didapatkan dimasukkan ke dalam rumus yang tersedia yaitu rumus alometrik dan diolah di dalam aplikasi software Excel. Hasil data berupa angka yang dihasilkan direpresentasikan dalam bentuk deskriptif kuantitatif yang menunjukkan estimasi potensi simpanan karbon pada Taman Diponegoro Kelurahan Lempongsari Kecamatan Gajahmungkur Kota Semarang.

Analisis data

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Data kuantitatif dari hasil penelitian dibandingkan dengan standar besaran simpanan karbon sehingga didapatkannya analisis

dalam bentuk deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk memahami berapa besar cadangan karbon yang tersimpan pada tegakan pohon di Taman Diponegoro, Kelurahan Lemponsari, Kecamatan Gajahmungkur, Kota Semarang. Data penelitian diperoleh melalui pengukuran Diameter at Breast Height (DBH), tinggi pohon, dan massa jenis kayu. Informasi ini kemudian diolah menggunakan rumus alometrik untuk menghitung biomassa, yang kemudian dikonversi menjadi simpanan karbon. Berikut tabel estimasi karbon total di Taman Diponegoro Semarang:

Tabel 1. Estimasi cadangan karbon total

No	Nama lokal	Nama ilmiah	Karbon (ton/ha)
1	Glodokan	<i>Polyathia longifolia</i>	17,07985
2	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	4,065641
3	Ketapang kencana	<i>Terminalia mantaly</i>	1,31646
4	Laban	<i>Vitex pinnata</i>	0,3749242
5	Mahoni daun kecil	<i>Swietenia mahagoni</i>	23,67002
6	Mahoni daun lebar	<i>Swietenia macrophylla</i>	9,797834
7	Soga	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	53,88435
8	Tabebuia	<i>Tabebuia pallida</i>	0,0597788
Total			110,2489

Berdasarkan hasil penghitungan di Tabel 1., total simpanan karbon yang tersimpan di Taman Diponegoro adalah 110,2489 ton/ha. Angka ini didapatkan berdasarkan metode SNI 7724 (2011), metode tersebut dengan mengalikan biomassa total setiap spesies dengan persentase kandungan karbon dalam biomassa, dengan persentase 47% karbon yang terkandung didalam biomassa. Spesies *Peltophorum pterocarpum* (Soga) menjadi penyumbang karbon tertinggi, yaitu 53,884 ton/ha, sementara spesies dengan kontribusi karbon terendah adalah *Tabebuia pallida* (Tabebuia) dengan hanya 0,060 ton/ha. Kontribusi yang besar dari spesies Soga disebabkan oleh ukuran diameternya yang besar mencapai 79,39 cm dan tinggi pohonnya yang menjulang hingga 22,14 m. Tabebuia menjadi yang terendah biomasnya sebab diameter batangnya hanya 6,68 cm, dengan tinggi pohon yaitu 5,04 m.

Bappenas Kemenhut (2010) menyatakan bahwa cadangan karbon dapat dibagi menjadi 3 kategori, yaitu: kategori tinggi apabila total cadangan karbon >100 ton/ha, kategori sedang apabila total cadangan karbon 35-100 ton/ha, dan kategori rendah apabila total cadangan karbon <35 ton/ha. Berdasarkan kategori tersebut, dapat diketahui bahwa nilai cadangan karbon di Taman Diponegoro termasuk kategori tinggi karena lebih dari 100 ton/ha. Penelitian yang hampir sama juga dilakukan oleh Darlina *et al.*, (2023), yang dilakukan di Taman Maluku Kota Bandung memiliki cadangan karbon sekitar 76,16 ton/ha yang tergolong sedang.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap spesies pohon memiliki kontribusi yang berbeda terhadap total biomassa di Taman Diponegoro. Berikut tabel yang berisi rincian biomassa berdasarkan setiap spesies :

Tabel 2. Potensi tanaman penyimpan karbon

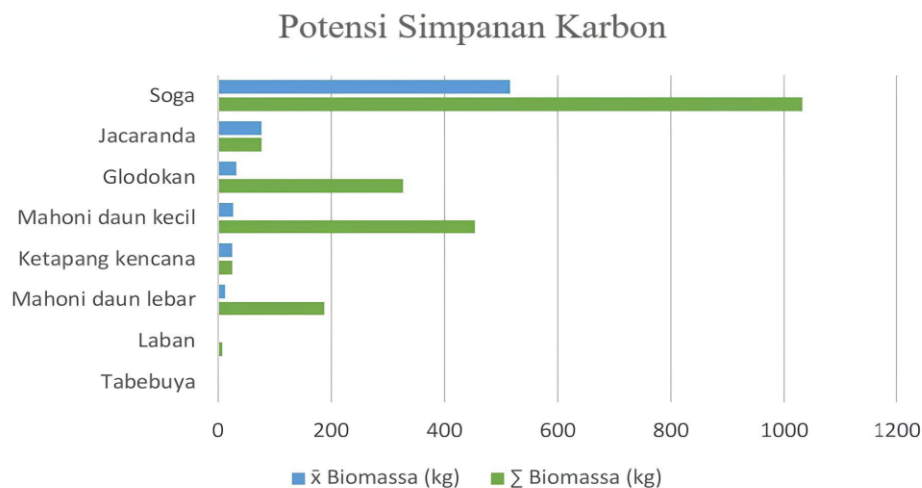
No	Nama lokal	Nama ilmiah	Jumlah pohon	Σ Biomassa (kg)	\bar{x} Biomassa (kg)
1	Glodokan	<i>Polyathia longifolia</i>	10	327,061	32,70608
2	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1	77,8527	77,8527
3	Ketapang kencana	<i>Terminalia mantaly</i>	1	25,2088	25,2088
4	Laban	<i>Vitex pinnata</i>	3	7,1794	2,393133
5	Mahoni daun kecil	<i>Swietenia mahagoni</i>	17	453,2557	26,661512

6	Mahoni daun lebar	<i>Swietenia macrophylla</i>	15	187,6181	12,507873
7	Soga	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	2	1031,828	515,9139
8	Tabebuaya	<i>Tabebuia pallida</i>	1	1,1447	1,1447

Keterangan : Σ (total), \bar{x} (rata-rata)

Berdasarkan Tabel 2. *Peltophorum pterocarpum* (Soga) memiliki total biomassa terbesar, yaitu 1031,828 kg, walaupun hanya terdiri dari dua individu tetap membuat pohon surga tetap memiliki biomassa paling tinggi dikarenakan ukuran dari batangnya dan tingginya yang sangat besar yaitu 79,39 cm untuk diameternya dan 22,14 m untuk tingginya. Selaras dengan pernyataan Paradika *et al.*, (2021), yang menyatakan bahwa semakin tinggi diameter, tinggi, serta massa jenis kayu maka semakin tinggi pula biomassa tegakan pohon tersebut.

Berikut visualisasi potensi biomassa yang disajikan dalam bentuk gambar grafik:



Gambar 1. Grafik Simpanan Biomassa Setiap Spesies

Berdasarkan Gambar 1. dan Tabel 2. diatas, spesies pohon dengan kontribusi biomassa tertinggi ke terendah berturut-turut (yang dilihat dari rata-rata biomassa) adalah Soga, Jacaranda, Glodokan, Mahoni daun kecil, Ketapang kaca, Mahoni daun lebar, Laban, dan Tabebuaya. Jika dilihat dari segi total biomassa terdapat perubahan dimana Mahoni daun kecil berada setelah Soga disusul Glodokan, Mahoni daun lebar, Jacaranda, Ketapang kaca, Laban, dan Tabebuaya. Perbedaan tersebut dikarenakan jumlah atau populasi dari pohon yang berbeda, sehingga walaupun spesies dengan potensi simpanan karbon cukup besar seperti Jacaranda akan kurang kontribusinya dibandingkan Mahoni daun kecil yang potensi tidak terlalu tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Paradika *et al.*, (2021), yang menyatakan bahwa selain parameter variabel dalam rumus alometrik seperti tinggi dan diameter, biomassa juga dipengaruhi oleh jumlah populasi dan juga daya laju pertumbuhan pohon yang dipengaruhi baik dari segi nutrisi tanah, kondisi geografis yang sesuai, hingga karakteristik genetiknya.

Faktor lingkungan di Taman Diponegoro juga memainkan peran penting dalam menentukan kemampuan pohon-pohon di taman ini untuk menyimpan karbon. Berikut ini tabel data faktor abiotik :

Tabel 3. Faktor lingkungan di Taman Diponegoro

No	Kondisi Lingkungan	Nilai
1	Intensitas cahaya (lux)	1501
2	Ph tanah	7,8
3	Suhu (°C)	28,8
4	Kelembaban (%RH)	83

Berdasarkan Tabel 3., intensitas cahaya di taman ini tercatat sebesar 1.501 lux, dengan pH tanah yang cukup netral, yaitu 7,8. Suhu udara rata-rata adalah 28,8°C, dengan kelembaban yang relatif tinggi, yaitu 83%. Kondisi ini sangat mendukung pertumbuhan pohon. Intensitas cahaya yang cukup memungkinkan proses fotosintesis berjalan dengan baik, sementara suhu yang stabil dan kelembaban tinggi menciptakan lingkungan yang ideal bagi vegetasi. Dengan kondisi seperti ini, pohon-pohon di taman dapat tumbuh optimal, meningkatkan ukuran diameter dan tinggi mereka, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan biomassa dan simpanan karbon. Hal ini diperkuat oleh pendapat Abimanyu *et al.*, (2019), yang menjelaskan bahwa kondisi abiotik sangat berpengaruh terhadap besarnya biomassa tegakan pohon, kondisi abiotik yang tidak sesuai dapat menghambat pertumbuhan hingga menyebabkan kematian pohon khususnya pada spesies pohon yang rentan terhadap kondisi abiotik, namun kondisi abiotik dapat terbentuk secara mikro akibat dominasi vegetasi pohon yang sehat seperti kondisi kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu, hingga intensitas cahaya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa estimasi simpanan karbon pada tegakan pohon di Taman Diponegoro total simpanan karbon di Taman Diponegoro sebesar 110,2489 ton/ha, dengan kontribusi terbesar berasal dari spesies *Peltophorum pterocarpum* (Soga), yaitu 53,884 ton/ha, dan kontribusi terkecil dari spesies *Tabebuia pallida* (Tabebuya), yaitu 0,060 ton/ha. Biomassa tertinggi ditemukan pada spesies *Peltophorum pterocarpum* (Soga) sebesar 515,914 kg, sedangkan biomassa terendah ditemukan pada spesies *Tabebuia pallida* (Tabebuya) sebesar 1,145 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, B., Safe'i, R., & Hidayat, W. (2019). Aplikasi Metode Forest Health Monitoring dalam Penilaian Kerusakan Pohon di Hutan Kota Metro. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(3), 289-298. <http://dx.doi.org/10.23960/jsl37289-298>
- Alighiri, D., Maulana, R. M., & Drastisianti, A. (2020). The Effect of Polyurethane Binder and Glass Fiber Reinforcement on Physical and Mechanical Properties of Mahogany (*Swietenia mahagoni*) Leaves Waste Biocomposite. *Materials Express*, 10(11), 1900-1910. <https://doi.org/10.1166/mex.2020.1826>
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. (2010). *Strategi Nasional REDD+*. Jakarta: Bappenas, Kemenhut, UN-REDD Programme.
- Chave, J., Mechain, M. R., Burquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Dugue, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., Yrizar, A. M., Mugasha, W. A., Landau, H. C. M., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Malavessi, E. O., Pelissier, R., Ploton, P., Ryan, C. M., Soldarriaga, J. G., and Vieilledent, G. (2014). Improved Allometric Models to Estimate The Aboveground Biomass of Tropical Trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177-3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Darlina, I., Wilujeng, S., & Nurmajid, F. (2023). Estimasi Cadangan Karbon dan Serapan Karbon di Taman Maluku Kota Bandung. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(1), 163-171. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v11i1.556>
- Iqbal, M., Muhibuddin, A., Salim, A., & Syafri. (2023). *Manajemen Ruang Terbuka Hijau (RTH) Perkotaan*. Makassar: Chakti Pustaka Indonesia.
- Mahdiyah, U., Akbar, A. A., & Romiyanto, R. (2023). Efektivitas Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai Daerah Resapan Air dan Penyimpanan Karbon di Kota Pontianak. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(3), 553-564. <https://doi.org/10.14710/jil.21.3.553-564>
- Mandari, D. Z., Gunawan, H., & Isda, M. N. (2016). Penaksiran Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Ekosistem Hutan Mangrove di Kawasan Bandar Bakau Dumai. *Jurnal Riau Biologia*, 1(1), 17-23.
- Paradika, G. Y., Kissinger, K., & Rezekiah, A. A. (2021). Pendugaan Cadangan Karbon Vegetasi di Sempadan Sungai pada Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Universitas Lampung Mangkurat. *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(1), 98-106.

<https://doi.org/10.20527/jss.v4i1.3098>

- Pemerintah Indonesia. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05 Tahun 2008 Tentang Pedoman Penyediaan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*.
- Reyes, G. (1992). *Wood Densities of Tropical Tree Species*. New Orleans, Louisiana: United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 7724). (2011). *Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon: Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Wulandari, A. R., Puspaningtyas, A., & Soesiantoro, A. (2024). Evaluasi Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Taman Tanjung Puri Sesuai dengan Rencana Tata Ruang Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Ilmu Hukum dan Tata Negara*, 2(3), 24-40. <https://doi.org/10.55606/birokrasi.v2i3.1297>