

Potensi Biomassa Dan Karbon Tersimpan Tegakan di Ruang Terbuka Hijau Kota Polewali, Sulawesi Barat

Daud Irundu¹, Mir Alam Beddu¹, Najmawati¹

¹Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Unsulbar, Majene-Sulbar
Email: daud_irundu@unsulbar.ac.id

ABSTRACT : Global warming is one of the significant environmental issues of this century. Carbon dioxide (CO₂) emissions are the main cause of global warming. Green opened space (RTH) such as urban parks, urban forests and green lines play an important role in mitigating global warming and climate change in urban areas because it can reduce CO₂ from the atmosphere. This study aims to determine the potential of biomass and carbon stored in the Green opened space in Polewali, West Sulawesi. Data collection for stored biomass and carbon were carried out at three green space locations including; Urban forest and city park and green lane each made three plots measuring 20 m x 20 m, and three plots on the Green Line measuring 1200 m. Retrieval of data by measuring tree height and diameter, analysis to obtain the dry volume, biomass and carbon stored for each tree species contained in the Polewali green space. Biomass was obtained by the formula $M = BJ \times V_k \times BEF$, the stored carbon value was obtained from the product of biomass by 0.47. The magnitude of the relationship of volume with biomass and carbon used a regression equation ($\hat{Y}=a+bX$). The results show there are types of Glodokan (*Polyalthia longifolia*), Johar (*Senna siamea*), Mahogany (*Switenia sp*) and Trambesi (*Samanea saman*) spread in the Polewali open green space. Trambesi is a species with dominant biomass and stored carbon of 381.95 (tons / ha) and 179.52 (ton/ha). Green lane is the type of green space which was the most stored carbon and is currently 440.94 (ton/ha) and 207.24 (ton/ha). The overall green space biomass was 571.83 (ton/ha) and stored carbon was 268.76 (ton/ha) found in urban forests, urban gardens and green belt. The volume with was statistically significant coefficient determination with biomass and stored carbon ($R^2 = 0.96$).

Keywords: Biomass, Carbon, RTH, West Sulawesi.
DOI:<http://dx.doi.org/10.24259/jhm.v12i1.9675>

1. PENDAHULUAN

Isu perubahan iklim merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang dialami dunia saat ini. Efek pemanasan global memberi dampak terhadap hampir semua sektor di pemerintahan, tidak terkecuali pada sektor kehutanan Indonesia. Pemanasan global salah satunya disebabkan oleh emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Salah satu GRK yang berpengaruh besar dalam peningkatan suhu permukaan bumi adalah karbondioksida yang salah satunya dipicu oleh pemakaian bahan fosil untuk energi dalam bidang industri. Berkaitan dengan fenomena perubahan iklim ini, tumbuhan mempunyai peranan penting karena dapat menyerap dan menyimpan karbon sebagai biomassa melalui mekanisme sekuestrasi atau jangka panjang.

Pembangunan di perkotaan cenderung mengarah pada pengurangan keberadaan Ruang Terbuka Hijau (RTH), alih fungsi lahan menjadi pemukiman, pusat perdagangan dan pertokoan. Secara perekonomian memang berdampak positif namun berdampak negatif pada sisi ekologi. Akibatnya wilayah perkotaan menjadi tidak seimbang dan akan memunculkan banyak masalah lingkungan seperti pencemaran udara, tanah dan air. Dampak lain yang dapat dirasakan langsung adalah kebisingan dan

meningkatnya suhu udara. Menurut Setiawan dan Hermana (2013), Ketersediaan RTH di perkotaan sangat penting untuk menanggulangi dampak pemanasan global yang menjadi isu penting saat ini, terutama dalam menurunkan kadar gas CO₂ sebagai hasil pembakaran bahan bakar fosil dari kendaraan bermotor dan asap pabrik. Ruang terbuka hijau (RTH) memiliki peranan yang sangat penting dalam mengurangi dampak terjadinya pemanasan global karena kemampuannya dalam menyerap emisi karbon dioksida (CO₂).

Polewali merupakan salah satu kota di Sulawesi Barat yang memiliki perkembangan yang cukup cepat. Menurut Fitri dkk (2020), perkembangan polewali yang cepat dapat dilihat dari penambahan penduduk yang terus meningkat, bahkan diprediksi peningkatan jumlah penduduk mencapai 69.414 pada tahun 2028. Perkembangan yang cepat dan peningkatan jumlah penduduk pesat memberi dampak terhadap tingginya kebutuhan RTH yang ada di Polewali. Ruang terbuka hijau (RTH) menjadi salah satu solusi terhadap permasalahan lingkungan perkotaan. Salah satunya adalah keberadaan tegakan-tegakan yang pada RTH memiliki peranan penting dalam menyerap CO₂ yang ada di atmosfer dan mengkonversinya menjadi biomassa dan karbon tersimpan. Sejauh ini informasi biomassa dan karbon di wilayah Sulawesi Barat hanya terdapat di beberapa wilayah saja seperti; biomassa tutupan lahan di Mamuju Utara (Rahmawati, 2012), dan stok karbon mangrove di Mamuju (Syukri, dkk., 2018). Informasi terkait besaran biomassa dan karbon tersimpan di RTH Polewali Mandar saat ini belum ada. Sehingga penelitian ini bertujuan memberikan informasi biomassa dan karbon tersimpan tegakan RTH yang ada di Kabupaten Polewali Mandar.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember tahun 2018 di RTH Kota Polewali, Kecamatan Polewali, Kabupaten Polewali Mandar dan di Ruang Terbuka Hijau (RTH) Polewali berada pada posisi 3° 24' 18 LS dan 119° 18' 33 BT.

2.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan beberapa alat yang yaitu GPS (*global positioning system*), *hagameter*, kamera digital, alat tulis menulis, pita ukur dan gunting. Adapun bahan yang digunakan yaitu *tally sheet*, tali rafia, dan pohon.

2.3. Metode pengumpulan data

Data pengukuran di lapangan diperoleh dari pengukuran pohon pada 9 plot ukur yang tersebar pada ruang terbuka hijau polewali meliputi; jalur hijau, hutan kota dan taman kota. Pohon-pohon (minimal tingkatan tiang) yang terdapat pada plot di tiga lokasi lokasi RTH diukur diameter setinggi dada dan tinggi totalnya. Data diameter dan tinggi pohon kemudian digunakan untuk menentukan volume pohon dengan

menggunakan rumus (1). Volume pohon kemudian dikalikan dengan besaran penyusutan kayu untuk memperoleh volume kering. Nilai penyusutan dan berat jenis dapat diperoleh melalui Tabel (1). Untuk mengetahui besarnya biomassa dan karbon tersimpan pohon masing-masing dilakukan dengan pendekatan rumus (2) dan (3). Perhitungan potensi biomassa dan karbon dilakukan menggunakan rumus (4).

Tabel 1. Penyusutan dan berat jenis kayu pada beberapa pohon RTH.

No	Jenis Pohon	Penyusutan (%)	BJ	Sumber
1.	Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	Lg = 2,11 Ts = 7,08	0,56	Abdurohim., dkk, (2004)
2.	Trembesi (<i>Samanea saman</i>)	Lg = 3,71 Ts = 5,39	0,43	Hidayati dan Siagian, (2012)
3.	Johar (<i>Cassia siamea</i>)	Lg = 5,45 Ts = 8,99	0,80	Mulyani dan Soenardi, (2000)
4.	Mahoni (<i>Swetenia sp</i>)	Lg = 0,90 Ts = 1,30	0,64	Martawijaya., dkk, (1989)

Keterangan: Lg= arah longitudinal, Ts= arah transversal

2.4. Metode analisis data

Penentuan Volume kering dilakukan dengan pendekatan volume pada kondisi kering atau telah mengalami penyusutan kayu pada arah transversal maupun longitudinal. Volume kering kayu dapat diperoleh dengan mengalikan persen (%) penyusutan kayu. Menurut Hardjana (2010) rumus volume kayu sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot T \cdot f \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- V = Volume Kering
- π = 3,14
- D = Diameter Kondisi Kering
- T = Tinggi Kondisi Kering
- F = faktor koreksi

Menurut Standar Nasional Indonesia [SNI] nomor 7724 (2011) Penentuan Biomassa/Massa dan karbon tersimpan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$M = BJ \times V_k \times BEF \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- BJ = Berat Jenis
- Vk = Volume kering
- BEF = Biomassa Eksfaktion Factor (1,3)

$$C_b = B \times \% C \text{ Organik} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- Cb = Kandungan karbon dari biomassa (kg)
 B = Total biomassa (kg)
 %C Organik = Nilai presentase kandungan karbon, sebesar 0,47

Penentuan potensi biomassa dihitung dengan mengalikan biomassa yang diperoleh per plotnya dengan konversi satuan ke ton/ha. Menurut Adhitya, dkk (2013) Perhitungan kandungan Biomassa per hektar untuk biomassa atas permukaan tanah dengan rumus yaitu sebagai berikut :

$$\text{Biomassa (Kg/ha)} = \text{Biomassa (dalam kg/m}^2\text{)} \times 10.000 \text{ m}^2 \dots\dots\dots (4)$$

Biomassa dan karbon tersimpan memiliki hubungan sebab akibat dengan nilai volume pohon. Penentuan nilai biomassa dan karbon tersimpan dapat diketahui melalui pendekatan nilai volume. Menurut Ruslianto dkk (2019), penentuan hubungan sebab akibat terhadap dimensi pohon menggunakan rumus umum regresi sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + bX \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

- \hat{Y} = Nilai duga biomassa
 X = Volume (m³)
 a,b = konstanta regresi

Menurut Nursiyono dan Wahyuningtyas (2017), Nilai R² dapat diperoleh dari komponen analisis regresi menggunakan formulasi sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{JKK}{JKT} \dots\dots\dots (6)$$

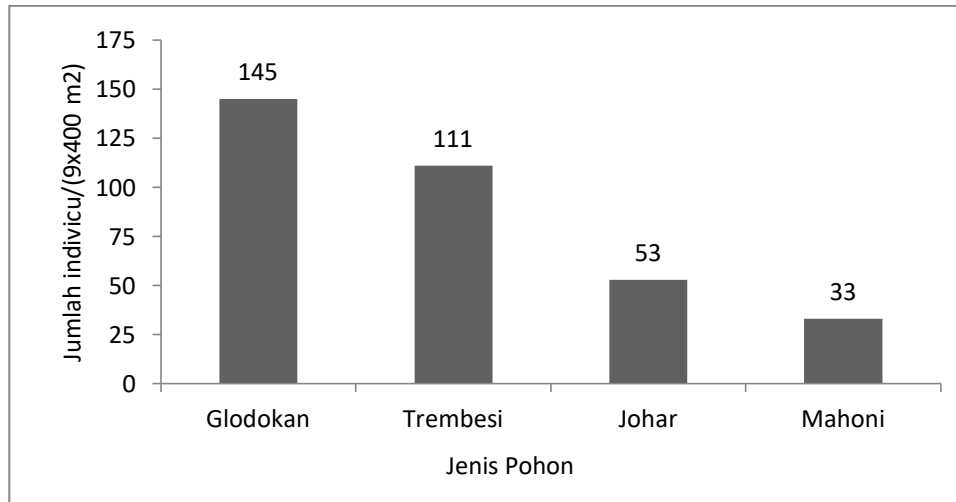
Keterangan :

- R² = Koefisien determinasi
 JKK = jumlah kuadrat kolom
 JKT = jumlah keuadrat total

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Jenis Pohon pada Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh jenis pohon ruang terbuka hijau kota Polewali Mandar yang tersebar pada hutan kota, taman kota dan jalur hijau meliputi jenis; glodokan (*Polyalthia Longifolia*), trembesi (*Samanea saman*), johar (*Cassia siamea*), dan mahoni (*Switenia macrophylla*). Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1. jenis pohon ruang terbuka hijau kota polewali mandar didominasi oleh glodokan. Keberadaan jenis glodokan hanya terdapat di taman kota dan lebih banyak ditemukan pada jalur hijau, berbeda dengan jenis tanaman lainnya, ditemukan hampir diketiga tipe ruang terbuka hujau Polewali Mandar.



Gambar 1. Jumlah pohon pada plot RTH

Dominannya jenis glodokan pada jalur hijau karena manfaat tanaman ini memiliki nilai keindahan yang khas pada tajuknya dan penyerap polutan yang baik dari kendaraan bermotor. Menurut Putri dkk, (2013) glodokan tiang memiliki stomata yang cukup baik dalam menyerap CO₂ ataupun polutan lainnya yang ada pada jalur hijau. Trembesi, johar dan mahoni banyak ditemukan di taman kota dan hutan kota, keberadaan pohon ini mendukung kebutuhan pohon yang rindang sebagai penauang dan produsen udara segar perkotaan bagi pengunjung yang melakukan aktivitas di lokasi tersebut. Menurut Sundari (2009), hutan kota kota memiliki potensi ekosistem yang baik dijadikan media atau sarana publik untuk masyarakat melakukan kontak sosial dan penilaian akan kelestarian alam karena keberadaan pohon-pohon yang mendominasi sehingga tercipta kenyamanan secara alami. Menurut Widiastuti (2013), taman kota juga membutuhkan pohon-pohon yang tumbuh besar dan rindang untuk mendukung fungsi sosial, pelestarian lingkungan dan estetika. Hal ini menjadi alasan pohon-pohon yang rindang seperti Trambesi, johar dan mahoni lebih banyak dijumpai di taman kota dan hutan kota.

3.2. Biomassa dan Karbon Tersimpan Jenis Pohon RTH

Biomassa berdasarkan jenis pohon yang terdapat di RTH Kota Polewali diperoleh sebanyak 571,83 ton/ha. Seperti terlihat pada Tabel 2. Biomassa terbanyak berurutan dihasilkan jenis trambesi, mahoni, johar dan glodokan. Besarnya nilai biomassa trambesi dipengaruhi oleh diameter dan tinggi pohon menyebabkan besarnya nilai volume. Berbanding terbalik dengan jumlah keberadaan jenis glodokan dikarenakan volume pohon yang sedikit, baik disetiap individunya maupun total keseluruhan jenisnya. Menurut Lubis dkk, (2013) peningkatan biomassa dan karbon tersimpan pohon seiring dengan pertambahan dimensi batangnya meliputi diameter dan tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa pada diameter dan tinggi memiliki hubungan yang linier.

Tabel 2. Biomassa dan karbon tersimpan berdasarkan jenis pohon

No	Jenis Pohon	Biomassa			Karbon (ton/ha)
		(kg/m ²)	(kg/ha)	(ton/ha)	
1	Glodokan (<i>Polyalthia longifolia</i>)	3,36	33.611,13	33,61	15,80
2	Johar (<i>Senna siamea</i>)	3,78	37.845,65	37,85	17,79
3	Mahoni (<i>Swetenia sp</i>)	11,84	118.424,69	118,42	55,66
4	Trambesi (<i>Samanea saman</i>)	38,20	381.951,27	381,95	179,52
Total		57,18	571.832,74	571,83	268,76

Secara umum karbon tersimpan pohon sejalan dengan nilai biomassa pohon tersebut. Hal ini dikarenakan nilai kadar karbon biomassa umumnya berkisar 0,47 (SNI, 2011). Hasil penelitian menunjukkan pohon trambesi memiliki total karbon tersimpan terbanyak bila dibandingkan dengan pohon mahoni, johar dan glodokan. Pertumbuhan yang cepat dan kemampuan pohon trambesi menyerap karbon dioksida (CO₂) menjadikan tanaman ini yang memiliki karbon tersimpan terbanyak diantara pohon jenis lainnya.

3.3. Potensi Biomassa dan Karbon Tersimpan RTH

Perhitungan biomassa dan karbon tersimpan pohon dilakukan berdasarkan biomassa yang diperoleh per plotnya dengan konversi satuan ke ton/ha. Beragamnya nilai biomassa dan karbon tersimpan pada plot penelitian dipengaruhi oleh komposisi pohon yang ditemukan pada plot penelitian. Hasil penelitian diketahui nilai biomassa dan karbon tersimpan bervariasi berdasarkan jenis ruang terbuka hijau. Seperti terlihat pada Tabel 3. Biomassa dan karbon tersimpan berturut-turut dari yang tertinggi yakni jalur hijau, hutan kota dan taman kota. Menurut Millang dan Yuniati, (2010) beragamnya nilai biomassa dan karbon tersimpan pada suatu wilayah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah pohon, karakteristik batang pohon dan umur pohon. Jumlah jenis pohon pada masing-masing RTH berkisar 2-4 jenis disetiap plotnya. Sedangkan batang pohon berupa dimater dan tinggi masing-masing berkisar (4,39-114,64) centimeter dan (7-23) meter.

Tabel 3. Biomassa dan karbon tersimpan berdasarkan jenis ruang terbuka hijau

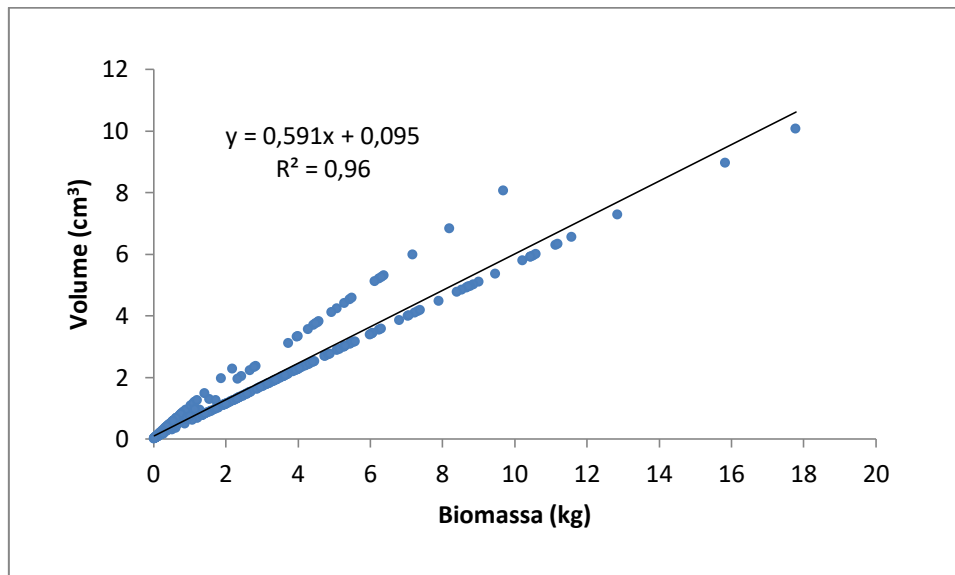
No	Jenis RTH	Potensi Biomassa			Potensi Karbon (ton/ha)
		(kg/m ²)	(kg/ha)	(ton/ha)	
1	Taman Kota	5,42	54246,74	54,25	25,50
2	Hutan Kota	7,66	76648,79	76,65	36,02
3	Jalur Hijau	44,09	440937,21	440,94	207,24
Total		57,18	571.832,74	571,83	268,76

Biomassa dan karbon tersimpan yang paling banyak terdapat pada Jalur Hijau yaitu biomassa 3898,92 kg/ha dan karbon 183,25 ton/ha, Hal ini disebabkan karena jenis dan jumlah pohon yang ditemukan pada setiap plot penelitian sangat beragam, sehingga karbon tersimpan pada tegakan pohon sangat bervariasi sesuai dengan jumlah dan jenis yang ada di masing - masing plot. Tingginya nilai

karbon tersimpan pada tegakan dipengaruhi oleh besarnya nilai biomassa, dimana biomassa pohon ditentukan oleh dimensi batang pohon, jenis, dan jumlah pohon. Hal ini sejalan pernyataan Indrajaya dan Mulyana (2017), bahwa rata-rata cadangan karbon tidak hanya dipengaruhi oleh satu parameter saja, tetapi juga dipengaruhi oleh dimensi pohon, keanekaragaman jenis tanaman, dan kerapatan individu yang kesemuanya memberikan kontribusi besarnya nilai cadangan karbon suatu tegakan.

3.4. Hubungan volume terhadap biomassa dan karbon tersimpan

Berdasarkan kurva hubungan volume dengan biomassa (Gambar 1.) hubungan volume dengan biomassa menunjukkan hampir semua titik berada pada garis regresi yang bermakna variabel volume dengan biomassa memiliki hubungan linier satu sama lainnya. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,96 yang ditafsirkan nilai variabel X (volume) memiliki pengaruh kontribusi sebesar 96% terhadap nilai Y (biomassa) dan sisanya 4% dipengaruhi oleh faktor lainnya. Menurut Sugiyono (2012), nilai koefisien determinasi yang berada pada kisaran 80% - 100% memiliki makna adanya hubungan yang sangat kuat terhadap variabel terikat dan variabel bebasnya. Sehingga dapat dikatakan terdapat hubungan yang sangat kuat antara volume dengan biomassa. Makna hubungan ini juga terjadi pada volume dengan karbon tersimpan, dimana perubahan setiap nilai biomassa menjadi karbon tersimpan sama setiap individu pohonnya yakni pengalihan terhadap kadar karbon 0,47.



Gambar 1. Hubungan biomassa dengan volume pohon

Menurut Siregar (2017), Nilai coefficients (a) menunjukkan bahwa model persamaan regresi untuk memperkirakan besaran nilai Y akan sama dengan nilai (a) jika nilai X adalah nol. Nilai konstanta (a) dan (b) berurutan sebesar 0,095 dan 0,591 yang bermakna bahwa biomassa akan sebesar 0,095 jika volume sama dengan nol. Hal ini menunjukkan bahwa nilai biomassa akan menurun jika nilai volume menurun, begitupun sebaliknya. Sehingga dibutuhkan nilai diameter lebih dari nol untuk memperoleh nilai biomassa lebih dari nilai (a).

Berdasarkan jenis pohon dan potensi biomassa pada ruang terbuka hijau polewali serta keterkaitan dimensi pengukurannya, memiliki nilai yang cukup bervariasi. Jika dilihat hasil perhitungan biomassa dan karbon tersimpan RTH polewali masing-masing 571,83 ton/ha dan 268,76 ton/ha cukup tinggi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Febrianto (2017) yang memperoleh estimasi besaran biomassa dan karbon tersimpan RTH Kabupaten Sleman masing-masing 540,20 ton/ha dan 270,10 ton/ha. Namun rendah bila dibandingkan hasil penelitian Millang dan Yuniati (2010) pada RTH Universitas Hasanuddin yang memperoleh estimasi biomassa dan karbon tersimpan masing-masing 632,69 ton/ha dan 335,56 ton/ha. Adanya variasi ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik RTH pada masing-masing wilayah, baik itu jenis pohon dan dimensinya, komposisi tegakan maupun metode yang digunakan. Sehingga penelitian potensi biomassa dan karbon tersimpan pada RTH masing-masing wilayah, termasuk wilayah polewali ini sangat penting dilakukan untuk memberikan informasi detail potensi tersebut sesuai karakteristik ruang terbuka hijau.

4. KESIMPULAN

Biomassa RTH Kota Polewali sebesar 571,83 ton/ha dan karbon tersimpan 268,76 ton/ha yang terdapat pada hutan kota, taman kotan dan jalur hijau. Jenis pohon yang tersebar di RTH Polewali meliputi; glodokan (*Polyalthia longifolia*), johar (*Senna siamea*), mahoni (*Swetenia sp*) dan trembesi (*Samanea saman*). Trembesi merupakan jenis yang memiliki biomassa dan karbon tersimpan dominan sebesar 381,95 (ton/ha) dan 179,52 (ton/ha). Jalur hijau menjadi jenis RTH yang memiliki dan karbon tersimpan terbanyak saat ini yakni 440,94 (ton/ha) dan 207,24 (ton/ha). Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,96 yang bermakna adanya hubungan yang sangat kuat antara volume dengan biomassa dan karbon tersimpan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurohim A., Yl. Madang, U. Sutisna. 2004. Atlas Kayu Indonesia Jilid III. Bogor: Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. Departemen Kehutanan.
- Adhitya, P.W., G. Hardiansyah., and A. Yani, 2013. Estimasi Kandungan Karbon Atas Permukaan Tanah Pada Pohon Dikawasan Hutan Kota Kabupaten Ketapang. *Jurnal Hutan Lestari*, 2(1), 23-32.
- Fitri, A., I. Invanni., and A. Arfan. 2020. Tingkat Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau. *Jurnal LaGeografia*, 18(2), 90-98.
- Febriantoro, C. 2017. Pemetaan Potensi Biomassa dan Karbon Di Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Sleman. Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada.
- Hardjana, A.K, 2010. Potensi biomassa dan karbon pada hutan tanaman Acacia mangium di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 7(4), 237-249.
- Hidayati F., dan P.B. Siagian. 2012. Struktur dan Sifat Kayu Trambesi (*Samanea saman MERR*) dari Hutan rakyat di Yogyakarta. *In Prosiding Seminar Nasional Mapeki XII*, 228-232.
- Indrajaya, Y., and S. Mulyana. 2017. Simpanan Karbon dalam Biomassa Pohon di Hutan Kota Kebun Binatang Bandung. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS*, VIII, 550-560.

- Lubis, S.H., H.S. Arifin., dan I. Samsuudin. 2013. Analisis cadangan karbon pohon pada lanskap hutan kota di DKI Jakarta. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 10(1), 1-20.
- Martawijaya A., Y.I. Madang., A.P. Soewanda., dan K. Kosasi. 1989. Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan.
- Millang, S. and E. Yuniati. 2010. Potensi Serapan Karbon Beberapa Jenis Tanaman pada Ruang Terbuka Hijau Universitas Hasanuddin Makassar. *Biocelebes*, 4(2). 113-122.
- Mulyani, S.R.D., dan P. Soenardi. 2000. Variasi Struktur Anatomi, Sifat kimia dan Fisika mekanika kayu johar (*Cassia siamea*). *Disertasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Nuriyono. J.A., dan F., Wahyuningtyas. 2017. Pengantar Statistika Dasar. Bogor: *In Media Publishing*.
- Putri, A.R., K. A.Lila., dan I. N. G. Astawan. 2013. Studi Tanaman Penghijauan glodokan Tiang (*Polythea longifolia*), Kasia Emas (*Cassia surattensis*), Kelapa (*Cocos nucifera*) Sebagai Penyerap Emisi Gas Karbon Dioksida Di Jalan PB. Sudirman. *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 2(2), 108-115.
- Rakhmawati, M., 2012. Hubungan Biomassa Penutup Lahan Dengan Indeks Vegetasi di Kabupaten Mamuju Utara, Sulawesi Barat. *Majalah Ilmiah Globe*. 14(2), 157-169.
- Ruslianto, M., Alviani, Maisuri., dan D., Irundu. 2019. Model Alometrik Biomassa *Rhizophora Apiculata* Di Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal Buletin Eboni*. 1(1), 11-19.
- Setiawan, A. and J. Hermana. 2013. Analisa Kecukupan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Penyerapan Emisi CO₂ dan Pemenuhan Kebutuhan Oksigen di Kota Probolinggo. *Jurnal Teknik ITS*, 2(2), 171-174.
- Siregar, S. 2017. Metode Penelitian Kuantitatif; Perbandingan Perhitungan Manual dan SPSS. Jakarta: Kencana.
- SNI. 2011. Standar Nasional Indonesia Nomor 7724. Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sugiyono. (2012). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Sundari, E. S. 2010. Studi Untuk Menentukan Fungsi Hutan Kota Dalam Masalah Lingkungan Perkotaan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota UNISBA*, 6(2), 68-83.
- Syukri, M., Mashoreng, S., Werorilangi, S., Isyrini, R., Rastina, R., Faizal, A., Tahir, A. and Gosalam, S., 2018. Kajian Stok Karbon Mangrove di Bebanga Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat. *Proceeding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*. (5), 335-342.
- Widiastuti, K. 2013. Taman Kota dan Jalur Hijau Sebagai Ruang Terbuka Hijau Publik di Banjarbaru. *Jurnal Modul*, 13(2), 57-64.