



**ESTIMASI CADANGAN KARBON PADA NEKROMASSA DI COBAN PUTRI
KOTA BATU DAN HUTAN KOTA MALABAR MALANG**

SKRIPSI

Oleh:

ARIE ACHSAN WILDAN SURYANI

21901061062



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2023

ABSTRAK

Arie Achsan Wildan Suryani (NPM. 21901061062) Estimasi Cadangan Karbon pada Nekromassa di Coban Putri Kota Batu dan Hutan Kota Malabar Malang

Dosen Pembimbing I : Dr. Sama' Iradat Tito, S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing II : Hamdani Dwi Prasetyo, S.Si., M.Si

Pemanasan global (*global warming*) sudah banyak menjadi perbincangan karena dampaknya sangat dirasakan oleh masyarakat di seluruh dunia. Pemanasan global terjadi salah satunya dikarenakan oleh efek gas rumah kaca yang berlebih. Efek rumah kaca menyebabkan kandungan karbon dioksida (CO₂) di atmosfer meningkat setiap tahunnya karena emisi dari kendaraan bermotor, pabrik, dan kebakaran hutan, hal inilah yang menyebabkan pemanasan global terjadi. Hutan kota memiliki fungsi untuk menyerap dan menyimpan CO₂ dalam bentuk cadangan karbon yang tersimpan pada tumbuhan hidup (biomasa) dan tumbuhan mati (nekromassa). Cadangan karbon pada nekromassa penting untuk dihitung karena dapat mempresentasikan CO₂ yang akan terlepas ke atmosfer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi cadangan karbon pada nekromassa di Hutan Kota Malabar dan membandingkannya dengan Coban Putri. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan pengambilan data secara eksploratif. Sampel diambil di dua lokasi berbeda yaitu Hutan Kota Malabar dan Coban Putri. Ditentukan 9 plot pengamatan yang terbagi dalam 3 stasiun (*circle, windrow, dan harvest*). Sampel yang diambil berupa pohon mati, kayu mati, dan serasah yang berada di plot pengamatan. Sampel kemudian diamati di laboratorium untuk diperoleh hasil berupa cadangan karbon. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh berat nekromassa di Hutan Kota Malabar senilai 5.431,667 kg dan di Coban Putri senilai 2.608, 363 kg. Dan diperoleh cadangan karbon 2.552,884 kg di Hutan Kota Malabar dan 1.225,947 kg di Coban Putri. Analisis perbandingan cadangan karbon pada kedua tempat menggunakan uji *Mann Whitney* memperoleh nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* 0,17 yang lebih besar dari taraf signifikan, sehingga menghasilkan keputusan bahwa cadangan karbon di Hutan Kota Malabar dan Coban Putri tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hasil pengukuran faktor abiotik berupa suhu udara (26°C dan 22°C), kelembaban udara 52% dan 54%), intensitas cahaya (1265 lux dan 1999 lux), kadar pH tanah (6,9 dan 6,8), serta kelembaban tanah (57 % dan 67%), menunjukkan hubungan korelasi yang kuat dan berbanding lurus antara cadangan karbon dengan kelembaban tanah, dengan artian semakin tinggi kelembaban tanah maka semakin tinggi pula cadangan karbon yang dimiliki.

Kata kunci: cadangan karbon, coban putri, hutan kota malabar, nekromassa

ABSTRACT

Arie Achsan Wildan Suryani (NPM. 21901061062) **Estimation of Carbon Stocks in Necromass in Coban Putri Batu City and Malabar Malang City Forest**

Supervisor I : Dr. Sama' Iradat Tito, S.Si., M.Si

Supervisor II : Hamdani Dwi Prasetyo, S.Si., M.Si

Global warming has become a topic of much discussion because its impact is felt by people throughout the world. Global warming occurs partly due to the effects of excessive greenhouse gases. The greenhouse effect causes the carbon dioxide (CO₂) content in the atmosphere to increase every year due to emissions from motor vehicles, factories and forest fires, this is what causes global warming to occur. Urban forests have the function of absorbing and storing CO₂ in the form of carbon reserves stored in living plants (biomass) and dead plants (necromass). Carbon reserves in necromass are important to calculate because they represent CO₂ that will be released into the atmosphere. The aim of this research is to estimate carbon stocks in necromass in the Malabar City Forest and compare them with Coban Putri. The method used in this research is a quantitative descriptive method with exploratory data collection. Samples were taken in two different locations, namely Malabar City Forest and Coban Putri. Nine observation plots were determined which were divided into 3 stations (*circle*, *windrow* and *harvest*). Samples taken were dead trees, dead wood and litter in the observation plot. The samples are then observed in the laboratory to obtain results in the form of carbon reserves. Based on the research results, it was found that the necromass content in the Malabar City Forest was worth 5.431,667 kg and in Coban Putri it was worth 2.608,363 kg. And resulting in carbon reserves of 2.552,884 kg in the Malabar City Forest and 1.225,947 kg in Coban Putri. Comparative analysis of carbon stocks in the two places using the Mann Whitney test obtained the Asymp value. Sig. (2-tailed) 0,17 which is greater than the significant level, resulting in the decision that there is no significant difference in carbon stocks in the Malabar City Forest and Coban Putri. The results of measuring abiotic factors include air temperature (26°C and 22°C), air humidity 52% and 54%), light intensity (1265 lux and 1999 lux), soil pH levels 6.9 and 6.8), and humidity Soil (57% and 67%), shows a strong and directly proportional correlation between carbon reserves and soil moisture, meaning that the higher the soil moisture, the higher the carbon reserves.

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Karbon memegang peranan penting dalam kehidupan. Karbon membentuk sebagian besar struktur organik yang ada di biosfer. Karbon sangat mudah untuk ditemukan di sekitar kita, bahkan dalam tubuh manusia. Dalam tubuh manusia, proporsi karbon dapat mencapai 18,5% dan merupakan unsur terbanyak kedua setelah oksigen. Dan di alam semesta karbon menduduki unsur terbanyak keempat setelah hidrogen, helium, dan oksigen (Horwarth, 2015). Karbon senantiasa mengalami perputaran dalam biosfer dan atmosfer yang sering disebut siklus karbon. Proses biologis oleh organisme seperti pernafasan dan fotosintesis yang menggunakan dan menyimpan energi memerlukan siklus karbon (Vallero, 2014). Proses kunci dalam siklus karbon berawal dari fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan dengan menyerap serta mengabsorpsi karbon lalu menyimpannya dalam bentuk biomassa (materi organik pada tumbuhan hidup) berupa cadangan karbon (Dini, dkk., 2022).

Cadangan karbon adalah kandungan karbon yang tersimpan baik pada permukaan tanah berupa biomassa pada tumbuhan yang masih hidup, nekromassa pada tumbuhan yang sudah mati, maupun di dalam tanah sebagai bahan organik tanah (Susanti, dkk., 2021). Tumbuhan yang sudah mati, masih menyimpan cadangan karbon dalam bentuk nekromassa (materi organik pada tumbuhan mati). Cadangan karbon pada nekromassa akan bergantung pada kemampuan penyerapan karbon yang tinggi pada saat masih hidup. Hal ini dipengaruhi oleh faktor abiotik diantaranya kesuburan tanah seperti kadar pH, suhu tanah iklim, curah hujan, temperatur, intensitas cahaya, serta kesuburan tanah seperti, kadar pH, suhu, dan kelembaban tanah. Selain itu, cadangan karbon pada nekromassa terus berkurang dengan adanya proses dekomposisi (Anggraeny, 2017).

Dekomposisi adalah proses penguraian bahan organik yang berasal dari hewan dan tumbuhan baik secara fisik maupun kimia, menjadi senyawa anorganik (mineral) secara sederhana (Kusmana dan Yentiana, 2021). Selain memberikan dampak negatif, proses dekomposisi secara alamiah juga memberikan dampak positif dengan memberikan hara mineral sehingga dapat dimanfaatkan langsung oleh tumbuhan sebagai sumber nutrisi. Tumbuhan mati dan serasah merupakan komponen utama dalam pengembalian unsur hara sehingga dapat menjaga kesuburan tanah dan produktivitas primer ekosistem hutan (Gnankambary, dkk., 2008). Peran tumbuhan mati dan serasah dalam proses penyuburan tanah dan tanaman sangat bergantung pada laju produksi dan dekomposisi (Aprianis, 2011).

Keseimbangan antara laju produksi dan dekomposisi mempengaruhi akumulasi dan lapisan organik tanah sehingga nutrisi tercukupi dan tidak terlalu banyak yang terlepas ke atmosfer (Rahajoe dan alhamd, 2013).

Menurut Omo dan Rinal (2012), ketika terjadi penebangan liar dan pembakaran hutan, tumbuhan akan mati dan nekromassa (materi organik pada tumbuhan mati) yang tersimpan akan mengalami deforestasi. Deforestasi berdampak pada penyerapan karbondioksida dari udara melalui proses fotosintesis berkurang, karena tumbuhan habis ditebang dan dibakar, serta terlepasnya karbon yang sudah tersimpan kembali ke atmosfer secara langsung tanpa melalui proses dekomposisi. Wulandari, dkk., (2022), menyatakan bahwa, nekromassa penting untuk diukur karena nilai karbon pada nekromassa juga mempresentasikan jumlah karbon yang akan teremisikan secara perlahan oleh proses dekomposisi yang nantinya akan berpengaruh pada peningkatan gas rumah kaca di atmosfer. Mencegah deforestasi dan menjaga keseimbangan laju dekomposisi adalah upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi pemanasan global dan menjaga kelestarian ekosistem.

Allah SWT berfirman dalam QS. Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi *“Telah tampak kerusakan di darat dan laut disebabkan karena perbuatan manusia, Allah menghendaki agar mereka measakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”*. Dari ayat tersebut dapat dipahami bahwa Allah SWT membiarkan bencana dan kerusakan terjadi agar manusia sadar bahwa kerusakan tersebut adalah akibat dari perbuatan manusia sendiri. Allah SWT telah mengatur sedemikian rupa mekanisme di alam semesta ini dari hal yang besar sampai kecil sekalipun. tetapi tetap saja manusia yang diberi akal dan hawa nafsu melakukan perbuatan yang tidak benar. Pada akhir ayat, Allah SWT berfirman *“agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”*. Dari kerusakan dan bencana yang telah terjadi, kita selaku *khalifah* di bumi memiliki tanggung jawab untuk memperbaiki kerusakan tersebut dan menjaga kondisi bumi.

Hutan di daerah tropis mempunyai siklus hara yang spesifik dimana keadaan kanopi yang lebat memberikan kontribusi besar terhadap produktivitas hutan dengan gugurnya serasah yang jatuh (Kusmana dan Yentiana, 2021). Coban Putri merupakan bagian dari hutan lindung di daerah perbukitan diantara Gunung Kawi dan Gunung Arjuno, menjadikan kawasan Coban Putri memiliki kondisi alam yang masih terjaga sehingga juga memiliki faktor abiotik lingkungan yang optimal dan berpotensi memiliki cadangan karbon yang juga besar. Selain hutan lindung, hutan kota juga dibuat untuk menjadi paru-paru kota dengan menyerap polusi, menurunkan suhu, dan meningkatkan kelembaban (Kurnianto, 2020). Jika dilihat dari fungsi dan keberagaman vegetasi yang dimiliki, Hutan Kota Malabar memiliki

potensi cadangan karbon yang cukup besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Madapuri (2020), menunjukkan hasil pendugaan cadangan karbon pada biomassa tegakan di Hutan Kota Malabar sebesar 14.144,97 Kg.

Penghitungan cadangan karbon pada nekromassa di Hutan Kota Malabar dan Coban Putri belum pernah dilakukan. Hal tersebut menjadikan sumber informasi baru terkait cadangan karbon pada nekromassa yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi laju deforestasi dan menjaga kestabilan laju dekomposisi di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar dalam upaya mengurangi pemanasan global dan menjaga kelestarian ekosistem.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa berat nekromassa dan cadangan karbon pada pohon mati, kayu mati, dan serasah di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar?
2. Adakah perbandingan cadangan karbon di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar?
3. Bagaimana kondisi faktor abiotik lingkungan dan hubungannya dengan cadangan karbon di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui berat nekromassa dan cadangan karbon pada pohon mati, kayu mati, dan serasah di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar.
2. Mengetahui perbandingan cadangan karbon di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar.
3. Menganalisis kondisi faktor abiotik lingkungan dan hubungannya dengan cadangan karbon di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar

1.4. Batasan Penelitian

1. Pengambilan sampel dilakukan pada 3 stasiun yang masing-masing terdiri dari 3 plot pengamatan yang telah ditentukan pada dua lokasi berbeda yaitu Coban Putri (alami) dan Hutan Kota Malabar (buatan) untuk mengetahui adakah perbandingan berat nekromassa dan cadangan karbon pada kedua lokasi tersebut.
2. Kriteria sampel pohon mati berupa pohon masih berdiri tegak yang sudah menunjukkan berhentinya proses asimilasi yang ditandai dengan matinya jaringan-jaringan sel pada kulit dan batang, sampel kayu mati berupa semua atau bagian pohon mati yang sudah rebah dengan diameter lebih dari 10 cm, serta sampel

serasah berupa semua bagian tumbuhan yang gugur dari pohonnya dengan ukuran >2 mm diameter ≤ 10 cm.

1.5. Manfaat Penelitian

1.5.1. Aspek Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada akademisi dan peneliti terkait berat nekromassa dan cadangan karbon di Coban Putri dan Hutan Kota Malabar Malang serta perbandingannya antara kedua lokasi yang berbeda tersebut, sebagai pedoman dalam upaya pengembangan dan pelestarian lingkungan.

1.5.2. Aspek Aplikatif

1. Akademisi dan Peneliti

Diharapkan penelitian ini memberikan manfaat kepada akademisi dan peneliti berupa sumber informasi, literatur, dan tinjauan pedoman terkait berat nekromassa dan cadangan karbon serta perbandingannya di dua lokasi berbeda yang dapat menunjang penelitian lanjutan.

2. Instansi Pengelola Lingkungan

Diharapkan penelitian ini memberikan manfaat kepada instansi pengelola lingkungan berupa sumber informasi dan tinjauan pedoman terkait berat nekromassa dan cadangan karbon serta perbandingannya di dua lokasi berbeda sehingga menjadi evaluasi dari efektifitas daya resapan karbon di hutan kota malabar dan dapat dilakukan solusi efektif terkait pengembangan dan pelestarian lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berat nekromassa dan cadangan karbon berasal dari tiga sampel yaitu pohon mati, kayu mati dan serasah. Berat nekromassa di Hutan Kota Malabar senilai 5.431,667 kg dan di Coban Putri senilai 2.608,363 kg. Dan diperoleh cadangan karbon 2.552,884 kg di Hutan Kota Malabar dan di Coban Putri senilai 1.225,947 kg.
2. Analisis perbandingan cadangan karbon di Hutan Kota Malabar dan Coban Putri menggunakan Uji *Mann Whitney* diperoleh nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* 0,17 yang lebih besar dari taraf signifikan $\alpha = 0,05$. Maka menghasilkan keputusan cadangan karbon di Hutan Kota Malabar dan Coban Putri tidak terdapat perbedaan yang signifikan
3. Hasil pengukuran rata-rata faktor abiotik di Hutan Kota Malabar dan Coban Putri berupa suhu udara (26 dan 22°C), kelembaban udara (53 dan 54%), intensitas cahaya (1265 dan 1999 lux), kadar pH tanah (6,9 dan 6,8), serta kelembaban tanah (57 dan 67%). Analisis uji korelasi cadangan karbon di Hutan Kota Malabar dan Coban Putri menunjukkan hubungan korelasi dengan kelembaban tanah berbanding lurus yang sangat kuat.

5.2. Saran

Hasil penelitian ini memberikan informasi berupa pengukuran dan perbandingan berat nekromassa dan cadangan karbon di Hutan Kota Malabar dan Coban Putri serta hubungan korelasinya dengan faktor abiotik lingkungan. Namun masih perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait kemampuan tumbuhan mati dan hal-hal yang mempengaruhinya dalam pelepasan karbon kembali ke atmosfer, sehingga dapat diketahui persentase cadangan karbon yang terlepas untuk dekomposisi dan deforestasi



DAFTAR PUSTAKA

- Adimas, L., H. Zayadi, dan H.D. Prasetyo, 2023. Estimasi Stok Karbon di Precet Kawi Forest Wilayah Resort Pemangkuan Hutan Wagir KPH Malang. *Jurnal Ilmiah Sains Alami*. Vol. 6 (1): 8 – 16.
- Afdal, 2007. Siklus Karbon Dioksida di Atmosfer dan Samudra. *Oseana*. Vol. XXXII (2): 29 – 41.
- Ai, Nio Song, 2012. Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah Sains*. Vol. 12 (1): 28 – 34.
- Almulqu, A.A., 2019. Simpanan Karbon dua Jenis Vegetasi Hutan Kering Tropika di Wilayah Semi Arid Nusa Tenggara Timur. *Wanamukti*. Vol. 22 (2): 64 – 72.
- Al-Reza, D.D., R. Hermawan. L.B. Prasetyo, 2017. Potensi Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di Taman Hutan Raya Pancoran Mas, Depok. *Media Konservasi*. Vol. 22 (1): 71-78.
- Andriany, A., F. Fahrudin, dan A. Abdullah, 2018. Pengaruh Jenis Bioaktivator Terhadap Laju Dekomposisi Serasah Daun Jati *Tectona grandis* Lf. di Wilayah Kampus UNHAS Tamalanrea. *BIOMA Jurnal Biologi Makassar*. Vol. 3 (2): 31 – 42.
- Anggraeny, L.W., 2017. Analisis Laju Dekomposisi Serasah Tanaman Belimbing (*Averrhoa carambola* L.) Terhadap Keanekaragaman Fauna Tanah sebagai Sumber Belajar Biologi SMA. SKRIPSI. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Aprianis, Y., 2011. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah *Acacia crassicarpa* A. Cunn di PT. Arara Abadi. *Tekno Hutan Tanaman*. Vol. 4 (1): 41 – 47.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2011. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. Jakarta.
- Beck, C.B., 2010. *An Introducture to Plant Structure and Development: Plant Anatomy for the Twenty-First Century*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Budiman, G.H. dan Herlina D., 2015. Estimasi Biomasa Karbon Serasah dan Tanah pada Basal Area Tegakan Meranti Merah (*Shorea macrophylla*) di Areal Arboretum Universitas Tanjungpura Pontianak. *Jurnal Hutan Lestari Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura*. Vol. 3 (1): 98 – 107.
- Campbel, N.A. dan J.B. Reece, 2010. *Biology*. San Fransisco: Pearson Benjamin Cummings.

- Ciais, P., S. Chris, B. Govindasamy, L. Bopp, R. Defries, J. Galloway, M. Heimann, C. Jones, C. Le Quere, R. B. Myneni, S. Piao, P. Thornton, 2013. Carbon and Other biogeochemical cycles. *Climate Change: The Physical Science Basis*: 465 – 570.
- Dini, N.L.K., A. Jauhari, dan N. Rachmawati, 2022. Prediksi Nilai Karbon yang Hilang Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Banjarbaru. *Jurnal Sylva Scientiae*. Vol 5 (3): 372 – 378.
- Djumali, D. dan S. Mulyaningsih, 2014. Pengaruh Kelembaban Tanah Terhadap Karakter Agronomi, Hasil Rajangan Kering dan Kadar Nikotin Tembakau (*Nicotiana tobacum* L; Solanaceae) Tamanggung pada Tiga Jenis Tanah. *Berita Biologi: Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati* Vol. 13 (1): 1 – 11.
- Eggleston, H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., dan Tanabe K., 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Published: IGES, Japan.
- Farmen, H., Poltak B.P.P., dan Abdul R.R., 2014. Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di Areal Kampus Universitas Nusa Bangsa. *Jurnal Nusa Sylva Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa*. Vol. 14 (1): 10-19.
- Fauziah, C.A., L.N. Firdaus, dan S. Wulandari, 2023. Potensi Cadangan Karbon Nekromassa Kayu Mati pada Lahan Gambut Pasca Kebakaran Sebagai Rancangan Poster Selektornik Pembelajaran Biologi SMA. *Jurnal Biogenesis*. Vol. 19 (1): 53-69.
- Fiqa, A.P., T.H. Nursafitri, Fauziah, dan S. Masudah, 2021. Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Beberapa Aksesi *Dioscorea alata* L. Terpilih Koleksi kebun raya Purwodadi. *Jurnal Agro*. Vol. 8 (1): 25 – 39.
- Firdaus, Mochammad Ramdhan dan Lady Ayu Sri Wijiyanti, 2019. Fitoplankton dan Siklus Karbon Global. *Oseana Journal*. Vol. 44 (2): 35 – 48.
- Gnankambary, Z., Bayala, J., Malmer. A., Nyberg G., dan Hien V., 2008. Decomposition and Nutrient Release from Mixed Plant Litters of Contrasting Quality in an Agroforestry Parkland in the South-Sudanese Zone of West Africa. *Nutrient Cycling Agroecosystems*. Vol. 82 (1): 1 – 13.
- Hairiah, K. dan S. Rahayu, 2007. *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre – ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Handoko, 1995. *Klimatologi Dasar. Landasan Pemahaman Fisika Atmosfer dan Unsur-Unsur Iklim*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Hanum, A.M. dan N.D. Kuswytasari, 2014. Laju Dekomposisi Serasah Daun Trembesi (*Samanea saman*) dengan Penambahan Inokulum Kapang. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol. 3 (1): E-17 – E-21.
- Haruni, K., Wahyu C. A., dan Rinaldi I., 2012. Monograf model-model Allometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Tipe Ekosistem di Hutan Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengayaan Konservasi dan Rehabilitasi Bogor.
- Hendrawan, F., O. Sacjafraj, I.W.S.D., 2014. Potensi Biomassa Karbon Tegakan, Nekromas (*Necromass*), dan Serasah (*Litter*) pada Hutan Penelitian Dramaga. *Jurnal Nusa Sylva Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa*. Vol. 14 (1).
- Howarth, W., 2015. *Soil Microbiology, Ecologi, and Biochemistry (Fourth Edition)*. California (USA): Elsevier Inc.
- Hutasoit, H.P.A., Delvian, K.S. Hartini, 2014. *Cadangan Karbon Tersimpan pada Tegakan Cemara Laut (Casuarina equisetifolia L)*. Prodi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Ingber, Donald E., 1998. The Architecture of Life. *Scientific American*: 48 – 57.
- Irianto, K. 2006. *Ilmu Lingkungan*. Denpasar: PT. Percetakan Bali.
- Kurnianto, N.A., 2020. Evaluasi Pohon Berpotensi Rebah di Kawasan Hutan Kota Malabar Kota Malang. SKRIPSI. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Kusmana, C. dan R.A. Yentiana, 2021. Laju Dekomposisi Serasah Daun *Shorea guiso* di Hutan Penelitian Dramaga, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol. 12 (3): 172 – 177.
- Madapuri, G.N., 2020. Keanekaragaman Pohon dan Potensinya sebagai Cadangan Karbon di Hutan Kota Malang. SKRIPSI. Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Manuri, Solichin, C.A.S. Putra, dan A.D. Saputra, 2011. *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Palembang: Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ.
- Meliana, S., 2022. Estimasi Karbon Tersimpan pada Nekromassa Tumbuhan di Rawa lebak Kecamatan Martapura. *BIOSCIENTIAE*. Vol 19 (1): 31 – 43.
- Merbawani, L.A.Y., M. Rivai, dan H. Pirngadi, 2021. Sistem Monitoring Profil Kedalaman Tingkat Kelembaban Tanah Berbasis IoT dan LoRa. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 10 (2): A285 – A291.

- Mulyadin, M.R. dan Esa Pangerasa Gusti, 2015. Analisis Kebutuhan Luasan Area Hijau Berdasarkan Daya Serap CO di Kota Malang, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. Vol 12 (1).
- Mulyani, S., Kartasapoetra, dan Sastroatmojo, 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nursal, W. Syafi'ie, dan M.A. Hanif, 2015. Laju Dekomposisi Serasah Daun di Kawasan Hutan Larangan Adat Rumbio Kecamatan Kampar Kabupaten Kampar. *Jurnal Biogenesis*. Vol. 12 (1): 19 – 24.
- Nursanti, A. Adriadi, dan Sa'ini, 2021. Komponen Faktor Abiotik Lingkungan Tempat Tumbuh Puspa (*Schima walichii* DC. Korth) di Kawasan Hutan Adat Bulian Kabupaten Musirawas. *Jurnal Silva Tropika*. Vol. 5 (2): 438 – 445.
- Olson, J.S., 1963. Energy Storage and the Balance of Producer and Decomposer in Ecological Systems. *Ecology Journal*. 44 : 322 – 331.
- Omo R. dan Rinal S. L., 2012. Pendugaan Korelasi Antara Karakteristik Tanah Terhadap Cadangan Karbon (*Carbon Stock*) pada Hutan Skunder. *Jurnal Silvikultur Tropika*. Vol. 1 (1): 14 – 21.
- Paiman, 2019. *Korelasi dan Regresi Ilmu-Ilmu Pertanian*. Yogyakarta: UPY Press.
- Ponisri dan A. Farida, 2023. Estimasi Karbon pada Serasah dan Tegakan Dominan di Hutan Produksi Makbon KPHP Kabupaten Sorong. *Dinamika Lingkungan Indonesia*. Vol. 10 (2): 63 – 69.
- Pratama, S.A. dan R.I. Permatasari, 2021. Pengaruh Penerapan Standar Operasional Prosedur dan Kompetensi Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Divisi Ekspor PT. Dua Kuda Indonesia. *Jurnal Ilmiah M-Progress*. Vol. 11 (1): 38-47.
- Putri A.H.M. dan Wulandari C., 2015. Potensi Penyerapan Karbon Pada Tegakan Damar Mata Kucing (*Shorea javanica*) Di Pekon Gunung Kemala Krui Lampung Barat. *Sylva Lestari*. Vol. 3 (2): 1320.
- Quraisy, A. dan S. Madya, 2021. Analisis Nonparametrik *Mann Whitney* Terhadap Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Mengguakan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *Variansi: Journal of Statistics dan Its Application on Teaching and Research*. Vol. 3 (1): 51-57.
- Rahajoe, J.S. dan Alhamd, 2013. Biomassa Gugur Serasah dan Variasi Musiman di Hutan Dataran Rendah TN. Gunung Gede Pangrango. *Jurnal Biologi Indonesia*. Vol. 9 (1): 101 – 109.

- Rahayu, R., L. Hakim, dan A. Hayati, 2022 Estimasi Karbon pada Tegakan Coklat (*Theobroma cacao* L.) di Lahan Agroforestri Desa Sumerrejo, Pagak, Kabupaten Malang. *Jurnal Metamorfosa: Journal of Biological Science*. Vol 9 (1): 163 – 174.
- Riani, E. dan M.R. Cordova, 2016. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Safriani, H., R. Fajriah, S. Sapnaranda, S. Mirfa, dan M. Hidayat, 2017. Estimasi Biomassa Serasah Daun di Gunung Berapi Seulawah Agam Kecamatan Seulimeum Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. Isbn: 978-602-60401-3-8.
- Saputri, N.V.C., D.K.B. Surbakti, A.D. Tarmizi, B. Supriyanto, dan S. Anggraeni, 2022. Desain Eksperimen Fotosintesis Pengaruh Suhu Bermuatan Literasi Kuantitatif. *Jurnal Basicedu*. Vol. 6 (4): 7608 – 7618.
- Schober, P. dan Schwarte, L.A., 2008. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia and Analgesia*. Vol. 126 (5): 1763 – 1768.
- Siktiyana, M.N, 2023. Manfaat dan Fungsi Hutan Kota. *Lindung Hutan* Vol 3 (3).
- Subarudi, I. Samsuudin, Sylviani, E. Syahadat, K. Ariawan, E.Y. Suryadari, J.H. Panjaitan. 2014 *Sintesis Penelitian Integratif Pengembangan Hutan Kota pada Lanskap Perkotaan*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan-Pusat Litbang Perubahan Iklim dan Kebijakan. Bogor.
- Sugiyono, 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung Alfabeta.
- Susanti, E., Karyati, dan M. Syafrudin, 2021. Biomassa dan Cadangan Karbon Tiga Jenis Tumbuhan Herba (*Cylosorus interruptus*, *Nephrolepis biserrata*, dan *Digitaria didactyla*) pada Periode Penyiangan Berbeda. *Ulin – J Hut Trop*. Vol 5 (2): 73 – 79.
- Sya'ban, M. Ramli, dan W. Nurgaya, 2013. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove dengan Kelimpahan Plankton di Perairan Mangrove Teluk Moramo. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. Vol. 3 (12): 132 – 146.
- Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang. Jakarta (ID): Biro Peraturan Perundang-undangan Bidang Politik dan Kesejahteraan Rakyat.
- Uthbah, Z., E. Sudiyana, dan E. Yani, 2017. Analisis Biomasa dan Cadangan Karbon pada Berbagai Umur Tegakan Damar (*Aghatis dammara* (Lamb.) Rich.) di KPH Banyumas Timur. *Scripta Biologica*. Vol. 4 (2): 119-124.
- Vallero, D., 2014. *Fundamentals of Air Pollution (Fifth Edition)*. Nort Carolina (USA): Academic Pr.
- Waring, R.H., & Schlesinger, W.H., 1985. *Forest Ecosystems: Concepts and Management*. New York: Academic Press.



Wulandari, S. Y. Fauziyah. dan Irfan, 2022. Analisis Potensi Cadangan Karbon Nekromassa di Hutan Larangan Adat Kenagarian Rumbio Kecamatan Kampar Povinsi Riau. *Dinamika Lingkungan Indonesia*. Vol. 9 (2): 118-123.

Yahmani, A., 2013. *Studi Kandungan Karbon pada Hutan Alam Skunder di Hutan Pendidikan Mandiangin Fakultas Kehutanan UNLAM*. Vol. 1 (1). Fakultas Kehutanan. Universitas Lambung Mangkurat. Kalimantan Selatan.

