

Estimasi Cadangan Karbon Permukaan Tanah pada Lahan Kering di Kawasan *Marine Science Techno Park* (MSTP) Teluk Awur, Jepara

Jumari^{1,2*}, Sri Widodo Agung Suedy^{1,2}, Denny Nugroho Sugianto³, dan Priscilla Citta Kirana Wisalyakarini¹

¹Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Indonesia; email: jumari@live.undip.ac.id

²Cluster For Paleolimnology (CPalim), Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Indonesia

³Departemen Oceanografi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Indonesia

ABSTRAK

Pemanasan global menjadi salah satu isu lingkungan yang disebabkan oleh penumpukan gas rumah kaca di atmosfer salah satunya CO₂. Pengurangan CO₂ dapat dilakukan dengan menanam tumbuhan. Tumbuhan (tumbuhan hidup dan tumbuhan mati) dapat mengolah, menyerap dan menyimpan CO₂ yang terbentuk sebagai cadangan karbon. *Marine Science Techno Park* (MSTP) merupakan kawasan yang dikelola Universitas Diponegoro yang bekerja sama dengan pemerintahan Jepara di Kawasan Teluk Awur dan memiliki area lahan kering. Tujuan penelitian ini menganalisis biomassa pohon, nekromassa, tumbuhan bawah, dan serasah untuk mengestimasi stok karbon di Kawasan MSTP, Teluk Awur. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2022 – Maret 2023. Identifikasi dan penanganan sampel tumbuhan dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistemika, Departemen Biologi, Universitas Diponegoro. Metode dilakukan dengan mengambil data biomassa dengan membuat plot 20m x 20m (biomassa pohon), plot 5m x 5m (nekromassa), dan 1m x 1m (tumbuhan bawah dan serasah) pada 3 titik area lahan kering. Kemudian mengukur dan menganalisis estimasi cadangan karbon. Hasil dari kerapatan total pohon adalah 579 ind/ha dengan rata-rata biomassa pohon 291,99 t/ha. Rata-rata biomassa nekromassa 0,55 t/ha, rata-rata biomassa tumbuhan bawah 1,07 t/ha, dan rata-rata biomassa serasah 2,95 t/ha. Total estimasi cadangan karbon adalah 139,13 t/ha, termasuk kategori tinggi dengan kontribusi terbesar dari biomassa batang (>90%).

Kata kunci: Pemanasan Global, Lahan Kering, MSTP, Biomassa, Cadangan Karbon

ABSTRACT

Global warming is one of the environmental issues caused by the accumulation of greenhouse gases in the atmosphere, particularly CO₂. Reducing CO₂ can be achieved by planting vegetation. Plants (both living and dead) can process, absorb, and store CO₂, which is then formed as carbon reserves. The Marine Science Techno Park (MSTP) is an area managed by Diponegoro University in collaboration with the Jepara government in the Teluk Awur area and has dry land areas. This study aims to analyze the biomass of trees, necromass, understory vegetation, and litter to estimate carbon stocks in the MSTP area, Teluk Awur. The research was conducted from October 2022 to March 2023. Identification and handling of plant samples were carried out in the Ecology and Biosystematics Laboratory, Department of Biology, Diponegoro University. The method involved collecting biomass data by creating plots of 20m x 20m (tree biomass), 5m x 5m (necromass), and 1m x 1m (understory vegetation and litter) at three points in the dry land area, then measuring and analyzing the estimated carbon reserves. The results showed a total tree density of 579 ind/ha with an average tree biomass of 291.99 t/ha. The average necromass biomass was 0.55 t/ha, the average understory biomass was 1.07 t/ha, and the average litter biomass was 2.95 t/ha. The total estimated carbon stock was 139.13 t/ha, categorized as high, with the largest contribution from stem biomass (>90%).

Keywords: Global Warming, Dryland, MSTP, Biomass, Carbon Stock

Citation: Jumari, Suedy, S. W. A., Sugianto, D. N., dan Wisalyakarini, P. C. K. (2025). Estimasi Cadangan Karbon Permukaan Tanah pada Lahan Kering di Kawasan *Marine Science Techno Park* (MSTP) Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(5), 1385-1393, doi:10.14710/jil.23.5.1385-1393

1. PENDAHULUAN

Karbon (C) merupakan unsur kimia yang diabsorpsi dari atmosfer melalui proses fotosintesis

kemudian disimpan dalam bentuk biomasa (Istomo dan Farina, 2017). Karbon menjadi suatu unsur yang memiliki peran penting dalam kehidupan karena

dapat membentuk sebagian besar bahan organik yang ada di biosfer (Firdaus dan Wijayanti, 2019). Unsur ini berperan utama dalam pembangun biomassa dalam tubuh dan sumber energi (Ghafar dkk, 2018). Karbon dapat tersimpan dalam jangka panjang dengan berbentuk gas alam, minyak bumi, batu kapur, batu bara, dan tanah gambut. (Maku dkk, 2020). Karbon yang dikeluarkan dapat tersebar luas diudara dan membentuk gas karbondioksida (CO_2). Apabila terjadi pelepasan dengan jumlah maksimal maka terjadi penumpukan di atmosfer yang akan menyebabkan efek rumah kaca. Sehingga, suhu bumi mengalami peningkatan karena sinar matahari yang terperangkap di dalam atmosfer bumi dan terjadilah pemanasan global (Pratama, 2019).

Pemanasan global termasuk dalam isu lingkungan global yang sedang dihadapi dunia pada saat ini. Peristiwa ini terjadi akibat adanya peningkatan gas rumah kaca terutama karbon dioksida (CO_2). Peningkatan gas rumah kaca dipengaruhi oleh penggunaan *Air Conditioner* (AC), gas alam, dan minyak bumi yang melepaskan CO_2 di atmosfer, sehingga terjadi penumpukan di atmosfer (Pratama & Parinduri, 2019). Selain itu, sektor industri juga menjadi penyumbang terbesar gas rumah kaca berupa karbon dioksida (CO_2) dan metana (CH_4) sehingga menyebabkan perubahan iklim yang ekstrim (Azzahra dkk., 2020).

Tingginya dampak gas rumah kaca, memerlukan upaya yang seimbang dalam mengurangi laju pemanasan global dapat dilakukan dengan mempertahankan atau melakukan konservasi hutan melalui penanaman berbagai jenis tumbuhan. Tumbuhan merupakan tempat penyimpanan utama karbon dalam bentuk biomassa. Tumbuhan akan menyerap CO_2 melalui proses fotosintesis kemudian diubah menjadi energi, disebarkan keseluruh bagian tumbuhan dan ditimbun di dalamnya (Istomo dan Farida, 2017). Cadangan karbon yang tersimpan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti keanekaragaman jenis, tinggi, basal area, dan kerapatan pohon, nekromassa, serasah, tumbuhan bawah, serta jenis tanah (Rahajoe dkk, 2016; Mardiana dkk, 2018).

Komponen cadangan karbon disimpan dan dapat ditemukan di permukaan tanah. Cadangan karbon tersebut diserap oleh tanaman hidup seperti pohon, dan tumbuhan bawah, maupun tanaman mati seperti nekromassa dan serasah, kemudian disimpan dalam bentuk biomassa (Farmen dkk, 2014). Nekromassa merupakan massa dari bagian tumbuhan dapat berupa daun, ranting, serasah, cabang, akar maupun batang utama (Wulandari dkk, 2022) yang telah mati dan terdapat di atas permukaan tanah (Melina dkk, 2021). Komponen ini mengandung karbon sebesar 23,35% yang kurang lebih hampir sama dengan serasah dan lebih rendah dibandingkan dengan vegetasi hidup maupun yang tersimpan di dalam tanah. Nekromassa diakibatkan oleh faktor

lingkungan seperti cuaca yang ekstrem, akibat aktivitas manusia, aktivitas hewan, serta akibat terinfeksi oleh penyakit ataupun hama (Hilwan & Nurjannah, 2014). Serasah merupakan guguran daun, ranting dan cabang, bunga, buah, hingga kulit kayu berada dilapisan teratas dari permukaan tanah berasal dari bahan yang telah mati dan mengalami dekomposisi (Bargali., *et al*, 2015). Serasah dapat berpotensi melepaskan CO_2 ke atmosfer melalui proses dekomposisi yang menghasilkan emisi karbon (Muhdi, *et al.*, 2021).

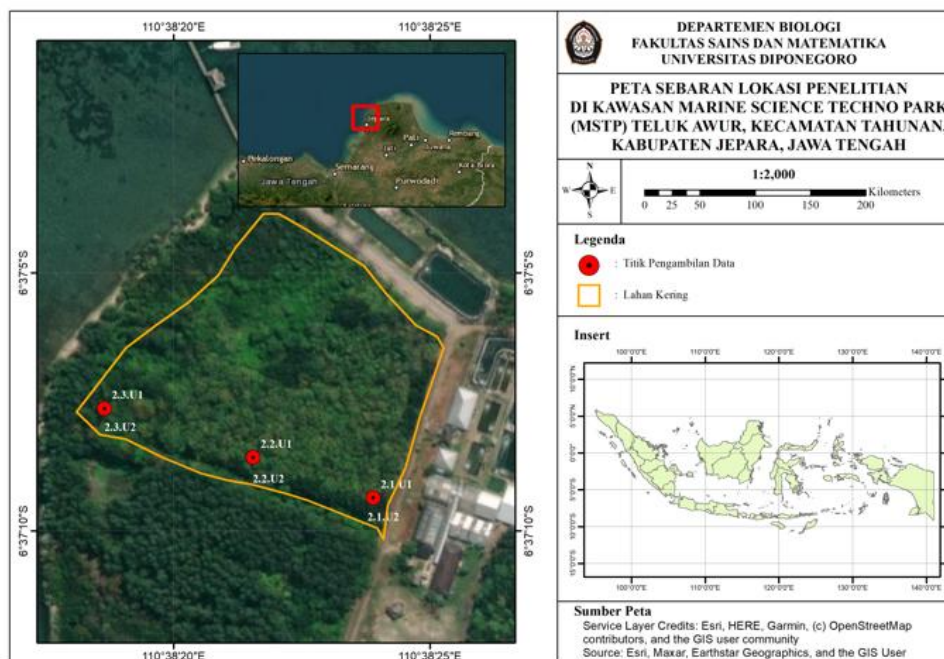
Indonesia memiliki hutan dengan luasnya mencapai 125,80 juta ha (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023). Hutan memiliki peran penting dalam menyimpan dan menampung cadangan karbon. Secara global hutan tropis dapat menyimpan karbon sekitar 1,15 t/ha (Philips and Lewis 2014). Cadangan karbon dapat ditemukan di berbagai jenis tumbuhan lahan kering. Lahan kering merupakan lahan yang tidak mengalami genangan air dalam jangka waktu yang lama dalam periode satu tahun, tidak dipengaruhi oleh aliran air secara terus menerus dan umumnya hanya bergantung pada curah hujan (Alim, dkk., 2022).

Marine Science Techno Park (MSTP) di Teluk Awur, Jepara, Kecamatan Tahunan yang didirikan oleh Universitas Diponegoro merupakan kawasan edukasi dan rekreasi yang bertemakan maritim. Kawasan MSTP yang seluas 51,83 hektar ini mempunyai beberapa fasilitas seperti area hutan mangrove, area lahan kering, tambak udang, pelabuhan, pengairan, hingga eduwisata laut. Pada lahan kering kawasan Marine Science Tehcno Park terdapat berbagai jenis tanaman darat yang dapat memberikan gambaran mengenai data cadangan karbon yang digunakan sebagai upaya mitigasi dalam rangka mengurangi dampak pemanasan global. Namun, belum terdapat data terdahulu mengenai cadangan karbon di kawasan MSTP sehingga peneliti melihat adanya potensi untuk melakukan penelitian mengenai cadangan karbon di permukaan. Topik ini diambil dengan melakukan analisis kerapatan pohon, biomassa pohon, biomassa nekromassa, biomassa tumbuhan bawah, dan biomassa serasah serta hasil cadangan karbon pada kawasan MSTP Teluk Awur sebagai informasi bagi pembaca maupun penelitian berikutnya mengenai cadangan karbon di kawasan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di kawasan *Marine Science Techno Park* (MSTP) dari bulan Oktober 2022 – Maret 2023. Identifikasi serta penanganan sampel dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistematika, Departemen Biologi, Universitas Diponegoro.



Gambar 1. Nilai Biomassa Nekromassa di Ketiga Titik pada Kawasan MSTP, Teluk Awur Jepara

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi: rol meter untuk membuat plot sampling; soil tester untuk mengukur pH, kelembaban, dan intensitas cahaya; GPS untuk mengetahui titik koordinat pada tiap zona penelitian; pasak untuk menghubungkan tali rafia; martil untuk memasukkan pasak pada lubang; tali rafia untuk memudahkan dalam pembuatan plot sampling di tiap zona; timbangan digital untuk menimbang sampel tumbuhan bawah dan serasah; oven listrik untuk mengoven tumbuhan bawah dan serasah sehingga mendapatkan berat kering; buku dan alat tulis untuk mencatat data di lapangan dan memberi kode pada sampel; kantong sampel untuk menyimpan sampel nekromassa, tumbuhan bawah, dan serasah yang diambil; label untuk memberi nama pada setiap sampel; kertas koran untuk membungkus sampel saat di oven.

2.3. Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada MSTP dilakukan di area lahan kering (vegetasi darat) yang tidak dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan ditumbuhi oleh tumbuhan darat. Lokasi pengambilan sampel dibagi menjadi tiga zona yaitu zona depan (1), zona tengah (2), dan zona belakang (3). Pada setiap zona dilakukan dua pengulangan sehingga total keseluruhan terdapat 6 titik pengambilan sampel.

Sampel yang diambil adalah biomassa pohon, nekromassa, tumbuhan bawah, dan serasah dengan yang berada di dalam plot sampling. Plot sampling dibuat dengan bantuan garis transek ukuran 200 m tegak lurus garis pantai, kemudian diletakkan secara sistematis dengan jarak 50 m pada setiap zona.

2.4. Prosedur Pengambilan Sampel

2.4.1. Biomassa Pohon

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *non destructive sampling*. Hal ini disampaikan oleh Drupadi dkk (2012) bahwa, *non destructive sampling* adalah metode yang dilakukan tanpa memanen seluruh bagian tumbuhan sehingga tidak rusak. Pengambilan data dilakukan dengan membuat plot 20 m x 20 m kemudian mengamati jenis pohon, menghitung jumlah individu pohon, tinggi pohon, serta mengukur diameter batang setinggi dada atau 1,3 m dari permukaan tanah.

2.4.2. Biomassa Nekromassa

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *destructive sampling*. Hal ini sesuai dengan karuru, dkk (2020) bahwa metode *destructive sampling* dilakukan dengan memanen bagian tumbuhan. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan plot sampling ukuran 5 m x 5. Semua bagian batang, cabang, dan ranting pohon yang sudah mati diambil kemudian dilakukan pendataan dengan mengukur panjang dan diameter dari masing-masing nekromassa, setelah itu dimasukkan kedalam kantong sampel dan diberi kode yang sudah ditentukan.

2.4.3. Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah

Pengambilan dan pengukuran sampel biomassa tumbuhan bawah dan serasah dilakukan dengan menggunakan metode *destructive sampling*. Hal ini disampaikan oleh Banjarnahor, dkk (2018) bahwa, metode *destructive sampling* merupakan metode yang dilakukan dengan memanen seluruh bagian tumbuhan. Prosedur pengambilan sampel pada tumbuhan bawah dan serasah dilakukan dengan membuat plot 1 m x 1 m. Kemudian diambil sampel

tumbuhan bawah dengan mencabut seluruh bagian dan dimasukkan kedalam plastik sampel, serta diberi kode yang telah ditentukan. Sampel ditimbang untuk mendapatkan berat basah. Kemudian, sampel serasah diambil dengan mengambil seluruh serasah daun-daun mati kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel dan diberi kode yang sudah ditentukan. Setelah itu, ditimbang untuk mendapatkan berat basah. Masing-masing sampel dari tumbuhan bawah dan serasah diambil sub-contoh sebanyak 100 gr. Sub-contoh yang terambil dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C hingga mendapatkan berat kering stabil

2.5. Perhitungan Kerapatan, Biomassa, dan Cadangan Karbon

2.5.1. Kerapatan Pohon

Kerapatan pohon dilakukan untuk mengetahui jumlah individu dari tiap spesies yang dijumpai pada plot. Rumus perhitungan kerapatan berdasarkan Hidayat (2017) yaitu:

$$\text{Kerapatan Mutlak (KM)} = \frac{\text{jumlah suatu spesies}}{\text{luas petak contoh}}$$

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{kerapatan mutlak suatu spesies}}{\text{jumlah kerapatan seluruh spesies}} \times 100\%$$

2.5.2. Biomassa Pohon

Biomassa pohon dihitung dengan menggunakan persamaan alometri berdasarkan Chave, *et al.*, (2014) yaitu:

$$\text{AGBest} = 0,0673 \times (\rho D^2 H)^{0,976}$$

Keterangan :

AGBest : Perkiraan biomassa atas permukaan (kg);
D : Diameter pohon setinggi dada (cm);
 ρ : Berat jenis (g/cm³);
H : Tinggi total (m).

2.5.3. Biomassa Nekromassa

Biomassa nekromassa dihitung dengan menggunakan persamaan alometrik berdasarkan Hairiah dan Rahayu (2011) dalam Karuru, dkk (2020) yaitu:

$$\text{BK} = \frac{\pi \cdot \rho \cdot H \cdot D^2}{40}$$

Keterangan:

BK : Biomassa per pohon (kg);
D : Diameter nekromassa (cm);
 ρ : Berat jenis (g/cm³);
H : Panjang nekromassa (cm).

2.5.4. Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah

Biomassa tumbuhan bawah dan serasah masing-masing dihitung menggunakan persamaan alometrik berdasarkan Irawan dan Purwanto (2020) yaitu:

$$\text{Total Berat Kering} = \frac{\text{berat kering sub contoh}}{\text{berat basah sub contoh}} \times \text{Total BB}$$

Keterangan:

Total berat kering : Total keseluruhan berat kering (kg);

Berat kering sub : Berat kering sampel (gr);

contoh

Berat basah sub : Berat basah sampel (gr);

contoh

Total BB : Total keseluruhan berat basah awal (gr).

2.5.5. Cadangan Karbon

Cadangan karbon dapat dihitung menggunakan persamaan alometrik berdasarkan SNI (2011) yaitu:

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

Keterangan :

Cb : Cadangan karbon dari jumlah biomassa (kg);

B : Total biomassa (kg);

%C : Koefisien (faktor konvensi koefisien cadangan karbon pada biomassa: (1) pohon = 0,47; (2) nekromassa = 0,5; (3) Tumbuhan bawah dan serasah masing-masing = 0,4 (Khasanah dan Leimona, 2018)).

2.5.6. Cadangan Karbon per Hektar

Cadangan karbon per Hektar dihitung berdasarkan SNI (2011) yaitu:

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

Keterangan :

Cn : kandungan karbon perhektar tiap plot (t/ha);

Cx : kandungan karbon tiap plot (kg);

l_{plot} : luas plot (m²).

2.6. Analisis Data

Data yang didapatkan dimasukkan dan dihitung menggunakan excel kemudian hasilnya dianalisis secara deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kerapatan dan Biomassa Pohon

Area vegetasi darat merupakan kawasan hasil rehabilitas yang ditanami berbagai jenis tanaman mulai dari 2001 seperti cemara, jati, Ketapang, mahoni hingga kayu kudo dan beberapa jenis tanaman lainnya yang tumbuh secara alami dari tahun ke tahun. Berdasarkan Tabel 1. didapati 8 spesies yaitu *Casuarina equisetifolia*, *Tectona grandis*, *Terminalia cattapa*, *Swietenia macrophylla*, *Macaranga gigantea*, *Dialium indum*, *Pterocarpus indicus*, dan *Lannea coromandelica* dengan kerapatan tertinggi berada di spesies *Casuarina equisetifolia* hal ini didukung dengan jumlah individu yang banyak dibanding spesies lain.

Area vegetasi darat merupakan area yang berada dekat dengan pesisir pantai sehingga cocok sebagai habitat dari spesies *Casuarina equisetifolia*. Hal ini dikarenakan *Casuarina equisetifolia* dapat tumbuh dengan baik di jenis tanah berpasir dan bermanfaat

sebagai penahan gelombang laut maupun abrasi laut. Sesuai dengan Alisani dkk (2022) bahwa, *Casuarina equisetifolia* merupakan tanaman yang dapat hidup di berbagai struktur tanah kecuali tanah liat dan berfungsi untuk menahan angin, gelombang laut maupun abrasi laut yang terjadi di pinggir pantai. Didukung oleh pernyataan Harjadi (2017) yang menyatakan bahwa, *Casuarina equisetifolia* berperan sebagai pengontrol erosi sehingga cocok digunakan untuk rehabilitasi di kawasan pesisir.

Kerapatan, diameter dan tinggi pohon pada suatu area dapat mempengaruhi nilai biomassa. nilai biomassa pada *Casuarina equisetifolia* tinggi karena dipengaruhi oleh jumlah individu, nilai diameter yang besar dan tinggi yang lebih tinggi dibandingkan spesies lain, sedangkan spesies *Lannea coromandelica* memiliki perbedaan pada nilai kerapatan dan nilai biomassa. Hal ini dikarenakan *Lannea coromandelica* memiliki rata-rata diameter yang besar dibandingkan dengan spesies lain meskipun jumlah individunya termasuk sedikit.

Gambar 2 merupakan hasil perhitungan rata-rata dua pengulangan di setiap titik. Rata-rata biomassa tertinggi berada di titik 2 (zona tengah) hal ini dikarenakan terdapat *Lannea coromandelica* yang memiliki diameter dan tinggi pohon terbesar diantara spesies lainnya sehingga hal ini mempengaruhi besar biomassa di titik 2 (zona tengah). Suartana dkk (2021) menyatakan bahwa, ukuran diameter berbanding lurus dengan biomassa dan kandungan karbon.

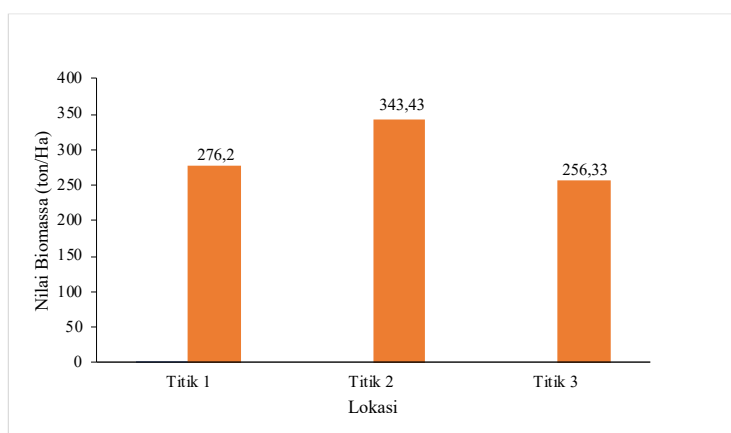
Irawan dan Purwanto (2020) juga menjelaskan bahwa, pertambahan diameter, tinggi, maupun volume pohon dapat meningkatkan biomassa, sedangkan nilai biomassa pada titik 1 (zona depan) dan titik 3 (zona belakang) relatif sama dikarenakan rata-rata diameter dan tinggi pohon tidak beda jauh di spesies-spesies lainnya. Perbedaan karakteristik pada setiap jenis inilah yang dapat mempengaruhi input karbon yang berbeda pada setiap spesiesnya.

3.2. Biomassa Nekromassa

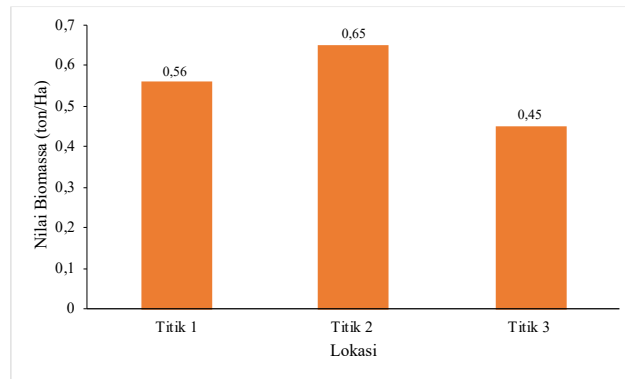
Gambar 3. merupakan hasil perhitungan rata-rata dua pengulangan di setiap titik. Diketahui bahwa nilai rata-rata biomassa tertinggi pada stasiun 2 berada di titik 2 (tengah) dan terendah berada di titik 3 (belakang). Secara garis besar nilai nekromassa pada kawasan MSTP sangat kecil dibandingkan biomassa pohon. Hal ini disebabkan tidak banyak ditemukan batang atau cabang pohon besar yang mati. Menurut Cahyaningrum dkk (2014) bahwa, tinggi dan rendahnya nilai biomassa nekromassa dapat disebabkan karena faktor lingkungan seperti cuaca yang ekstrem, aktivitas hewan, infeksi hama, dan aktivitas manusia serta adanya perbedaan usia tumbuhan. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Kusuma dkk (2022) bahwa, besarnya biomassa yang tersimpan pada nekromassa dapat dipengaruhi oleh banyaknya jumlah pohon atau cabang pohon yang mati maupun besarnya volume dari pohon yang mati.

Tabel 1. Kerapatan dan Nilai Biomassa Pohon pada Setiap Spesies

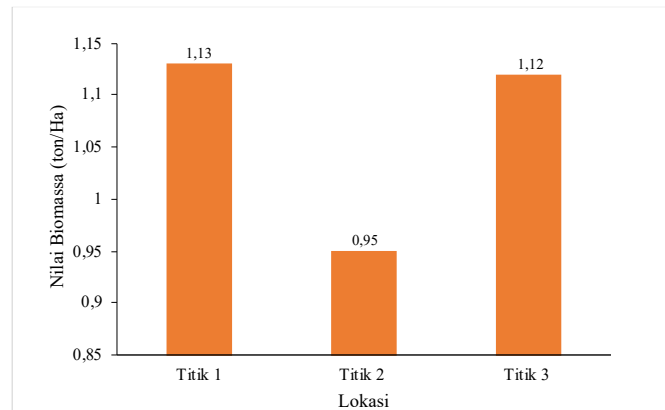
No	Nama Lokal	Nama Spesies	Rata-Rata Diameter (cm)	Rata-Rata Tinggi (H)	Rata-rata Kerapatan (Ind/Ha)	Rata-Rata Biomassa (t/ha)
1	Cemara Laut	<i>Casuarina equisetifolia</i>	26,29	11,7	200	88,72
2	Jati	<i>Tectona grandis</i>	27,43	12,72	188	62,02
3	Sonokembang	<i>Pterocarpus indicus</i>	24,73	9,7	13	3,07
4	Ketapang	<i>Terminalia cattapa</i>	27,54	14,89	63	22,06
5	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	25,92	17,98	54	22,27
6	Asam Keranji	<i>Dialium indum</i>	34,18	13,5	25	19,85
7	Kayu Kudo	<i>Lannea coromandelica</i>	111,15	16,9	8	70,96
8	Mahang	<i>Macaranga gigantea</i>	25,34	8,87	29	3,04
TOTAL					579	291,99



Gambar 2. Perbandingan Nilai Biomassa di Ketiga Titik pada Kawasan MSTP, Teluk Awur Jepara



Gambar 3. Nilai Biomassa Nekromassa di Ketiga Titik pada Kawasan MSTP, Teluk Awur Jepara



Gambar 4. Nilai Biomassa Tumbuhan Bawah di Ketiga Titik pada Kawasan MSTP, Teluk Awur Jepara

3.3. Biomassa Tumbuhan Bawah

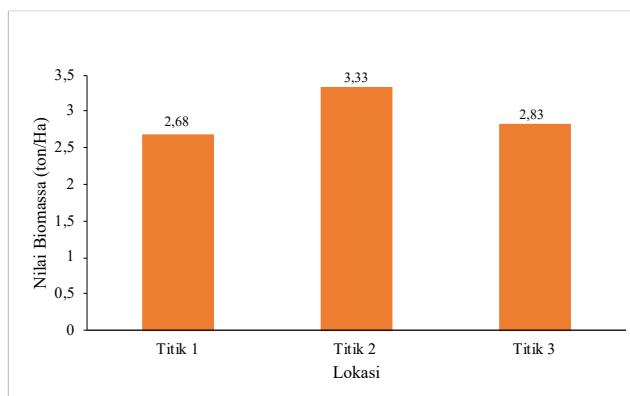
Gambar 4 merupakan hasil perhitungan rata-rata dua pengulangan di setiap titik. Biomassa tumbuhan bawah relatif tinggi di ketiga titik karena kondisi tanah yang lebih subur dan pH tanah yang tidak asam. Perbedaan nilai biomassa tumbuhan bawah dapat disebabkan karena kesuburan tanah dan intensitas cahaya yang masuk. Ashraf, *et al* (2017) menyatakan bahwa kesuburan tanah yang tinggi dapat menunjukkan nilai biomassa yang tinggi pada tumbuhan bawah karena semakin tinggi kesuburan tanah.

Tinggi rendahnya nilai biomassa tumbuhan bawah dapat dipengaruhi oleh tingginya kerapatan vegetasi. Semakin tinggi kerapatan vegetasi maka biomassa yang tersimpan semakin rendah dikarenakan sedikitnya cahaya matahari yang dapat masuk. Hal ini juga dapat disebabkan karena tutupan pohon di atasnya. Hal ini sesuai dengan Hanafi dan Bernardianto (2012) dalam Ariani dkk (2014) bahwa cahaya matahari akan sulit masuk diiringi dengan rapatnya tajuk pohon pada suatu lahan. Sehingga

pertumbuhan vegetasi bawah akan semakin sulit. Hal tersebut mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan bawah dan mempengaruhi besarnya nilai biomassa yang terkandung.

3.4. Biomassa Serasah

Gambar 5 merupakan hasil perhitungan rata-rata dua pengulangan di setiap titik. Nilai rata-rata biomassa tertinggi berada di titik 2 (zona tengah) dan yang terendah berada di titik 1 (zona depan). Perbedaan nilai biomassa pada ketiga titik dapat dipengaruhi oleh kerapatan pohon, semakin tinggi kerapatan maka semakin banyak serasah yang diproduksi dari pohon. Sesuai dengan Rositah dkk (2013) bahwa produksi serasah dipengaruhi oleh kerapatan pohon dan penambahan umur pohon karena mempengaruhi jatuhnya serasah akibat persaingan untuk mendapatkan sinar matahari, semakin tinggi kerapatan maka mempengaruhi jumlah serasah yang berasal dari guguran daun sehingga mempengaruhi besarnya biomassa maupun cadangan karbon.



Gambar 5. Nilai Biomassa Serasah di Ketiga Titik pada Kawasan MSTP, Teluk Awur Jepara

Tabel 2. Cadangan Karbon Tiap Komponen pada Kawasan MSTP, Teluk Awur Jepara

No	Komponen	Nilai Cadangan Karbon (t/ha)	Persentase Kontribusi (%)
1	Pohon	137,24	98,64
2	Nekromassa	0,28	0,20
3	Tumbuhan Bawah	0,43	0,31
4	Serasah	1,18	0,85
Total		139,13	

3.5. Nilai Cadangan Karbon

Persentase kontribusi terbesar dimiliki oleh pohon yaitu sebesar 98,32% dengan cadangan karbon total sebesar 172,57 t/ha. Sebaliknya, kontribusi nekromassa, tumbuhan bawah, dan serasah sangat rendah karena <1%. Menurut Bachmid dkk (2018) bahwa, simpanan karbon pada batang lebih besar dibandingkan bagian tumbuhan atas permukaan lain. Besarnya kontribusi pohon terhadap kandungan cadangan karbon yang tersimpan dikarenakan besarnya nilai biomassa pada batang pohon yang dipengaruhi diameter pohon. Selain itu, dalam Heriyanto dan Gunawan (2018) menyatakan bahwa nilai biomassa juga dapat ditentukan dari tinggi, berat jenis, diameter dan kesuburan tanah. Pohon yang lebih besar sangat mempengaruhi besaran biomassa dan cadangan karbon yang tersimpan, sehingga semakin besar diameter dan tinggi pohon maka akan semakin banyak jumlah biomassa dan cadangan karbon yang tersimpan. Bappenas Kemenhut (2010) menyatakan bahwa, cadangan karbon dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu kategori tinggi apabila total cadangan karbon >100 t/ha, kategori sedang apabila total cadangan karbon 35-100 t/ha, dan kategori rendah apabila total cadangan karbon <35 t/ha. Berdasarkan kategori tersebut dapat menunjukkan bahwa nilai cadangan Karbon area vegetasi darat pada MSTP tergolong dalam kategori tinggi. Sehingga dapat dikatakan mampu menyerap dan menyimpan gas karbon dioksida dalam jumlah banyak.

Penyimpanan cadangan karbon berikutnya diikuti oleh komponen nekromassa, tumbuhan bawah, dan serasah. Rata-rata cadangan karbon pada komponen nekromassa rendah. Hal ini disebabkan karena kecilnya diameter kayu yang didapatkan dan tidak ditemukan pohon mati yang rebah maupun masih berdiri. Penelitian yang dilakukan Fauziah dkk (2023) menjelaskan bahwa, nilai karbon di nekromassa akan

terurai dan teremisikan karena proses dekomposisi. Proses dekomposisi dapat mempengaruhi nilai berat jenis nekromassa.

Rata-rata cadangan karbon tumbuhan bawah lebih tinggi dibandingkan nekromassa. Nilai yang tinggi dapat disebabkan jumlah individu dari tumbuhan bawah yang ditemukan pada lokasi penelitian. Nofrianto dkk (2018) menyatakan bahwa adanya tumbuhan bawah dapat menjadi tempat penyerapan dan penyimpanan karbon meskipun tidak sebesar karbon pada pohon.

Rata-rata cadangan karbon serasah pada Kawasan MSTP lebih tinggi dibandingkan nekromassa dan tumbuhan bawah. Hal ini dapat terjadi karena produksi serasah yang tinggi pada lokasi pengambilan sampel. Berdasarkan Hendrawan dkk (2014) perhitungan serasah berperan dalam mengetahui seberapa besar penyimpanan karbon dan pelepasan karbon melalui proses dekomposisi. Serasah memiliki media penyimpanan yang lebih kecil dibandingkan komponen lain, meskipun begitu cadangan karbon pada serasah dapat membantu mengetahui seberapa besar cadangan karbon yang tersimpan sebelum terlepas melewati dekomposisi.

Total cadangan karbon dari semua komponen yang ada pada Kawasan MSTP Teluk Awur, Jepara sebesar 139,04 t/ha dan termasuk kedalam kategori tinggi. Muhsoni (2021) menyatakan, karbon yang tersimpan memiliki nilai penting dalam mengontrol siklus karbon, karena siklus karbon dapat memberikan pengaruh besar dalam perubahan iklim. Jumlah karbon yang semakin meningkat harus diimbangi dengan jumlah penyerapan untuk menghindari terjadinya perubahan iklim yang ekstrem. Penyerapan karbon dapat ditingkatkan dengan melakukan konversi hutan, penanaman tumbuhan, dan mengurangi deforestasi.

Meskipun termasuk kategori tinggi, jumlah tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan cadangan karbon dari penelitian yang dilakukan oleh Ambarwati dkk (2019) di HK Bina Wana Kecamatan Kebun Tebu Kabupaten Lampung Barat dengan total cadangan karbon sebesar 360,39 t/ha. Perbedaan total cadangan karbon yang tinggi dapat disebabkan karena HK Bina Wana masih memiliki wilayah hutan primer yang vegetasinya lebih rapat, sedangkan MSTP merupakan wilayah hasil rehabilitasi. Selain itu, juga dipengaruhi oleh jenis pohon, jumlah tegakan, dan kerapatan tegakan yang ada di lahan kering pada Kawasan MSTP, Teluk Awur Jepara.

4. KESIMPULAN

Pada area lahan kering (vegetasi darat) ditemukan 8 jenis pohon yang didominasi oleh *Casuarina equisetifolia* dengan kerapatan total 579,17 ind/Ha dan nilai rerata biomassa 291,99 t/ha. rerata biomassa nekromassa adalah 0,55 t/ha, rerata biomassa tumbuhan bawah sebesar 1,07 t/ha dan serasah sebesar 2,95 t/ha sehingga, total biomassa keseluruhan dari area lahan kering yang diteliti adalah 296,55 t/ha. Nilai biomassa tersebut didapatkan estimasi cadangan karbon pada area lahan kering di kawasan MSTP adalah 139,13 t/ha (termasuk kedalam kategori tinggi) dengan nilai total cadangan karbon pada seluruh area lahan kering adalah 690,08 t/ha. Kontribusi cadangan karbon terbesar berada di bagian batang pohon yaitu >90%.

Kawasan MSTP memiliki potensi sebagai kawasan pariwisata dan edukasi bagi masyarakat sehingga penelitian mengenai cadangan karbon dapat dikembangkan untuk memaksimalkan fungsi tanaman sebagai penyimpan karbon dan menjadi sarana edukasi bagi masyarakat. Sehingga, perlu dilakukan peningkatan jumlah biomassa dan cadangan karbon dengan melakukan penambahan lokasi tanaman. Selain itu perlu dilakukan pemantauan terhadap kondisi tanaman agar tetap terjaga dan tidak rusak. Keterbatasan penelitian ini adalah tidak meneliti cadangan karbon bagian sedimen sehingga, diharapkan penelitian selanjutnya dapat meneliti mengenai cadangan karbon sedimen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi yang telah memberikan pendanaan penelitian melalui sumberdana selain APBN Fakultas Sains dan Matematika UNDIP tahun anggaran 2023, Nomor: 753-05/UN7.D2/PP/IV/2023.

DAFTAR PUSTAKA

Alim, N., Simarmata, M. M., Gunawan, B., Purba, T., Juita, N., Herawati, J., dan Inayah, A. N. 2022. *Pengelolaan Lahan Kering*. Medan: Yayasan Kita Menulis.

Alisani, M., Lette, L. I., dan Koroy, S. 2022. Karakteristik Morfologi Pohon Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*). *Journal of Biology Education and Science*, 2(2): 69-75.

Ariani., Sudhartono, A., dan Wahid, A. 2014. Biomassa Dan Karbon Tumbuhan Bawah Sekitar Danau Taming Pada Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Warta Rimba*, 2(1): 164-170.

Ashraf, M., Lone, F. A., and Wani, A. A. 2017. Estimating Herbaceous Plant Biomass Carbon Under Different Forest Strata of Dachigam National Park. *Indian Forester*, 143(7): 680-684.

Azzahra, F. S., Suryanti, and Febrianto, S. 2020. Estimasi Serapan Karbon pada Hutan Mangrove Desa Bedono, Demak, Jawa Tengah. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(2): 308-315.

Bachmid, F., Sondak, C. F. A., dan Kusen, J. D. 2018. Estimasi Penyerapan Karbon Hutan Mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):8-13.

Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2010. *Strategi Nasional REDD+*. Bappenas-Kemenuh-UN-REDD Programme Indonesia. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional (SNI). 2011. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan*. SNI 7724: 2011. Jakarta: BSN.

Banjarnahor, K. G., Setiawan, A., dan Darmawan, A. 2018. Estimasi Perubahan Karbon Tersimpan di Atas Tanah di Arboretum Universitas Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(2): 51-58.

Bargali., Shukla, K., Singh, L., Ghosh, L., and Lakhera, M. L. 2015. Leaf litter Decomposition and Nutrient Dynamics in Four Treespecies of Dry Deciduous Forest. *Tropical Ecology*, 56(2): 191-200.

Cahyaningrum, S. T., Hartoko, A., dan Suryanti, S. 2014. Biomassa Karbon Mangrove pada Kawasan Mangrove Pulau Kemujan Taman Nasional Karimunjawa. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(8): 34-42.

Chave, J., Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., ... and Vielledent, G. 2014. Improved Allometric Models to Estimated the Aboveground Biomass of Tropical Trees. *Global Change Biology*, 20(10): 3177-3190

Drupadi, T. A., Ariyanto, D. P., dan Sudadi. 2021. Pendugaan Kadar Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Berbagai Kemiringan dan Tutupan Lahan di KHDTK Gunung Bromo UNS. *Jurnal Agrikultura*, 32(2): 112-119

Farhaby, A. M., dan Utama, A. U. 2019. Analisis Produksi Serasah Mangrove di Pantai Mang Kalok Kabupaten Bangka. *Jurnal Enggano*, 4(1): 1-11

Farmen, H., Panjaitan, P., dan Rusli, A. R. 2014. Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah di Areal Kampus Universitas Nusa Bangsa. *Journal Nusa Sylva*, 14(1): 10-19.

Fauziah, C. A., Firdaus, L. N., dan Wulandari, S. 2023. Potensi Cadangan Karbon Nekromasa Kayu Mati Pada Lahan Gambut Pasca Kebakaran Sebagai Rancangan Poster Elektronik Pembelajaran Biologi SMA. *Jurnal Biogenesis*, 19(1): 53-59.

Firdaus, M. R., dan Wijayanyi, L. A. S. 2019. Fitoplankton dan Siklus Karbon Global. *Oceana*, 44(2): 35-48

Ghafar, M., Nila, M. S., Novi, K., Mulyadi., Muslich, H., dan Kurniawati. 2018. Kandungan Karbon Tanah Kawasan Hutan Sekunder Pegunungan Deudap Pulo Aceh Kabupaten Aceh Besar, *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. 274-280.

- Jumari, Suedy, S. W. A., Sugianto, D. N., dan Wisalyakarini, P. C. K. (2025). Estimasi Cadangan Karbon Permukaan Tanah pada Lahan Kering di Kawasan *Marine Science Techno Park* (MSTP) Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(5), 1385-1393, doi:10.14710/jil.23.5.1385-1393
- Gunawan, S., Banu, S., dan Hasan, H. S. 2022. *Buku Ajar Bahan Bakar Biomassa* (Dewi Maharani (ed); 1st ed.). Surabaya: Cipta Media Nusantara.
- Harjadi, B. 2017. Peran Cemara Laut (*Casuarina equisetifolia*) Dalam Perbaikan Iklim Mikro Lahan Pantai Berpasir di Kebumen. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(2): 73-81.
- Hendrawan, F., Satjapradja, O., & Dharmawan, I. W. 2014. Potensi Biomassa Karbon Tegakan, Nekromas (*Necromass*) dan Serasah (*litter*) pada Hutan Penelitian Dramaga. *Jurnal Nusa Sylva*, 14(1): 1-9
- Heriyanto, N. M., dan Gunawan, H. 2018. Potensi dan Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Karangsong, Indramayu, Jawa Barat. *Jurnal Buletin Kebun Raya*. 21(1): 21-30.
- Hidayat, M. 2017. Analisis Vegetasi Tumbuhan Menggunakan Metode Transek Garis (*Line Transect*) Di Hutan Seulawah Agam Desa Pulo Kemukiman Lamteuba Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ar-Raniry*, 4(1).
- Hilwan, I., dan Nurjannah, A. S. 2014. Potensi Simpanan Karbon pada Tegakan Revegetasi Lahan Pasca Tambang Di PT Jorong Barutama Greston, Kalimantan Selatan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5(3): 188-195.
- Irawan, U. S., dan Purwanto, E. 2020. *Pengukuran dan Pendugaan Cadangan Karbon pada Ekosistem Hutan Gambut dan Mineral, Studi Kasus di Hutan Rawa Gambut Pematang Gadung dan Hutan Lindung Sungai Lesan, Kalimantan*. Bogor: Yayasan Tropenbos Indonesia.
- Istomo., dan Farida, N. E. 2017. Potensi Simpanan Karbon di Atas Permukaan Tanah Tegakan *Acacia nilotica* L. (Willd) ex. Del. Di Taman Nasional Baluran National Park, East Java. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2): 155-162.
- Karuru, S. S., Rasyid, B., dan Millang, S. 2020. Analisis Keterkaitan Cadangan Karbon Dengan Penyerapan CO₂ dan Pelepasan O₂ Pada Tutupan Lahan Hutan Sekunder dan Kelapa Sawit di Kabupaten Luwu Timur. *Jurnal Ecosolum*, 9(2): 51-60
- Khasanah, N dan Leimona, B. 2018. *Pengukuran Laju Infiltrasi dan Cadangan Karbon. Petunjuk Teknis*. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Kusuma, A. H., Effendi, E., Hidayatullah, M. S., dan Susanti, O. 2022. Estimasi Serapan Karbon Pada Vegetasi Mangrove Register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. *Journal of Marine Research*, 11(4): 768
- Maku, B. P., Suarna, I. W., Diara, I. W. 2020. Analisis Potensi Cadangan Karbon Untuk Pengelolaan Hutan di Taman Wisata Alam Danau Buyan-Danau Tamblingan. *Ecotrophic*, 14(2): 154-164.
- Mardiana, G., Udiansyah., dan Noor, R. M. 2018. Potensi Simpanan dan Serapan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Kawasan Hutan Desa Sungai Bakar Kecamatan Bjuin. *Jurnal Sylva Scientiae*, 1(1): 56-64.
- Melina, A., Krisdianto, & Mahrita. 2021. Estimasi Karbon Tersimpan pada Nekromassa Tumbuhan di Rawa Lebak Kecamatan Martapura, Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*, 18(2): 104-116.
- Muhdi, Hanafiah, D. S., Silalahi, S., and Sahar, A. 2021. Estimation of Litter Carbon Stocks in Rubber Agroforestry in Simalungan District, Indonesia. *The International Conference on Chemical Science and Tehcnology*, 1-5.
- Muhsoni, F. F. 2021. Karbon Mangrove. Madura: UTM Press.
- Nofrianto., Ratnaningsih, A., dan Ikhwan, M. 2018. Pendugaan Potensi Karbon Tumbuhan Bawah dan Serasah di Arboretum Universitas lancing Kuning. Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan, 13(2): 144-155.
- Pratama, R. 2019. Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi. *Buletin Utama Teknik*, 14(2): 120-126
- Rahajoe, J. S., Alhamd, L., Sundari, S., dan Handayani, D. 2016. Stok Karbon dan Biomassa Beberapa Komoditas Tanaman Pertanian Di Bodogol - Taman Nasional Gunung Gede Pangrango - Jawa Barat. *Jurnal Biologi Indonesia*, 12(2): 203-210.
- Rositah, Herawatiningsih, R., dan Hardiansyah, G. 2013. Pendugaan Biomassa Karbon Serasah dan Tanah pada Hutan Tanaman (*Shorea leprosula* Miq) Sistem TPTII PT. Suka Jaya Makmur. *Jurnal Hutan Lestari*, 1(3): 358-366.
- Suartana, M., Merit, I. N., dan Sudarma, I. M. 2021. Estimasi Kandungan Karbon Atas Permukaan Tanah Pada Hutan Alam Dan Hutan Rehabilitasi Mangrove Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Ecotrophic*, 15(2): 222-235.
- Wulandari, S., Fauziah, Y., dan Irfan. 2022. Analisis Potensi Cadangan Carbon Nekromasa di Hutan Larangan Adat Kenagarian Rumbio Kecamatan Kampar Provinsi Riau. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 9(2): 118-123.