

ESTIMASI KANDUNGAN KARBON SERASAH DAUN MANGROVE *RHIZOPHORA* spp. DI HUTAN MANGROVE DESA WORU, KECAMATAN WORU, KABUPATEN MINAHASA UTARA

(*Estimation of Carbon Content in Rhizophora spp leaves from Wori Village
Mangrove Forest, Wori District, North Minahasa District*)

Ekarisma Rerung^{1*}, Calvyn F. A. Sondak¹, Robert A. Bara¹, Suria Darwisito¹, Carolus P.
Paruntu¹, John L. Tombokan²

1. Program Studi Ilmu Kelautan, FPIK, UNSRAT Manado
2. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK, UNSRAT Manado

*Penulis Korespondensi: Ekarisma Rerung; ekarismrerung@gmail.com

ABSTRACT

Mangroves play an important role in supporting life in coastal and marine areas. As plants that live in marine and land areas, mangrove forests transfer various kinds of nutrients both on land and into the sea. Decreasing area of mangrove forests leads to a decrease in mangrove litter production. Mangrove litter has a function as a carbon sink and storage. The purpose of this study was to determine the percentage of carbon content (C) and estimate the amount of carbon stored in the leaf litter of mangrove *Rhizophora* spp., in the mangrove forest of Wori Village, Wori District, North Minahasa Regency. The Litter-trap method (litter trapping net) was used in this study. Litter collection was carried out for 28 days in 12 litter-traps measuring 1x1 m². All litters trapped in the litter-trap were weighed in their wet and dry weight, then analyzed in the laboratory to determine the carbon content. Based on the results of the analysis, the total average percentage of carbon content in mangrove litter 25.93% C, and from the estimation results, the average carbon content (C) in the litter is 19.99 tons/ha/year.

Keywords: Mangrove, Litter, Litter-Trap, Carbon Content, Wori Village

ABSTRAK

Mangrove merupakan ekosistem yang berperan penting dalam mendukung kehidupan di wilayah pesisir dan kelautan. Sebagai tumbuhan yang hidup di wilayah laut dan darat, hutan mangrove mentransfer berbagai macam nutrisi baik ke darat maupun ke laut. Berkurangnya luasan hutan mangrove menyebabkan produksi serasah mangrove juga berkurang. Serasah mangrove memiliki fungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui persentase kandungan karbon (C) dan Mengestimasi jumlah karbon yang tersimpan pada daun serasah mangrove *Rhizophora* spp., di hutan mangrove Desa Wori, Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan metode Litter-trap (jaring penangkap serasah). Pengumpulan serasah dilakukan selama 28 hari dalam 12 Litter-trap yang berukuran 1x1 m². Seluruh serasah yang terperangkap di dalam litter-trap di timbang berat basah dan berat keringnya, kemudian dilakukan analisis di Laboratorium untuk mengetahui kandungan karbon. Berdasarkan hasil analisis didapatkan total rata-rata persentase kandungan karbon serasah mangrove yakni sebesar 25,93 % C, serta dari hasil estimasi didapatkan rata-rata kandungan karbon (C) pada serasah sebesar 19,99 ton/ha/tahun.

Kata Kunci: Mangrove, Serasah, Litter-Trap, Kandungan Karbon, Desa Wori

PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan ekosistem yang memiliki peran penting dalam mendukung kehidupan di wilayah pesisir dan kelautan. Sebagai tumbuhan yang hidup di wilayah laut dan darat, hutan mangrove mentransfer berbagai macam nutrisi baik ke darat maupun ke laut (Nugraha, 2010).

Serasah mangrove yang berjatuhan merupakan sumber nutrisi bagi biota perairan dan unsur hara penting untuk menentukan produktivitas perikanan laut (Rudiansyah dkk., 2013). Menurut Bargali dkk., (2015) serasah merupakan bahan organik yang dihasilkan oleh tanaman yang akan dikembalikan ke dalam tanah. Serasah tanaman dapat berupa daun, batang, ranting, bahkan akar. Unsur hara yang dihasilkan dari proses dekomposisi serasah di dalam tanah berperan penting dalam pertumbuhan mangrove dan sumber detritus bagi ekosistem laut dan estuary dalam menyokong kehidupan organisme akuatik (Zamroni dan Rohyani, 2008).

Pemanasan global adalah salah satu isu dunia sekarang ini. Pemanasan global merupakan peningkatan rata-rata temperatur udara dan air di permukaan tanah di planet bumi. Pemanasan global diakibatkan oleh efek gas rumah kaca dan sisa pembakaran yang mengudara seperti karbon dioksida (CO_2). Peningkatan konsentrasi CO_2 di atmosfer disebabkan berkurangnya luasan hutan sebagai penyerap CO_2 sehingga menyebabkan

terjadinya efek rumah kaca (Manuri, dkk., 2011). Hutan mangrove berperan penting dalam mengatasi pemanasan global yang diakibatkan oleh efek gas rumah kaca (Yuniawati dkk., 2011).

Indonesia memiliki luas hutan mangrove 25% atau sekitar 2,5 hingga 4,5 juta hektar dari total luas hutan mangrove di dunia (Windarni dkk., 2018). Hutan mangrove memiliki kemampuan mengikat karbon jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hutan terestrial dan hutan hujan tropis (Donato dkk., 2011). Penelitian mengenai kandungan karbon (C) yang tersimpan dalam serasah mangrove penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kawasan hutan mangrove tersebut mampu menyerap CO_2 dari udara, sehingga hal tersebut dapat menunjang kegiatan pengelolaan kawasan secara berkelanjutan dalam pengurangan konsentrasi CO_2 di atmosfer. Studi estimasi kandungan karbon di mangrove Sulawesi Utara yang telah dilakukan antara lain biomasa bagian atas (Sondak, 2015; Bachmid dkk., 2017; Bachmid dkk. 2020; Tiolong dkk., 2019; Darman dkk., 2022), serasah (Tidore dkk., 2018), pneumatofor (Kindangen dkk. 2022), serasah daun mangrove (Razak dkk., 2022).

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan di Desa Wori, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara (Gambar 1)



Gambar 1. Lokasi penelitian

Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan untuk menangkap guguran serasah mangrove yaitu metode litter-trap (Andrianto dkk., 2015). Litter-trap yang digunakan berukuran 1x1 m² dan terbuat dari nylon yang berwarna hitam dengan ukuran mata jaring 0,2 cm. Sebanyak 12 buah jaring di pasang di bawah kanopi mangrove. Pengambilan sampel serasah dilakukan setiap 7 hari sekali selama 4 minggu (28 hari). Sebelum serasah di keringkan, langkah pertama yang di lakukan yaitu sampel di timbang satu per satu pada setiap jaring untuk mendapatkan nilai berat basah dari serasah. Setelah serasah di timbang, serasah kemudian di masukan ke dalam oven untuk dikeringkan menggunakan wadah alumunium foil selama 8 jam pada suhu 80°C untuk mendapatkan nilai berat kering.. Analisis produksi serasah mangrove dilakukan menggunakan persamaan Hamidy dkk., (2002).

Berat basah = (Gbb/m²/hari)
 Berat kering = (Gbk/ m²/hari)
 Ket : Gbb = gram berat basah
 Gbk= gram berat kering
 m²/hari = meter kuadrat per hari

Nilai kadar air dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Rudiansyah dkk., 2013):

$$\text{Kadar air} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

Ket : A= berat basah (gr)
 B= berat kering (gr)

Nilai kadar abu dapat diperoleh dengan menggunakan rumus Rudiansyah dkk., (2013) :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{A-B}{C} \times 100 (\%)$$

Ket.: A = Berat Cawan + Sampel (gr) (setelah di bakar)

B = Berat Awal Cawan (gr)

C = Berat Sampel (gr)

Nilai kandungan karbon dapat diperoleh dengan menggunakan rumus Razak dkk. (2022) :

1. Kandungan karbon (C) = (Kadar bahan kering – Kadar abu)%
2. Total berat kering = $\frac{\text{berat kering (gram)}}{\text{berat basah (gram)}} \times \text{total berat basah (gr)}$
3. Estimasi jumlah karbon = biomassa x 0,47

Ket : 0,47 = konsentrasi karbon yang terkandung dalam bahan organik (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Serasah

Produksi serasah daun mangrove *Rhizophora* spp., di Desa Wori, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara selama empat minggu pengamatan yang terbagi pada 12 penampung serasah (*litter trap*) disajikan dalam Gambar 2 dan Tabel 1.

Dari hasil penelitian yang dilakukan selama 28 hari dengan jarak pengambilan sampel yang terkumpul dalam jaring selama 7 hari (Tabel 1) ditemukan jumlah produksi serasah yang tertinggi terdapat pada jaring 1 sebesar 80 Gbb/m²/28 hari sedangkan produksi serasah yang terendah terdapat pada

jaring ke 5 sebesar 52 Gbb/ m²/28 hari. Adapun rata-rata produksi serasah yang di dapatkan yaitu 68,42 Gbb/ m²/28 hari atau 2,44 Gbb/ m²/hari (Tabel 1).

Produktivitas dan dekomposisi pada serasah mangrove sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti cuaca dan kecepatan angin. Produktivitas serasah akan meningkat pada musim kemarau dan menurun pada musim hujan. Hal ini disebabkan karena pada musim kemarau persaingan antar organ dalam satu tanaman dalam mendapatkan cahaya matahari menyebabkan proses fotosintesis akan lebih cepat beregenerasi (Safriani dkk., 2017). Menurut Widhitama dkk. (2016) Kerapatan mangrove juga mempengaruhi produksi dari serasah mangrove dimana semakin tinggi kerapatan pohon mangrove semakin tinggi pula produksi serasah yang dihasilkan.

Tabel 1 . Hasil Produksi serasah daun mangrove *Rhizophora* spp.

Jaring	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	berat basah (gbb/m ² /28 hari)	Estimasi harian berat basah
1	34	14	19	13	80	2.86
2	18	23	14	16	71	2.54
3	21	11	21	10	63	2.25
4	12	22	22	12	68	2.43
5	15	21	7	9	52	1.86
6	23	21	7	20	71	2.54
7	27	15	18	18	78	2.79
8	15	25	9	12	61	2.18
9	22	9	14	19	64	2.29
10	31	13	15	13	72	2.57
11	12	25	18	20	75	2.68
12	22	18	14	12	66	2.36
Jumlah	252.00	217.00	178.00	174.00	821	29.32
Rata-rata	21.00	18.08	14.83	14.50	68.42	2.44

Biomassa Serasah Mangrove

Biomassa merupakan jumlah bahan organik yang tersimpan di dalam tanah dan juga tumbuhan dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas. Biomassa dapat digunakan untuk memperkirakan berapa kemampuan tumbuhan dalam menyimpan karbon yang diserap, karena 50% dari biomassa tersusun dari karbon (Brown, 1997).

Nilai biomassa yang didapatkan berbeda-beda pada setiap jaring (*litter trap*), dimana nilai biomassa yang tertinggi terdapat pada jaring 1 sebesar 14,29 g/m²/hari dan nilai biomassa terendah terdapat pada jaring 9 sebesar 9,62 g/m²/hari. Sehingga rata-rata biomassa (Tabel 2) yang didapatkan yaitu sebesar 11,65 g/m²/hari. Hasil ini lebih tinggi dari Tidore dkk., (2018) yang mendapatkan biomassa serasah mangrove di Desa Lansa Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara sebesar 4,30 g/m²/hari. Dibandingkan dengan Budiman dkk., (2010), yang mendapatkan rata-rata

biomassa serasah di areal Arboretum Universitas Tanjungpura Pontianak sebesar 1.159,89 g/m²/hari dan Hazmi dkk. (2017), mendapatkan rata-rata biomassa serasah di kawasan mangrove Kabupaten Sidoarjo sebesar 24,39 g/m²/hari, hasil penelitian ini lebih rendah dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhi produksi biomassa serasah mangrove di Desa Wori, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara.

Adapun faktor utama yang mempengaruhi produksi serasah pada saat pengambilan sampel yaitu perubahan musim, pada saat pengambilan sampel terjadi musim hujan sehingga menyebabkan produksi serasah daun mangrove *Rhizophora* spp., di hutan mangrove Desa Wori, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara rendah dan mengakibatkan produksi biomassa dari serasah daun mangrove *Rhizophora* spp., juga rendah.

Tabel 2. Biomassa serasah daun mangrove *Rhizophora* spp.

jaring	Berat Basah (Gbb/m ² /28hari)	Berat Kering (Gbk/m ² /28hari)	Biomassa (gram/m ² /28hari)	Biomassa (gram/m ² /hari)
1	80	39	400.24	14.29
2	71	27	312.21	11.15
3	63	25	325.79	11.64
4	68	31	374.28	13.37
5	52	23	363.13	12.97
6	71	29	335.34	11.98
7	78	29	305.24	10.90
8	61	21	282.64	10.09
9	64	21	269.39	9.62
10	72	25	285.07	10.18
11	75	32	350.29	12.51
12	66	25	310.98	11.11
Jumlah	821	327	3915	139.81
Rata-rata	68.42	27.25	326.22	11.65

Persentase Kandungan Karbon Pada Serasah Mangrove

Estimasi kandungan karbon pada serasah daun mangrove *Rhizophora* spp., di Desa Wori (Tabel 3) mendapatkan rata-rata sebesar 19,99 ton/ha/tahun

dibandingkan dengan Razak, dkk. (2022) yang mendapatkan estimasi kandungan karbon di Desa Ponto Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara sebesar 3,68 ton/ha/tahun dan Tidore dkk., (2018) di Desa Lansa, Kecamatan Wori Kabupaten

Minahasa Utara sebesar 2,16 ton/ha/tahun, hasil penelitian ini lebih tinggi namun lebih rendah jika dibandingkan dengan Bachmid dkk., (2018) yang mendapatkan estimasi kandungan karbon di hutan mangrove Bahowo Kelurahan Tongkaina Kecamatan Bunaken sebesar 49,71 ton/ha/tahun. Nontji, (1987), Menyatakan bahwa laju produksi serasah dipengaruhi oleh kerapatan pohon, semakin tinggi

kerapatan pohon maka semakin tinggi pula produksi serasahnya, begitu pun juga sebaliknya. Selain tingkat kerapatan, laju produksi serasah juga dipengaruhi oleh jenis mangrove dan umurnya. Jenis mangrove yang berbeda akan memiliki laju produksi serasah yang berbeda pula, sehingga hal tersebut yang menjadi penunjang penyimpanan karbon pada mangrove (Farhaby & Utama, 2019).

Tabel 3. Estimasi kandungan karbon pada serasah mangrove *Rhizophora* spp.

Jaring	Biomassa (gram/m ² /28hari)	Karbon (gram/m ² / 28hari)	Karbon (gram/m ² /hari)	Karbon (ton/ha/hari)	Karbon (ton/ha/tahun)
1	400.24	188.11	6.72	0.06718	24.5217
2	312.21	146.74	5.24	0.05241	19.1285
3	325.79	153.12	5.47	0.05469	19.9607
4	374.28	175.91	6.28	0.06283	22.9313
5	363.13	170.67	6.10	0.06095	22.2485
6	335.34	157.61	5.63	0.05629	20.5454
7	305.24	143.46	5.12	0.05124	18.7016
8	282.64	132.84	4.74	0.04744	17.3167
9	269.39	126.61	4.52	0.04522	16.5050
10	285.07	133.98	4.79	0.04785	17.4656
11	350.29	164.64	5.88	0.05880	21.4617
12	310.98	146.16	5.22	0.05220	19.0534
Jumlah	3914.62	1839.87	65.71	0.66	239.84
rata-rata	326.22	153.32	5.48	0.05	19.99

Total persentase kandungan karbon serasah daun mangrove *Rhizophora* spp., pada penelitian di hutan mangrove Desa Wori Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara (Tabel 4) mendapatkan rata-rata sebesar 25,93% C/hari. Maka dapat disimpulkan bahwa

kandungan karbon serasah mangrove pada penelitian ini dikategorikan masih rendah, karena menurut Supriharyono, (2009), menyatakan bahwa di dalam bahan kering tanaman terdiri 45% sampai 50% kandungan karbon.

Tabel 4. Persentase kandungan karbon pada serasah mangrove *Rhizophora* spp.

Jaring	Kadar Air (%)	Kadar bahan kering (%)	Kadar abu (%)	Karbon (%)
1	51.40	48.60	15.14	33.46
2	62.20	37.80	20.01	17.78
3	60.44	39.56	14.18	25.37
4	54.32	45.68	8.63	37.05
5	55.91	44.09	15.85	28.24
6	59.06	40.94	13.63	27.31
7	62.72	37.28	9.15	28.13
8	65.60	34.40	13.07	21.33
9	67.25	32.75	10.24	22.51
10	65.37	34.63	15.69	18.94
11	57.46	42.54	13.04	29.49
12	62.29	37.71	16.19	21.52
Rata-rata	60.34	39.66	13.74	25.93

KESIMPULAN

Total rata-rata persentase kandungan karbon serasah daun mangrove di Desa Wori, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara yakni sebesar 25,93% C. Dari hasil estimasi didapatkan nilai rata-rata kandungan karbon (C) pada serasah daun mangrove di Desa Wori, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara yaitu sebesar 19,99 ton/ha/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Andrianto F., A. Bintoro dan S. B. Yuwono. 2015. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove (*Rhizophora* sp.) di Desa Durian dan Desa Batu Menyan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(1): 9-20.

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

Bachmid F., J.N.W. Schadu, C.F. A. Sondak, U.N.W.J. Rembet,

Mandagi, S.V., D.A. Sumilat, dan A.Luasunaung. 2020. Potensi Penyerapan Karbon Hutan Bakau di Desa Serawet Kuala Batu, Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 8(2): 152-158

Bargalli S. S., K. Shukla, L. Singh, L. Ghosh dan M. L. Lakhera. 2015. Leaf Litter Decomposition and Nutrient Dynamics in Four Tree Species of Dry Deciduous Forest. *Tropical Ecology*, 56(2): 191-200

Brown S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. Primer, FAO. Forestry Paper No. 134. FAO, USA. 4-5.

Budiman M. G. Hardiansyah dan H. Darwati. 2010. Estimasi Biomassa Karbon Serasah dan Tanah Pada Basal Area Tegakan Meranti Merah (*Shorea Macrophylla*) di Areal Arboretum Universitas Tanjungpura Pontianak. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(1): 98-107

Darman F., C.F.A. Sondak, A.P. Rumengan, M. Ompi, J.N. Schadu dan A. Loho. 2022. Estimasi penyerapan karbon mangrove di Desa Ponto, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 10(1): 102-109.

Donato D. C., J. B. Kauffman, D. Mudiarysono, S. Kurnianto, M.

- Stidham dan M. Kanninen. 2011. *Nature Geoscience*, 4(5): 293-297
- Farhaby A. M dan A. U. Utama. 2019. Analisis Produksi Serasah Mangrove Di Pantai Mang Kalok Kabupaten Bangka. *Jurnal Enggano*, 4(1): 1-11.
- Hamidy R., S. Sastrodihardjo, Adianto, Taufikurahman. 2002. Struktur Komunitas dan Produksi Serasah Mangrove di Dumai Riau. *Biologi*, 2(13): 755-767.
- Hazmi I. B. A., Mulyanto dan D. Arfiati. 2017. Penyerapan Karbon Dioksida (CO₂) Pada Daun, Serasah Daun, Dan Sedimen Mangrove *Sonneratia caseolaris* (L) Engler Kategori Tiang di Kawasan Mangrove Tlocor Kabupaten Sidoarjo. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan*. 33-39.
- Kindangen G., C.F.A. Sondak, D.R.H. Kumampung, G.S. Gerung, J.J.H. Paulus dan S.S. Tumembouw. 2021. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* 9(3): 141-147.
- Manuri S., C. A. S. Putra dan A. D. Saputra. 2011. Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan. *Merang Redd Pilot Project – German International Cooperation (Mrpp-Giz)*. 1-91.
- Nontji A. 1987. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nugraha W. A. 2010. Produksi Serasah (Guguran Daun) Pada Berbagai Jenis Mangrove di Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 3(1): 66-69
- Razak A., C. F. A. Sondak, J. J. H. Paulus, N. G. F. Mamangkey, J. R. T. S. I. Rimper dan J. R. R. Sangari. 2022. Kandungan karbon (c) Serasah Mangrove di Desa Ponto Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal pesisir dan laut tropis*, 10(1): 24-30.
- Riyanto. 2007. Strategi Mengatasi Pemanasan Global (Global Warming). Vol. 3(2): 67-79.
- Rudiansyah R., A. Pratomo dan D. Apdillah. 2013. Analisis Laju Produksi Kandungan Karbon (C) Serasah Daun Mangrove Di Kampong Gisi Desa Tambelang Kabupaten Bintan. 1-9.
- 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*. 79-84.
- Sondak, C.F.A. 2015. Estimasi Potensi Penyerapan Karbon Biru (*Blue Carbon*) Oleh Hutan Mangrove Sulawesi Utara. Universitas Sam Ratulangi, Manado. *Jurnal of Asean Studies on Maritime Issues*. 1(1): 24-28.
- Supriharyono. 2009. *Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar. 367-419.
- Tidore F., A. Rumengan, C. F. A. Sondak, R. E. P. Mangindaan, H. C. C. Runtuwene, dan S. B. Pratasik. 2018. Estimasi Kandungan Karbon (C) Pada Serasah Daun Mangrove di Desa Lansa Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1): 53-58.
- Tiolong G, M., Rumengan A.P., C.F.A. Sondak, F.B. Boneka, N.G.F. Mamangkey, dan K.I.F. Kondoy. 2019. Estimasi karbon vegetasi mangrove di Kelurahan Pintu Kota, Kecamatan Lembeh Utara, Kota Bitung. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* 7(2): 98-103.
- Widhitama S., P. W. Purnomo dan A. Suryanto. 2016. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatannya di Delta Sungai Wulan Demak Jawa Tengah. *Diponegoro Journal Of Maquares*, 5(4):311-319.
- Windarni C., A. Setiawan dan Rusita. 2018. Estimasi Karbon Tersimpan Pada Hutan Mangrove di Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1): 66-74.
- Yuniawati A. Budiman dan Elias. 2011. Estimasi Potensi Biomassa Dan Massa Karbon Hutan Tanaman *Acacia Crassicarpa* di Lahan

- Gambut. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 29(4): 343-355.
- Zamroni Y. dan I. S. Rohyani. 2008. Produksi Serasah Hutan Mangrove di Perairan Pantai Teluk Sepi Lombok Barat. Biodiversitas, 9(4): 284-287.