

**ANALISIS PRODUKSI DAN POTENSI UNSUR HARA SERASAH DI KAWASAN KONSERVASI
MANGROVE PUNTONDO KECAMATAN MANGARABOMBANG KABUPATEN TAKALAR**

*(Analysis of Production and Potential of Litter Nutrient Elements in the Puntondo Mangrove
Conservation Area, Mangarabombang District, Takalar Regency)*

Asbar.Asbar^{1)*}, Muhammad Yunus¹⁾, Hamsiah¹⁾

¹⁾ Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia, 90231,
Makassar, Indonesia

***Korespondensi Author: asbar.asbar@umi.ac.id**

Diterima: 05 Maret 2024; Disetujui: 14 April 2024 ; Dipublikasikan: 30 Juni 2024

Keywords:

Mangrove conservation;
litter production;
nutrient potential.

ABSTRACT:

The study aims to determine the production and potential of litter nutrients of *Rhizophora mucronata*, as well as estimate the potential of nutrients (C, N, P and K) released into marine waters. Sampling is carried out using the transect-squared method. Mangrove litter avalanches are captured using litter traps and measured in size by filtering litter in water streams connecting mangrove forests and the sea. The potential of mangrove litter nutrient production was analyzed by conducting C, N, P and K nutrient analysis at the Hasanuddin University Chemistry laboratory. The results showed that the dominating mangrove type was *R. mucronata*. Pontondo mangrove conservation area produces an average litter production of *R. mucronata* of 3.68 gr/m²/day or 13.41 tons/ha/year of litter; And the biggest contributor is leaves. *Rhizophora mucronata* litter potential nutrient production reaches 0.4529 gr-C/m²/day or 1.653 tons-C/ha/year, 0.02904 gr-N/m²/day or 0.1060 tons-N/ha/year, 0.02109 gr-P/m²/day or 0.0770 tons-P/ha/year, and 0.02603 gr-K/m²/day or 0.0950 tons-K/ha/year. Pontondo mangrove conservation forest also contributes litter to marine waters of around 560,832 gr./day of waste to marine waters, and contributes nutrients to marine waters of 69,021.96 gr-C per day; element N of 4,425, 690 gr-N/day; element P is 3,214, 116 gr-P/day and element K is 3,966.515 gr-K/day.

ABSTRAK:

Produksi serasah sangat penting dalam pertumbuhan mangrove dan sebagai sumber detritus bagi ekosistem laut dan estuari dalam menyokong kehidupan berbagai organisme akuatik. Penelitian bertujuan untuk mengetahui produksi dan potensi unsur hara serasah *Rhizophora mucronata*, serta memperkirakan potensi unsur hara (C, N, P dan K) yang dilepaskan ke perairan laut. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode transek-kuadrat. Longsoran serasah mangrove ditangkap dengan menggunakan perangkap serasah dan diukur ukurannya dengan menyaring serasah pada aliran air yang menghubungkan hutan mangrove dan laut. Potensi produksi unsur hara serasah mangrove dianalisis dengan melakukan analisis hara C, N, P dan K di laboratorium Kimia Universitas Hasanuddin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis mangrove yang mendominasi adalah *R. mucronata*. Kawasan konservasi mangrove Pontondo menghasilkan rata-rata produksi serasah *R. mucronata* sebesar 3,68 gr/m² /hari atau 13,41 ton/ha/tahun serasah; dan penyumbang terbesar adalah daun. Produksi unsur hara potensial serasah *Rhizophora mucronata* mencapai 0,4529 gr-C/m²/hari atau 1,653 ton-C/ha/tahun, 0,02904 gr-N/m²/hari atau 0,1060 ton-N/ha/tahun, 0,02109 gr-P/m²/hari atau 0,0770 ton-P/ha/tahun, dan 0,02603 gr-K/m²/hari atau 0,0950 ton-K/ha/tahun. Hutan konservasi mangrove Pontondo juga menyumbangkan serasah ke perairan laut sekitar 560,832 gr./hari sampah ke perairan laut, dan menyumbangkan unsur hara ke perairan laut sebesar 69.021,96 gr-C perhari; unsur N sebesar 4.425, 690 gr-N/hari; unsur P sebesar 3.214, 116 gr-P/hari dan unsur K sebesar 3.966,515 gr-K/hari.

Kata kunci:

Konservasi Mangrove; Produksi
Serasah;
Potensi Unsur Hara.

Indexing By:



1. PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem dengan produktivitas yang tinggi. Keberadaan ekosistem mangrove di kawasan perairan pesisir merupakan wilayah yang sangat memungkinkan bagi keberadaan berbagai biota perairan laut (Alamsyah *et al.*, 2018). Mangrove merupakan tumbuhan yang berperan penting dalam menjaga kesuburan ekosistem perairan laut karena adanya masukan bahan organik yang dihasilkan dari serasah mangrove, dimana serasah mangrove tersebut merupakan sumber makanan bagi organisme perairan sekitarnya (Ampun *et al.*, 2018).

Serasah adalah bahan-bahan yang telah mati terletak diatas permukaan tanah dan mengalami dekomposisi dan mineralisasi. Serasah merupakan bahan organik yang dihasilkan oleh tanaman yang akan dikembalikan ke dalam tanah. Serasah tanaman dapat berupa daun, batang, ranting, bahkan akar (Bargali *et al.*, 2015). Serasah tersebut akan mengalami pembusukkan (dekomposisi) kemudian menjadi humus yang banyak menyumbangkan kesuburan suatu perairan (Apdhan *et al.*, 2012). Bagian terbesar produksi primer serasah berasal dari daun mangrove. Melalui daun yang gugur dan jatuh ke tanah serasah tersebut nantinya akan dimanfaatkan oleh konsumen dalam proses rantai makanan di wilayah pesisir (Dewi, 2017).

Unsur hara yang dihasilkan dari serasah sangat penting dalam pertumbuhan mangrove dan sebagai sumber detritus bagi ekosistem laut dan

estuari dalam menyokong kehidupan berbagai organisme akuatik. Apabila serasah di hutan dapat dihitung dengan benar dan dipadukan dengan perhitungan biomassa lainnya, akan diperoleh informasi penting dalam produksi serasah, dan siklus nutrisi ekosistem hutan (Kavvadias *et al.* 2001; Moran *et al.* 2000).

Pada dasarnya, serasah yang dihasilkan oleh hutan mangrove antara lain mengandung N (nitrogen), P (fosfor), C (karbon), dan alium (K) yang tinggi dan akan terlarut dalam air sehingga dapat menunjang proses pertumbuhan fitoplankton. Oleh karenanya, diduga terdapat hubungan yang erat antara N dan P serasah dengan N dan P yang terdapat di dalam air, produktivitas perairan dan jumlah individu fitoplankton, zooplankton dan makroorganisme (Mahmudi *et al.* 2008).

Kawasan konservasi mangrove Puntundo berperan penting dalam memberikan kontribusi unsur hara sebagai pakan alami bagi biota dan menjaga kerusakan lingkungan pesisir dan perairan pantai. Oleh sebab itu di lokasi tersebut, tidak diperkenankan untuk merusak, menangkap, apalagi membunuh ekosistem laut di sekitar pantai. Sehingga perlu penelitian mengenai Analisis produksi dan potensi unsur hara serasah mangrove *Rhizophora mucronata* di Kawasan Konservasi Mangrove Puntundo Desa Laikang Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) mengetahui berapa produksi serasah *R. Mucronata* di Kawasan Konservasi Mangrove Puntundo; (2) mengetahui

Potensi kandungan unsur hara (C, N, P dan K) dari serasah daun *R. mucronata*; dan (3) menduga kontribusi atau pelepasan unsur hara dari serasah ke lingkungan perairan laut Kabupaten Takalar

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juni 2023 – September 2023. Berlokasi di Kawasan Konservasi Mangrove Dusun Puntondo Desa Laikang Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Pantai Lemo-Lemo
Figure 1. Map of Research Locations on Lemo-Lemo Beach

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

Table 1. Research Tools and Materials

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
	Alat	
1	Jaring penangkap serasah ukuran 1 x 1 m ²	Untuk menada/menanampung serasah yang jatuh
2	Patok ukuran 30 cm	
3	Pipa paralon diameter 5 inci	
5	Termometer	Mengukur suhu air laut
6	Compas	Penentuan arah
7	Meteran	Mengukur sampel/stasiun
8	Neraca analitik	

10	pH indikator	
11	Sekop	Mengambil sampel subtrak
12	Camera	Dokumentasi kegiatan
Bahan		
1	Ketas label	Label sampel
2	Kantong plastik	Tempat sampel
3	Tali rafia	Sebagai petakan stasiun
4	Serasah	Bahan sampel

2.3. Sumber data dan Metode pengumpulan data.

Pengamatan produksi serasah diamaliti tiap 7 (tujuh) hari selama satu bulan dengan menggunakan alat jaring penangkap serasah (*litter-trap*) ukuran 1 x 1 m² terbuat dari kain nylon dengan mesh size sekitar 1 mm, patok ukuran 30 cm, paralon ukuran 1 meter dengan diameter 5 inci, termometer, kompas, meteran, neraca analitik, pH indikator, sekop, kamera, oven. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kertas label, kantung plastik, tali raffia, dan serasah.

Pengambilan sampel untuk analisis vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan metode plot transek garis dari arah perairan ke arah darat di daerah intertidal (Bengen, 2004). Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 stasiun dan tiap stasiun terdiri dari satu garis transek. Panjang transek dari pinggir perairan ke arah darat sekitar ± 300 m atau bergantung kepada ketebalan mangrove pada tiap-tiap stasiun pengamatan.

Pada tiap transek garis terdapat 2 petak contoh (plot) berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 10 x 10 m². Pada setiap petak contoh (plot) dilakukan penghitungan jumlah individu setiap jenis dan pengukuran diameter batang pohon.

Pengambilan serasah dilakukan setiap satu minggu sekali selama lima minggu, selanjutnya dilakukan pengukuran kandungan unsur nutriennya (C, N, P, dan K). Untuk mengetahui berapa besar serasah yang disumbangkan dari hutan mangrove ke perairan di sekitarnya, dipilih saluran air yang menghubungkan antara hutan mangrove dan perairan laut pada tiap stasiun. Serasah yang tersangkut diambil dari dalam pipa paralon, kemudian dilakukan pengukuran berat kering serasah dan kandungan C, N, P dan K. Analisa produksi dan potensi unsur hara serasah *Rhizophora mucronata* akan dilakukan di laboratorium Kimia Universitas Hasanuddin.

2.4. Analisis Data

Analisis data rata-rata produksi serasah yang dianalisis per periode g/m²/hari untuk mengetahui produksi serasahnya dilakukan menggunakan rumus (Rizal, 2018).

$$X_j = \frac{\sum X_i}{n}$$

Keterangan :

X_j = Produksi serasah setiap periode (gram berat kering/m²7 hari)

X_i = Berat Kering daun Mangrove (gram berat kering)

n = Luasan Litter-trap (m²)

$$P = \frac{\sum Xi}{t}$$

Keterangan :

P = Produksi serasah harian (gram berat kering/m²/hari)

Xi = Berat kering daun mangrove setiap Periode (gram berat kering)

t = Waktu pemasangan per periode (7 hari)

Analisis potensi unsur hara yang dapat dimanfaatkan (*litterfall nutrient accession*) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Djamaludin, 1995):

$$NA = N \times P$$

Keterangan :

NA = Nutrient accession/unsur hara yang dihasilkan (g/m²/hari)

N = Kandungan unsur hara

P = Produksi serasah (g/m²/hari)

Analisis kandungan karbon dan nitrogen pada serasah mangrove dilakukan secara deskriptif. Selanjutnya akan ditampilkan dalam

bentuk grafik/histogram yang menggambarkan hubungan antara kadar carbon, kadar nitrogen dan fosfor yang terdapat di setiap stasiun pengamatan.

Banyaknya unsur hara Serasah yang di lepas ke perairan laut dihitung dengan formula :

$$S = \frac{(Bks) \times T}{Vol}$$

Keterangan :

S = Serasah yang dilepas ke perairan (gr.s/m³);

Bks = Berat kering serasah (gr)

Vol = volume air yang masuk ke dalam pipa paralon (m³)

T = Waktu (s)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Serasah Mangrove.

Hasil perhitungan di lapangan didapatkan produksi serasah mangrove di kawasan konservasi mangrove Pontondo, disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Produksi Serasah Jenis *Rhizophora mucronate*.

Table 2. Production of *Rhizophora mucronate* type litter

Stasiun	Plot	Berat Basah Serasah (gr) /7 hr	Berat Basah Serasah (gr) /hr	Berat Kering Serasah (gr/m ² /7 hr)	Berat Kering Serasah (gr/m ² /hr)	Berat Kering Serasah (ton/ha /th)
1	1	100	14,286	19,180	2,740	10,001
	2	80	11,429	24,200	3,457	12,619
Rata-rata		90,000	12,857	21,690	3,099	11,310
2	1	150	21,429	25,300	3,614	13,192
	2	80	11,429	27,290	3,899	14,230
Rata-rata		115,000	16,429	26,295	3,756	13,711
3	1	170	24,286	39,970	5,710	20,842
	2	85	12,143	19,530	2,790	10,184
Rata-rata		127,500	18,214	29,750	4,250	15,513
Rata-rata Total		110,833	15,833	25,912	3,702	13,511

Berdasarkan table 1 di atas diketahui rata-rata produksi serasah yang dihasilkan daun mangrove *R. mucronata* di Kawasan Konservasi Mangrove Pontondo terbesar pada stasiun III berjumlah 15,513 ton/ha/tahun, kemudian stasiun II 13,711 ton/ha/tahun, dan terendah pada stasiun I sebesar 11,310 ton/ha/tahun, dengan rata-rata 13, 511 ton/ha/tahun. Melihat rata-rata produksi serasah pada ke-III stasiun, yang paling banyak diproduksi itu serasah basah. Menurut Farid & Gobel (2023) bahwa penelitian ini menunjukkan mangrove jenis *R. mucronata* pada lokasi penelitian memiliki produktivitas serasah yang cukup tinggi mencapai 3,92 gbk/m²/hr. Hal ini di dukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Baderan *et al.* (2018) di mana serasah basah mangrove *R. mucronata* memiliki nilai dominansi tertinggi dibandingkan jenis lain yakni mencapai (18,5%).

Tingginya produksi serasah basah mangrove *R. mucronata* juga disebabkan oleh bentuk morfologi dan ukuran daun. Daun *R. mucronata* yang besar menyebabkan daun mangrove jenis ini mudah gugur saat dihempas angin dan diterpa hujan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mahmudi *et al.* (2011) daun jenis *R. mucronata* memiliki ukuran lebih besar

menyebabkan daun mangrove jenis ini mudah gugur saat dihempas angin dan diterpa hujan. Menurut Mahmudi *et al.* (2011) yang menjelaskan bahwa komponen utama dari serasah mangrove adalah bagian, yang mencapai >50% bahkan dalam beberapa kasus dapat mencapai >80% dari total produksi serasah. Pernyataan tersebut didukung pula oleh penelitian Aida *et al.* (2014) yaitu secara keseluruhan produksi serasah harian di wilayah pesisir mencapai 3,45 gram /m²/hari dengan kontribusi terbesar dari daun yang mencapai >80%, diikuti ranting dan organ reproduksi. Tidak hanya itu, tingginya serasah daun terjadi karena serasah daun memiliki waktu yang singkat dibanding dengan ranting, bunga dan buah. Yuwono *et al.* (2015) mengemukakan bahwa organ daun mempunyai periode biologi yang lebih singkat dibanding dengan komponen serasah lainnya.

Potensi Kandungan Unsur Hara Serasah.

Hasil analisis potensi unsur hara (C, N, P dan K) serasah yang dapat dimanfaatkan di Kawasan Konsevasi Mangrove Puntondo Kabupaten Takalar dapat dilihat pada table Secara keseluruhan hasil analisis unsur hara (C, N, P, dan K) serasah mangrove *R. mucronate* secara rinci disajikan pada table 3.

Tabel 3. Unsur Hara (C, N, P, dan K) Serasah *R. mucronata*Table 3. Nutrients (C, N, P, and K) *R. mucronata* litter

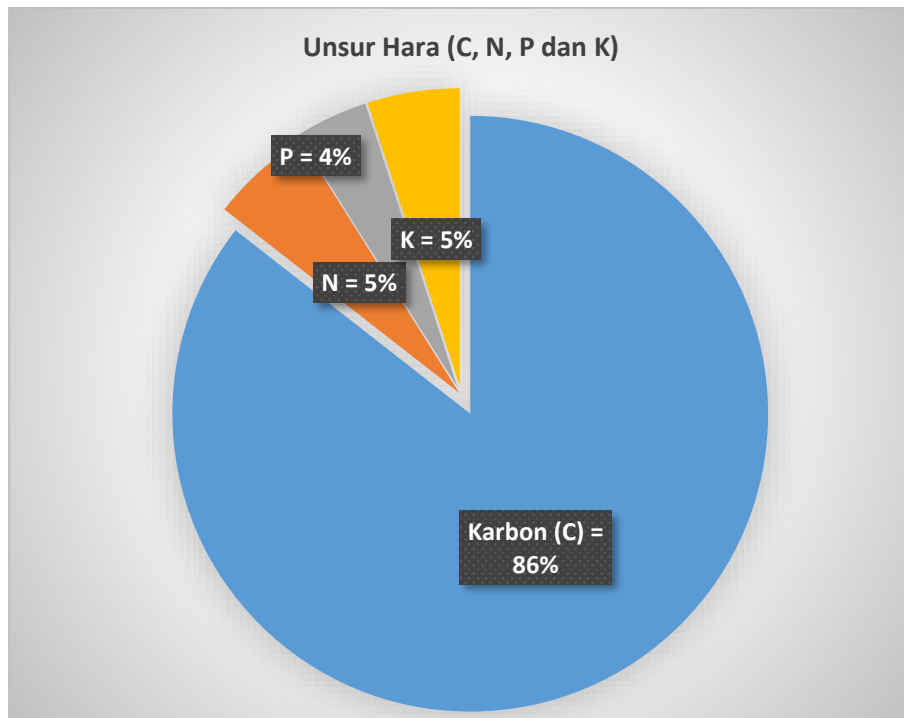
Stasiun	Produksi Unsur Hara (ton/ha/th)			
	Carbon (C)	Nitrogen (N)	Fosfat (P)	Kalium (K)
I	4,129	0,265	0,156	0,234
II	5,146	0,33	0,258	0,327
III	6,310	0,405	0,305	0,352
Rata-rata	5,195	0,333	0,240	0,304

Dari tabel 2, menunjukkan bahwa jumlah produksi potensial unsur hara serasah atau potensi unsur hara yang dapat dimanfaatkan di Kawasan Konservasi Mangrove Kabupaten Takalar menunjukkan bahwa potensi karbon (C) dengan Rata-rata sebesar 5,195 ton/ha/tahun, kandungan nitrogen (N) dengan rata-rata sebesar 0,333 ton/ha/tahun, kandungan fosfor dengan rata-rata sebesar 0,240 ton/ha/tahun, dan Kandungan kalium rata-rata sebesar 0,304 ton/ha/tahun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis mangrove yang mendominasi yaitu *Avicennia marina* dan *Rhizophora apiculata* dengan kerapatan relatif sebesar 51,43% dan 36,19%. Hutan mangrove cagar alam Pulau Dua menghasilkan total rata-rata serasah sebesar 4,05 gr/m²/hari atau 14,78 ton/ha/tahun dengan penyumbang terbesar dari serasah daun. Produksi potensial unsur hara serasah yang dihasilkan sebesar 0,3456 gr-C/m²/hari atau 1,2616 ton-C/ha/tahun, 0,0091 gr-N/m²/hari atau 0,0333 ton-N/ha/tahun, 0,0008 gr-P/m²/hari atau 0,0031 ton-P/ha/tahun. Hutan mangrove cagar alam Pulau

Dua turut menyumbangkan serasahnya ke perairan laut sebesar 855,4724 gr/m³/hari (Wahyuni I., 2016). Selanjutnya Salim, A., G., and Budiadi (2014), menemukan produksi serasah dari HR3 (6,05 ton/ha/6bln), HR2 (5,64 ton/ha/6 bln) dan HR1 (4,61 ton/ha/6 bln). Berat serasah daun sebesar 5,150 ton/ha (77,07%) di HR3, 5,218 ton/ha (76,22%) di HR2 dan 3,816 ton/ha (66,96 %) di HR1. Produksi serasah tersebut jika terdekomposisi sempurna selama 6 bulan akan menambah unsur hara ke tanah HR3 sebesar 80,56 kg/haN; 3,50 kg/ha P; dan 14,73 kg/ha K, HR2 (69,58 kg/ha N; 3,38 kg/ha P; dan 14,28 kg/ha K), dan paling rendah pada HR1 (53,15 kg/ha N; 1,95 kg/ha P dan 7,18 kg/ha K). Untuk memenuhi kebutuhan hara baik tanaman pertanian maupun tanaman hutan (pohon) kandungan hara serasah ini belum mencukupi sehingga perlu dikombinasikan dengan jenis lain seperti legum.

Berdasarkan gambar 1 di atas terlihat bahwa kandungan unsur C pada serasah daun mangrove *R. mucronata* jauh lebih 86% besar dari pada produksi kandungan unsur N (5%) maupun produksi kandungan unsur K (5%) serta produksi unsur P (4%), (Gambar 2)



Gambar 2. Unsur Hara (C, N, P, dan K)

Figure 2. Nutrients (C, N, P, and K)

Berdasarkan hasil kajian luasan Kawasan hutan konservasi mangrove Pontondo seluas 15,24 ha, maka kawasan konservasi mangrove ini mampu menyumbangkan serasah ke perairan laut sekitar diperoleh 1.545,57 gr/hari atau 205,909 ton/tahun dan kandungan unsur hara ke perairan sebesar 594,276 gr-C/hari atau 79,172 ton-C/tahun; unsur N sebesar 38,147 gr-N/hari atau 5,082 ton-N/tahun; unsur P sebesar 27,399 gr-P/hari atau 3,650 ton.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini, adalah (1) rata-rata produksi serasah yang dihasilkan daun mangrove *R. mucronata* di Kawasan Konservasi Mangrove Pontondo sebesar 3,702 gr/m²/hari atau 13,511 ton/ha/tahun; (2) jenis mangrove *R. mucronata* menghasilkan unsur hara potensial dari serasah

sekitar 1, 4233 gr-C/m²/ hari atau 5,192 ton-C/ha/tahun, 0,0914 gr-N/m²/hari atau 0,333 ton-N/ha/tahun, 0,0656 gr-P/m²/hari atau 0,240 ton-P/ha/tahun, dan 0,0834 gr-K/m²/hari atau 0,304 ton-K/ha/tahun; dan (3) kawasan konservasi mampu menyumbangkan serasah ke perairan laut sekitar diperoleh 1.545,57 gr/hari atau 205,909 ton/tahun dengan kandungan unsur hara ke perairan sebesar 594,276 gr-C/hari atau 79,172 ton-C/tahun; unsur N sebesar 38,147 gr-N/hari atau 5,082 ton-N/tahun; unsur P sebesar 27,399 gr-P/hari atau 3,650 ton-P/tahun dan unsur K sebesar 34,812 gr-K/hari atau 4,638 ton-K/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Aida, G. R., Wardiatno, Y., Fahrudin, A., & Kamal, M. M. (2014). Produksi serasah mangrove di pesisir Tangerang, Banten.

- Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 19(2), 91-97.
- Alamsyah, R., Marni, M., Fattah, N., Liswahyuni, A., & Permatasari, A. (2018). Laju Dekomposisi Seras Daun Mangrove Di Kawasan Wisata Tongke-Tongke Kabupaten Sinjai. *Agrominansia*, 3 (1): 72-77.
- Ampun, A.C.R.A., Karang, I.W.G.A., & Suteja, Y. (2020). Laju Dekomposisi Seras Daun Mangrove *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Sonneratia alba* di Kawasan Hutan Mangrove Pulau Penyu, Tanjung Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6 (1): 100-105.
- Apdhan, D., Aras, M., & Zulkifli. (2012). Produksi Dan Kandungan Karbon Serta Laju Dekomposisi Seras *Xylocarpus* Sp Di Perairan Sungai Masjid Dumai, Riau. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 4(2): 1-11
- Baderan, D. W. K., Rahim, S., & Kumadji, S. 2018. Vegetation Structure, Diversity and Value of Carbon in the Tutuwoto Mangrove Area in Orchid District North Gorontalo Regency. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, Volume 3 (12).
- Bargali, Shukla K, Singh L, Ghosh L, Lakhera ML. 2015. *Leaf Litter Decomposition and Nutrien Dynamics in Four Tree Species of Dry Deciduous Forest*. *Tropical Ecology* 56(2): 191–200.
- Bengen DG. 2004. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan-Institut Pertanian Bogor.\
- Dewi, R. 2017. Laju Dekomposisi Seras Daun *Sonneratia Alba* Dan Analisis Unsur Hara C, N Dan P Diperairan Desa Sei Sakat Kecamatan Panai Hilir Kabupaten Labuhanbatu Provinsi Sumatera Utara. [Skripsi]. USU. Medan. 84 hal.
- Djamaluddin, R. 1995. Kontribusi hutan mangrove dalam penyediaan nitrogen dan fosfor potensial di perairan Likupang Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Thesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor: 104 hlm.
- Farid, SM , Gobel, S.A. 2023. Analisis Produktivitas Seras Hutan Mangrove Di Desa Tutuwoto Kecamatan Anggrek Kabupaten Gorontalo Utara. *Jambura Edu Biosfer Journal*. vol. 5, no. 2. pp 36—42. DOI. <https://doi.org/10.34312/jebj.v5i2.22014>
- Kavvadias, V.A., D. Alifragis, A. Tsiontsis, G. Brofas & G. Stamatelos. (2001). Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystem in Notern Greece. *Forest Ecology and Management*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Mahmudi, M., Soemarno, M., & Arfiati, D. 2011. Produksi dan dekomposisi seras *Rhizophora mucronata* serta kontribusinya terhadap nutrien di hutan mangrove reboisasi, Nguling Pasuruan. *Jurnal Berkala Penelitian Hayati*, 6, 19-24.
- Moran, J.A., M.G. Barker & P. Becker. (2000). A Comparison of the soil water, nutrien status, and litterfall characteristics of tropical heath and mixed-dipterocarp forest sites in Brunei. *Biotropica* 32: 2 – 13.
- Rizal, 2018. Produksi dan Laju Dekomposisi Seras Mangrove di Desa Pengudang Bintan. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Riau.
- Salim, A. G., and Budiadi, 2014. Production and Nutrient Content of Litter in Nglanggeran Community Forest, Gunung Kidul, D.I. Yogyakarta.
- Yuwono, S. B., Andrianto, F., & Bintoro, A. (2015). Produksi dan laju dekomposisi seras mangrove (*Rhizophora* sp.) di desa Durian dan desa Batu Menyan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(1), 9-20.
- Wahyuni, I., (2016). Analisis Produksi Dan Potensi Unsur Hara Seras Mangrove Di Cagar Alam Pulau Dua Serang, Banten. *Jurnal Biodidaktika*, 11 (2); 1-8.