

**HUBUNGAN KERAPATAN DENGAN LAJU PRODUKSI SERASAH MANGROVE DI
KAWASAN MUARA BADAK KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR**
*RELATIONSHIP BETWEEN DENSITY AND MANGROVE LITTER PRODUCTION RATE IN THE
MUARA BADAK AREA KUTAI KARTANEGARA EAST KALIMANTAN*

Naufal Athasyah, Mohammad Sumiran Papatungan, Dewi Embong Bulan*

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman,
Jl. Gunung Tabur Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur

*Corresponding author email: dewi.embong@fpik.unmul.ac.id

Submitted: 02 May 2023 / Revised: 03 August 2023 / Accepted: 08 August 2023

<http://doi.org/10.21107/jk.v16i2.19861>

ABSTRAK

Ekosistem mangrove mempunyai fungsi yang sangat penting karena memiliki fungsi fisik dan ekologis. Mangrove adalah satu di antara ekosistem produktif yang produksi primernya terdiri dari serasah, dekomposisi dan nutrisi. Tingginya produktivitas mangrove akan terkait dengan rantai makanan yang bergantung pada serasah yang terurai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan kerapatan mangrove dengan laju produksi serasah di kawasan Muara Badak Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2022. Data kerapatan dan produksi serasah mangrove diambil pada transek berukuran 10 m². Serasah mangrove diambil pada 2 stasiun penelitian menggunakan litter-trap dengan ukuran 1x1 meter selama 1 bulan dengan pengambilan sampel sebanyak 3 kali setiap selang waktu 10 hari. Hasil penelitian menunjukkan jenis mangrove yang dominan ditemukan pada 2 stasiun penelitian yaitu *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Avicennia marina*. Sementara itu, kerapatan mangrove pada stasiun I rata-rata sebesar 1.100 ind/ha dan stasiun II sebesar 1.133 ind/ha. Laju produksi serasah mangrove pada stasiun I rata-rata sebesar 0,74 g/m²/hari dan pada stasiun II sebesar 1,64 g/m²/hari. Hasil uji korelasi menggunakan regresi linear menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara kerapatan mangrove dengan laju produksi serasah.

Kata Kunci: Kerapatan mangrove, Muara Badak, produksi serasah.

ABSTRACT

The mangrove ecosystem has a very important function because it has physical and ecological functions. Mangroves are one of the productive ecosystems whose primary production consists of litter, decomposition and nutrients. The high productivity of mangroves will be related to the food chain that depends on decomposed litter. This study aims to determine the relationship between mangrove density and litter production rate in the Muara Badak Kutai Kartanegara area, East Kalimantan. This research was carried out in July – August 2022. Data on mangrove litter density and production were taken on a 10 m² transect. Mangrove litter was taken at 2 research stations using a 1x1 meter litter trap for 1 month with 3 samples taken every 10 days. The results showed that the dominant mangrove species were found at 2 research stations, namely *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, and *Avicennia marina*. Meanwhile, the density of mangroves at the station I averaged 1,100 ind/ha, and at station II was 1,133 ind/ha. The production rate of mangrove litter at station I was an average of 0.74 g/m²/day and at station II it was 1.64 g/m²/day. The results of the correlation test using linear regression showed that there was a strong correlation between mangrove density and litter production rate.

Keywords: Litter production, Muara Badak, mangrove density.

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove mempunyai fungsi yang sangat penting karena memiliki fungsi fisik dan ekologis. Salah satu fungsi ekologis ekosistem

mangrove adalah sebagai daerah pemijahan (*spawning ground*), daerah mencari makan (*feeding ground*), daerah asuhan (*nursery ground*) bagi biota laut, sebagai sumber keanekaragaman biota akuatik dan nonakuatik

(Gunarto, 2004). Selain itu fungsi ekosistem mangrove di antaranya adalah menyediakan berbagai jenis produk dan jasa dari aspek lingkungan yang terdiri atas pengontrol intrusi air laut, perlindungan dari abrasi, pengurangan kecepatan dan tinggi dari arus gelombang, rekreasi, pengurangan tiupan angin yang kencang, serta pembersih air dari polutan (Agusrinal *et al.*, 2015).

Mangrove merupakan salah satu ekosistem produktif yang produksi utamanya terdiri dari serasah, dekomposisi dan nutrisi (Arfan, 2018). Produktivitas hutan mangrove dapat dihasilkan melalui guguran daun serasah yang akan mengalami dekomposisi dan menjadi stok unsur hara yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut bagi keberlangsungan ekosistem (Lestari, 2014; Susiana, 2015). Serasah mangrove dapat dimanfaatkan dalam perkiraan produktivitas mangrove dan diduga memiliki hubungan dengan produktivitas primer kotor seperti masukan energi total ke dalam sistem perairan (Siegers, 2015).

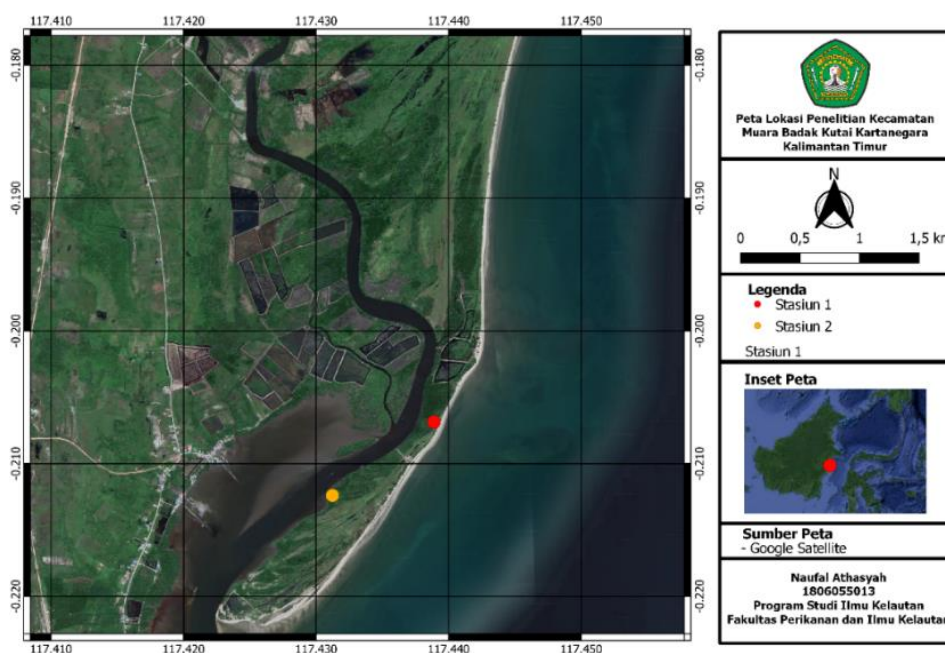
Secara umum produksi bahan organik ditentukan oleh jenis dan kerapatan tegakan hutan mangrove, semakin rapat tegakan mangrove maka produksi bahan organik juga semakin tinggi (Andrianto *et al.*, 2015). Tingkat produksi serasah juga memiliki manfaat yang penting dalam mengetahui produktivitas ekosistem mangrove karena jumlah jatuhan serasah menjadi komponen dasar rantai makanan bagi ekosistem mangrove (Bengen, 2002). Selain itu, jumlah produksi serasah juga berkaitan dengan serapan karbon dari

mangrove (Alongi, 2012). Oleh karena itu penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis hubungan kerapatan mangrove dengan laju produktivitas serasah mangrove pada wilayah Muara Badak, Kutai Kartanegara. Penelitian ini menjadi sangat penting dilakukan untuk mendapatkan data terbaru tentang kondisi mangrove di sekitar wilayah Delta Mahakam. Berdasarkan data tahun 2019 bahwa luas kawasan mangrove di Delta Mahakam telah mengalami kerusakan sekitar 47,8% dari total luasan awal ± 100.000 Ha (Balitbangda Kabupaten Kutai Kartanegara, 2019).

MATERI DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2022. Tempat pengambilan sampel dilakukan di kawasan Muara Badak Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Penentuan lokasi sampling yang dilakukan dengan metode purposive sampling. Lokasi sampling dipilih berdasarkan keberadaan ekosistem mangrove yang ada di lokasi penelitian dengan mempertimbangkan sebaran mangrove dan lokasi yang dapat dijangkau. Terdapat 2 stasiun penelitian yaitu Stasiun I berada di area pantai dengan titik koordinat $0^{\circ}12'5.95710''$ LS dan $117^{\circ}26'31.21300''$ BT dan stasiun II berada di area muara dengan titik koordinat $0^{\circ}13'0.38520''$ LS dan $117^{\circ}25'30.14190''$ BT (**Gambar 1**). Analisis sampel berat basah dan berat kering serasah dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman.



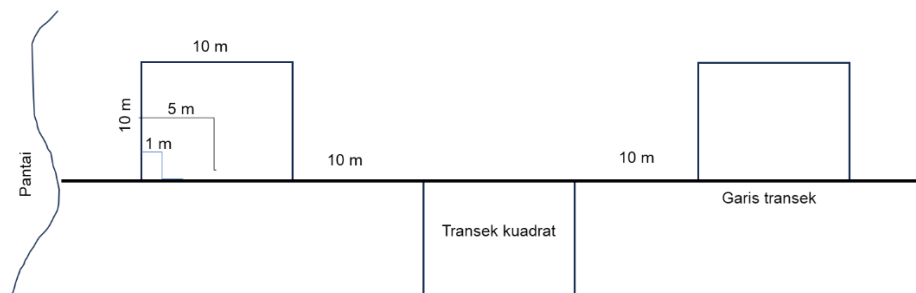
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian terdiri dari observasi lapangan, pengambilan data dan pengukuran parameter kualitas perairan. Prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut:

Struktur Tegakan Mangrove

Pengambilan data struktur tegakan mangrove



Gambar 2. Ilustrasi pemasangan plot di lokasi penelitian

Pengukuran Produksi Serasah

Pengambilan sampel serasah dari setiap guguran daun mangrove dalam waktu tertentu (*liner-fall*) menggunakan metode *litter-trap* (jaring penampung serasah) berukuran 1x1 meter yang terbuat dari bahan nilon dengan ukuran mata jaring 1 mm (Brown, 1984; Asthon et al., 1999). Perangkat ini diletakkan di bawah pohon mangrove yang ada pada masing-masing stasiun. Masing-masing *litter-trap* diposisikan dengan sedemikian rupa, sehingga dapat menampung guguran daun mangrove dan cukup tinggi agar tidak dapat dicapai oleh kepiting yang mengkonsumsinya atau terbawa oleh air pasang (Hogart, 2007). Pengambilan sampel serasah dilakukan sebanyak 3 kali pengambilan dengan selang waktu 10 hari. Pengambilan pertama dilakukan pada tanggal 7 Agustus 2022, pengambilan kedua dilakukan pada tanggal 17 Agustus 2022, dan pengambilan ketiga dilaksanakan pada tanggal 27 Agustus 2022. Masing-masing sampel serasah dipisahkan antara daun lainnya, kemudian ditimbang berat basah serasah mangrove tersebut dan dimasukkan ke dalam kantong sampel dan diberi label. Setelah itu, dibawa ke laboratorium dan dikeringkan dalam oven pengering selama 48 jam pada suhu 80°C sampai beratnya konstan. Serasah kering kemudian ditimbang dengan alat timbangan yang mempunyai ketelitian 0,05 gr (Mahmudi et al., 2008).

Pengukuran Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur terdiri dari derajat keasaman (pH), suhu dan salinitas perairan. Pengukuran pH menggunakan kertas

dilakukan pada 2 stasiun penelitian yaitu stasiun I dan stasiun II dan pada setiap stasiun terbagi menjadi 3 plot menggunakan transek kuadrat ukuran 10x10 meter, dengan jarak dari masing-masing petak sepanjang 10 meter (**Gambar 2**). Setelah itu dilakukan identifikasi jenis mangrove serta mengukur diameter batang pada pohon mangrove dewasa dan menghitung jumlah individu untuk menghitung kerapatan.

lakmus, suhu menggunakan *thermometer* dan salinitas menggunakan *handrefraktometer*.

Analisis Data

Analisis kerapatan jenis (Di) dilakukan dengan menggunakan persamaan (Fachrul, 2007).

$$Ki = \frac{ni}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: Ki = Kerapatan jenis ke-i (ind/m²); ni= Jumlah total tegakan ke-i (ind); A= Luas total area pengambilan contoh (m²)

Analisis produksi serasah daun mangrove dilakukan dengan menggunakan persamaan (Hamidy et al., 2002).

$$Berat\ Kering = \frac{gbk}{m^2/hari} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan: gbk= Gram berat kering; m²/hari= Meter kuadrat per hari

HASIL DAN PEMBAHASAN
Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi perairan di lokasi penelitian. Kualitas air menjadi salah satu faktor yang sangat mempengaruhi kehidupan dan kondisi kesehatan tumbuhan mangrove. Selain itu, kualitas air seperti suhu, pH, salinitas dan DO juga mempengaruhi kehidupan biota yang hidup berasosiasi dengan mangrove. Adapun hasil pengukuran parameter kualitas air pada lokasi penelitian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Analisis Parameter Kualitas Air

Stasiun	Parameter	Pengambilan		
		I	II	III
I	Suhu (°C)	32	32	29
	Salinitas (‰)	34	30	30
	pH	6	6	6
II	Suhu (°C)	35	32	28
	Salinitas (‰)	15	13	14
	pH	6	6	6

Berdasarkan hasil pengukuran parameter suhu di lokasi penelitian menunjukkan bahwa suhu perairan di masing-masing stasiun antara pengambilan I dan pengambilan II memiliki suhu yang kurang lebih sama, sedangkan untuk pengambilan III memiliki suhu yang rendah (**Tabel 1**). Suhu tertinggi terdapat di pengambilan I pada stasiun II yaitu 35°C, hal ini diduga akibat pengukuran suhu yang dilakukan pada siang hari. Pernyataan tersebut juga didukung oleh penelitian Andrianto *et al.* (2015) yang mengatakan bahwa suhu yang tinggi disebabkan oleh pengukuran yang dilakukan pada siang hari dan lebih terbuka sehingga mendapatkan intensitas cahaya yang lebih tinggi. Menurut peraturan pemerintah nomor 22 tahun 2021 tentang baku mutu air laut pada parameter suhu perairan mangrove memiliki nilai 28-32°C.

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) menunjukkan hasil yang sama di semua stasiun penelitian dengan nilai pH 6. Nilai pH dalam suatu perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ialah salinitas, fotosintesis, suhu, kandungan oksigen, aktivitas biologi, dan adanya kation serta anion dalam perairan (Handayani, 2004). Menurut Kepmen LH No. 51 (2004) kisaran pH suatu perairan yang cocok untuk pertumbuhan

ekosistem mangrove adalah 6,5 – 8,5.

Sementara itu, salinitas air pada lokasi penelitian berkisar antara 13-34 ppt dengan nilai tertinggi pada stasiun I pengambilan I yaitu 34 ppt. Stasiun I yang berada di area pantai dan lebih banyak mendapat langsung air laut sedangkan pada stasiun II yang berada di muara sungai kisaran salinitasnya adalah 13 - 15 ppt. Salinitas sendiri akan lebih bervariasi terutama pada perairan pantai jika dibandingkan dengan perairan terbuka atau laut dalam, kecuali di daerah dekat sungai yang memiliki jumlah air tawar yang cukup besar, sehingga menimbulkan perbedaan ekologis yang disebabkan oleh salinitas yang tidak banyak berubah (Sa'ban *et al.*, 2013; Siegers, 2015). Menurut peraturan pemerintah nomor 22 tahun 2021 tentang baku mutu air laut, parameter suhu perairan mangrove s/d 34 ppt.

Jenis dan Kerapatan Mangrove

Terdapat 4 jenis mangrove yang ditemukan di stasiun penelitian yaitu *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Avicennia marina* (**Tabel 2**). Nilai kerapatan dari masing-masing jenis mangrove yang ada pada lokasi penelitian dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai Kerapatan Jenis Mangrove.

Stasiun	Plot	Jenis Mangrove	Kerapatan (ind/ha)	Rata-rata
I	I	<i>Rhizophora Apiculata</i>	1.200	1.100 ± 153
	II	<i>Rhizophora Apiculata</i>	1.300	
	III	<i>Rhizophora Apiculata</i>	800	
II	I	<i>Rhizophora Mucronata</i>	1.600	1.133 ± 236
		<i>Avicennia Marina</i>	100	
	II	<i>Rhizophora Mucronata</i>	700	
		<i>Sonneratia Alba</i>	100	
	III	<i>Rhizophora Mucronata</i>	700	
		<i>Sonneratia Alba</i>	200	

Kerapatan mangrove pada tiap stasiun memiliki jenis yang berbeda-beda. Stasiun I didominasi oleh jenis mangrove *Rhizophora apiculata* dengan nilai rata-rata kerapatan sebesar 1.100 ind/ha, sedangkan stasiun II didominasi oleh jenis mangrove *Rhizophora mucronata* dengan nilai rata-rata kerapatan sebesar 1.000 ind/ha.

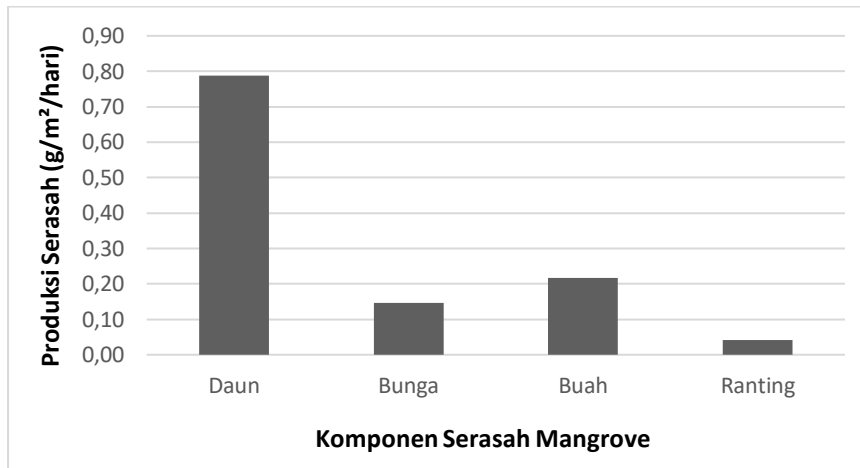
Penelitian Supriadi *et al.* (2018) menyatakan bahwa jenis mangrove *Rhizophora apiculata* hampir sering dijumpai di setiap plot yang berada berdekatan dengan tepi laut dan sebagian juga ditemukan pada kawasan yang masih basah dengan air laut yang sedang surut. Jenis mangrove *Rhizophora sp.* memiliki

penyebaran sepanjang wilayah Indonesia, serta memiliki kemampuan tumbuh pada habitat yang beragam dan menjadi tumbuhan pionir di lingkungan pesisir (Noor et al., 2012).

Laju Produksi Serasah

Hasil analisis laju produksi berat basah dan berat kering serasah mangrove dapat dilihat pada **Tabel 3**. Produksi berat basah serasah

mangrove memiliki nilai yang berbeda-beda tiap periode pengambilan yang berkisar antara 3,05 g/m²/hari sampai 17,03 g/m²/hari. Produksi serasah terbanyak di stasiun II yaitu 17,03 g/m²/hari dan produksi terendah berada di stasiun I yaitu 3,05 g/m²/hari. Total berat basah produksi serasah mangrove yang dihasilkan di lokasi penelitian paling banyak ialah berasal dari daun mangrove (**Gambar 3**).



Gambar 3. Produksi Serasah Mangrove dari Masing-Masing Komponen

Sementara itu, produksi berat kering serasah mangrove memiliki pola yang sama dengan produksi basah serasah mangrove, dimana semakin tinggi produksi berat basah serasah maka produksi serasah berat kering juga tinggi. Produksi berat kering serasah mangrove

berkisar antara 0,61 g/m²/hari sampai 1,96 g/m²/hari. Produksi berat kering serasah tertinggi pada stasiun II yaitu 1,96 g/m²/hari dan produksi terendah berada di stasiun I yaitu 0,61 g/m²/hari.

Tabel 3. Hasil Analisis Produksi Berat Basah dan Berat Kering Serasah Mangrove.

Stasiun	Produksi Serasah (g/m ² /hari)	Pengambilan			Rata-Rata
		I	II	III	
I	Berat Basah	3,40	3,05	5,32	3,92 ± 0,71
	Berat Kering	0,72	0,61	0,90	0,74 ± 0,8
II	Berat Basah	8,66	7,30	17,03	10,99 ± 3,04
	Berat Kering	1,60	1,36	1,96	1,64 ± 0,17

Perbedaan produksi serasah mangrove perhari diduga dipengaruhi oleh perbedaan jenis mangrove (Aida et al., 2014). Selain itu, juga disebabkan oleh adanya perbedaan letak geografis, variasi kondisi vegetasi, dan struktur penyusun hutan (Zamroni & Rohyani 2008). Jenis mangrove *Rhizophora* sp. mendominasi tingkat kerapatan mangrove dan membuat produksi serasah meningkat. Andrianto et al. (2015) menyatakan bahwa ukuran dan juga bentuk dari daun jenis *Rhizophora* sp. lebih besar dari jenis lainnya sehingga menyebabkan daun lebih mudah gugur.

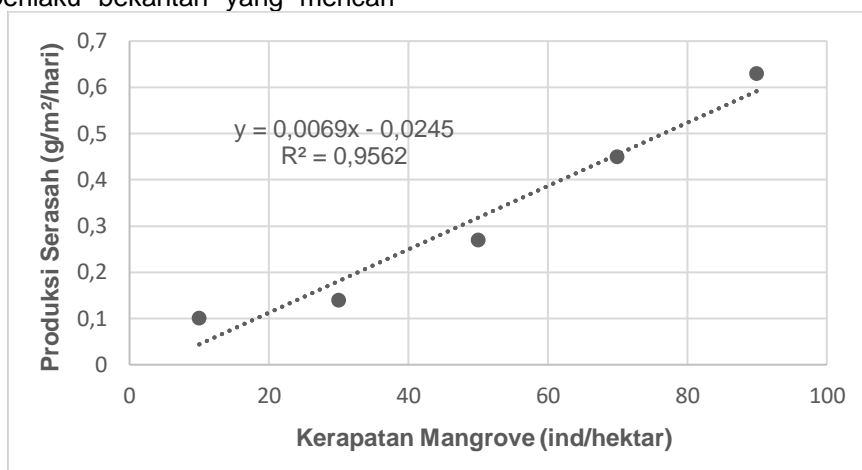
Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Produksi Serasah

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produksi serasah mangrove diantaranya

adalah kerapatan mangrove, jenis mangrove, curah hujan dan kecepatan angin. Menurut Leksono et al. (2014), nilai kerapatan mangrove dapat berdampak pada jumlah serasah yang dihasilkan, karena nilai kerapatan mangrove berbanding lurus dengan jumlah serasah yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang diperoleh yaitu pada Stasiun II menunjukkan jumlah produktivitas serasah lebih tinggi dari stasiun I, demikian pula dengan tingkat kerapatan mangrove mangrove pada stasiun II juga lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun I (**Tabel 2** dan **Tabel 3**). Tidak hanya pengaruh dari kerapatan mangrove yang tinggi di stasiun II yang menyebabkan produksi serasah meningkat, akan tetapi diduga karena banyaknya aktivitas dari perimata atau bekantan yang mencari makan di stasiun II juga

menyebabkan jatuhnya serasah meningkat. Menurut Hardianto *et al.* (2015) terdapat faktor alam yaitu perilaku bekantan yang mencari

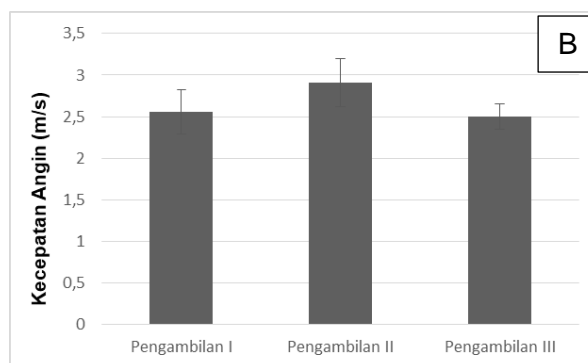
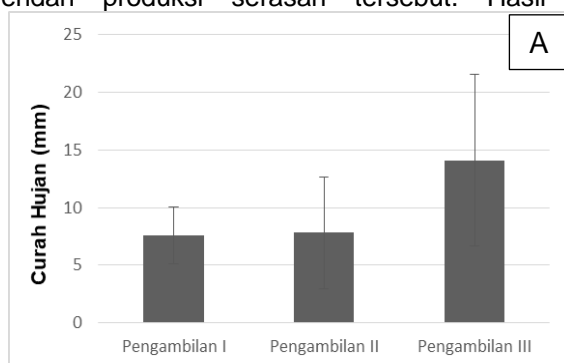
makan pada mangrove yang diduga memiliki kaitan yang erat dengan produksi serasah.



Gambar 4. Hubungan Kerapatan Mangrove dengan Produksi Serasah

Soeroyo (2003) menyatakan bahwa tingkat kerapatan mangrove yang tinggi juga akan mengakibatkan peningkatan produksi serasah, begitupun sebaliknya semakin rendah kerapatan mangrove maka akan semakin rendah produksi serasah tersebut. Hasil

perhitungan analisis regresi linier pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara kerapatan mangrove dengan laju produksi serasah (**Gambar 4**).



Gambar 5. Data Curah Hujan (A) dan Kecepatan Angin (B) pada Lokasi Penelitian (Sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), Stasiun Meteorologi Aji Pangeran Tumenggung Pranoto Samarinda dan The European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF))

Supriadi *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa terdapat beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi jatuhnya serasah seperti hembusan angin dan terpaan hujan yang dapat mengakibatkan meningkatnya produksi serasah. Cuaca di lokasi penelitian memiliki pengaruh terhadap tingkat produktivitas serasah, dimana pada saat musim hujan dengan kecepatan angin yang tinggi maka produksi serasah juga akan menjadi lebih tinggi dibandingkan musim yang lain. Hal ini disebabkan oleh karena pada musim hujan tersebut, massa jenis daun yang lebih ringan dibandingkan dengan komponen lain yang membuat daun mudah jatuh ke dalam perairan atau tanah mangrove (Widhitama *et al.*, 2016). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa

curah hujan yang tinggi pada waktu pengambilan I menyebabkan produksi serasah juga tinggi, baik berat kering maupun berat basah (**Gambar 5**), sedangkan kecepatan angin tidak terlalu berpengaruh. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh ukuran litter trap yang terlalu kecil (1x1 m) sehingga pada saat angin terlalu kuat maka daun yang jatuh tidak tepat masuk ke dalam *litter trap* (Nanda *et al.*, 2019).

Produksi serasah yang tinggi berhubungan dengan stok karbon pada mangrove. Semakin tinggi produksi serasah, maka stok karbon juga tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat (Rositah *et al.*, 2013; Tidore *et al.*, 2018) yang menyatakan bahwa produksi serasah mempengaruhi stok karbon pada serasah,

yang mana produksi serasah yang tinggi berbanding lurus dengan stok karbon yang dihasilkan. Hasil penelitian ini menjadi data awal tentang kondisi mangrove di Muara Badak yang selanjutnya dapat dijadikan rujukan penelitian tentang stok karbon pada mangrove di lokasi tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa rata-rata kerapatan mangrove pada stasiun I 1.100 ind/ha dan stasiun II 1.133 ind/ha. Produksi rata-rata berat basah serasah mangrove pada stasiun I 3,92 g/m²/hari dan berat kering 0,74 g/m²/hari sedangkan pada stasiun II rata-rata berat basah serasah mangrove 10,99 g/m²/hari dan berat kering 1,64 g/m²/hari. Kerapatan mangrove memiliki korelasi yang kuat dengan produksi serasah ($r=0,9562$). Penelitian produksi serasah ini perlu dilakukan lebih lanjut mengenai stok karbon dan juga perlu dilakukan penelitian dengan memperbanyak stasiun penelitian, agar supaya data yang dihasilkan lebih valid dan komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan dari karya ilmiah ini didukung oleh Program Studi Ilmu Kelautan, dan Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman. Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada teman-teman Program Studi Ilmu Kelautan atas dukungan dan semangat yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusrinal, Santoso, N., dan Prasetyo, L.B. (2015). Tingkat Degradasi Ekosistem Mangrove di Pulau Kaledupa Taman Nasional Wakatobi. *Jurnal Silviculture Tropika*, 6(3), 139–147.
- Aida, G., R., Wardiatno, Y., Fahrudin, A., & Kamal, M., M. (2014). Produksi Serasah Mangrove di Pesisir Tangerang, Banten. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JUPI)*, 19(2), 91-97.
- Alongi, D., M. (2009). *The Energetics of Mangrove Forests*. Springer, Amsterdam, The Netherlands.
- Andrianto, F., Afif, B., & Slamet, B.Y. (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, DOI: 10.23960/jsl139-20.
- Arfan, A., Abidin, M. R., Leo, M., Uca, U.,

- Nyompa, S., Maru, R., & Lao, Y. (2018). Production and Decomposition Rate of Litterfall *Rhizophora mucronata*. *Environment Asia. "The Internasional Journal by the Thai Society of Higher Education Institutes on Environment"*, 11(1), 1-242.
- Ashton EC, Hogarth PJ, Ormond R. (1999). Breakdown of mangrove leaf litter in a managed mangrove forest in Peninsular Malaysia. *Hydrobiologia*, 413, 77-88.
- Bengen, D.G. (2002). *Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolannya*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Brown, M.S. (1984). *Mangrove Leaf Litter Production and Dynamics*. In *The Mangrove Ecosystem: Research Methods* (Snedaker, S.C and J.G. Snedaker Eds). UNESCO, United Kingdom. Pp. 231 – 238.
- Fachrul MF. (2007). *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Gunarto. (2004). Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 23(1), 15 – 21.
- Hamidy R, Soelaksono S, Adiarto, Taufikurrahman. (2002). Struktur Komunitas dan Laju Produksi Serasah Mangrove di Dumai, Riau. *Biologi*, 2(13), 755-768.
- Handayani, T. (2004). *Laju dekomposisi serasah mangrove Rhizophora mucronata Lamk di Pulau Untung Jawa Kepulauan Seribu Jakarta*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hardianto, Karmila, & Yulma. (2015). Produktivitas dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan Kalimantan Utara. *Jurnal Harpodon Borneo*, 8(1).
- Hogarth, P. J. (2007). *The Biology of Mangrove and Seagrasses*. Oxford University Press Inc. New York.
- Indonesia Maritime Institute. (2012). *Ekosistem mangrove: Merintis tergerus keserakahan*. Diakses dari: <http://www.indomaritimeinstitute.org>. (tanggal akses 15 September 2013).
- Leksono, S.S.B., Soenardjo, N. & Pramesti, R. (2014). Produktivitas dan dekomposisi serasah daun mangrove Di Kawasan Vegetasi Mangrove Pasar Banggi, Rembang – Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 3(4), 549-553.
- Lestari, F. (2014). Komposisi jenis dan sebaran ekosistem mangrove di Kawasan Pesisir

- Jurnal Dinamika Maritim*, 4(1), 68-75.
- Mahmudi. M., Soewardi. K., Kusmana. C., Hardjomidjojo & Damar. A. (2008). Laju Dekomposisi Serasah Mangrove dan Kontribusinya Terhadap Nutrien di Hutan Mangrove Reboisasi. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 2(1), 19-25.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2004). *Keputusan Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep 201/MENLH/1/2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove*. Jakarta (ID): Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Nanda J., Octaviana C., Nurfadillah, Dewiyanti I., & Karina S. (2019). Produktivitas Serasah Mangrove Rizhophora sp. di Desa Alue Naga, Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 4(4), 218-226.
- Noor, Y.S., Khazali, M., & Suryadiputra, I.N.N., (2012). *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia Cetakan Ketiga*. PHKA/WIJPB. Bogor.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Sekretariat Negara Republik Indonesia, 1(078487A), 483. <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Rositah, Herawatiningsih H., & Hardiansyah G. (2013). Pendugaan Biomassa Karbon Serasah dan Tanah pada Hutan Tanaman (*Shorea leprosula* Miq) Sistem TPTII PT. Suka Jaya Makmur, 1(3), 358-366.
- Sa'ban, & Ramli, W. (2013). Produksi dan laju Dekomposisi Serasah Daun Mangrove dengan Kelimpahan Plankton diperairan Mangrove Teluk Momaro. *Jurnal Mina Laut Indonesia*, 132-146.
- Shobirin A., Budiarsa A. A., & Ritonga I. R. (2016). Pemetaan Sebaran Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8/Etm+ di Teluk Pangempang Kecamatan Muara Badak Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis*, 22(1).
- Siegers, W.H. (2015). Analisis Produktifitas Serasah Mangrove di Perairan Desa Hanura Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pasawaran Lampung. *The Journal of Fisheries Development*, 2(3), 45-60.
- Soedarti, T., Widyalekson, T. & Sopana, A. G. (2012). Produktifitas Serasah Mangrove Dikawasan Wonorejo Pantai Timur Surabaya. *Jurnal Fakultas Sains dan Teknologi*, Universitas Airlangga, Surabaya.
- Soeroyo, (2003). *Pengamatan gugur serasah di hutan mangrove Sembilang Sumatra Selatan*. P3O-LIPI. 38-44.
- Supriadi, A. D., Karlina, I., & Idris, F. (2018). Hubungan Kerapatan Mangrove dan Produksi Serasah Mangrove Terhadap Kelimpahan Gastropoda di Perairan Dompok Tanjungpinang. *Dinamika Maritim*, 7(1), 43-49.
- Susiana, S. (2015). Analisis Kualitas Air Ekosistem Mangrove di Estauria Perancak, Bali. *Agrikan: Jurnal Ilmiah Agribisnis Perikanan*, 8(1), 42-49.
- Tidore F., Rumengan A., Sondak C. F. A., Mangindaan R. E. P., Runtuwene H. C. C., & Pratasik S. B. (2018). Estimasi Kandungan Karbon (C) pada Serasah Daun Mangrove di Desa Lansa, Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2(1).
- Tim Peneliti Balitbangda Kabupaten Kutai Kartanegara. (2019). Kajian Identifikasi Tingkat Kerusakan Hutan Mangrove untuk Perencanaan Reboisasi pada Delta Mahakam di Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal "Gerbang Etam"*, 13(1).
- Widhitama S, Purnomo PW, & Suryanto A. (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.
- Zamroni Y, & Rohyani IS. (2008). Produksi Serasah Hutan Mangrove di Perairan Pantai Teluk Sepi, Lombok Barat. *Jurnal Biodiversitas*, 9(4), 284 287.