

Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Daun Mangrove di Kawasan Wisata Mangrove Gununganyar Surabaya

Meisel Kristian Dui¹, Nirmalasari Idha Wijaya², Nor Sa'adah³

^{1,2,3)}Prodi Oseanografi, Universitas Hang Tuah
Korespondensi: meisel2854@gmail.com

Abstrak

Serasah mangrove memiliki fungsi yang amat penting bagi ekosistem mangrove, diantaranya untuk mempertahankan kesuburan tanah hutan yang bersangkutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi dan laju dekomposisi di Kawasan Wisata Mangrove Gununganyar. Penelitian dilakukan dengan cara memasang jaring serasah atau *litter-trap* sebagai wadah guguran daun mangrove yang jatuh, ini dilakukan untuk mengetahui produktivitas serasah daun mangrove, pengambilan serasah pada *litter-trap* dilakukan selama 1 bulan dan diambil dengan interval 30 hari serta memasang *litter-bag* untuk menempatkan serasah daun mangrove. Hasil produksi serasah pada Stasiun 1, Stasiun 2 dan Stasiun 3 berturut-turut yaitu 194,976 kg/ha/bulan, 681,84 kg/ha/bulan, 925,275 kg/ha/bulan. Hasil laju dekomposisi serasah di Kawasan Wisata Mangrove Gununganyar dari Stasiun 1, Stasiun 2, dan Stasiun 3 berturut-turut sebesar 97,95%, 60,35% dan 89,25%.

Kata Kunci: dekomposisi, gununganyar, mangrove, produksi, serasah.

Abstract

Mangrove litter has a very important function for the mangrove ecosystem, including to maintain the fertility of the forest soil in question. This study aims to determine the production and rate of decomposition in the Gununganyar Mangrove Tourism Area. The study was conducted by installing a litter net or litter-trap as a container for fallen mangrove leaves, this was done to determine the productivity of mangrove leaf litter, litter collection on the litter-trap was carried out for 1 month and was taken at 30-day intervals and installed a litter-bag for placing mangrove leaf litter. The litter production at Station 1, Station 2 and Station 3 was 194.976 kg/ha/month, 681.84 kg/ha/month, 925.275 kg/ha/month. The results of the litter decomposition rate in the Gununganyar Mangrove Tourism Area from Station 1, Station 2, and Station 3 were 97.95%, 60.35% and 89.25%, respectively.

Key words: decomposition, gununganyar, litter, mangrove, production.

PENDAHULUAN

Hutan mangrove adalah tipe hutan yang khas terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove tumbuh pada pantai yang terlindung atau pantai yang datar, biasanya di sepanjang sisi pulau yang terlindung

dari angin atau di belakang terumbu karang di lepas pantai yang terlindung (Nybakken, 1992).

Kawasan Gunung Anyar Tambak, Kecamatan Gunung Anyar merupakan kawasan yang memiliki areal hutan mangrove seluas 73,86 ha dengan sebaran di pantai 14,94 ha, di daerah tambak 47,64 ha, serta di kanan kiri sungai 11,28 ha (Trisbiantoro dan Kusyari, 2020). Kawasan mangrove gunung anyar berada di sepanjang Pamurbaya (Pantai Timur Surabaya) sampai ke aliran sungai Kebonagung Rungkut Surabaya. Hutan mangrove memisahkan antara Kabupaten Sidoarjo di sebelah selatan dengan Kota Surabaya di sebelah timur, sebagian hutan mangrove berada di wilayah Kabupaten Sidoarjo dan sebagian ikut Kota Surabaya.

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. Menurut Dharmawan dkk., (2016), serasah daun sebagai komponen utama dalam produktivitas primer bakau merupakan sumber karbon penting dalam proses dekomposisi. Stok karbon yang sangat tinggi dalam tanah, maupun biomassa vegetasinya menghasilkan keberadaan sumber karbon yang berlimpah untuk mendukung proses dekomposisi yang terjadi di dalamnya.

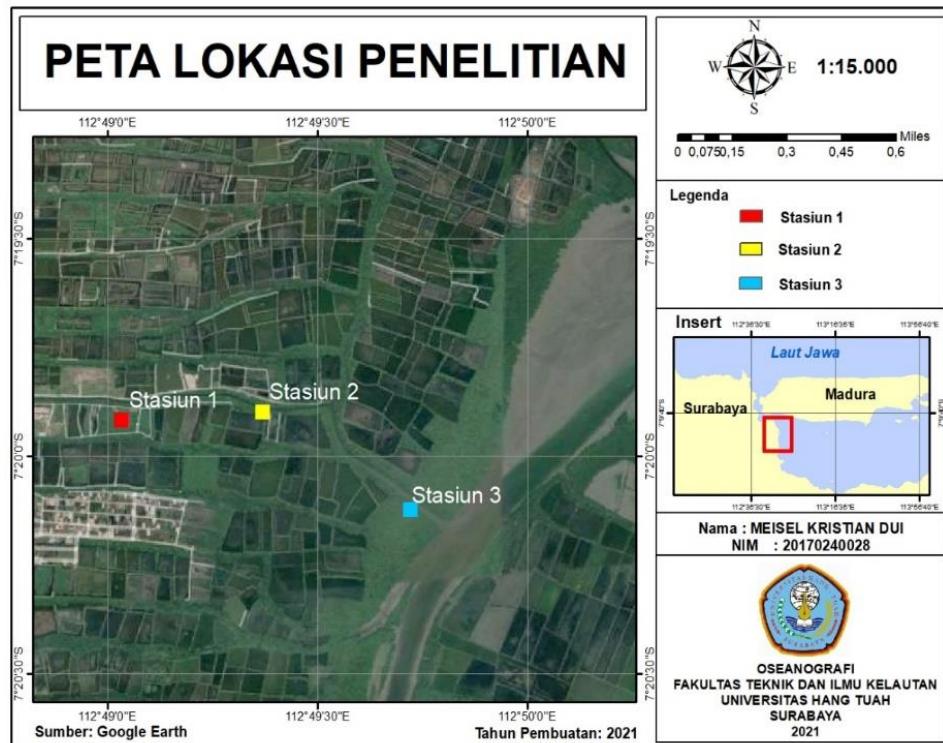
Tingkat produktivitas mangrove dapat ditelaah lebih lanjut dengan melihat nilai produksi dan laju dekomposisi serasah. Laju dekomposisi serasah akan menggambarkan kesuburan pada suatu ekosistem mangrove, hal ini juga terjadi di kawasan wisata mangrove gununganyar. Untuk mengetahui tinggi rendahnya produktivitas primer di ekosistem mangrove ada beberapa indikator yang dapat dihitung diantaranya laju dekomposisi, mengenai hal tersebut maka perlunya di lakukan penelitian tentang dan laju dekomposisi serasah di kawasan wisata mangrove gununganyar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan September – Desember 2021. Pada bulan pertama dilakukan studi literasi, bulan kedua pengambilan data, bulan ketiga analisis data, dan bulan keempat penyusunan hasil penelitian. Lokasi penelitian di kawasan wisata mangrove dengan detail stasiun pada Tabel 1.

Tabel 1. Detail Stasiun Penelitian

Stasiun	Koordinat	Kondisi Lokasi
1	7°19'52.466" LS dan 112°49'4.773" BT	Dekat Pemukiman
2	7°19'52.374" LS dan 112°49'26.931" BT	Tambak
3	7°20'3.34" LS dan 112° 49' 43.029" BT	Sempadan Pantai (Alami)



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

pengambilan sampel pengukuran produksi serasah (*litter-fall*)

Metode umum yang digunakan untuk menangkap guguran serasah di hutan mangrove dalam waktu tertentu (*litter-fall*) adalah dengan *litter-trap* (jaring penangkap serasah) (Brown, 1984).

1. *Litter-trap* berupa jaring penampung berukuran 2 m x 2 m, yang terbuat dari nylon dengan ukuran mata jaring sekitar 1 mm dan bagian bawahnya diberi pemberat.
2. *Litter trap* diletakkan di antara vegetasi mangrove terdekat dengan ketinggian di atas garis pasang tertinggi.

3. Pada setiap stasiun dipasang 3 jaring penampung. Pengukuran produksi serasah dilaksanakan bersamaan dengan mulai dilakukannya penelitian laju dekomposisi selama 1 bulan.
 4. Serasah yang sudah dikumpulkan tersebut ditimbang beratnya lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label.
 5. Untuk selanjutnya dibawa ke Laboratorium. Pengukuran berat kering serasah dilaksanakan di laboratorium dengan cara mengeringkan sampel ke dalam oven pada suhu 80°C selama 2 x 24 jam atau hingga beratnya konstan.

Pengukuran ph dan salinitas sedimen

Pengukuran pH dan Salinitas sedimen dilakukan dengan menimbang sedimen sebanyak 40 gram dengan menggunakan neraca analitik. Sedimen yang telah ditimbang akan dihomogenkan dengan aquades sebanyak 40 gram atau dengan perbandingan 1:1, lalu diamkan sedimen sampai mengendap. Pengukuran pH sedimen dilakukan dengan menggunakan soil meter dan pengukuran salinitas menggunakan Refraktometer. Berikut adalah rumus penghitungan salinitas sedimen yaitu:

Dengan Ss : Salinitas Sedimen

Se : Salinitas air

V_s : Volume pelarut/aquades (L)

Ve : Air yang terkandung dalam sedimen

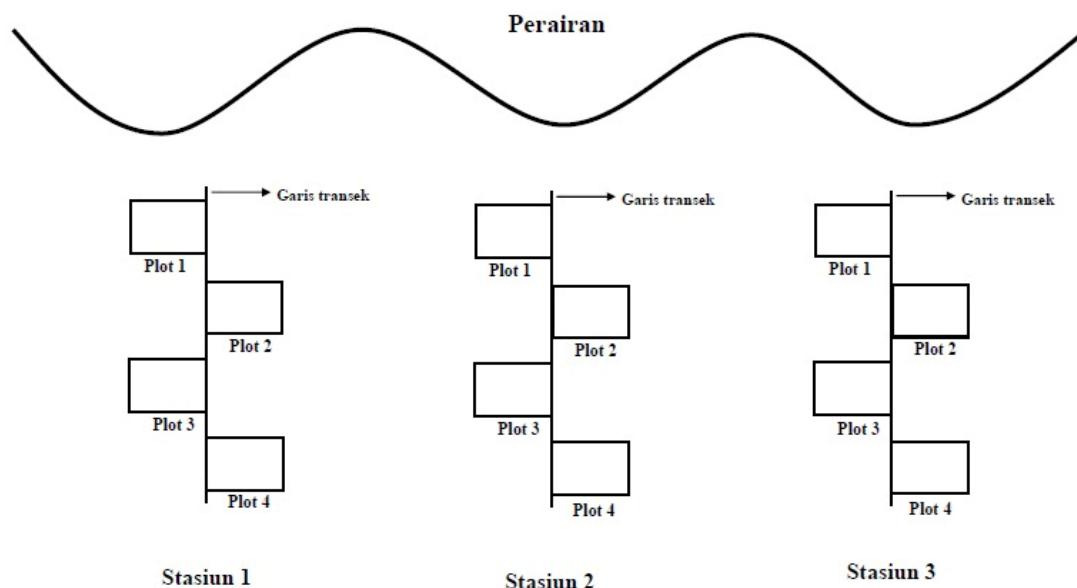
Pengukuran parameter air

Pengukuran parameter air yang meliputi salinitas menggunakan refraktometer, pengukuran temperatur menggunakan termometer, dan pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter, pengukuran dilakukan pada setiap plot dengan 3 kali replikasi untuk mendapatkan data akurat dengan cara *in situ*.

Pengukuran kerapatan pohon

Pengukuran kerapatan pohon mangrove dilakukan dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT) dengan cara membentangkan tali sepanjang 100meter dan

membuat plot dengan ukuran $20 \times 20 \text{ m}^2$ sebanyak 4 plot dalam 1 stasiun lalu mencatar jenis dan banyaknya pohon yang ada pada setiap plot. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi pengambilan plot untuk pengukuran kerapatan mangrove.

Pengukuran laju dekomposisi serasah

Pengukuran laju dekomposisi serasah dilakukan secara eksperimental di lapangan, yakni dengan

1. meletakkan serasah daun yang telah dikeringkan sebanyak 20 gram ke dalam kantong serasah (*litter bag*) berukuran $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ yang terbuat dari nilon dengan mata jaring 1 mm (Pribadi, 1998; Ashton dkk., 1999).
2. Di setiap stasiun pengamatan dipasang 4 kantong serasah (*litter bag*). *Litter-bag* diikatkan pada akar atau batang mangrove agar tidak terbawa air pasang.
3. *Litter-bag* diambil dari masing-masing lokasi pengamatan pada 7, 14 21, dan 28 hari. Setiap selesai waktu pengambilan, serasah dari *litter-bag* dikeluarkan dan ditiriskan, untuk selanjutnya diukur beratnya.
4. Dikeringkan pada suhu 105°C hingga beratnya konstan (Ashton dkk., 1999), lalu diukur berat keringnya. Laju dekomposisi serasah dihitung dari penyusutan bobot serasah yang didekomposisikan dalam satu satuan waktu.

Analisis Data

Analisis data produktifitas serasah

Serasah yang jatuh pada jaring perangkap yang berukuran 2m x 1 m x 1m kemudian dipisah antara daun, ranting, buga dan buah. Daun dimasukkan kedalam plastik. Analisis produksi serasah dilakukan menggunakan persamaan Widhitama ddk., 2016)

Dengan TL = Bobot total serasah (g)

L = Bobot serasah pada setiap perangkap (g)

A = Luas areal stasiun penelitian

a = Ukuran perangkap serasah (m²)

Analisis laju dekomposisi serasah

Persentase penguraian serasah mangrove diperoleh dengan menggunakan rumus (Boonruang, 1984).

Dengan Y = Persentase serasah mangrove yang mengalami dekomposisi

BA = Berat kering serasah awal (g)

BK = Berat kering serasah setelah waktu pengamatan ke-t (g)

Untuk mendapatkan nilai persentase kecepatan dekomposisi serasah per hari:

Dengan X = Persentase kecepatan dekomposisi serasah per hari

Y = Persentase serasah mangrove yang mengalami dekomposisi

D = Lama pengamatan (hari).

Analisis kerapatan mangrove

Analisis kerapatan mangrove dilakukan dengan metode transek garis. Pengambilan data kerapatan mangrove dilakukan dengan menghitung jumlah tegakan pohon, mengidentifikasi jenis mangrove, dan mengukur diameter batang pada pohon mangrove pada tiap plot yang berukuran 20 m x 20 m.

Kerapatan jenis adalah jumlah total suatu jenis yang ditemukan dalam suatu unit area. Rumus untuk menentukan kerapatan jenis berdasarkan Hidayat, (2017) yaitu:

K(Ind/ha) = Jumlah individu suatu jenis (4)
Luas plot contoh

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan Mangrove

Kriteria baku kerusakan mangrove menurut KEPMEN LH No 201 th 2004 yaitu ketika kawasan mangrove memiliki kerapatan <1000 individu/ha masuk dalam kategori rusak, sedangkan jika vegetasi mangrove >1500 individu/ha masuk dalam kategori baik atau padat.

Kerapatan mangrove sangat memengaruhi hasil produksi serasah mangrove, bila kerapatan mangrove rendah maka hasil produksi serasah rendah pula, begitu pula sebaliknya semakin tinggi kerapatan mangrove maka semakin tinggi pula produksi serasahnya (Sopana ddk., 2011).

Tabel 2. Hasil pengukuran kerapatan Vegetasi Mangrove (ind/ha)

Jenis Mangrove	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
	Kerapatan jenis (ind/ha)	Kerapatan jenis (ind/ha)	Kerapatan jenis (ind/ha)
<i>Avicennia marina</i>	1359,375	112,5	2200
<i>Avicennia alba</i>	437,5	103,125	1175
<i>Avicennia lanata</i>	78,125	46,875	-
<i>Rhizophora mucronata</i>	-	28,125	225
<i>Xylocarpus granatum</i>	-	28,125	75
<i>Sonetaria alba</i>	-	37,5	225
Total	1875	356,25	3900

Stasiun 1 yang berada pada kawasan mangrove yang telah dikonservasi memiliki jenis mangrove diantaranya *Avicennia marina*, *A. alba*, dan *A. lanata* di dominasi oleh jenis mangrove *A. marina* dan masuk pada kategori baik menurut bakumutu karena kerapatan diatas 1500 ind/ha. Pada Stasiun 2 berada di area tambak, memiliki jenis mangrove *A. marina*, *A. alba*, *A. lanata*, *Rhizophora mucronata*, *Xylocarpus granatum*, dan *Sonneratia alba*. Jenis mangrove terbanyak yaitu *A. marina* dan kondisi kerapatannya masuk kedalam kategori rusak karena jauh dari nilai bakumutu. Pada stasiun 3, berada pada sempadan pantai dengan kondisi vegetasi alami, jenis mangrove yang ditemukan yaitu *Avicennia marina*, *A. alba*, *Rhizophora mucronata*. Stasiun 3, jenis mangrove terbanyak yaitu *Avicennia marina* dan kondisi kerapatan mangrove termasuk pada kategori baik karena diatas nilai bakumutu sesuai KEPMEN LH dengan nilai hingga 3900 ind/ha.

Kawasan hutan mangrove memiliki bahan organik yang tinggi yang memungkinkan kawasan hutan mangrove sebagai daerah *feeding ground* karena mangrove merupakan produsen primer yang mampu menghasilkan detritus dari serasah daun dan dahan pohon mangrove, banyak nutrisi untuk biota-biota yang mencari makan pada ekosistem mangrove. Sumber utama bahan organik di perairan hutan mangrove adalah serasah yang dihasilkan oleh tumbuhan mangrove seperti daun, ranting, buah dan bunga (Sopana ddk., 2011).

Produksi Serasah Daun Mangrove

Pengumpulan sampel serasah dilakukan pada 3 stasiun yang berbeda, pada setiap stasiun terdapat 2 jaring jebakan serasah/*litter trap*. Pada stasiun 1 terletak di kawasan konservasi atau tempat yang sengaja ditanam mangrove yang didominasi jenis mangrove api-api atau *A. marina*. Stasiun 2 terletak di pinggiran sungai yang di dominasi mangrove *A. marina* dan beberapa *Rhizophora apiculata*. Stasiun 3 berada di muara sungai dengan kondisi mangrove alami yang di dominasi oleh jenis mangrove *A. marina*.

Produksi serasah adalah guguran struktur reproduktif dan vegetative yang disebabkan oleh faktor mekanik (angin), ataupun kombinasi keduanya, kematian, serta kerusakan dari keseluruhan tumbuhan oleh iklim (hujan dan angin) (Brown 1984 dalam Indriani, 2008).

Dari data pada Tabel 3, produksi serasah daun paling tinggi berada pada stasiun 3 trap ke 1 pada minggu ke 4 yang merupakan vegetasi mangrove alami dan juga memiliki kerapatan vegetasi yang tergolong baik dengan hasil produksi serasah 338kg/ha/minggu. Produksi serasah daun terendah berada pada Stasiun 1 minggu ke 3 pada trap 1 dengan

nilai 20,625 kg/ha/minggu, ini terjadi karena kecepatan angin yang menurun pada minggu ke 3, produksi serasah di Stasiun 1, 2, dan 3 menurun pula.

Produksi serasah merupakan bagian yang penting dalam transfer bahan organik dari vegetasi ke dalam tanah. Unsur hara yang dihasilkan dari proses dekomposisi serasah di dalam tanah sangat penting dalam pertumbuhan mangrove dan sumber detritus bagi ekosistem laut dan estuari dalam menyokong kehidupan berbagai ekosistem akuatis (Nugraha, 2010).

Tabel 3. Produksi serasah daun mangrove pada Stasiun 1, Stasiun 2, Stasiun 3.

Stasiun	Pengambilan hari ke-	Produksi Serasah kg/ha/bulan) pada trap ke -	
		I	II
1	7	91,452	71,85
	14	35,025	40,575
	21	20,625	32,325
	28	47,425	50,675
Total		194,527	195,425
2	7	211,05	228,30
	14	163,925	150,475
	21	132,075	145,625
	28	176,825	155,4
Total		683,88	679,80
3	7	227,15	286,7
	14	138,625	82,8
	21	223,8	242,2
	28	338,725	310,55
Total		928,3	922,25

Persentase Laju Dekomposisi Serasah Daun Mangrove

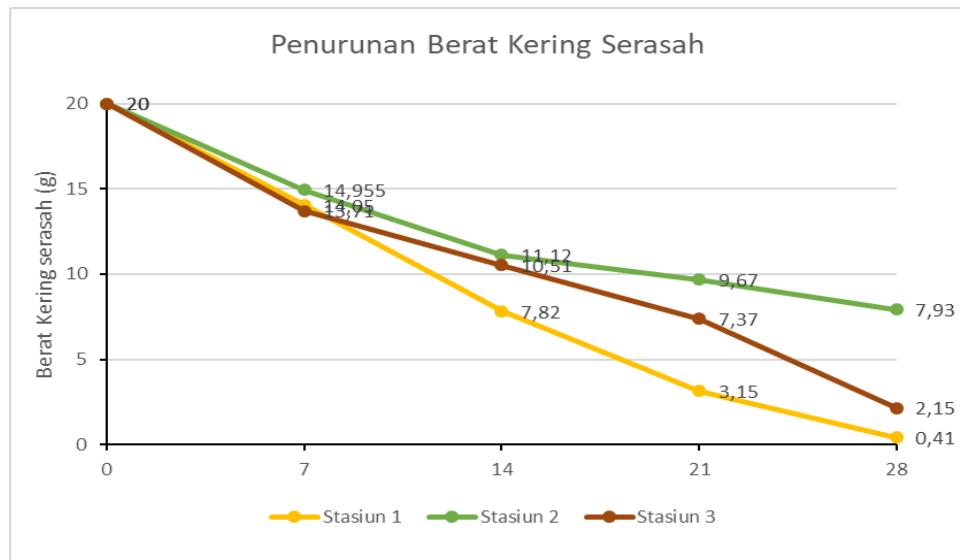
Dekomposisi dapat didefinisikan sebagai penghancuan bahan organik mati secara gradual yang dilakukan oleh agen biologi maupun fisika (Sunarto, 2003). Hasil penyusutan berat kering serasah daun mangrove yang terurai per 7 hari disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, penyusutan bobot kering serasah daun mangrove di setiap stasiun menunjukkan perbedaan nilai penyusutan bobot kering serasah, pada Stasiun 2 menunjukkan nilai penyusutan lebih rendah daripada stasiun lainnya. Pada 7 hari pertama penyusutan bobot kering serasah tinggi dan pada selanjutnya berlangsung secara bertahap

atau secara perlahan. Dekomposisi yang terjadi pada Stasiun 1, 2, dan 3 selama pengamatan yaitu 97,95%, 60,35% dan 89,25%.

Tabel 4. Persentase laju dekomposisi serasah daun mangrove

Stasiun	Bobot Awal (g)	Penyusutan Bobot Kering Produksi Serasah (g/minggu)				Laju Dekomposisi pada Hari Ke- (%)			
		7	14	21	28	7	14	21	28
1	20	14,05	7,82	3,15	0,41	29,75	60,9	84,25	97,95
2	20	14,955	11,12	9,67	7,93	25,22	44,4	51,65	60,35
3	20	13,71	10,51	7,37	2,15	31,45	47,45	63,125	89,25



Gambar 3 Penurunan berat kering serasah dalam 28 hari

Kecepatan dekomposisi tergantung atas sifat atau keadaan residu serta kondisi dekomposisi itu berlangsung (Dewi, 2009). Dari hasil pengukuran bobot kering serasah daun mangrove yang ada pada tabel 4, terlihat laju dekomposisi serasah daun mangrove dari stasiun 1 hingga stasiun 3 tidak berbeda jauh. Kecepatan laju dekomposisi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Laju Dekomposisi

Stasiun	Laju Dekomposisi (g/hari)
1	0,699
2	0,432
3	0,631

Berdasarkan tabel 5, laju dekomposisi pada kawasan wisata Mangrove Gununganyar berkisar 0,432 – 0,699 g/hari. Perbedaan laju dekomposisi disebabkan banyak faktor diantaranya suhu, lama perendaman dan kerapatan mangrove. Dekomposisi erat kaitannya dengan kerapatan, jika dilihat pada Tabel 3, kerapatan tertinggi berada pada Stasiun 3 diantara Stasiun 1 dan Stasiun 2, hal ini merupakan satu faktor yang dapat memengaruhi presentase laju dekomposisi. Kerapatan mangrove berkaitan dengan tutupan kanopi, apabila tutupan kanopi rapat maka akan menghambat penguraian, karena dapat menghalangi cahaya matahari untuk masuk ke lantai dasar mangrove (Indriani, 2008)

Faktor lain yang memengaruhi laju dekomposisi yaitu faktor lingkungan diantaranya temperatur dan salinitas (Indriani, 2008). Pada lokasi penelitian, temperatur perairan berada pada kisaran 29°C - 32°C. Ini merupakan faktor yang dapat memengaruhi laju dekomposisi karena bakteri dapat hidup pada temperatur optimum yaitu antara 27°C -36°C.

Suhu/temperatur yang tinggi akan mempercepat proses dekomposisi. Didukung oleh Masni (2012), peningkatan suhu tanah dapat merangsang kegiatan metabolisme dekomposer untuk mempercepat laju proses mineralisasi (perombakan bahan organik menjadi CO₂). Kerapatan pohon yang rendah akan menyebabkan intensitas cahaya matahari masuk ke permukaan tanah secara langsung dan menyebabkan suhu tanah lantai meningkat. Peningkatan suhu tanah akan mempercepat aktivitas dekomposer di dalam proses perombakan serasah tersebut.

Lama rendaman adalah salah satu faktor yang dapat memengaruhi laju dekomposisi, hal ini terjadi karena lantai mangrove tergenang air yang dapat mempercepat proses penguraian serasah juga dapat membawa dekomposer untuk mempercepat proses dekomposisi. Pada saat tergenang air, partikel kecil dari serasah ikut terbawa oleh air dan menyebar, ini menyebabkan massa serasah berkurang.

Penumpukan bahan organik dapat terjadi apabila tidak ada kesetimbangan antara suplai bahan organik dan kecepatan dekomposisi. Ke efektifan bakteri fungi dan hewan tanah lainnya dalam proses dekomposisi ditunjukkan dengan cepat atau lambat serasah hilang dari lantai hutan. Serasah yang kaya akan nutrisi akan cenderung lebih cepat

terdekomposisi dibandingkan dengan serasah yang miskin nutrisi di lantai hutan yang sama (Waring dan Schlesinger, 1985 dalam Dita, 2007).

KESIMPULAN

Produksi serasah daun mangrove pada Stasiun 1,2, dan 3 berturut-turut yaitu 194,97 kg/ha/bulan, 681,84 kg/ha/bulan dan 925,27 kg/ha/bulan. Produksi serasah tertinggi ada pada Stasiun 3 dan terendah pada stasiun 1.

Laju dekomposisi pada Stasiun 1, 2, dan 3 berturut-turut yaitu 97,95%, 60,35% dan 89,25%. Laju dekomposisi paling tinggi terjadi di Stasiun 1 dan terendah pada stasiun 2.

SARAN

Melakukan penelitian dengan rentang waktu yang lebih lama atau dengan musim berbeda, melakukan penelitian dengan jenis mangrove yang lebih spesifik dan melihat parameter lainnya seperti BOD, IOD.

REFERENSI

- Ashton E.C., P.J. Hogart dan R. Ormond. 1999. Breakdown of Mangrove Leaf Litter in A Managed Mangrove Forest in Peninsular Malaysia. *Hydrobiologia*. 413: 77-88.
- Boonruang, P. 1984. The Rate of Degradation of Mangrove Leaves, *Rhizophora apiculata bl* and *Avicennia marina* (forsk) vierh at Phuket Island, Western Peninsula of Thailand. *Proceedings of The Asian Symposium on Mangrove Environment Research and Management*. University of Malaya and UNESCO. Kuala Lumpur. 200-208.
- Dharmawan, I.W.E., N.P. Zamani dan H.H. Madduppa. 2016. Laju Dekomposisi Serasah Daun di Ekosistem Bakau Pulau Kelong, Kabupaten Bintan. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 1(1): 1-10.
- Dewi, N. 2009. Laju Dekomposisi Serasah Daun *Avicennia Marina* Pada Berbagai Tingkat Salinitas. *Skripsi*. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Dita, F. L. 2007. Pendugaan Laju Dekomposisi Serasah Daun *Shorea Balangeran* (Korth) *Burck* dan *Hopea Bancana* (Boerl) *Van Slooten* di Hutan Penelitian Dramaga, Bogor, Jawa Barat. *Skripsi*. Departernen Silvikultur, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

- Hidayat, M. 2017. Analisis Vegetasi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Kawasan Manifestasi Geotermal IE SUUM Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Biotik*. 5(2): 114-124.
- Indriani, Y. 2008. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Daun Mangrove Api (*Avecennia Marina* Forssk, Virch) di Desa Lontar, Kecamatan Kemiri, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. *Skripsi*. Program Studi Ilmu dan Teknologi K lautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Insitut Pertanian Bogor.
- Nugraha, W. A. 2010. Produksi Serasah (Guguran) Pada Berbagai Jenis Mangrove di Bangkalan. *Jurnal Kelautan*. 3(1): 66-69.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia. Jakarta.
- Sopana, A. G. 2011. Produktivitas Serasah Mangrove di Kawasan Wonorejo, Pantai Timur Surabaya. *Skripsi*. Program Studi SI Biologi, Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
- Sunarto. 2003, Peranan Dekomposisi dalam Proses Produksi Pada Ekosistem Laut. *Tesis*. Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Jurusan Biologi.
- Trisbiantoro, D., Kusyairi, A., dan Mansur, S. 2020. Analisis Potensi Obyek Ekowisata Mangrove Gunung Anyar Kelurahan Gunung Keluruhan Gunung Anyar Tambak, Kecamatan Gunung Anyar Surabaya. *TECHNO-FISH*. 4(1): 52-71.
- Widhitama, S. Purnomo, P. W. Suryanto, A. 2016. Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatan di Delta Sungai Wulan, Demak, Jawa Tengah. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 5(4): 311-319.