

**PRODUKTIVITAS DAN LAJU DEKOMPOSISI SERASAH MANGROVE  
DI KAWASAN KONSERVASI MANGROVE DAN BEKANTAN (KKMB)  
KOTA TARAKAN KALIMANTAN UTARA**

**<sup>1)</sup> Hardianto, <sup>1)</sup> Karmila, <sup>2)</sup> Yulma**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan

<sup>2)</sup> Staf Pengajar Manajemen Sumberdaya Perairan

FPIK Universitas Borneo Tarakan (UBT) Kampus Pantai Amal Gedung E,

Jl. Amal Lama No. 1, Po. Box. 170 Tarakan KALTARA.

E-mail: [yulma.yuki@gmail.com](mailto:yulma.yuki@gmail.com)

**ABSTRACT**

Other than for recreation purpose, Mangrove forest in Conservation Area for Mangrove and Bekantan also serve as basis for food chain where aquatic organism live. Mangrove also has high productivity. Litter productivity from several mangrove species as follows, 1.12 g/m<sup>2</sup>/day for *Sonneratia alba*, 0,82 g/m<sup>2</sup>/day for *Rhizophora apiculata*, 0.64 g/m/day for *Bruguiera parviflora*, and 0.52 g/m<sup>2</sup>/day for *Avicennia alba*. Litter decomposition rate for several mangrove species as follows, 0.35 g/day for *Sonneratia alba*, 0.30 g/day for *Avicennia alba*, 0.20 g/day for *Bruguiera parviflora* and the lowest one is 0.13 g/day for *Rhizophora apiculata*.

**Key word :** *litter productivity, litter decomposition, KKMB, Tarakan city*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Hutan mangrove sebagai ekosistem khas daerah pantai tropik, mempunyai fungsi strategis sebagai penyambung dan penyeimbang ekosistem darat dan laut. Tumbuh-tumbuhan, hewan dan berbagai nutrisi ditransfer ke arah darat atau laut melalui mangrove. Secara ekologis mangrove berperan sebagai daerah pemijahan (*spawning ground*), daerah asuhan (*nursery ground*) dan sebagai daerah mencari makan (*feeding ground*) berbagai jenis ikan, kerang serta spesies lainnya (Bengen, 2004). Selain itu serasah mangrove berupa daun, ranting dan biomassa lainnya yang jatuh menjadi sumber pakan biota perairan serta bahan organik yang sangat menentukan produktivitas perikanan laut (Mahmudi *et al.*, 2008).

Hutan mangrove mempunyai produktifitas bahan organik yang sangat

tinggi, walaupun hanya kurang lebih 10% dari produksinya dapat langsung dimakan oleh herbivora. Sebagian besar dari produksi tersebut dimanfaatkan sebagai detritus atau bahan organik mati seperti daun – daun mangrove yang gugur sepanjang tahun, dan melalui aktifitas mikroba dekomposer dan hewan –hewan pemakan detritus kemudian diproses menjadi partikel – partikel halus (Odum dan Heald, 1975 dalam Mahmudi *et al.*, 2008). Selanjutnya detritus tersebut merupakan suatu fraksi penting dari rantai makanan yang terdapat di ekosistem hutan mangrove dan estuaria. Partikel – partikel organik tersebut menjadi tempat hidup bagi bakteri, jamur dan mikroorganisme lainnya yang merupakan sumber makanan utama bagi organisme omnivora seperti udang, kepiting dan sejumlah ikan. Daya dukung ekologi dari ekosistem hutan mangrove tersebut tercipta melalui mekanisme transfer energi dan rantai makanan (*Food chain*) (Harahab, 2010).

Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) merupakan salah satu daerah yang dijadikan sebagai daerah perlindungan terhadap habitat populasi dan ekosistem yang ada didalamnya berdasarkan aspek lestari dan menjadi daerah wisata liburan. KKMB memiliki banyak ragam jenis mangrove diantaranya *Rhizophora sp*, *Avicennia sp*, *Bruguiera sp* dan *sonneratia sp*.

### Tujuan Penelitian

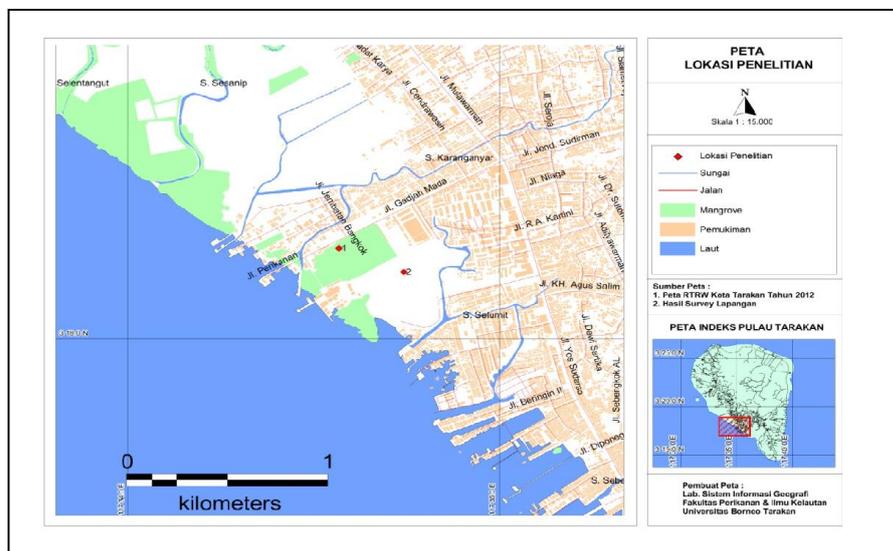
Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui produktivitas dan laju dekomposisi serasah *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia alba*, *Avicennia alba*, dan

*Bruguiera parviflora* di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan Kota Tarakan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2014 di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan Kalimantan Utara (Gambar 1). Analisis data produktivitas dan laju dekomposisi serasah mangrove dilakukan dilaboratorium Nutrisi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UBT



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan selama penelitian antara lain jaring penampung serasah (*litter trap*), kantong serasah (*litter bag*), tali, daun *Rhizophora apiculata*, *Avicennia alba*, *Sonneratia alba* dan *Bruguiera parviflora*. Sedangkan alat yang digunakan adalah oven dan timbangan digital.

### Prosedur Penelitian

#### 1. Penentuan Lokasi

Jumlah stasiun yang diamati di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) terdiri dari 2 stasiun dan masing-masing stasiun terdiri dari 2 sub stasiun.

#### 2. Analisis Vegetasi Mangrove

Pengambilan sampel untuk vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan metoda plot transek garis dari arah perairan ke arah darat di daerah intertidal (Bengen 2004). Jarak antar transek garis sekitar 100 meter, sedangkan panjang transek dari pinggir perairan ke arah darat bergantung kepada ketebalan mangrove pada tiap-tiap stasiun. Transek garis berada pada posisi dari arah perairan ke arah darat dan terdiri atas petak-petak contoh (plot) berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 10 x 10 m<sup>2</sup> untuk pohon; 5 x 5 m<sup>2</sup> untuk anakan dan 1 x 1 m<sup>2</sup> untuk semai.

**3. Pengambilan Sampel Guguran Serasah (Litter-fall)**

*Litter-trap* berupa jaring penampung berukuran 2 x 2 m<sup>2</sup>, yang terbuat dari nylon dengan ukuran mata jaring (*mesh size*) sekitar 1 mm dan bagian bawahnya diberi pemberat. Pengukuran produktivitas serasah dilakukan bersamaan dengan mulai dilakukannya penelitian laju dekomposisi selama 1 bulan dengan selang waktu pengambilan selama 7 hari (4 kali pengambilan).

**4. Pengukuran Laju Dekomposisi Serasah Daun**

Pengukuran laju dekomposisi serasah dilakukan secara eksperimental di lapangan, yakni dengan meletakkan serasah daun yang telah dikeringkan sebanyak 10 g ke dalam kantong serasah (*Litter-bag*) berukuran 30 x 30 cm<sup>2</sup> yang terbuat dari nylon dengan *mesh size* 1 mm (Pribadi 1998; Ashton *et al.* 1999). *Litter-bag* diambil setiap 7 hari sekali selama 1 bulan (4 kali pengambilan).

**Analisis Data**

**Analisis Vegetasi Mangrove**

Analisis data vegetasi mangrove meliputi Kerapatan Jenis (K) dimana K adalah jumlah individu jenis i dalam suatu area (Bengen, 2004).

$$K = \frac{N_i}{A}$$

Dimana: K adalah kerapatan jenis i, sedangkan n adalah jumlah total individu dari jenis i dan A adalah luas total area pengambilan contoh (luas total petak contoh/plot).

**Analisis Laju Dekomposisi Serasah**

Laju dekomposisi serasah dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{W_0 - W_t}{T}$$

Keterangan:

R = Laju dekomposisi (g/hari)

T = Waktu pengamatan (hari)

W<sub>0</sub> = Berat kering sampel serasah awal (g)

W<sub>t</sub> = Berat kering sampel serasah setelah waktu pengamatan ke-t (g)

Persentase penguraian serasah diperoleh dengan menggunakan rumus (Boonruang 1984) sebagai berikut:

$$Y = \frac{W_0 - W_t}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

Y = Persentase serasah daun yang mengalami dekomposisi

W<sub>0</sub> = Berat kering sampel serasah awal (g)

W<sub>t</sub> = Berat kering sampel serasah setelah waktu pengamatan ke-t (g)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik Fisika-kimia Perairan**

Pengukuran parameter Fisika-kimia perairan dilakukan pada setiap stasiun dengan 3 kali ulangan. Parameter Fisika-kimia yang diukur adalah suhu, salinitas, DO, pH, kecepatan arus, dan kecerahan. Parameter-parameter tersebut diduga berpengaruh besar terhadap penyebaran mangrove, produktivitas, dan laju dekomposisi serasah. Nilai rata-rata parameter fisika-kimia perairan di KKMB disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter fisika-kimia perairan KKMB

Parameter	Stasiun I	Stasiun II
Suhu (°C)	30	31
Salinitas (‰)	29	30
DO (mg/l)	0.31	0.60
Kecepatan arus (m/s)	0.02	0.03
pH	7	7
Kecerahan (m)	0.33	0.44

**Vegetasi Mangrove di KKMB**

Vegetasi mangrove berpengaruh besar terhadap penyebaran mangrove dan produktivitas serasah, pada perhitungan tegakan mangrove pada 2 stasiun lokasi

penelitian diperoleh hasil bahwa stasiun 2 merupakan daerah yang memiliki jumlah tegakan pohon paling banyak seperti yang disajikan pada Tabel 2.

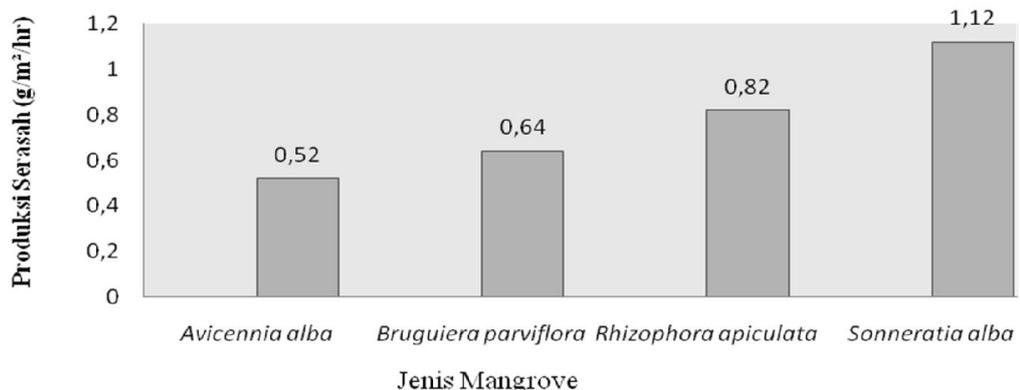
Tabel 2. Jumlah tegakan tumbuhan mangrove

Stasiun	Jenis mangrove	Jumlah tegakan	
		Pohon	Anakan
Stasiun I	<i>Avicennia alba</i>	3	2
	<i>Brugueira parviflora</i>	8	6
	<i>Rhizophora apiculata</i>	7	9
	<i>Sonneratia alba</i>	7	7
<b>Total tegakan</b>		<b>25</b>	<b>24</b>
Stasiun II	<i>Avicennia alba</i>	7	8
	<i>Brugueira parviflora</i>	11	5
	<i>Rhizophora apiculata</i>	10	6
	<i>Sonneratia alba</i>	8	4
<b>Total tegakan</b>		<b>36</b>	<b>23</b>

Jenis mangrove yang paling banyak ditemukan di KKMB adalah *Brugueira parviflora*. Hal ini terlihat dalam jumlah tegakan vegetasi mangrove, jumlah tegakan *Brugueira parviflora* pada tingkat pohon ditemukan di stasiun II adalah sebanyak 11 tegakan, yang paling sedikit adalah *Avicennia alba* dengan 3 tegakan pada stasiun I. Lokasi yang paling tinggi tegakan vegetasi pohon mangrove yaitu stasiun II sebesar 36 dan stasiun I sebesar 25 tegakan.

**Produksi Serasah Mangrove di KKMB**

Berdasarkan hasil pengamatan produktivitas serasah mangrove selama 1 bulan di tiap stasiun pengamatan menunjukkan produksi serasah yang berbeda dengan penyumbang serasah berasal dari daun dan ranting. Produktivitas serasah terbesar berasal dari jenis mangrove *Sonneratia alba* sebesar 1.12 g/m<sup>2</sup>/hr, kemudian *Rhizophora apiculata* sebesar 0.82 g/m<sup>2</sup>/hr, *Brugueira parviflora* sebesar 0.64 g/m<sup>2</sup>/hr dan *Avicennia alba* sebesar 0.52 g/m<sup>2</sup>/hr. Perbandingan Produksi Serasah Mangrove di KKMB disajikan dalam Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Perbandingan produksi serasah mangrove di KKMB

Penyumbang serasah terbesar di Kawasan Konsevasi Mangrove dan

Bekantan (KKMB) adalah *Sonneratia alba* sebanyak 1.12 g/m<sup>2</sup>/hr diduga erat kaitannya

faktor alam yaitu perilaku primata atau bekantan (*Nasalis larvatus*) yang mencari makan pada jenis mangrove *Sonneratia alba* dan letak atau zonasi yang lebih dekat dengan laut dan daerah yang lebih terbuka sehingga jenis *Sonneratia alba* mendapat pengaruh angin yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Cuevas & Sajise (1978) dalam Khairijon (1990), terdapat hubungan positif antara kecepatan angin dengan produksi serasah. Apabila kecepatan angin semakin tinggi produksi serasah yang didapatkan akan lebih besar pula. Sedangkan untuk jenis mangrove *Avicennia alba* mendapatkan hasil produksi serasah paling sedikit rata-rata 0.52 g/m<sup>2</sup>/hr dari jenis mangrove lainnya, disebabkan tingkat kerapatan *Avicennia alba* rendah dan umur pohon yang lebih tua Soenardjo (1999) menyatakan bahwa semakin tua tumbuhan maka produksi serasahnya semakin menurun, begitu pula sebaliknya.

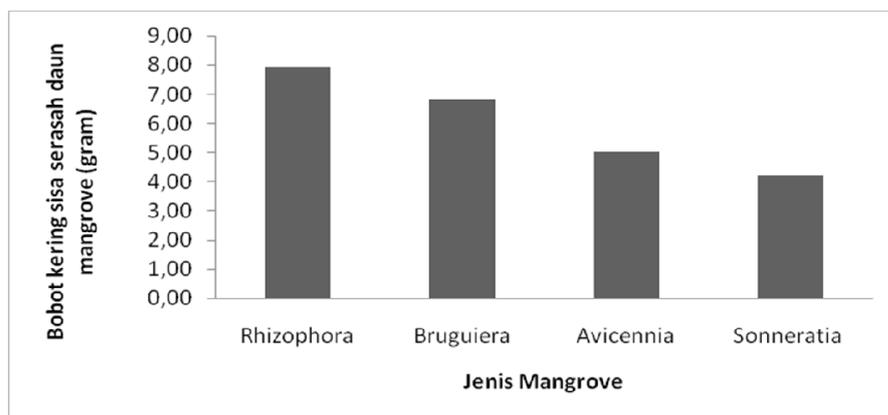
Produktivitas serasah di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan relatif berbeda bila dibandingkan dengan hasil pengukuran produktivitas mangrove di beberapa hutan mangrove lainnya. Perbedaan jumlah serasah yang dihasilkan berbagai jenis mangrove disebabkan oleh faktor lingkungan dan kondisi iklim yaitu curah hujan dan suhu perairan serta perbedaan waktu pengambilan dan perbedaan letak atau zonasi mempengaruhi produksi serasah. Selain faktor tersebut kondisi mangrove, yaitu ketipisan tajuk dan morfologi daun juga ikut menentukan besar

kecilnya jumlah serasah yang dihasilkan, semakin tipis penutupan tajuk maka semakin kurang produksi serasah yang dihasilkan (Soerojo 1986).

### **Dekomposisi serasah daun mangrove**

Daun mangrove yang gugur akan mengalami penguraian dan terperangkap disekitar ekosistem mangrove dan membutuhkan waktu yang lama untuk terdekomposisi. Lama waktu yang dibutuhkan dipengaruhi oleh berbagai faktor misalnya jenis mangrove yang memiliki bentuk dan struktur daun yang berbeda, kandungan nitrogen, jenis substrat serta parameter kualitas air di perairan seperti biologis, fisika, kimia (Handayani, 2004).

Berat kering serasah daun mangrove yang paling banyak pada hari ke 28 adalah jenis *Rhizophora apiculata* sebesar 7,95 g dan paling sedikit adalah *Sonneratia alba* sebesar 4,24 g. Bobot kering dari sisa serasah daun mangrove menjelaskan bahwa proses dekomposisi pada jenis *Rhizophora* lebih rendah bila dibandingkan dengan jenis serasah lainnya. Tingginya laju dekomposisi serasah daun *Sonneratia* diduga berkaitan dengan kandungan fosfor yang tinggi dibandingkan *Rhizophora* karena serasah yang memiliki kandungan P yang tinggi cenderung disukai oleh mikroorganisme perairan (Choong *et al* 1992 dalam Pribadi 1998). Bobot kering serasah daun mangrove selama 28 hari disajikan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Bobot kering sisa serasah daun mangrove

Rata – rata laju dekomposisi serasah daun mangrove secara berkala disajikan pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Rata – rata laju dekomposisi serasah daun mangrove

Jenis	Hari ke– 7	Hari ke – 14	Hari ke– 21	Hari ke– 28	Rata – rata Gram/hari
<i>Rhizophora apiculata</i>	0,15	0,13	0,11	0,11	0,13
<i>Bruguiera parviflora</i>	0,34	0,31	0,28	0,26	0,20
<i>Avicennia alba</i>	0,44	0,36	0,32	0,29	0,30
<i>Sonneratia alba</i>	0,28	0,21	0,17	0,15	0,35

Rata – rata laju dekomposisi serasah daun tertinggi terjadi pada hari ke 7 (pengambilan pertama) hal ini terjadi pada semua stasiun. Laju dekomposisi tertinggi terjadi pada tahap awal hal ini diduga berhubungan erat dengan kehilangan bahan-bahan organik serasah yang larut akibat penguraian dekomposer biasanya terjadi diwaktu awal setelah serasah gugur (Hodgkiss, 2004). Laju dekomposisi yang tertinggi terjadi pada stasiun 2 yang terletak pada daerah sungai dan paling lama mengalami perendaman pada saat pasang serta menerima pasokan air tawar sedangkan untuk daerah stasiun 1 mengalami proses dekomposisi paling lama karena waktu terkena pasang surut hanya terjadi pada saat pasang tertinggi.

Dekomposisi serasah di KKMB tidak ada yang mengalami dekomposisi sempurna (100%). Sejalan dengan Sediadi dan Pamudji (1986) di Teluk Ambon mengalami penghancuran serasah daun jenis *avicennia* sempurna (100%) selama 182 hari dengan berat kering serasah yang berbeda (20 gram/kantong). Penelitian yang dilakukan oleh Soerojo (1986) serasah daun jenis *Rhizophora apiculata* mengalami penghancuran 100% selama 132 hari dengan jumlah berat kering serasah sebesar 20 gram/kantong. Struktur serta kandungan yang ada pada daun juga mempengaruhi laju dekomposisi yang memberikan sumbangan unsur hara yang berperan dalam pembentukan pertumbuhan dan perkembangan di hutan mangrove. Arifin (2003), menyatakan bahwa unsur hara yang dikandung oleh daun-daun mangrove adalah

karbon, nitrogen, fosfor, kalium dan magnesium.

Waktu yang diperlukan daun yang gugur untuk kehilangan massanya dan melepaskan nutrisi pada serasah bervariasi tergantung pada jenis serasah dan lingkungan tempat terjadinya pembusukan (Salamanca *et al.*, dalam Gufran, 2003). Proses dekomposisi meningkat dengan adanya interaksi antara substrat, biota dan lingkungan. Dekomposisi serasah berhubungan erat dengan faktor lingkungan dan kualitas serasah. Kualitas serasah menunjukkan bagaimana fungsi serasah menguntungkan terhadap komunitas mikroba sebagai sumber energi dan nutrisi (Murphy *et al.*, 1998). Kecepatan dekomposisi serasah di hutan mangrove sangat tergantung pada oksigen. Serasah daun terdiri dari susunan struktur yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda, sehingga mempengaruhi laju dekomposisi (Tian *et al.*, 1997). Menurut Seastedt dalam Salamanca *et al.*, (1998) bahwa kandungan kimia yang terdapat pada daun yang mempengaruhi laju dekomposisi terdiri dari konsentrasi awal nutrien, sifat dan struktur nutrien dan jenis nutrien.

Tingginya laju dekomposisi serasah di daerah perairan dibandingkan daerah daratan disebabkan karena selain adanya penguraian secara biologis, di daerah perairan proses dekomposisinya juga dibantu oleh mekanisme fisik yakni pergerakan arus pasang dan penggenangan oleh air laut yang lebih lama. Mason (2004), menyatakan bahwa mekanisme hilangnya

bahan-bahan yang dapat larut dari serasah yang disebabkan oleh hujan atau aliran air. Selain itu penguraian serasah juga dapat disebabkan oleh pengikisan serasah oleh pergerakan gelombang. Kondisi substrat perairan yang lebih lembab dibandingkan daratan juga berperan dalam menguraian serasah, nilai pH 7-8 menunjukkan lingkungan yang selalu basa dan lembab nilai menyebabkan proses dekomposisi serasah cepat.

Proses dekomposisi melalui beberapa tahapan dan juga didukung dengan hadirnya mikroorganisme yang berperan dalam perombakan beberapa zat yang dikandung oleh serasah daun mangrove. Unsur – unsur tersebut makin berkurang dan akhirnya pada waktu tertentu akan habis dan hanya tinggal bagian – bagian yang tidak diperlukan dan merupakan bahan baku humus (Hakim *et al.*, 1986). Menyatakan bahwa penambahan bahan organik kedalam tanah yang akan meningkatkan jumlah dan aktivitas mikroorganisme tanah dan akan kembali semula sejalan dengan berkurangnya bahan organik tersebut.

Penguraian erat kaitannya dengan kerapatan. Kerapatan pohon relatif tinggi akan mengakibatkan cahaya yang masuk ke lantai hutan relatif rendah sehingga proses penguraian akan berlangsung cepat. Selain faktor kerapatan, faktor yang mempengaruhi laju dekomposisi adalah faktor lingkungan perairan (suhu, salinitas, pH, kecepatan arus, kecerahan, oksigen terlarut (DO) dan faktor lingkungan substrat atau fraksi substrat dan mikroorganisme substrat/decomposer) (Soenarjo, 1999).

### KESIMPULAN

Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) memiliki Produksi serasah yang banyak adalah daun, ranting, dan bunga/buah serta mempunyai pola guguran yang berbeda. Produktivitas serasah terbesar dari jenis mangrove *Sonneratia alba* sebesar 1.12 g/m<sup>2</sup>/hr, *Rhizophora apiculata* sebesar 0.82 g/m<sup>2</sup>/hr, *Brugueira parviflora* sebesar 0.64 g/m<sup>2</sup>/hr dan *Avicennia alba*

sebesar 0.52 g/m<sup>2</sup>/hr. Laju dekomposisi pada beberapa jenis mangrove yang terdapat di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan menunjukkan hasil yang berbeda. Laju dekomposisi tertinggi terdapat pada jenis *Sonneratia alba* sebesar 0,35g/hari, *Avicennia alba* sebesar 0,30g/hari, *Bruguiera parviflora* sebesar 0,20g/hari dan yang terendah jenis *Rhizophora apiculata* sebesar 0,13g/hari

### DAFTAR PUSTAKA

- Arifin A. 2003. *Hutan Mangrove fungsi Dan Manfaatnya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Ashton EC, Hogarth PJ, Ormond R. 1999. Breakdown of mangrove leaf litter in a managed mangrove forest in Pennisular Malaysia. *J Hydrobiologia*. 413:77-88.
- Bengen DG. 2004. *Sinopsis Teknik Pengambilan Contoh dan Analisis Data Biofisik Sumberdaya Pesisir*. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Laut IPB, Bogor.
- 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. In Soepadmo, E., A.N. Rao and D.J. Macintosh. 1984. Proceeding of the asian symposium on mangrove environment research and management. University of Malaya and UNESCO. Kuala Lumpur. Page 200-208.
- Gufran A. 2003. *Laju Penghacuran Serasah Daun Beberapa Jenis Mangrove Di Hutan Mangrove Rembang*. Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Handayani T. 2004. Laju dekomposisi serasah mangrove *Rhizophora*

- mucronata Lamk di Pulau Untung Jawa, Kepulauan Seribu, Jakarta. [skripsi]. Bogor: IPB.
- Harahab N. 2010. *Penilaian Ekonomi Ekosistem Hutan Mangrove dan Aplikasinya Dalam Perencanaan Wilayah Pesisir*. Yogyakarta.
- Hakim, N; M. Y. Nyakpa; A. M. Lubis; S. G. Nugroho; M. A. Diha; G.B Hong; dan H. H. Bailey. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Hodgkiss IJ, Leung HC. 2004. *Cellulose Assosiated with Mangrove Leaf Decomposition*. *Botanica Marina* (29): 467-469.
- Khairijon. 1990. Produksi dan laju dekomposisi serasah di hutan bakau hasil reboisasi yang berbeda kelas umurnya. *In* Soemodihardjo S, Hardjowigeno S, Sudomo M, Ongkosongo OSR, Naamin N. *Prosiding Seminar III Ekosistem Mangrove*. Panitia Program MAB Indonesia-LIPI. Hal 145-154.
- Mahmudi M, Soewardi K, Kusmana C, Hardjomidjojo H, Damar A. 2008. Laju dekomposisi serasah mangrove dan kontribusinya terhadap nutrien di hutan mangrove reboisasi. *J Penelitian Perikanan*. II (1):19-25.
- Mason C.F. 2004. *Decomposition*. *Sties in Biology* no. 74. The Edward Arnold (publ) Ltd. Southmpton. London. 86-90.
- Murphy, K.L. Jeffrey, M.K. Carolecoe. Klopatek. 1998. *The Effects of Litter Quality And climate On Decomposition Along an Elevational Gradient*. Arizona State University. USA.
- Pribadi R. 1998. *The Ecology of Mangrove Vegetation in Bintuni Bay, Irian Jaya, Indonesia*. [tesis]. Scotland: University of Stirling.
- Salamanca, E.F., Nobuhiro, K. Shiego. And Yasuhide, N. 1998. *Nutrien Dynamics and Lignocellulose Degradation in Decomposing Quercus serrata Leaf Litter*. University of Shimane, Japan.
- Sediadi A, Pramudji. 1986. Penelitian kecepatan gugur mangrove dan penguraiannya dalam hutan bakau di Teluk Ambon. *In* Soerianegara I, Adisoemarto S, Soemodihardjo S, Hardjowigeno S, Sudomo M, Ongkosongo OSR. *Prosiding Seminar III Ekosistem Mangrove*. Panitia Program MAB Indonesia-LIPI. Hal 115-120.
- Soenardjo N. 1999. Produksi dan laju dekomposisi serasah mangrove dan hubungannya dengan struktur komunitas mangrove di Kaliuntu Kabupaten Rembang Jawa Tengah. [tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana IPB.
- Soerojo. 1986. Struktur dan gugur serasah hutan mangrove di Kembang Kuning, Cilacap. *In* Soerianegara I, Adisoemarto S, Soemodihardjo S, Hardjowigeno S, Sudomo M, Ongkosongo OSR. *Prosiding Seminar III Ekosistem Mangrove*. Panitia Program MAB Indonesia-LIPI. Hal 110-114.