

## STRUKTUR KOMUNITAS DAN PRODUKSI SERASAH MANGROVE DI DUMAI, RIAU

Rasoel Hamidy\*, Soelaksono Sastrodihardjo\*\*,  
Adianto\*\*, Taufikurahman\*\*

2219

### INTISARI

Hamidy, R., S. Sastrodihardjo, Adianto, Taufikurahman 2002. Struktur komunitas dan produksi serasah mangrove di Dumai, Riau. *Biologi* 2(13): 755-768.

Kajian telah dilakukan untuk mengamati struktur komunitas dan produksi serasah pada suatu ekosistem mangrove. Penelitian dilakukan di hutan mangrove muara Sungai Mesjid, Desa Purnama, Dumai. Tercata ada 10 spesies mangrove, yaitu: *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *B. cylindrica*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Lumnitzera littorea*, *Xylocarpus granatum*, *Scyphiphora hydrophyllacea* dan *Hibiscus tiliaceus*. Kerapatan pohon rata-rata 2823/ha. Spesies yang dominan pada kawasan hutan mangrove ini adalah *R. apiculata* (1283 pohon/ha). Produksi berat kering serasah total 5 ton/ha/tahun. Kira-kira 80% (4 ton/ha/tahun) serasah ini berasal dari daun.

Kata Kunci: mangrove, kerapatan pohon, serasah

### ABSTRACT

Hamidy, R., S. Sastrodihardjo, Adianto, Taufikurahman 2002. Mangrove community structure and leaf litter production at Dumai, Riau. *Biologi* 2(13): 755-768.

A study has been carried out to investigate community structure and production of litter fall in a mangrove ecosystem. The research was conducted in the mangrove forest of Sungai Mesjid estuary, Desa Purnama, Dumai. Ten mangrove species were recorded, namely: *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *B. cylindrica*, *Ceriops tagal*, *Sonneratia alba*, *Avicennia marina*, *Lumnitzera littorea*, *Xylocarpus granatum*, *Scyphiphora hydrophyllacea* and *Hibiscus tiliaceus*. The estimated total of mangrove number of individuals is 2823/ha. The dominant species in this area is *R. apiculata* (1282 ind./ha). The mangrove forest produced a total litter of 5 tons dry weight  $ha^{-1}.yr^{-1}$ . About 80% (4 tons  $ha^{-1}.yr^{-1}$ ) of this litter originated from leaves.

Keyword: mangrove, stem dencity, leaf-litter

\* Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru.

\*\* Jurusan Biologi, ITB, Bandung

## PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan suatu ekoton yang terletak pada daerah pertemuan antara ekosistem laut dan ekosistem daratan, karena itu memiliki karakteristik yang unik, dengan faktor-faktor lingkungan yang menggambarkan lingkungan darat dan laut, dan kekhasan sendiri terutama faktor lingkungan yang sangat berfluktuatif. Kawasan hutan mangrove memiliki fungsi yang sangat penting bagi berlangsungnya proses-proses ekologis dan secara fisik sebagai penghambat intrusi air laut, gelombang ataupun angin yang merusak ekosistem darat. Ekosistem mangrove merupakan ekosistem terbuka, terjadi pertukaran materi dan energi dengan ekosistem laut dan daratan (Odum dan Heald 1974).

Kawasan ini dapat menghasilkan biomasa serasah yang merupakan dasar dalam proses daur ulang unsur hara dalam rantai makanan yang ada pada kawasan mangrove. Sebagai produsen primer, tumbuhan mangrove menyumbangkan makanan untuk organisme laut dan muara berupa bahan organik dari sisa-

sisa organisme tumbuhan yang terdapat di lingkungan ekosistem mangrove itu. Kondisi seperti demikian akan menyebabkan banyak biota, baik biota laut maupun biota darat yang sebagian atau seluruh hidupnya berada di ekosistem mangrove, sehingga ekosistem ini memiliki tingkat produktivitas yang tinggi. Bahan organik yang dihasilkan oleh ekosistem mangrove itu sebagian ada yang diekspor ke ekosistem sekitar, misalnya ekosistem muara dan pantai, sehingga akan meningkatkan kesuburan ekosistem muara dan pantai itu (de Leon *et al.* 1992).

Ekosistem mangrove terdapat di daerah yang relatif terlindung, sepanjang muara, laguna pantai dan tempat-tempat dimana aliran pasang dan surut menyebabkan tercampurnya air tawar dari hujan dan saluran drainase dengan air laut (Soesanto dan Sudomo 1995; Zheng *et al.* 1997). Ekosistem mangrove juga merupakan habitat bagi burung, serangga, ikan, alga dan bakteri, serta merupakan ekosistem alami yang produktif, oleh karenanya mampu menopang keanekaragaman jenis yang tinggi.

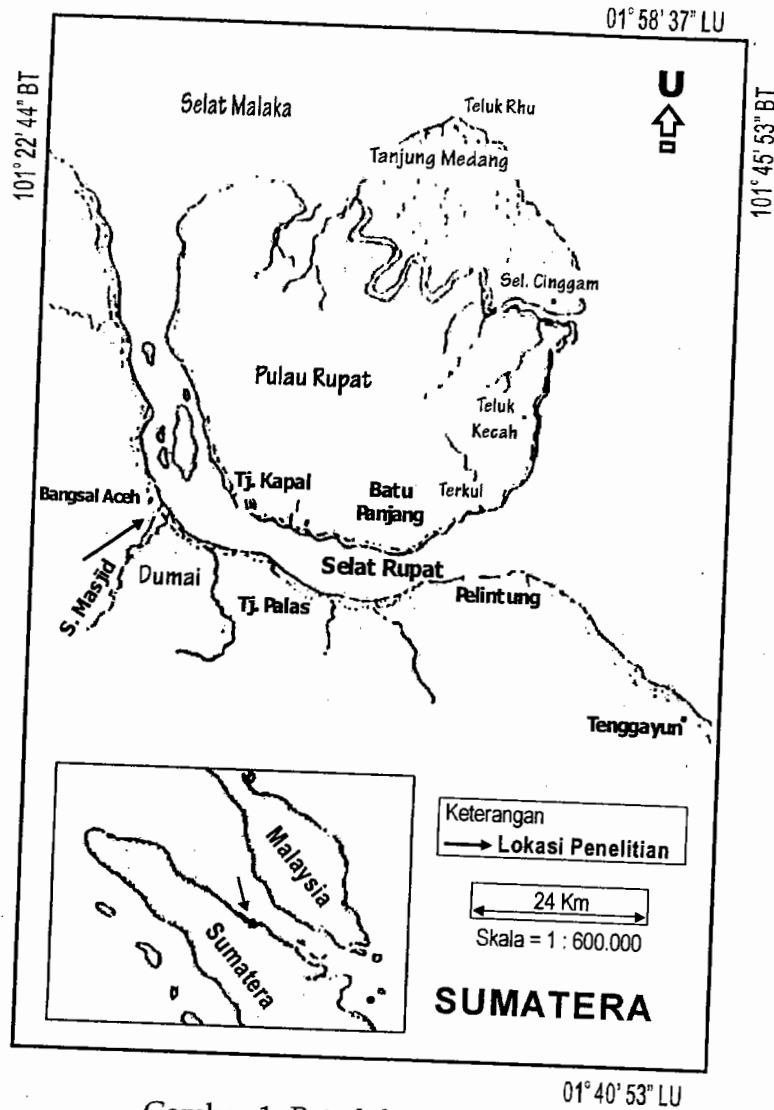
Serasah daun yang gugur sepanjang tahun merupakan bahan organik yang penting pada ekosistem mangrove dan merupakan sumber energi bagi makro dan mikroorganisme (Sedhana dan Soedradjat 1995). Bahan lapukannya merupakan sumber makanan yang baik dan penting bagi konsumen primer (moluska, krustasea, zooplankton, dan lain-lain). Konsumen primer menjadi sumber energi bagi konsumen sekunder (ikan, predator invertebrata, burung), sedangkan konsumen primer yang tidak tergantung dari bahan organik sumber energinya akan tergantung langsung atau tidak langsung dari produsen primer, terutama fitoplankton dan ganggang benthik. Produksi fitoplankton di ekosistem mangrove rendah, sehingga makro dan mikroorganisme sangat tergantung dari produksi bahan organik dari hutan mangrove.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas dan produksi serasah dari ekosistem mangrove di kawasan penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan akan memperjelas peran penting ekosistem mangrove pada wilayah pesisir.

## BAHAN DAN METODE

Ekosistem yang menjadi objek penelitian terletak di Kelurahan Purnama, Kecamatan Dumai Barat, Riau terletak di pinggir Selat Rupat dan secara geografis berada pada posisi  $1^{\circ}42'10''-1^{\circ}43'05''$  LU dan  $101^{\circ}22'45''-101^{\circ}24'10''$  BT. Luas Kelurahan Purnama kurang lebih 28,5 km<sup>2</sup>. Sebagian besar wilayah kelurahan ini terdiri dari dataran rendah dengan ketinggian dari permukaan laut rata-rata sekitar 2 m (Gambar 1).

Perairan muara sungai Mesjid yang berada di Kelurahan Purnama dipengaruhi oleh massa air tawar dari Sungai Mesjid dan massa air laut yang dibawa pasang dari Selat Rupat. Sebagai mana perairan muara, maka salinitas di kawasan ini berfluktuasi sesuai dengan keadaan pasang-surut. Salinitas berkisar antara 5 dan 29 ppt, derajat keasaman (pH) antara 6,2 dan 7,6, dan oksigen terlarut berkisar antara 6,8 dan 8,3 ppm. Perairan kawasan ini relatif dangkal (kedalaman berkisar antara 2 sampai 5 m). Dasar perairan didominasi oleh lumpur yang merupakan ciri khas muara.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Sebelum dilakukan pengamatan langsung untuk menentukan struktur komunitas mangrove, terlebih dahulu dilakukan observasi awal untuk menempatkan

garis-garis transek pengamatan. Pada daerah penelitian ditentukan enam garis transek sepanjang 50 m yang tegak lurus dengan garis pantai. Garis transek ini ditem-

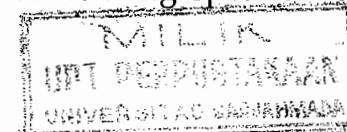
patkan pada lokasi yang dianggap mewakili seluruh kawasan hutan mangrove yang ada di Desa Purnama. Metoda ini memberikan diskripsi kuantitatif komposisi spesies tumbuhan pada hutan mangrove (Aksornkoe *et al.* 1991; English *et al.* 1994). Garis transek I terletak di tepi sungai Masjid ± 1000 meter dari muara. Garis transek II juga terdapat di tepi sungai ± 500 meter dari muara. Garis transek III terletak di sebelah timur muara yang berhadapan langsung dengan laut, topografi pantainya agak tinggi, pengaruh air sungai sedikit. Garis transek IV terletak 500 meter ke arah timur garis transek III dengan pantai yang landai, pasang biasa sulit sampai ke kawasan ini, kecuali pada pasang purnama. Garis transek V terletak lebih kurang 250 meter dari garis transek IV, diujung sebuah tanjung yang menjorok ke laut. Garis transek VI terletak pada pantai yang agak landai, dan berdekatan dengan pemukiman.

Pada setiap transek dibuat plot-plot pengamatan sebanyak 3 buah dengan ukuran 10m x 10m. Jarak antar plot pengamatan ± 10 meter. Pada setiap plot pengamatan terlebih dahulu dilakukan pendataan tentang spesies

mangrove yang ada. Spesies mangrove yang ada diidentifikasi menggunakan rujukan Watson dalam Wightman (1989). Dalam menghitung kerapatan hanya diamati ukuran pohon dengan diameter ≥ 4 cm setinggi dada (Aksornkoe *et al.* 1991)

Pengumpulan jatuhnya serasah dilakukan dengan menempatkan jala penampung serasah. Jala penampung serasah berbentuk kerucut dengan luas permukaan 1 m<sup>2</sup>, tinggi 0,75 m dan ukuran mata (*mesh size*) lebih kurang dua mm. Jala penampung serasah ini diikatkan pada pohon mangrove sebanyak empat buah untuk tiap plot pengamatan (5m x 5m). Serasah yang tertampung dalam jala diambil 15 hari sekali untuk dua kali pengambilan setiap bulan. Penampungan dilakukan selama satu tahun. Metode yang digunakan mengacu kepada Brown (1984) dan de Leon *et al.* (1992).

Serasah yang terkumpul dimasukkan ke dalam kantong plastik, diberi keterangan lokasi dan tanggal pengambilan. Kemudian serasah diseleksi berdasarkan komponen penyusun serasah yaitu daun, ranting, bakal buah dan bunga. Semua serasah ini dikeringkan dalam oven pada



suhu 75° C sehingga mencapai berat konstan selama 72 jam. Kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering (gbk.m<sup>2</sup>/hari atau ton.ha<sup>-1</sup>/tahun).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1 Kerapatan pohon**

Dari pengamatan di lapangan dan identifikasi terhadap kawasan hutan mangrove di Desa Purnama, Dumai, terdapat 10 spesies. Spesies mangrove ini merupakan vegetasi mangrove yang umum ditemukan di Indonesia (Tabel 1). Komunitas ini dicirikan dengan adanya satu lapisan tajuk hutan yang seragam tingginya dan tersusun terutama oleh *Rhizophora apiculata*.

Perhitungan terhadap jumlah pohon pohon mangrove ditemukan kerapatannya berkisar antara 1667 – 4467 pohon/ha (Tabel 2 dan Gambar 2). Kerapatan pohon yang tertinggi terdapat pada transek I (4467 pohon/ha), dan yang terendah terdapat pada transek VI (1667 pohon/ha). Tingginya kerapatan pohon pada transek I karena terletak pada pinggir sungai Mesjid yang lokasinya terlindung dari hempasan gelombang dan selalu tercapai oleh pasang air laut. Transek VI terletak pada pinggir pantai dan berdekatan dengan pemukiman. Lokasi pada transek VI sangat sulit dicapai pasang karena topografinya tinggi.

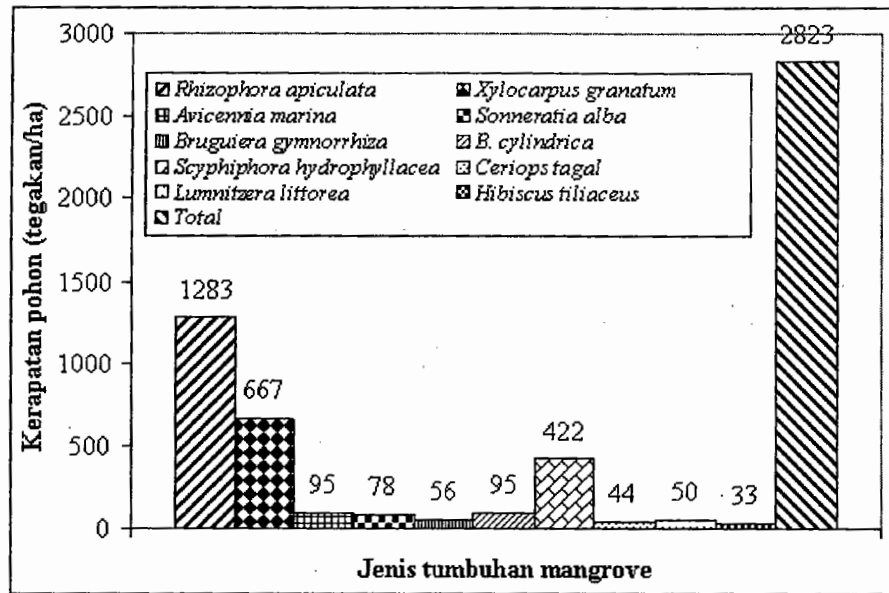
Tabel 1 Spesies komunitas mangrove yang terdapat di lokasi penelitian

No.	Spesies	Famili
1.	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	Rhizophoraceae
2.	<i>Bruguiera gymnorrhiza</i> (L.) Lam.	Rhizophoraceae
3.	<i>B. cylindrica</i> (L.) Bl.	Rhizophoraceae
4.	<i>Ceriops tagal</i> (Perr.) C.B.	Rhizophoraceae
5.	<i>Sonneratia alba</i> Sm.	Sonneratiaceae
6.	<i>Avicennia marina</i> (Forsk.)	Avicenniaceae
7.	<i>Lumnitzera littorea</i> (Jack.) Voght.	Combretaceae
8.	<i>Xylocarpus granatum</i> Koenig.	Meliaceae
9.	<i>Scyphiphora hydrophyllacea</i> Gaertn	Rubiaceae
10.	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	Malvaceae

Tabel 2. Struktur dan kerapatan komunitas mangrove di daerah penelitian

Transek	Spesies	F	FR	Jlh.pohon	K	KR
I	<i>R. apiculata</i>	1,00	37,45	48	1600	35,82
	<i>X. granatum</i>	1,00	37,45	81	2700	60,45
	<i>B. gymnorrhiza</i>	0,67	25,10	5	167	3,73
		2,67	100	134	4467	100
II	<i>R. apiculata</i>	1,00	30,03	62	2067	64,58
	<i>X. granatum</i>	1,00	30,03	27	900	28,13
	<i>B. gymnorrhiza</i>	1,00	30,03	5	166	5,21
	<i>S. hydrophyllacea</i>	0,33	9,91	2	67	2,08
		3,33	100	96	3200	100
III	<i>R. apiculata</i>	1,00	30,21	32	1067	58,18
	<i>X. granatum</i>	0,33	9,97	4	133	7,27
	<i>A. marina</i>	0,33	9,97	4	133	7,27
	<i>S. alba</i>	0,33	9,97	2	67	3,64
	<i>S. hydrophyllacea</i>	0,33	9,97	9	300	16,36
	<i>C. tagal</i>	0,33	9,97	1	33	1,82
	<i>L. littorea</i>	0,33	9,97	2	67	3,64
	<i>H. tiliaceus</i>	0,33	9,97	1	33	1,82
	3,31	100	55	1833	100	
IV	<i>R. apiculata</i>	1,00	23,04	21	700	21,00
	<i>S. hydrophyllacea</i>	1,00	23,04	61	2033	61,00
	<i>C. tagal</i>	1,00	23,04	7	233	7,00
	<i>L. littorea</i>	0,67	15,44	6	200	6,00
	<i>H. tiliaceus</i>	0,67	15,44	5	167	5,00
		4,34	100	100	3333	100
V	<i>R. apiculata</i>	1,00	37,74	52	1733	71,23
	<i>X. granatum</i>	0,33	12,45	3	100	4,11
	<i>A. marina</i>	0,33	12,45	8	267	10,96
	<i>S. alba</i>	0,33	12,46	5	167	6,85
	<i>S. hydrophyllacea</i>	0,33	12,45	4	133	5,48
	<i>L. littorea</i>	0,33	12,45	1	33	1,37
		2,65	100	73	2433	100
VI	<i>R. apiculata</i>	1,00	27,25	16	533	32,00
	<i>X. granatum</i>	0,33	9,00	5	167	10,00
	<i>A. marina</i>	0,67	18,25	5	167	10,00
	<i>S. alba</i>	0,67	18,25	7	233	14,00
	<i>B. cylindrica</i>	1,00	27,25	17	567	34,00
		3,67	100	50	1667	100
Kerapatan rata-rata					2823	

Keterangan :  
F = Frekuensi, FR = Frekuensi relatif, K=Kerapatan, KR = Kerapatan relatif)



Gambar 2 Jenis dan kerapatan tumbuhan mangrove

Dari penelitian ini diketahui pula bahwa spesies yang selalu terdapat pada setiap transek adalah *Rhizophora apiculata* dan kerapatan rata-rata 1283 pohon/ha, yang tertinggi terdapat pada transek II (2067 pohon/ha) dan yang terendah pada transek VI (533 pohon/ha). Dengan demikian, *R. apiculata* merupakan spesies yang dominan di kawasan hutan mangrove muara Sungai Mesjid.

Kerapatan rata-rata mangrove yang terdapat di lokasi penelitian ini adalah 2823 pohon/ha. Hasil

penelitian Nasution (1994) pada lokasi yang sama mendapatkan kerapatan tumbuhan mangrove rata-rata 3135 pohon/ha. Jika dibandingkan kedua angka tersebut ternyata terjadi penurunan kerapatan pohon kurang lebih 10% (312 ind/5 tahun) selama kurun waktu lima tahun atau kurang lebih 2% per tahun atau 62 pohon/tahun (5 pohon/bulan).

Walaupun secara umum terlihat adanya penurunan kerapatan vegetasi, namun pada kawasan-kawasan tertentu terlihat adanya peningkatan kerapatan,

khususnya yang berada di kawasan Stasiun Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau (transek I, II dan III). Pada lokasi yang berdekatan dengan lokasi penelitian ini yaitu di pulau Rupat yang terdapat disebelah utara, kerapatan mangrovenya rata-rata 2444 pohon/ha (Patria 1996). Berarti kedua kawasan hutan mangrove ini kerapatannya hampir sama.

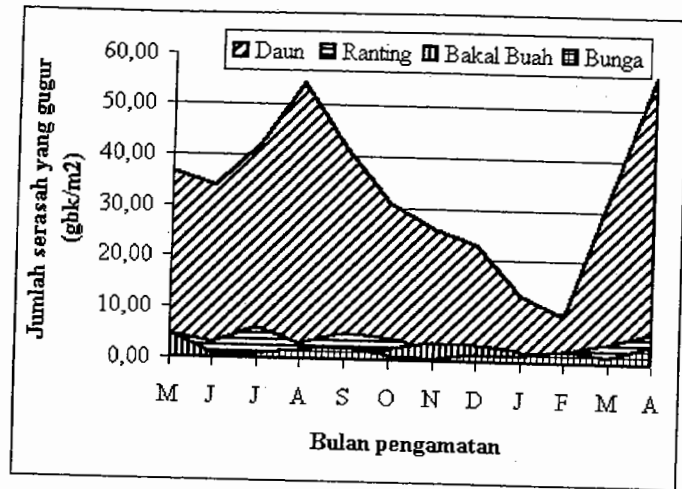
## 2. Produksi serasah

Komponen serasah terdiri dari daun, ranting, bakal buah dan bunga (Tabel 3 dan Gambar 3).

Produksi jatuhan serasah total dalam satu tahun rata-rata 490 gbk/m<sup>2</sup> atau 4,9 ton/ha<sup>-1</sup>. Angka ini sama dengan yang terdapat di hutan mangrove Muara Angke sebesar 4,9 ton (Sukarjo 1995), dan hampir sama dengan nilai yang terdapat di Sri Lanka mendekati 6 ton ha<sup>-1</sup>/tahun (Amarasinghe dan Balasubramaniam 1992). menyatakan bahwa dalam penelitian yang dilakukan di Tali-dandang Besar, Propinsi Riau produksi serasah yang tertinggi 12,7 ton ha<sup>-1</sup>/tahun (Kusmana *et al.* 1994), sedangkan di Kijang, Bintan Timur rata-rata 4,9 ton ha<sup>-1</sup>/tahun

Tabel 3. Produksi rata-rata serasah selama Mei 1998-April 1999 (gbk/m<sup>2</sup>) dari berbagai komponen

Bulan	Komponen Serasah				Total
	Daun	Ranting	Bakal buah	Bunga	
Mei	36,40	4,54	4,91	0,14	45,99
Juni	33,71	3,16	1,10	0,44	38,41
Juli	41,93	6,12	1,00	4,90	53,95
Agustus	54,30	3,08	1,20	1,69	60,27
September	41,48	5,20	1,69	2,37	50,74
Oktober	30,80	4,21	2,25	0,84	38,10
November	25,97	2,46	3,57	0,26	32,26
Desember	22,80	3,06	3,28	1,41	30,55
Januari	13,13	1,61	2,17	1,19	18,10
Februari	9,13	2,24	1,52	2,58	15,47
Maret	33,24	4,00	0,42	1,32	38,98
April	56,39	6,05	1,67	3,55	67,66
Total	399,28	45,73	24,78	20,69	490,48
%	81,41	9,32	5,05	4,22	100,00
SD	14,42	1,47	1,28	1,42	15,81



Gambar 3 Produksi serasah dari berbagai komponen (periode Mei 1998-April 1999)

(Fauzi 1992) dan di Tanjung Pasir, Inderagiri Hilir, Riau rata-rata 12,3 ton berat kering ha<sup>-1</sup>/tahun (Suhasman 1996).

Hasil penelitian yang dilakukan di Bermuda produksi serasah rata-rata 9,4 ton ha<sup>-1</sup>/tahun (Ellison 1997) dan di ekosistem mangrove Ranong, Thailand, serasah yang dihasilkan berkisar antara 365 dan 1665 gbk m<sup>-2</sup>/tahun atau sekitar 3,7 dan 16,7 ton ha<sup>-1</sup>/tahun (Aksornkoae *et al.* 1991). Produksi serasah yang terendah (365 gbk m<sup>-2</sup>/tahun) terdapat pada jarak 40m dari pantai, dan yang tertinggi (1665 gbk m<sup>-2</sup>/tahun) terdapat pada jarak 80m.

Produksi serasah yang terdapat di kawasan penelitian muara Sungai Mesjid, Desa Purnama ini (4,9 ton ha<sup>-1</sup>/tahun) jika dibandingkan dengan yang didapatkan oleh peneliti lain dari berbagai tempat dan lokasi, tidak jauh berbeda. Kalau diperhatikan dari kerapatan pohonnya, jumlah serasah yang gugur cukup tinggi. Pada lokasi penelitian ini kerapatan sebesar 2823 pohon/ha, jika dibandingkan misalnya dengan hasil penelitian di pulau Inhaca, Mozambique kerapatannya 6047 pohon/ha (de Boer 2000) dengan produksi serasah 6 ton ha<sup>-1</sup>/tahun. Kawasan hutan mangrove di lahan basah muara Hong Kong

menghasilkan serasah rata-rata 12,5 ton ha<sup>-1</sup>/tahun (Lee 1990).

Jumlah serasah yang gugur tidak terlihat perbedaan yang mencolok dari bulan ke bulan, kecuali terlihat pada bulan Januari dan Februari (masing-masing 18,1 dan 15,47 gbk m<sup>-2</sup>/tahun) hasilnya lebih rendah, hal ini mungkin disebabkan kecepatan angin pada bulan-bulan ini rendah. Laju gugur daun untuk daerah tropika umumnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan daerah subtropika temperata (de Leon *et al.* 1992) kalau kerapatan dan umur pohon sama. Hutan mangrove di Tanjung Apar, Kalimantan Timur merupakan hutan mangrove yang menghasilkan guguran serasah tinggi (25,8 ton ha<sup>-1</sup>/th) (Kusmana 1996).

Dari beberapa data yang dikemukakan di atas, produksi serasah di kawasan penelitian ini berada pada tingkat sedang (4,9 ton/ha). Hal ini disebabkan hutan mangrove di kawasan ini umurnya masih muda. Sebelumnya kawasan hutan mangrove telah mengalami gangguan aktivitas manusia. Semakin tua pohon mangrove akan semakin banyak serasah yang dihasilkan (Aksornkoae *et al.* 1991 dan de Boer 2000).

Serasah daun yang gugur selama pengamatan dari bulan Mei 1998 – April 1999 berkisar antara 9,13 – 56,39 gbk/m<sup>2</sup> (Tabel 3); jumlah tertinggi terjadi pada bulan April dan terendah terjadi pada bulan Februari. Jumlah serasah daun yang gugur selama satu tahun lebih kurang 399,3 g m<sup>-2</sup>/tahun atau sekitar 4 ton ha<sup>-1</sup>/tahun (81,41% dari total serasah yang dihasilkan). Gugur daun terutama tergantung kepada suhu, curah hujan, salinitas dan angin (Slim *et al.* 1996; Twilley *et al.* 1997; Wafar *et al.* 1997).

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa struktur komunitas dan produksi serasah daun mangrove yang terdapat di Desa Purnama, Dumai tidak jauh berbeda dengan hutan mangrove yang terdapat di daerah lain. Hutan mangrove di desa ini beberapa tahun yang lewat telah mengalami kerusakan yang cukup parah. Lima tahun terakhir ini sudah mulai mengalami perkembangan ke arah yang lebih baik.

#### PUSTAKA ACUAN

Aksornkoae, S., A. Arirob, K.G. Boto, H.T. Chan, P.F. Chong, B.F. Clough, W.K. Gong, S.

- Hardjowigeno, S. Havanond, V. Jintana, C. Khemnark, J. Kongsangchai, S. Limpiyaprapant, S. Muksombut, J.E. Ong, A.B. Simarakoon & K. supappibul. 1991. Soil and forestry studies. *Dalam* Macintosh, D.J., S. Aksornkoe, M. Vanucci, C.D. Field, B.F. Clough, B. Kjerfve, N. Paphavasit & G. Wattayakorn (eds.), *Final Report of Integrated Multidisciplinary Survey and Research Programme Ecosystem*, UNESCO/UNDP Regional Mangrove Project Ras/86/120, Bangkok. pp. 35-81.
- Amarasinghe, M.D. & S. Balasubramaniam. 1992. Structural properties of two types of mangrove stands on the north-western coast of Sri Lanka. *Dalam* Jaccarini, V. and Els Martens (eds.), *The Ecology of Mangrove and Related Ecosystems*. Kluwer Academic Publishers, London, pp. 11-16.
- Brown, M.S. 1984. Mangrove leaf litter production and dynamics. *Dalam* Snedaker, S.C. and J.G. Snedaker (eds.), *The mangrove ecosystem: research methods*, UNESCO, Paris, pp. 231-238.
- de Boer, W.F. 2000. Biomass dynamics of seagrass and the role of mangrove and seagrass vegetation as different nutrient sources for an intertidal ecosystem. *Aquat. Bot.* 66: 225-239.
- de Leon, R.O.D., J.A. Nuique dan R.J. Raymundo. 1992. Leaf litter production, tidal export and decomposition of *Rhizophora apiculata* Blume, *R. mucronata* Lam., *Avicennia marina* (Forsk.) Vierch and *Sonneratia alba* J. Sm. from the Talabong Mangrove Forest in Bais Bay, Negros Oriental, Philippines. *Dalam* Ming, C.L. dan C.R. Wilkinson (eds.) *Third ASEAN Science & Technology Week Conference Proceeding, Vol. 6. Marine Science: Living Coastal Resources*. Department of Zoology, National University of Singapore and National Science and Technology Board, Singapore, pp. 353-359.
- Ellison, J. 1997. Mangrove community characteristics and litter production in Bermuda. *Dalam* Kjerfve, B., L.D. de Lacerda dan El H.S. Diop: *Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa*. UNESCO, pp. 8-17.
- English, S., C. Wilkinson dan V. Baker. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australia Institute of Marine Science, Townsville, 367 p.
- Fauzi, M. 1993. Hubungan antara jarak hutan mangrove, *Rhizophora apiculata*, dari garis pantai dan produksi serasah di Kelurahan Kijang, Kecamatan Bintan Timur, Kepulauan Riau. Skripsi Fakultas Perikanan UNRI, Pekanbaru, 65 hal. (tidak diterbitkan).
- Kusmana, C., S. Takeda dan H. Watanabe. 1994. Litter production of a mangrove forest in East Sumatera, Indonesia. *Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove*, Jember, hal. 247-265.
- Kusmana, C. 1996. Nilai ekologis hutan mangrove. *Media Konservasi*, V(1), 17-24.
- Lee, S.Y. 1990. Primary productivity and oarticulate organic matter flow in an estuarine mangrove-wetland in Hong Kong. *Mar. Biol.* 106, 453-463.
- Nasution, S.R. 1994. *Perbedaan struktur dan komposisi hutan mangrove di kawasan muara Sungai Mesjid, Dumai*. Skripsi Fakultas Perikanan UNRI, Pekanbaru, 79 hal. (tidak diterbitkan).
- Odum, W.E. dan E.J. Heald 1974. The detritus based food web of an estuarine mangrove community. *Estua. Res.* 1, 265-268.
- Patria, A.D. 1996. *Studi struktur komunitas dan evaluasi kondisi ekologis hutan mangrove di wilayah perairan Pulau Rupa Propinsi Riau*. Skripsi Fakultas Perikanan UNRI, Pekanbaru, 52 hal. (tidak diterbitkan).
- Sedhana, I.M. dan R. Soedrajat. 1995. Pengelolaan ekosistem mangrove di Taman Nasional Alas Purwo dengan pendekatan aliran energi: suatu gagasan. *Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove*, Jember, hal. 155-159.
- Slim, F.J., P.M. Gwada, M. Kodjo dan M.A. Hemminga. 1996. Biomass and litterfall of *Cerriops tagal* and *Rhizophora mucronata* in the mangrove forest of Gazi Bay, Kenya. *Mar. Freshwater Res.* 47:999-1007.
- Soesanto, S.S. dan M. Sudomo. 1995. Ekosistem mangrove dan pembangunan lingkungan hidup. *Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove*, Universitas Jember, Jember, hal.49-55.
- Suhasman. 1996. Hubungan produksi serasah dengan kandungan bahan organik