

## **ANALISIS PRODUKSI DAN POTENSI UNSUR HARA SERASAH MANGROVE DI CAGAR ALAM PULAU DUA SERANG, BANTEN**

**Indria Wahyuni**

**Jurusan Pendidikan Biologi, FKIP, Untirta**

[indriasudarman@gmail.com](mailto:indriasudarman@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*The research has been conducted at mangrove forest of Pulau Dua conservation in Serang town of Banten province from September to November 2011. The purposes of study were to know the production and potential nutrient of mangrove litter and to expect the nutrients released into marine environment. The sample was taken by employing transect-square method. Mangrove litter avalanches were caught by litter-trap and the size was examined by filtering the litter in water flow which connected mangrove forest and marine. The potential nutrient production of mangrove litter was analyzed by administering nutrient analysis of C, N, and P in laboratory. The findings showed that the dominating mangrove types were *Avicennia marina* and *Rhizophora apiculata* with 51,43% and 36,19%.of relative density. The mangrove forest of Pulau Dua conservation produced 4,05 gr/m<sup>2</sup> /day litters on average total or 14,78 ton/ha/year litters ; and the largest contributor was leaves. The production of litters' potential nutrient achieved 0,3456 gr-C/m<sup>2</sup>/day or 1,2616 ton-C/ha/year, 0,0091 gr-N/m<sup>2</sup>/day or 0,0333 ton-N/ha/year, 0,0008 gr-P/m<sup>2</sup>/day or 0,0031 ton-P/ha/year. Mangrove forest of Pulau Dua conservation also contributed 855,4724 gr.day/m<sup>3</sup> litters to marine waters.*

*Key words: Pulau Dua, litters production, potential nutrient*

### **ABSTRAK**

Penelitian telah dilakukan di kawasan hutan mangrove cagar alam Pulau Dua Serang, Banten pada bulan September hingga November 2011. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui produksi dan potensi unsur hara, serta menduga pelepasan unsur hara dari serasah ke lingkungan perairan laut. Pengambilan sampel untuk analisis vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan metode transek-kuadrat. Guguran serasah ditangkap dengan *litter-trap* dan besarnya serasah yang dilepas ke perairan laut dilakukan pengujian dengan menyaring serasah di aliran air yang menghubungkan antara hutan mangrove dengan perairan laut, untuk produksi potensial unsur hara dari serasah dilakukan analisis unsur hara (C, N, P) di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis mangrove yang mendominasi yaitu *Avicennia marina* dan *Rhizophora apiculata* dengan kerapatan relatif sebesar 51,43% dan 36,19%. Hutan mangrove cagar alam Pulau Dua menghasilkan total rata-rata serasah sebesar 4,05 gr/m<sup>2</sup>/hari atau 14,78 ton/ha/tahun dengan penyumbang terbesar dari serasah daun. Produksi potensial unsur hara serasah yang dihasilkan sebesar 0,3456 gr-C/m<sup>2</sup>/hari atau 1,2616 ton-C/ha/tahun, 0,0091 gr-N/m<sup>2</sup>/hari atau 0,0333 ton-N/ha/tahun, 0,0008 gr-P/m<sup>2</sup>/hari atau 0,0031 ton-P/ha/tahun. Hutan mangrove cagar alam Pulau Dua turut menyumbangkan serasahnya ke perairan laut sebesar 855,4724 gr/m<sup>3</sup>/hari.

Kata kunci : cagar alam Pulau Dua, produksi serasah, unsur hara

## PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan formasi hutan yang khas dan tumbuh di daerah pasang surut, terutama di pantai yang terlindung (tenang), laguna, dan muara sungai dengan tanah yang berlumpur atau sedikit berpasir (Arief 2003; Kusmana *et al.* 2003).

Fungsi mangrove sebagai habitat dari berbagai biota laut tidak terlepas dari peran mangrove sebagai pengekspor bahan pelapukan serasah yang menjadi sumber makanan penting bagi biota akuatik. Hutan mangrove menyediakan bahan organik dan nutrisi melalui produksi serasahnya (Nga 2004). Tumbuhan mangrove terutama daunnya memberikan banyak manfaat bagi organisme disekitarnya. Sebesar 5% total produksi daun dikonsumsi langsung oleh kelompok herbivor sedangkan 95% masuk ke lingkungan perairan sebagai detritus dari serasah (Heald 1969; Onuf *et al.* 1977; Robertson 1991).

Produksi serasah merupakan bagian yang penting dalam transfer bahan organik dari vegetasi ke dalam tanah. Unsur hara yang dihasilkan dari serasah sangat penting dalam pertumbuhan mangrove dan sebagai sumber detritus bagi ekosistem laut dan

estuari dalam menyokong kehidupan berbagai organisme akuatik. Apabila serasah di hutan dapat dihitung dengan benar dan dipadukan dengan perhitungan biomassa lainnya, akan diperoleh informasi penting dalam produksi serasah, dan siklus nutrisi ekosistem hutan (Kavvadias *et al.* 2001; Moran *et al.* 2000). Analisis dari komposisi hara dalam produksi serasah dapat menunjukkan hara yang membatasi dan efisiensi dari nutrisi yang digunakan, sehingga siklus nutrisi dalam ekosistem hutan mangrove akan terpelihara (Vitousek 1982; Rahajoe *et al.* 2004).

Boonruang (1984) menjelaskan bahwa produktifitas serasah mangrove merupakan sumber bagi produktifitas perikanan di estuari dan penyumbang unsur hara ke perairan disekitarnya. Hal ini menjadikan mangrove memegang peranan yang unik dan tidak dapat digantikan oleh hutan maupun ekosistem lain, yaitu sebagai mata rantai siklus unsur hara yang penting artinya bagi organisme perairan (Amarangsinghe & Balasubramanian 1992). Tumbuhan mangrove merupakan sumber makanan potensial, dalam berbagai bentuk, bagi semua biota yang hidup di ekosistem mangrove. Berbeda

dengan ekosistem pesisir lainnya, komponen dasar dari rantai makanan di ekosistem bukanlah tumbuhan mangrove itu sendiri, tapi serasah yang berasal dari tumbuhan mangrove (Bengen 2004).

Cagar Alam Pulau Dua Serang, Banten adalah salah satu kawasan hutan mangrove di Indonesia. Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk dan pesatnya kegiatan pembangunan di sekitar daerah cagar alam Pulau Dua seperti pertambakan, permukiman serta pabrik, maka tekanan ekologis terhadap ekosistem mangrove di kawasan cagar alam Pulau Dua juga meningkat. Menurut Bengen (2004) konversi lahan mangrove untuk pertambakan yang melebihi kapasitas alami menyebabkan kerusakan lingkungan. Meningkatnya tekanan ini telah mulai menimbulkan dampak dan mengancam kelestarian ekosistem mangrove di kawasan ini (Noor 2004). Kerusakan area hutan mangrove dapat berdampak pada hilangnya habitat dasar dan fungsinya (Dahuri *et al.* 1996).

Untuk mengetahui peran dari hutan mangrove cagar alam Pulau Dua, terutama dalam produksi serasah dan unsur hara, maka perlu dilakukan penelitian. Penelitian ini dilakukan

karena masih kurangnya data dan informasi tentang produksi serasah serta potensi kandungan unsur hara mangrove di cagar alam Pulau Dua. Penelitian serupa pernah dilakukan di cagar alam Pulau Dua oleh Indiarto *et al.* (1990). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola produksi serasah mangrove yang terjadi di areal hutan mangrove cagar alam Pulau Dua dan untuk menghitung potensi kandungan unsur hara dari serasah mangrove, serta menghitung pelepasan unsur hara dari serasah ke lingkungan perairan laut.

## 2. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan September - November 2011 di areal hutan mangrove cagar alam Pulau Dua Serang, Provinsi Banten. Hutan mangrove cagar alam Pulau Dua terletak pada posisi geografis  $106^{\circ} 11'38'' - 106^{\circ} 13'14''$ BT dan  $6^{\circ}01'5'' - 6^{\circ} 02'05''$ LS.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaring penangkap serasah (*Litter-trap*) ukuran  $1 \times 1 \text{ m}^2$  yang terbuat dari kain nylon dengan ukuran mata jaring (*mesz size*) sekitar 1 mm, patok ukuran 30 cm, paralon ukuran 1 meter dengan diameter 5 inci, termometer, kompas, meteran, neraca analitik, pH indikator, sekop, kamera,

oven. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kertas label, kantung plastik, tali raffia, dan serasah.

Pengambilan sampel untuk analisis vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan metode plot transek garis dari arah perairan ke arah darat di daerah intertidal (Bengen 2004). Wilayah penelitian dibagi menjadi 4 stasiun, dan tiap stasiun terdiri dari satu garis transek. Panjang transek dari pinggir perairan ke arah darat sekitar  $\pm 300$  m atau bergantung kepada ketebalan mangrove pada tiap-tiap stasiun pengamatan.

Pada tiap transek garis terdapat 5 petak contoh (plot) berbentuk bujur sangkar dengan ukuran  $10 \times 10 \text{ m}^2$  untuk tingkat pohon, dan didalamnya terdapat plot ukuran  $5 \times 5 \text{ m}^2$  untuk anakan, dan  $1 \times 1 \text{ m}^2$  untuk semai. Pada setiap petak contoh (plot) dilakukan penghitungan jumlah individu setiap jenis dan pengukuran diameter batang pohon.

Metode yang digunakan untuk menangkap guguran serasah di hutan mangrove dalam waktu tertentu (*Litter-fall*) adalah dengan menggunakan *litter-trap* (jaring penangkap serasah) (Brown 1984). *Litter-trap* digantung didalam plot berukuran  $10 \times 10 \text{ m}^2$  pada

pohon mangrove yang mendominasi dari hasil analisis vegetasi.

Pengambilan serasah dilakukan setiap satu minggu sekali selama lima minggu, selanjutnya dilakukan pengukuran kandungan unsur nutriennya (C, N, dan P). Untuk mengetahui berapa besar serasah yang disumbangkan dari hutan mangrove ke perairan di sekitarnya, dipilih saluran air yang menghubungkan antara hutan mangrove dan perairan laut pada tiap stasiun. Pada saluran tersebut diletakkan pipa paralon dan ditutup salah satu bagian lubangnya yang menghadap ke laut dengan menggunakan kain nilon. Serasah yang tersangkut diambil dari dalam pipa paralon, kemudian dilakukan pengukuran berat kering serasah dan kandungan C, N, dan P.

Untuk mendukung data dari penelitian, dilakukan pengukuran faktor lingkungan berupa curah hujan, kelembaban, kecepatan angin, temperature udara, hari hujan, lama penyinaran matahari.

Analisis data untuk vegetasi mangrove meliputi : Kerapatan Jenis (K), Kerapatan Relatif Jenis (KR), Frekuensi Jenis (F), Frekuensi Relatif Jenis (FR), Basal Area (BA), Dominansi Jenis (Di), Dominansi

Relatif (DR), Indeks Nilai Penting Jenis (INP).

Nilai rata-rata produksi serasah dihitung dengan menggunakan rumus nilai rata-rata produksi per plot setiap pengamatan (Walpole 1988), sedangkan potensi unsur hara yang dapat dimanfaatkan (*litterfall nutrient accession*) dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Djamaludin 1995):

$$NA = N \times P$$

Ket :

NA = *Nutrient accession*/unsur hara yang dihasilkan ( $\text{g/m}^2/\text{hari}$ )

N = Kandungan unsur hara

P = Produksi serasah ( $\text{g/m}^2/\text{hari}$ )

Banyaknya serasah yang di lepas ke perairan laut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

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

Ket :

S = Serasah yang dilepas ke perairan ( $\text{gr.s/m}^3$ )

Bks = Berat kering serasah (gr)

Vol = volume air yang masuk ke dalam pipa paralon ( $\text{m}^3$ )

T = Waktu (s)

Hubungan korelasi antara kerapatan pohon dan produksi serasah serta hubungan korelasi antara produksi serasah dengan serasah yang di lepas ke perairan laut dianalisis menggunakan korelasi Spearman dengan bantuan *software* SPSS versi 16.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis vegetasi mangrove di cagar alam Pulau Dua ternyata di dominasi oleh jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora apiculata*, Hutan mangrove cagar alam Pulau Dua menghasilkan total rata-rata serasah sebesar  $4,05 \text{ gr/m}^2/\text{hari}$  (Tabel 1) atau jika diekstrapolasikan dalam setahun maka diperoleh total rata-rata produksi serasah sebesar  $14,78 \text{ ton/ha/tahun}$ . Serasah di cagar alam Pulau Dua tergolong kedalam kriteria baik jika mengacu berdasarkan kriteria yang dibuat oleh Kusmana (1995), yaitu kriteria baik jika produksi serasahnya  $> 10 \text{ ton/ha/tahun}$ , kriteria sedang jika produksi serasahnya  $5-10 \text{ ton/ha/tahun}$ , dan kriteria buruk jika produksi serasanya  $< 5 \text{ ton/ha/tahun}$ . Rata-rata produksi serasah sebesar  $14,78 \text{ ton/ha/tahun}$  terdiri dari  $6,607 \text{ ton/ha/tahun}$  serasah *A. marina* dan

8,176 ton/ha/tahun untuk serasah *R. apiculata*.

Tabel 1. Nilai rata-rata produksi serasah mangrove ( $\text{gr/m}^2/\text{hari}$ ) selama 56 hari di hutan mangrove cagar alam Pulau Dua

Jenis	Stasiun	Produksi serasah ( $\text{g/m}^2/\text{hari}$ )			
		Daun	Ranting	Organ reproduksi	Total
<i>A. marina</i>	1	1,56	0,43	0,46	2,45
	2	1,41	0,30	0,43	2,15
	3	0,79	0,21	0,21	1,21
	4	1,04	0,23	0,17	1,45
	<b>Jumlah</b>	<b>4,80</b>	<b>1,18</b>	<b>1,27</b>	<b>7,25</b>
	<b>Rata-rata</b>	<b>1,20</b>	<b>0,30</b>	<b>0,32</b>	<b>1,81</b>
<i>R. apicullata</i>	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,88	0,09	0,10	1,07
	3	4,06	0,10	0,13	4,29
	4	3,32	0,07	0,19	3,58
	<b>Jumlah</b>	<b>8,25</b>	<b>0,27</b>	<b>0,42</b>	<b>8,94</b>
	<b>Rata-rata</b>	<b>2,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>2,24</b>
<b>Jumla Total</b>		<b>13,05</b>	<b>1,45</b>	<b>1,69</b>	<b>16,20</b>
<b>Total Rata-Rata</b>		<b>3,26</b>	<b>0,36</b>	<b>0,42</b>	<b>4,05</b>

Berdasarkan data dari hasil analisis vegetasi dan produksi serasah yang dihasilkan, ternyata nilai kerapatan dan INP yang tinggi belum tentu menghasilkan produksi serasah yang tinggi pula. Terbukti nilai kerapatan dan INP pada *A.marina* (1,62 dan 156,98) lebih tinggi dibandingkan nilai INP pada *R. apiculata* (1,14 dan 89,13), tetapi untuk produksi serasah yang dihasilkan jenis *R. apiculata* (2,24  $\text{gr/m}^2/\text{hari}$ ) lebih tinggi dibandingkan jenis *A. marina* (1,81  $\text{gr/m}^2/\text{hari}$ ). Hal tersebut disebabkan karena besar kecilnya produksi serasah tidak hanya

tergantung pada kerapatan dan nilai INP saja, tapi dipengaruhi pula oleh faktor lain diantaranya umur, karena semakin tua umur tumbuhan maka produksi serasah yang dihasilkan cenderung menurun. Apabila umur mangrove melebihi titik optimum, maka serasah yang jatuh akan berkurang, karena pada batang mangrove tua, bagian dalamnya mulai keropos sehingga tajuk pohon mulai menyempit, dan produksi serasah berkurang (Soenardjo 1999). Selain itu faktor lingkungan (iklim), kesuburan tanah, musim, ketipisan tajuk, dan morfologi daun serta morfologi organ

reproduksi juga turut mempengaruhi besar kecilnya produksi serasah yang dihasilkan (Soeroyo 1986). Daun dan organ reproduksi pada *R. apiculata* mempunyai ukuran dan berat lebih besar dibandingkan dengan *A. marina*, sehingga faktor tersebut dapat dijadikan salah satu alasan mengapa produksi serasah jenis *R. apiculata* lebih tinggi dibandingkan dengan jenis *A. marina*.

Peranan kontribusi daun terhadap total produksi serasah yang dihasilkan sangat tinggi (47,640 ton/ha/tahun atau 80,59%) jika dibandingkan dengan ranting (5,291 ton/ha/tahun atau 8,95%) dan organ reproduksi (6,182 ton/ha/tahun atau 10,46%). Tingginya kontribusi serasah daun dibandingkan organ lain karena secara biologis proses pembentukan daun lebih cepat dan kontinue dibandingkan ranting dan organ reproduksi (Hogarth 1999).

Jika dibandingkan dengan apa yang telah dilakukan Indiartha *et al.* (1990) di cagar alam Pulau Dua yang

menghasilkan jumlah serasah daun *R. apiculata* sebesar 61,40% dari jumlah total serasah, dan lebih tinggi dari serasah daun *A. marina* sebesar 43,89%, hasil pada penelitian kali ini sama, yaitu daun *R. apiculata* merupakan penyumbang terbesar dari total seluruh komponen serasah yaitu sekitar 50,95%, sedangkan daun *A. marina* sebesar 29,64%.

Selain faktor diatas dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti, bahwa kecepatan gugur serasah dipengaruhi oleh lamanya musim kering, terjadinya badai hujan yang berat, umur tanaman, sedang dalam masa berbunga dan berbuah, dan adanya aktivitas dari serangga (Christensen 1977; Mac Nae 1986 dalam Moriya *et al.* 1987). Selain faktor internal dari mangrove, produksi guguran serasah juga dipengaruhi faktor eksternal berupa parameter fisik lingkungan. Data-data parameter fisik lingkungan selama penelitian tersaji pada Tabel 2

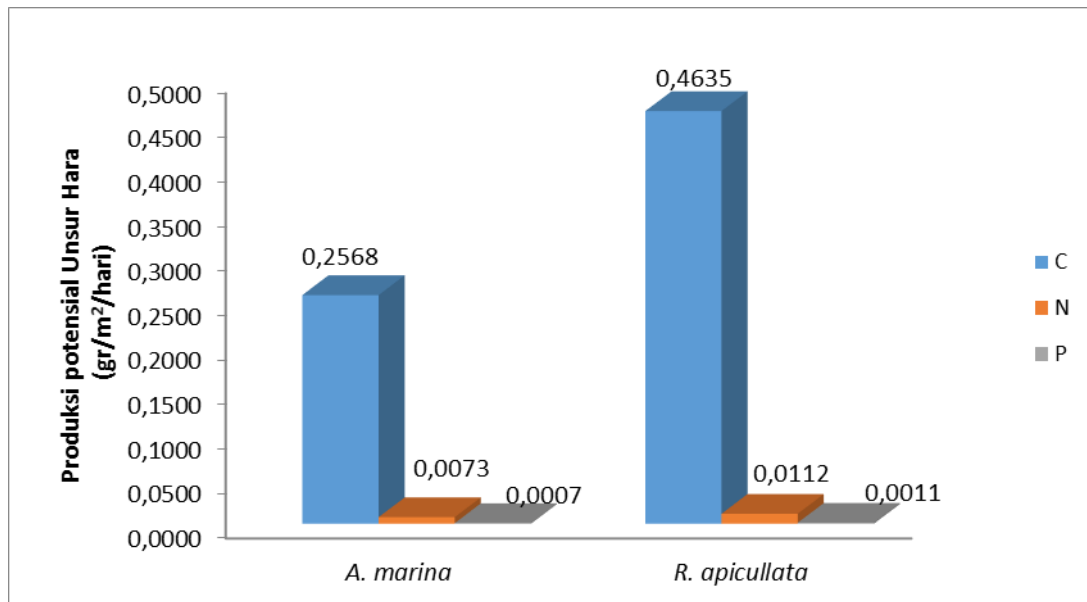
Tabel 2. Parameter fisik lingkungan di cagar alam Pulau Dua Serang

Parameter	Besarnya Pengukuran
Suhu Udara ( $^{\circ}\text{C}$ )	29,7 - 30,5 $^{\circ}\text{C}$
Kelembaban (%)	66 - 92%
pH tanah	7,4 - 7,9
Kecepatan angin (knot)	3-18 knot
Curah hujan (mm)	0 – 18 mm

Besarnya produksi potensial unsur hara serasah atau potensi unsur hara yang dapat dimanfaatkan (*litterfall nutrient accession*) di cagar alam Pulau Dua Serang Banten didapatkan sebesar 0,3456 gr-C/m<sup>2</sup>/hari atau 1,2616 ton-C/ha/tahun, dan 0,0091 gr-N/m<sup>2</sup>/hari atau 0,0333 ton-N/ha/tahun, serta 0,0008 gr-P/m<sup>2</sup>/hari atau 0,0031 ton-P/ha/tahun. Terlihat bahwa kandungan unsur hara karbon (C) pada serasah mangrove jauh lebih besar dari kandungan nitrogen (N) maupun posfor

(P). Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa jenis *R. apiculata* memiliki potensi unsur hara lebih tinggi dibandingkan jenis *A. marina* yaitu sebesar 0,4635 gr-C/m<sup>2</sup>/hari, 0,0112 gr-N/m<sup>2</sup>/hari, dan 0,0011 gr-P/m<sup>2</sup>/hari. Hutan mangrove cagar alam Pulau Dua turut menyumbangkan serasahnya ke perairan laut rata-rata sebesar 855,4724 gr/m<sup>3</sup>/hari dengan produksi potensial unsur hara yang dihasilkan sebesar 358,034 gr-C/m<sup>3</sup>/hari, 7,724 gr-N/m<sup>3</sup>/hari, dan 1,033 gr-P/m<sup>3</sup>/hari.





Gambar 1. Perbandingan produksi unsur hara (C, N, P) antara jenis *A. marina* dan *R. apiculata* di cagar alam Pulau Dua Serang, Banten.

Hubungan korelasi antara kerapatan jenis pohon dengan jumlah produksi serasah yang dihasilkan di cagar alam Pulau Dua dianalisis dengan menggunakan korelasi Spearman dengan menghasilkan nilai 0,800 dan nilai korelasi tersebut menunjukkan bahwa adanya hubungan yang signifikansi dan sangat kuat antara kerapatan pohon dengan jumlah produksi serasah mangrove. Begitupula dengan hubungan korelasi antara produksi serasah dengan jumlah serasah yang dilepas ke perairan laut yang dianalisis dengan korelasi Spearman didapatkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yang dihasilkan sebesar 1,000. Nilai  $r$  tersebut bernilai positif, sehingga menunjukkan adanya hubungan yang

signifikan antara jumlah produksi serasah dengan serasah yang dilepas ke laut, dengan kata lain peningkatan produksi serasah di hutan mangrove akan diikuti dengan peningkatan pelepasan serasah ke perairan laut disekitarnya.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hutan mangrove cagar alam Pulau Dua menghasilkan serasah *R. apiculata* lebih banyak di bandingkan *A. marina* dan jenis *R. apiculata* memiliki potensi unsur hara lebih tinggi dibandingkan jenis *A. marina*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amarangsinghe, M.D. & Balasubramanian. (1992). Net primary productivity of two mangrove forest stand on The Norwestern Coast of Srilanka in *Developments in Hydrobiology. The ecology of mangrove and related ecosystem.* Kluwets Academi Publisher. Netherland : 41 - 47 hlm.
- Arief, A. (2003). *Hutan Mangrove, Fungsi dan Manfaatnya.* Penerbit Kanisius; Yogyakarta : 47 hlm.
- Bengen, D.G. (2004). Pedoman teknis pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove. Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir & Laut IPB. Bogor: 56 hlm.
- Boonruang, P. (1984). The rate of degradation of mangrove leaves, *Rizophora apiculata* BL and *Avicennia marina* (FORSK) VIERH at Phuket Island, Western Peninsula of Thailand. *Dalam:* Soepadmo, E., A.N. Rao & D.J Macintosh. (eds).1984. Proceedings of the asian symposium on mangrove environment research and management. University of Malaya and UNESCO. Kuala Lumpur : 200 - 208.
- Christensen, B. (1977). Biomass and primary production of *Rhizophora apiculata* BI. In a mangrove in Souththern Thailand. *Aquatic Bot.* 4 : 45 - 52.
- Dahuri, R., H.J. Rais, S.P. Ginting & M. Sitepu. (1996). *Pengelolaan sumber daya wilayah pesisir dan laut secara terpadu.* P.T. Pradnya Paramita, Jakarta: xi + 301 hal.
- Djamaluddin, R. (1995). Kontribusi hutan mangrove dalam penyediaan nitrogen dan fosfor potensial di perairan Likupang Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Thesis. Institut Pertanian Bogor, Bogor: 104 hlm.
- Heald, E. J. (1969). The production of detritus in South Florida estuary. *Univ. Sea Grant Techn. Bull.* 6 : 1 – 110.
- Indiarto, Y., Suhardjono & Mulyadi. (1990). Pola variasi serasah hutan mangrove Pulau Dua, Jawa Barat. *Dalam:* Soemodihardjo, S., S. Hardjowigeno, N. Naamin, O. S. R. Ongkosongo & M. Sudomo.(eds). 1990. Prosiding Seminar IV Ekosistem Mangrove, Bandar Lampung: 169 – 173.
- Kavvadias, V.A., D. Alifragis, A. Tsiontsis, G. Brofas & G. Stamatelos. (2001). Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystem in Notern Greece. *Forest Ecology and Management.* Oxford: Blackwell Scientific.
- Khoon, G.W., O.J. Eong & W.C. Hoong. 1984. Productivity of Mangrove Tree and Its Significance in A Managed Mangrove Ecosystem in Malaysia.
- Kusmana, C., S. Takeda & H. Watanabe. (1994). Litter production of mangrove forest in East Sumatera, Indonesia. *Dalam:* Soemodihardjo S., P. Wiroatmodjo, S. Bandijono, M. Sudomo & Suhardjo.(eds). 1990. Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove, Jember: 247 - 267

- Mokolensang, J.F. & A. Tokuyama. (1998). Litter production of mangrove forest at the Gesashi River. *Bulletine Collection Sciences, University of Ryukyus* 65: 73 - 79.
- Moore-Landecker E. (1990). *Fundamental of the fungi*. Fourth
- Moran, J.A., M.G. Barker & P. Becker. (2000). A Comparison of the soil water, nutrient status, and litterfall characteristics of tropical heath and mixed-dipterocarp forest sites in Brunei. *Biotropica* 32: 2 - 13.
- Moriya, H., A. Komoyama., S. Prawiroatmodjo & K. Ogino. (1988) Specific characteristics of leaf dynamics. *Dalam: Ogino, K. & M. Chihara (eds). 1988. Biological System of mangrove Expedition 1986. Echime University, Tokyo: 123 - 136.*
- Noor, Y.R. (2004). *Paparan nilai penting Cagar Alam Pulau Dua sebagai kawasan berbiak burung air disertai panduan pengenalan jenis burung air di Teluk Banten. Wetlands International Indonesia Programme, Bogor: xii + 71 hlm.*
- Nga, B. T. (2004). Post-larvae of the Shrimp *Penaeus mondon* and their interaction with *Rizhophora apiculata*. Thesis. Wageningen University, Wageningen.
- Onuf, C. P., J. M. Teal & I. Valiela. (1977). Interactions of nutrient, plant growth and herbivory in a mangrove ecosystem. *Ecology* 58 : 514 - 526.
- Rahajoe, J.S., H. Simbolon & T. Kohyama. (2004). Variasi musiman produksi serasah jenis-jenis dominan hutan pegunungan rendah di Taman Nasional Gunung Halimun. *Berita Biologi* 7 (1): 65 - 71.
- Robertson, A. I. (1991). Plant-animal interaction and the structure and the function of mangrove forest ecosystem. *Australian Journal of Ecology* 416 : 433.
- Roy, S.D. (1997). Study of litter fall and its decomposition in a mangrove stand, South Andaman. *Journal of the Andaman Science Association* 13 (1-2): 119 - 121.
- Vitousek, P.M. (1982). Nutrient cycling and nutrient use efficiency. *American Naturalist* 119: 53 - 72.