

## MANFAAT HUTAN MANGROVE PADA EKOSISTEM PESISIR (STUDI KASUS DI KALIMANTAN BARAT)

Purnamawati<sup>1)</sup>, Eko Dewantoro<sup>2)</sup>, Sadri<sup>3)</sup>, dan Belvi Vatria<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Politeknik Negeri, Pontianak

<sup>2)</sup> Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Kalimantan Barat

### ABSTRAK

Hutan mangrove memiliki potensi untuk meningkatkan aktivitas pembangunan khususnya pengembangan usaha tambak. Fungsi dari ekosistem hutan mangrove dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi fisik, biologik, dan ekonomi. Dari hasil studi kasus pada kawasan mangrove pada tambak di Kecamatan Daung Kabupaten Pontianak menunjukkan hasil peubah kualitas air yang cukup baik untuk pengembangan budi daya udang.

**KATA KUNCI:** hutan mangrove, ekosistem, pesisir

### PENDAHULUAN

Umumnya mangrove di Indonesia ditemukan di seluruh kepulauan di Indonesia. Hutan mangrove terluas terdapat di Irian Jaya (1.350.600 ha), Kalimantan (978.200 ha), dan di Sumatera (673.300 ha) (Rafindal, 2002). Di Provinsi Kalimantan Barat luas ekosistem mangrove yang tercatat pada tahun 1991 diperkirakan 40.000 ha (Direktorat Jenderal Perikanan dalam Dahuri *et al.*, 1996). Dari seluruh luasan tersebut yang potensial untuk tambak 26.704 ha, dan yang telah dimanfaatkan sekitar 3.061 ha (11,46% dari lahan potensial) (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Kalimantan Barat, 2002). Hingga tahun 1999 hutan mangrove ini menjadi seluas 90.000 ha tersebar di beberapa daerah di sepanjang pantai yang mengandung lumpur dan daerah payau, antara lain terdapat di muara Sungai Duri, Pantai Singkawang, dan Pemangkat, delta Sungai Kapuas bagian selatan, muara Sungai Ambawang, pulau Padang Tikar, Pulau Maya, daerah muara Sungai Kualan serta Pantai Ketapang. Berdasarkan data tersebut maka daerah Kalimantan Barat khususnya masih cukup luas hutan mangrove yang dapat dimanfaatkan (Ramdiana, 1999).

Masih besarnya potensi mangrove yang tersedia, memungkinkan untuk meningkatkan aktivitas pembangunan khususnya pengembangan usaha tambak.

Walaupun demikian, dalam memanfaatkan potensi tersebut harus rasional dan berpegang pada asas ramah lingkungan sehingga kelestarian ekosistem ini dapat terjaga.

Kawasan Kubu, Kabupaten Pontianak memiliki potensi perikanan, khususnya pembesaran udang yang belum diolah secara optimal. Wilayah tersebut memiliki lebih dari 9.600 ha hutan mangrove yang didominasi oleh vegetasi hutan bakau (*Rhizophora apiculata*), sehingga sangat menunjang untuk daerah pertambakan. Pohon bakau termasuk tanaman tingkat tinggi yang mampu memanfaatkan nutrisi tanah dengan cara absorpsi melalui akar-akarnya dan menggunakannya dalam proses fotosintesis untuk mengubah zat-zat anorganik menjadi zat-zat organik. Selain itu, jatuhnya daun, ranting, kulit, batang, bunga, buah atau biji atau yang biasa disebut serasah (*litter fall*) pohon bakau yang belum mengalami dekomposisi sempurna akan menghasilkan bahan organik (detritus); sedangkan serasah yang telah mengalami dekomposisi sempurna, akan memberikan masukan unsur hara bagi pertumbuhan organisme autotrof, seperti fitoplankton yang merupakan pakan alami bagi udang sekaligus penyuplai O<sub>2</sub> di dalam perairan. Mencermati potensi yang ada, maka masyarakat di daerah setempat memilih untuk melakukan pengembangan usaha pertambakan udang windu dengan pemanfaatan pohon bakau.

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu komoditas laut yang sangat potensial, karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Menurut Suyanto & Mudjiman (1999), udang windu termasuk hewan omnivora, yang memiliki sifat nokturnal dan kanibalisme serta relatif tahan terhadap penyakit. Teknik pembesaran udang windu tidak terlalu rumit, namun yang harus diperhatikan secara khusus adalah manajemen kualitas airnya.

Kualitas air adalah variabel-variabel yang dapat mempengaruhi kehidupan udang dan biota air lainnya. Variabel tersebut meliputi parameter fisika (warna, kecerahan, suhu), parameter kimia (kandungan O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, pH, NH<sub>3</sub>), serta parameter biologi (jumlah dan jenis organisme yang hidup di perairan seperti fitoplankton

dan zooplankton). Kualitas air sangat menentukan dalam pemeliharaan udang windu, air yang kurang baik dapat menyebabkan udang menjadi lemah, nafsu makan berkurang, mudah terserang penyakit sehingga dapat menyebabkan kematian.

#### KARAKTERISTIK EKOSISTEM MANGROVE

Hutan mangrove biasanya dikenal sebagai hutan pantai, hutan pasang surut, hutan payau atau hutan bakau. Mangrove biasa juga disebut sebagai farmasi tumbuhan daerah litoral yang khas di pantai daerah tropis dan sub tropis yang terlindung. Hutan mangrove merupakan hutan yang tumbuh terutama pada tanah lumpur aluvial di daerah pantai dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut. Ekosistem seperti ini tersebar di seluruh kabupaten di Kalimantan Barat yang memiliki garis pantai (Sumiono *et al.*, 1991).

Pada pantai yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat, mangrove sulit atau tidak dapat tumbuh, karena kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur sebagai substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya. Hutan mangrove juga merupakan hutan khas tropis yang penyebarannya dibatasi pada letak lintang, karena vegetasi ini sangat sensitif terhadap suhu dingin (Nontji, 1993; Dahuri *et al.*, 1996).

Vegetasi mangrove memiliki kemampuan khusus untuk beradaptasi pada kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Daya adaptasi tersebut meliputi: 1) perakaran yang pendek dan menyebar luas, dengan akar penyangga atau tudung akar yang tumbuh dari batang dan dahan sehingga menjamin kokohnya batang, 2) memiliki daun yang kuat dan mengandung banyak air, 3) mempunyai jaringan internal penyimpanan air dengan konsentrasi garam yang tinggi, beberapa jenis mangrove mempunyai kelenjar garam yang menolong menjaga keseimbangan *osmotic* dengan mengeluarkan garam, 4) adanya sistem akar napas untuk membantu memperoleh oksigen bagi sistem perakarannya, 5) beberapa jenis berkembang biak dengan buah yang sudah berkecambah sewaktu masih di pohon induknya (*viviper*) (Nybakken, 1988; Noor *et al.*, 1999).

Mangrove di Indonesia dikenal memiliki keragaman jenis yang tinggi, seluruhnya tercatat 89 jenis tumbuhan, 35 jenis di antaranya berupa pohon dan selebihnya berupa terna (5 jenis), perdu (9 jenis), liana (9 jenis), epifit (29 jenis), dan parasit (2 jenis) (Nontji, 1993). Namun menurut Noor *et al.* (1999), mangrove di Indonesia terdiri atas 202 jenis dan 150 jenis di antaranya terdapat di Pulau Kalimantan. Beberapa contoh mangrove yang berupa

pohon adalah bakau (*Rhizophora*), api-api (*Avicennia*), pedade (*Sonneratia*), tajang (*Bruguiera*), nyirih (*Xylocarpus*), tengar (*Ceriops*), dan buta-butua (*Excoecaria*).

Dari segi ekosistem perairan, hutan mangrove mempunyai arti yang penting karena memberikan sumbangan berupa bahan organik bagi perairan sekitarnya. Dengan bantuan mikroorganisme, mangrove yang gugur diuraikan menjadi partikel-partikel detritus yang selanjutnya menjadi makanan bagi hewan laut. Selain itu bahan organik terlarut yang dihasilkan dari proses dekomposisi dapat menjadi makanan bagi organisme penyaring (*filter feeder*) dan hewan pemakan dasar (*bottom feeder*) yang ada di laut maupun estuaria. Dengan sistem perakaran yang ada, luasnya naungan dan banyaknya bahan organik, menyebabkan hutan mangrove menjadi tempat pemijahan (*spawning ground*), daerah asuhan (*nursery ground*), dan tempat mencari makan (*feeding area*) bagi berbagai jenis ikan, udang, dan berbagai jenis kerang (Nybakken, 1988; Dahuri *et al.*, 1996; Noor *et al.*, 1999). Selanjutnya dinyatakan, sistem perakaran yang kekal seperti ini menyebabkan mangrove mampu mereda pengaruh gelombang, menahan lumpur, dan melindungi pantai dari erosi, gelombang pasang, dan angin topan.

Kelestarian hutan mangrove dipengaruhi oleh 3 parameter lingkungan utama, yaitu 1) suplai air tawar dan salinitas, 2) pasokan nutrien, dan 3) stabilitas substrat (Dahuri *et al.*, 1996). Meskipun mangrove mampu beradaptasi pada kondisi salinitas yang ekstrim, namun suplai air tawar tetap diperlukan untuk mengendalikan efisiensi metabolik dari ekosistem hutan mangrove. Pasokan nutrien bagi daerah mangrove ditentukan oleh berbagai proses yang saling terkait, meliputi: *input* dari ion-ion mineral anorganik dan bahan organik, serta pendaur ulangan nutrien secara internal melalui rantai dan jaring makanan berbasis detritus. Stabilitas substrat memiliki arti penting bagi spesies hutan mangrove yang tergambar dari kemampuan hutan mangrove untuk menahan akibat yang menimpa ekosistemnya.

Bakau (*Rhizophora apiculata*) termasuk ke dalam famili Rhizophora yaitu pohon dengan akar tunjang melengkung ke belakang dan dari dahan-dahan turun akar gantung (Samingan *dalam* Irawan, 1997). *Rhizophora apiculata* juga merupakan pohon yang memiliki tinggi di atas 30 cm dan berdiameter 50 cm yang terdapat di hutan mangrove.

Selanjutnya dikatakan oleh Whitmore *et al.* *dalam* Irawan (1997) bahwa bakau mempunyai daun yang berbentuk bulat telur yang berwarna hijau, ujung daun runcing sampai membulat, duduk, daun berhadapan dan bertangkai. Daun pemumpu terletak antara tangkai daun, cepat rontok dengan meninggalkan bekas berbentuk



cincin. Bunga berpasangan dengan sumbu pendek dan tipis, penumpunya berpasangan, panjang 1—4 cm, warna kadang-kadang merah.

Kata mangrove diduga berasal dari bahasa Melayu mangi-mangi yang berarti mangrove merah (*Rhizophora apiculata*). Kadang juga disebut sebagai hutan pantai karena berada di pesisir pantai, atau hutan pasang surut karena selalu tergenang pada waktu pasang dan bebas dari genangan pada waktu surut, atau hutan payau karena berada pada areal payau berlumpur atau hutan bakau. Namun dalam hutan mangrove tidak hanya pohon bakau yang ada, tetapi banyak juga jenis pohon lain yang ikut mendominasi (Adijaya, 2003).

Hutan mangrove mempunyai tajuk yang rata dan rapat, jenis-jenis pohonnya berdaun hijau sepanjang tahun. Jenis pohon bakau dari laut ke arah darat ditemukan secara berturut-turut, yaitu *Sonneratia* spp., *Avicennia* spp., *Rhizophora* spp., *Brugiera* spp., *Ceriops* spp., *Lumnitzera* spp., dan *Xylocarpus* spp. Dari seluruh jenis tersebut, nilai ekonomi kayu *Rhizophora* spp. dan *Brugiera* spp. paling tinggi nilai ekonominya (Departemen Kehutanan, 1996).

#### PEMANFAATAN POHON BAKAU

Hutan mangrove mempunyai peranan yang sangat penting terutama bila ditinjau dari segi lingkungannya, baik terhadap lahannya sendiri yaitu sebagai penahan erosi pantai (abrasi), bagi kehidupan satwa liar, untuk berkembangbiakan ikan dan biota laut, maupun dari segi pemanfaatannya oleh manusia untuk dipungut hasil hutannya dan sebagai objek wisata. Salah satu mangrove di pinggiran perairan Kab. Sambas (Gambar 1).



Gambar 1. Salah satu mangrove di pinggiran perairan Kabupaten Sambas

Menurut Departemen Kehutanan (1996), fungsi dari ekosistem hutan mangrove dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Fungsi Fisik
  - a. Menjaga garis pantai agar tetap stabil atau mencegah kerusakan pantai dari bahaya erosi pantai.
  - b. Mempercepat terjadinya perluasan pantai dan pulau.
  - c. Melindungi pantai dari tebing sungai dari bahaya longsoran.
  - d. Sebagai pengolah bahan limbah.
  - e. Sebagai penahan hembusan angin.
2. Fungsi Biologi
  - a. Tempat berkembangbiaknya benih ikan, udang, kerang, kepiting, dan biota laut lainnya.
  - b. Tempat bersarangnya burung-burung besar.
  - c. Tempat habitat reptilia.
  - d. Habitat alami biota laut.
3. Fungsi Ekonomi
  - a. Tempat pengambilan kayu dan kulit kayu.
  - b. Tempat budidaya tambak ikan dan udang.
  - c. Tempat pembuatan ladang garam.
  - d. Tempat rekreasi tamasya pantai.
  - e. Sebagai bahan arang kayu yang berkualitas tinggi.

Hutan mangrove dengan vegetasi hutan bakau memiliki peranan yang tidak dapat tergantikan oleh ekosistem lain, yaitu kedudukannya sebagai mata rantai yang mengaitkan ekosistem laut dan ekosistem darat (Saraswati, 2004). Tambak merupakan salah satu wujud manipulasi dari ekosistem laut yang ditempatkan pada ekosistem darat. Dengan membiarkan keberadaan pohon bakau pada tambak, maka keseimbangan antara kedua ekosistem tersebut dapat dipertahankan. Salah satu areal mangrove dijadikan sebagai tempat tangkapan udang oleh beberapa masyarakat (Gambar 2). Hal ini dapat dilihat areal mangrove yang digunakan untuk pentokolan udang (Gambar 3).

Selain itu, secara umum Proctor (1983) juga menyatakan bahwa pohon bakau memiliki fungsi yang sangat penting dalam daur ulang nutrisi bagi ekosistem yang di sekitarnya. Serasah atau *litterfall* (guguran daun, ranting, kulit batang, bunga, buah, dan biji) pohon bakau dapat menjadi substrat dan pakan bagi biota maupun bakteri di sekitarnya. Sedangkan sistem perakarannya berfungsi sebagai substrat bagi partikel-partikel tersuspensi dan terkolid di sekitarnya.



Gambar 2. Salah satu areal mangrove dijadikan sebagai tempat tangkapan udang oleh beberapa masyarakat

Penanaman pohon bakau pada tambak akan sangat berguna dalam proses dekomposisi dan suplai oksigen pada tambak. Serasah pohon bakau yang telah diuraikan oleh jamur dan bakteri akan berubah menjadi komponen-komponen bahan organik (zat hara) terlarut yang dapat dimanfaatkan langsung oleh plankton maupun oleh pohon bakau itu sendiri dalam proses fotosintesis (Naamin, 1990).

Menurut Al-Rasyid (1990), serasah pohon bakau tergolong cepat mengalami proses dekomposisi karena sedikit mengandung *lignin*. Hal ini akan mencegah terjadinya pembusukan pada tambak.

#### PENGARUH POHON BAKAU TERHADAP KUALITAS AIR

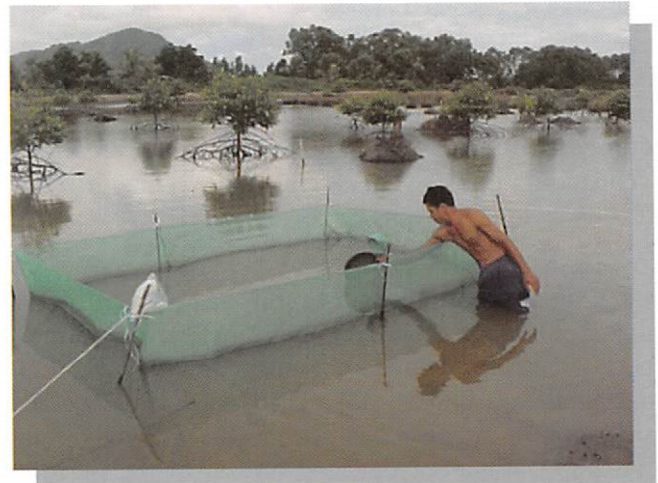
Adapun kualitas air salah satu tambak yang ada di Kabupaten Pontianak dapat dilihat pada Tabel 1.

Kondisi normal ini terjadi karena adanya pohon bakau pada tambak. Serasah (guguran daun, ranting, kulit batang, bunga, buah, dan biji) pohon bakau yang jatuh di sekitar dan di dalam tambak merupakan substrat yang baik bagi

Tabel 1. Kisaran peubah parameter kualitas air beberapa tambak di Kecamatan Dabung pada bulan Januari–Februari 2005

Peubah kualitas air	Parameter
Oksigen terlarut (mg/L)	5-7
CO <sub>2</sub> (mg/L)	35-50
PH	6,5-8
Suhu (°C)	27-30

Sumber: Data Primer (2006)



Gambar 3. Salah satu areal mangrove di Kabupaten Sambas yang digunakan untuk pentokolan udang

jamur dan bakteri untuk berkembang biak. Dengan jumlah populasi bakteri yang optimal, maka proses dekomposisi akan berjalan dengan lancar. Sisa pakan, eksresi, dan sedimen-sedimen lainnya yang menghasilkan amoniak (NH<sub>3</sub>) akan diubah menjadi ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) yang diperlukan dalam proses nitrifikasi oleh bakteri *Nitrobacter*, sehingga menghasilkan nitrat (NO<sub>3</sub>) yang dipergunakan sebagai pupuk oleh fitoplankton dan pohon bakau.

Dengan adanya nutrisi tersebut, maka fitoplankton dan pohon bakau dapat melakukan proses fotosintesis, sehingga ketersediaan O<sub>2</sub> yang berkesinambungan. Di samping itu, kandungan CO<sub>2</sub> di dalam perairan tambak juga akan relatif rendah, selain disebabkan oleh kandungan O<sub>2</sub> yang tinggi, sebagian dari CO<sub>2</sub> akan dimanfaatkan oleh fitoplankton dan pohon bakau dalam proses fotosintesis.

Pemupukan biasanya dilakukan pada pagi hari agar proses fotosintesis yang terjadi dapat berlangsung dengan sempurna, hal ini sesuai dengan pernyataan (Boyd & Litckoppler, 1982), bahwa kesuburan suatu perairan tergantung pada kemampuan fitoplankton untuk melakukan proses fotosintesis.

Secara umum Suyatno & Mudjiman (1994), menyatakan bahwa kisaran pH yang normal bagi pembesaran udang windu adalah 7—8. Perubahan pH pada perairan dipengaruhi oleh kandungan CO<sub>2</sub> di dalam perairan tersebut. Pada saat kandungan CO<sub>2</sub> di dalam perairan berada pada kisaran di bawah 5 mg/liter, maka hal ini dapat menyebabkan kenaikan pH yang cukup signifikan. Kandungan CO<sub>2</sub> yang terlalu rendah, dapat mengakibatkan kematian massal fitoplankton karena tidak ada proses fotosintesis. Kematian tersebut menyebabkan tingginya



konsentrasi gas-gas beracun dari proses dekomposisi yang terlambat sehingga tingkat keasaman meningkat. Hal ini dapat diatasi dengan pergantian air dan pemberian produk probiotik (*super photosintetic*). Sedangkan untuk mengatasi nilai pH yang rendah dapat dilakukan pengapuran (Boyd & Litckoppler, 1982). Kapur tohor (CaO) sangat efektif untuk menaikkan pH.

Menurut Boyd & Litckoppler (1982), fluktuasi suhu yang mencolok akan berpengaruh langsung terhadap udang. Suhu yang paling cocok untuk udang windu berkisar antara 28°C—32°C. Suhu perairan dipengaruhi oleh kandungan oksigen terlarut dan kandungan CO<sub>2</sub>. Pada saat suhu tinggi kadar DO (*dissolve oxygen*) cenderung rendah. Jika suhu perairan terlalu tinggi, udang akan mudah mengalami stres dan kram (kejang) karena tubuhnya kurang mampu untuk melakukan adaptasi, hal ini dapat diatasi dengan pemberian pelindung (*shelter*) berupa tumbuh-tumbuhan seperti tanaman pohon bakau. Selain itu, juga dapat diatasi dengan penambahan ketinggian air, sehingga stratifikasi suhu perairan memiliki jarak atau batas yang cukup luas untuk berteduh. Namun, jika suhu perairan terlalu rendah, udang akan berkurang nafsu makannya, hal ini dapat diatasi dengan pemberian kapur tohor (CaO) sebanyak 5 mg/L.

#### PENUTUP

Pohon bakau merupakan mata rantai yang menghubungkan antara ekosistem laut dan ekosistem darat, sehingga keseimbangan perairan tambak dapat dioptimalkan.

Pohon bakau memiliki serasah (*Litterfall*) yang berperan aktif sebagai sumber bahan organik terlarut yang dibutuhkan untuk kestabilan kualitas air pada tambak.

Sistem perakaran pohon bakau berfungsi sebagai substrat atau penyaring bagi partikel-partikel yang tersuspensi dan terkoloid pada perairan tambak.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adijaya, M.M. 2003. Hubungan Keberadaan Mangrove dan Kelimpahan Biota Laut. Mangrove Elementary Training Himpunan Mahasiswa Manajemen Hutan. Pontianak, 26 pp.
- Al-Rasyid, H. 1990. Pelepasan Unsur Karbon Organik dan Unsur Mineral lainnya Selama Pelapukan Serasah di Areal Tegakan Sisa Hutan Alam Mangrove, Sungai Sepada, Kalimantan Barat. Bulletin Penelitian Hutan, p. 16—28.
- Boyd, C.E. and F. Litckoppler. 1982. Water Quality Management in Pond Fish Culture. Auburn University, Auburn, 32 pp.
- C.V. Prima, "Panduan Budidaya Udang Windu", Pusat Pelatihan dan Pelayanan Teknis Budidaya Udang Windu, 87 pp.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting, dan M.J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu. PT Pradaya Paramita. Jakarta, 305 pp.
- Dinas Kelautan Dan Perikanan Kalimantan Barat. 2002. Laporan Tahunan Dinas Kelautan Dan Perikanan Propinsi Kalimantan Barat, 42 pp.
- Departemen Kehutanan dan Perkebunan Republik Indonesia dan Japan International Agency. 1996. Manual Silvi Kultur Mangrove. PT Khrisna Intervisi Media. Jakarta, 47 pp.
- Irawan, D. 1997. Pertumbuhan Bakau (*Rhizophora apiculata*) dan Tumu (*Brugiera gymnorhiza*) yang berasal dari Anakan Alam dan Persemaian Pada Dua Daerah Penanaman. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Pontianak, 105 pp.
- Naamin, N. 1990. Penggunaan Lahan Mangrove Untuk Budidaya Tambak, Keuntungan dan Kerugian. Prosid. Seminar IV Ekosistem Mangrove. Bandar Lampung.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta, 367 pp.
- Noor, Y.R., M. Khazali, dan I.N.N. Suryadiputra. 1999. Panduan Pengenalan Mangrove Di Indonesia. PKAWI-IP. Bogor, 230 pp.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. Penerbit. PT Gramedia. Jakarta, 459 pp.
- Proctor, J. 1983. Tropical Forest Litter Fall. Blackwell Scientific Publication. Oxford, 43 pp.
- Rafindal. 2002. Aspek Botani dan Ekologi Mangrove. Makalah Training Mahasiswa Kehutanan, 22 pp.
- Ramdiana, U. 1999. Pola Kompetinsi Antara Jenis Bakau (*Rhizophora* sp.) dan Nipah (*Nypa fruticans wurmb*) di Kelompok Hutan Mangrove Kabupaten Pontianak. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, Pontianak, 146 pp.
- Saraswati, A.A. 2004. Peran Serasah Mangrove Pada Wilayah Pesisir. Jurnal Penelitian Perairan. Jakarta.
- Sumiono, B., Wasilun, dan D. Nugroho. 1991. Evaluasi Produktivitas Lingkungan Perairan Laut Bagi Perencanaan Tata Ruang Perikanan Laut di Kalimantan Barat. Prosiding Puslitbangkan No. 20/TK 1.PLPH/91, p. 23—34.
- Suyanto & Mudjiman. 1999. Budidaya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta, 211 pp.
- Suyatno, R. dan A. Mudjiman. 1994. Budidaya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta, 211 pp.