**PELEPASAN UNSUR HARA MINERAL SELAMA PELAPUKAN SERASAH
DAUN DI AREAL TEGAKAN SISA HUTAN ALAM MANGROVE
SUNGAI SEPADA, KALIMANTAN BARAT**

*(Loss of Mineral Element During Leaf Litter Decomposition in Residual Stand Areas of
Natural Mangrove Forest, Sungai Sepada, West Kalimantan)*

Oleh/By :

Harun Alrasyid dan/and Yetti Heryati

ABSTRACT

The objective of this research was to study the role of mangrove forest to look after fertility of territorial water of coastal area under residual natural mangrove stand. The study site is located in natural mangrove forest complex of Sungai Sepada West Kalimantan. The forest was dominated by *Rhizophora mucronata* Lamk and *Bruguiera gymnorrhiza* Lamk. of rather uniform height. The soil is subjected to tidal inundation by brackish water of several centimeter thickness. Litter production was estimated by the use of ten litter traps, sized 1 m x 1 m and put down at random in the forest. The collected litter was dried and weighted quarterly. The procedure described by Olson (1963) and Yenny et.al (1949) was used to estimate rates of litter decay and the production rate of mineral elements. The result of the research mentioned that : (a) The residual natural mangrove stand was produced on the average 202,552 g/m²/year of organic carbon; (b) Nutrient concentration losses during decomposition followed the order : P>N>Mg>C>Al>S>K>Fe>Cu>Zn>Cu>Mn; and (c) Overcutting of biomass removed from the the forest was on the average of 99.4 % of the organic carbon present.

Key words : Mangrove, litter decomposition, loss of mineral element

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan informasi tentang peranan hutan mangrove dalam memelihara kesuburan daerah perairan pantai di bawah tegakan tinggal hutan alam mangrove. Lokasi penelitian terletak di komplek hutan alam mangrove Sungai Sepada, Kalimantan Barat. Hutannya didominasi oleh jenis *Rhizophora mucronata* Lamk. dan *Bruguiera gymnorrhiza* Lamk. dan tingginya agak seragam. Tanahnya digenangi air pasang laut yang tingginya beberapa sentimeter. Penaksiran jumlah serasah menggunakan 10 buah jaring serasah berukuran masing masing 1 m x 1 m dan diletakkan secara acak dalam hutan. Serasah kering dikumpulkan setiap triwulan. Untuk menaksir tingkat pembusukan serasah dan laju akumulasi unsur mineral yang terurai menggunakan cara yang digunakan oleh Olson (1963) dan Yenny et al. (1949). Hasil penelitian menyimpulkan bahwa : (a) Tegakan tinggal hutan mangrove menghasilkan rata rata 202.552 gc/m²/th karbon organik; (b) Laju penguraian unsur mineral selama dekomposisi serasah adalah : P>N>Mg>C >Al >S>K>Fe>Cu>Zn>Ca>Mn; dan (c) Pemanenan biomas hutan yang tak terkontrol telah menghilangkan rata-rata 99,4 % karbon organik.

Kata kunci : Mangrove, dekomposisi serasah, pelepasan unsur mineral

I. PENDAHULUAN

Hutan mangrove sebagai suatu ekosistem peralihan antara daratan dan lautan, memberikan peranan ganda terhadap kedua ekosistem tersebut. Terhadap ekosistem daratan selain berperan sebagai hutan produksi penahan angin laut dan penangkal menyebarnya nyamuk malaria juga sebagai sarana

penyaring berbagi polusi yang datang dari lautan serta penahan abrasi. Terhadap ekosistem lautan berperan sebagai pemelihara kesuburan perairan pantai dan tempat berlindung, memijah, dan mencari makan ikan-ikan pemakan detritus.

Serasah mangrove yang jatuh ke lantai hutan akan diurai oleh jamur dan bakteri menjadi substrat yang kaya bahan

organik serta unsur mineral lainnya dan merupakan sumbangan yang sangat penting kepada rantai makanan. Dalam penelitian yang terdahulu yang dilakukan pada hutan mangrove di Pamanukan telah diungkapkan adanya korelasi antara kerapatan pohon mangrove maupun konsentrasi unsur karbon organik terhadap produksi udang (Alrasyid, 1986).

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, adanya eksploitasi hutan mangrove secara besar-besaran di luar Jawa, diduga akan berpengaruh terhadap akumulasi bahan makanan yang dihasilkan serasah mangrove maupun terhadap tingkat kesuburan lahan di bawah tegakan mangrove. Akibatnya dapat mempengaruhi pula perkembangan populasi ikan pemakan detritus dan jasad lain yang hidup di daerah perairan mangrove seperti zooplankton.

Khusus di Indonesia masih kekurangan data kuantitatif yang mengungkapkan peranan hutan mangrove dalam memelihara tingkat kesuburan daerah perairan pantai. Akibat kurangnya pengetahuan di bidang ini banyak hutan mangrove di Indonesia yang dieksploitasi secara serampangan, hingga banyak menimbulkan kerusakan.

Dalam rangka tersebut di atas telah dilakukan penelitian di kelompok hutan alam mangrove Sungai Sepada, Kalimantan Barat. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan data dan informasi tentang peranan hutan mangrove dalam memelihara tingkat kesuburan daerah perairan pantai dengan jalan :

- a. Mempelajari jumlah serasah yang dihasilkan hutan mangrove berikut proses dekomposisi serta produksi unsur hara mineralnya.
- b. Mempelajari keadaan areal bekas tebangan seperti kondisi tegakan dan permudaan alamnya.
- c. Memberikan penilaian terhadap keadaan areal bekas penebangan yang dikaitkan dengan kemampuannya

memproduksi unsur mineral seperti karbon organik dan detritus.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian terletak di kelompok hutan mangrove Sungai Sepada yang merupakan wilayah kerja pemegang Hak Pengusahaan Hutan (HPH) PT Kalimantan Sari. Kelompok hutan tersebut terletak di sebelah selatan Pontianak dengan jarak ± 100 km.

Keadaan topografinya adalah datar dan berlumpur. Beberapa sungai yang terdapat di kelompok hutan ini antara lain Sungai Sepada dan Sungai Perling.

Hutan mangrove Sungai Sepada merupakan tipe hutan mangrove campuran yang dipengaruhi pasang surut air laut. Pada waktu pasang, tinggi air pada lantai berkisar 20-50 cm, dan pada waktu air surut di beberapa tempat masih terdapat genangan air. Jauhnya air pasang dari tepi hutan berkisar 100-200 m.

Komposisi hutannya dikuasai jenis bakau (*Rhizophora* sp.) dan tumuk (*Bruguiera* sp.). Kedua jenis pohon ini merupakan jenis pohon saat ini sedang ditebang.

Eksplorasi hutan dikerjakan secara semi mekanis dan sistem silvikultur yang digunakannya adalah sistem Pohon Induk. Batas limit diameter tebang minimum 10 cm. Penebangan dan pemotongan kayu dilakukan dalam hutan dengan gergaji mesin. Penyaradan kayu dengan memanfaatkan air pasang dengan mempergunakan pelampung.

Menurut peta geologi Indonesia yang diterbitkan oleh Direktorat Geologi skala 1 : 2.000.000 tahun 1975, formasi geologi pada lokasi penelitian terdiri dari batuan sedimen alluvium undak dan terumbu koral.

Berdasarkan peta tanah eksplorasi Kalimantan skala 1 : 2.500.000 dari Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat tahun 1968, tipe tanah yang terdapat di lokasi penelitian adalah alluvial, yang berasal

dari bahan induk alluvial dengan fisiografi dataran.

Tipe iklim daerah penelitian termasuk tipe hujan A (Schmidt-Ferguson, 1951). Menurut data curah hujan dari stasiun pengamat cuaca Rasau Jaya Pontianak, rata-rata curah hujan tahunan 3.180 mm dengan jumlah hari hujan 182,9.

Penelitian dilakukan pada tahun 2000/2001 selama 6 bulan. Frekuensi pengamatan setiap 15 hari dan pelaksanaannya dibantu tenaga dari HPH yang bersangkutan.

B. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang dipergunakan adalah sebagai berikut :

1. Tegakan hutan mangrove 10 ha.
2. Jaring penampung serasah yang terbuat dari bahan plastik, berukuran 1 m x 1 m sebanyak 10 buah.
3. Contoh tanah lapisan atas sebanyak lima contoh, masing masing beratnya 400 gram dan kantong plastik nilon berlubang halus sebanyak lima buah untuk keperluan pengamatan pelapukan serasah, alat pengering, timbangan, alat pengukur diameter pohon, alat pengukur tinggi pohon, dan counter.

C. Metode Penelitian

1. Dekomposisi serasah
 - a. Jaring penampung serasah diletakkan secara acak di bawah tegakan tinggal hutan sebanyak 10 buah.
 - b. Pengamatan jumlah serasah dilakukan selama lima bulan. Data yang dikumpulkan berupa berat kering oven dan berat basah dari serasah tersebut, setiap dua minggu. Kemudian dari serasah yang sudah ditimbang berat keringnya dimasukkan ke dalam lima buah kantong plastik nilon dan diletakkan di lantai hutan serta diikatkan pada pohon agar tidak terbawa arus pasang. Setelah lima bulan kemudian serasah yang sudah hancur dalam

kantong plastik dikeringkan dan dihitung kembali bobotnya.

- c. Untuk mengetahui kandungan unsur mineral dalam serasah dan tanah, maka contoh serasah dan tanah dianalisis di laboratorium tanah Institut Pertanian Bogor (IPB). Contoh tanah yang dianalisis diambil di bawah tegakan tinggal hutan mangrove. Pengambilan contoh tanah tersebut dilakukan secara acak dengan memperhatikan saran dari Wilde *et al.* (1972).
- d. Untuk mengetahui akumulasi serasah/unsur mineral dan laju penguraianya dihitung dengan mempergunakan cara Olson (1963) dengan memperhatikan pula cara yang dipakai Attiwil (1972) yaitu dengan menggunakan kaidah sebagai berikut :

$$X = \frac{L}{K} (1 - e^{-kt})$$

di mana :

- X = Akumulasi serasah/unsur mineral tahunan (*Annual litter/mineral element accumulation*)
 L = Produksi serasah/unsur mineral tahunan (*Annual production of litter/mineral element*)
 k = Parameter pelapukan serasah (*Decay parameter of litter*)
 t = Unit waktu (*Time unit*)

- e. Untuk menaksir besarnya persentase pelepasan unsur mineral selama dekomposisi serasah digunakan cara yang dipakai Yenny *et. al.* (1949).

2. Taksiran kerapatan tegakan

Untuk menilai kerapatan tegakan dan produksi kayu per hektar dilakukan inventarisasi tegakan pada kawasan hutan sebelum dan sesudah penebangan dengan mempergunakan masing-masing tiga buah jalur coba ukuran 20 m x 1.000 m. Jalur coba tersebut yang pertama diletakkan secara acak di dalam kawasan hutan, selanjutnya diletakkan secara sistematis dengan jarak masing-masing jalur coba 100 m. Dalam setiap jalur coba dibuat petak pengamatan pohon,

permudaan tiang, pancang, dan semai dengan ukuran masing-masing petak 20 m x 50 m, 10 m x 10 m, 5 m x 5 m, dan 2 m x 2 m. Semua petak pengamatan permudaan diletakkan secara terpusat dalam petak coba pengamatan pohon. Data yang dikumpulkan berupa jumlah pohon per jenis, jumlah anakan tiang, pancang, dan semai berikut jenis permudaan alamnya. Selanjutnya dihitung volume kayu per hektar berikut nilai pentingnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Produksi Serasah

Rata-rata produksi serasah yang dihasilkan per tahun di bawah tegakan tinggal hutan alam mangrove Sungai Sepada 1034,88 g/m²/tahun, di antaranya 755.046 gram berasal dari serasah daun (Lampiran 2). Produksi ini lebih tinggi dibandingkan dengan produksi hutan mangrove di Pamanukan, Jawa Barat (635.19 g/m²/th) dan di Florida, Amerika Serikat (853 g/m²/th) seperti yang telah dilaporkan oleh Alrasyid (1986) dan Heald (1969). Perbedaan ini bisa saja terjadi, tergantung pada berbagai faktor yang mempengaruhinya. Beberapa faktor yang umumnya berpengaruh terhadap kecepatan gugur daun dan ranting adalah gangguan fisik, perbedaan suhu antara siang dan malam yang sangat mencolok, umur daun, persaingan cahaya, kekurangan unsur hara, dan hama penyakit (Yenik and Longman, 1974; Addicot and Lynch, 1955).

Untuk kelompok hutan mangrove Sungai Sepada faktor yang menonjol percepatan gugurnya daun dan ranting adalah faktor fisik yaitu kerusakan tajuk akibat eksploitasi hutan, persaingan cahaya, dan umur daun, sedangkan faktor lainnya kurang jelas pengaruhnya. Persaingan terhadap cahaya tampak jelas dengan banyaknya daun yang berubah warna menjadi kuning pada pohon yang ada di bagian tengah tegakan dibandingkan pada pohon yang ada di

pinggir hutan. Begitu pula daun yang ada pada tajuk bagian bawah lebih banyak yang berwarna kuning dibandingkan dengan yang ada di bagian atas tajuk. Daun yang sudah berwarna kuning menandakan bahwa daun tersebut tidak lagi mampu melaksanakan kegiatan proses fisiologis karena kekurangan butir hijau daun. Jumlah serasah daun yang terdapat pada jaring/penampung serasah yang diletakkan di bagian tengah tegakan berkisar 62-65 lembar, sedangkan yang terdapat pada jaring serasah yang diletakkan di bawah tegakan di pinggir hutan 11-38 lembar selama 15 hari (Gambar 1).

B. Pelapukan Serasah

Serasah dari pohon merupakan sumber bahan organik dan oleh jasad renik (mikroba) akan dirombak menjadi berbagai energi dan berbagai senyawa sederhana seperti karbon, nitrogen, fosfor, belerang, dan kalium. Energi dan sebagian dari senyawa-senyawa sederhana tersebut akan dipergunakan oleh jasad renik maupun jasad mikro lainnya seperti zooplankton untuk pembentukan jaringan tubuhnya. Zooplankton ini merupakan sumber makanan bagi berbagai jenis ikan yang hidup di perairan mangrove.

Kecepatan pelapukan serasah berkorelasi dengan jumlah kandungan mikroba dalam tanah. Perkembangan mikroba sendiri tergantung pada tersedianya oksigen, kelembaban tanah/serasah, suhu tanah, dan unsur yang terkandung dalam serasah.

Serasah daun mangrove tergolong cepat membusuk atau mengalami dekomposisi karena daunnya sedikit mengandung lignin, tetapi laju dekomposisinya lebih rendah dibandingkan dengan laju dekomposisi serasah daun dari jenis pohon daun lebar yang tumbuh di daratan. Salah satu penyebabnya adalah aktivitas jasad renik perombak serasah sering terganggu kekurangan oksigen akibat lantai

hutannya sering tergenang air pasang (Day, 1982). Keadaan seperti ini terjadi pula di kelompok hutan mangrove Sungai Sepada, laju pelapukan serasah relatif lambat. Rata-rata tingkat pelapukan serasah di kelompok hutan ini dalam jangka enam bulan ± 58,2 % dan dalam jangka 12 bulan ± 71,3 % (Gambar 2 dan Lampiran 3).

Dari data hasil pelapukan serasah seperti tertera pada Tabel 1 yang dihitung dengan data kandungan unsur mineral seperti tertera pada Lampiran 4, menunjukkan bahwa produksi unsur karbon organik yang dihasilkan paling tinggi (202,552 gc/m²) dibandingkan dengan unsur mineral lainnya, tetapi laju pelepasan unsur fosfor, nitrogen, dan magnesium lebih cepat dari unsur karbon.

Gambar (Figure) 1. Jumlah serasah daun pada setiap jaring penerima serasah, selama 15 hari. Jaring nomor 4, 7, dan 10 diletakkan pada bagian tengah hutan (*Number of leaves litter in traps of litter during 15 days. No. of trap 4, 7, and 10 were putted down in central of forest stand*)

Tabel (Table) 1. Taksiran produksi unsur mineral selama dekomposisi serasah daun di bawah tegakan tinggal hutan alam mangrove Sungai Sepada per tahun (*Estimation of mineral element production during leaf litter decomposition under residual stand of natural mangrove forest of Sungai Sepada, per year*)

Unsur mineral (Mineral element)	Parameter pelapukan serasah pada keadaan stabil (Decay parameter of litter in steady state level) (k)	Laju akumulasi unsur mineral (Rate of mineral element accumulation) $\frac{(1 - e^{-kt})}{k}$	Produksi unsur mineral per tahun (Production of mineral element) (gc/m ²)	Waktu yang dibutuhkan untuk pelapukan unsur mineral (Time require for total mineral element decomposition) (Tahun/year)
C	0,796	0,690	202,552	2,25
N	1,130	0,599	0,512	1,89
P	1,140	0,597	0,441	1,88
K	0,627	0,827	0,063	2,60
Ca	0,393	0,602	0,009	3,55
Mg	1,120	0,602	0,017	1,89
Fe	0,548	0,770	0,014	2,82
Al	0,750	0,704	0,004	2,35
Mn	0,383	0,831	0,038	3,61
Cu	0,500	0,789	0,0015	3,00
Zn	0,400	0,824	0,0016	3,49
S	0,677	0,726	0,828	2,46

Gambar (Figure) 2. Persentase pembusukan serasah daun pada petak pengamatan selama enam bulan (Percentage of leaf litter decay on each observation plot during six months)

Adapun urutan-urutan besarnya produksi unsur mineral dalam jangka satu tahun adalah sebagai berikut :

C>S>N>P>K>Mn>Mg>Fe>Al>Ca>Zn>Cu. Sedang laju penguraian unsur mineralnya adalah :

P>N>Mg>C>Al>S>K>Fe>Cu>Zn>Ca>Mn.

Kandungan karbon organik yang dihasilkan oleh serasah daun mangrove seperti tersebut di atas tergolong tinggi di atas 200 gc/m² (Jenny, 1950). Besarnya energi yang dilepaskan selama dekomposisi serasah tidak dapat disajikan dalam tulisan ini karena tidak dilakukan pengukuran. Tetapi sebagai gambaran, kalau diperhitungkan berdasarkan data dari Olson (1963), yaitu untuk setiap gram bahan kering jaringan tumbuhan menghasilkan 4-5 kcl, maka energi yang dilepaskan selama dekomposisi serasah ditaksir lebih dari 3.000 kcal per m² serasah.

C. Pengaruh Eksploitasi Hutan

Di kawasan bekas tebangan yang diteliti jumlah pohon yang berdiameter

minimum 10 cm, rata-rata 22 pohon/ha dengan rata-rata volume 5,112 m³/ha (Lampiran 1). Menurut ketentuan sistem silvikultur Pohon Induk, sesudah eksploitasi, jumlah pohon yang berdiameter minimum 10 cm di kawasan tegakan tinggal harus ada 40 pohon/ha. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan eksploitasi hutan yang telah dilakukan menyalahi ketentuan yang telah ditetapkan sistem silvikultur tesebut.

Apabila dikaitkan dengan kemampuan hutan mangrove memproduksi serasah, diperkirakan kemampuannya akan menurun. Hal ini dapat diterangkan dari hasil pengukuran serasah selama dua minggu. Rata-rata serasah yang dihasilkan selama 15 hari berkisar 34,12 gr per m² atau rata-rata 1.034,88 g/m²/tahun. Kemudian bila dikonversi ke hektar maka rata-rata serasah yang dihasilkan berkisar 652.339,53 g/th/ha di antaranya 21.349,358 gram berasal dari serasah daun (Lampiran 2) atau setara dengan 125,6 kgc/ha/tahun karbon organik. Kemudian bila dibandingkan

dengan keadaan sebelum hutan dieksploitasi, produksi serasah yang dihasilkan 5,3 ton/ha/th di antaranya 3,8 ton berasal dari serasah daun atau setara dengan 22,4 tc/ha/th karbon organik. Hal ini menunjukkan bahwa akibat eksploitasi hutan yang tidak terkendali telah mengakibatkan kehilangan unsur karbon organik sebesar 99,4 % atau sebesar 68,4 % bila sistem Pohon Induk diterapkan secara benar. Dalam perhitungan ini dipergunakan jumlah pohon pada tegakan tinggal 58 pohon/ha yang terdiri dari 40 pohon induk dan 18 pohon pada jalur hijau yang lebarnya 10 m. Dalam hal ini produksi serasah yang dihasilkan tegakan tinggal sistem Pohon Induk yang dilaksanakan secara benar berkisar 1,72 ton/ha/th di antaranya 1,2 ton berasal dari serasah daun atau setara dengan 7059,7 kgc/ha/th.

Pengurangan unsur karbon organik di kawasan bekas tebangan dapat mempengaruhi populasi ikan pemakan detritus maupun jasad mikro lainnya seperti zooplankton. Seperti diketahui karbon organik merupakan sumber dari detritus. Sedangkan zooplankton dan detritus merupakan sumber bahan makanan invertebrata dan udang *Panaeide* (Moriarty, 1976; Dall, 1968; Ruello, 1973). Hasil penelitian Alrasyid (1976) di hutan mangrove Pamanukan menunjukkan bahwa adanya korelasi antara produksi udang dengan besarnya kandungan karbon organik. Untuk meningkatkan peranan tegakan tinggal mangrove terhadap kesuburan perairan pantai, maka dalam eksploitasi hutan penggunaan sistem pohon induk patut diterapkan secara benar sesuai dengan Keputusan Direktorat Jenderal Kehutanan No. 60 Tahun 1978.

Terhadap kelestarian produksi hutan dalam jangka panjang tidak begitu mengecewakan karena di kawasan tegakan tinggal dijumpai permudan tingkat semai dan pancang yang cukup yaitu masing-masing 1.322 bt/ha dan 698 bt/ha setelah tegakan tinggal berumur

satu tahun (Lampiran 1). Namun untuk jangka pendek adanya penebangan hutan yang tidak terkontrol mengakibatkan jumlah pohon induk yang ada di tegakan tinggal hanya 22 pohon/ha, berarti pada rotasi kedua (20 tahun kemudian) produksi hutan mangrove Sungai Sepada akan turun.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Produksi karbon organik di kawasan hutan utuh 22,4 tc/ha/th dan di kawasan tegakan tinggal bekas tebangan adalah 125,6 kc/ha/th.
2. Proses dekomposisi serasah menjadi unsur mineral relatif berjalan lambat akibat lantai hutan di beberapa tempat selalu tergenang air. Unsur yang paling cepat terurai selama dekomposisi serasah adalah fosfor sedang produksinya yang tertinggi dicapai oleh unsur karbon organik.
3. Dampak negatif dari eksploitasi hutan yang kurang terkontrol telah mengakibatkan kehilangan unsur karbon organik sebesar 99,4 %, mengakibatkan peranan hutan mangrove dalam memelihara kesuburan perairan pantai menjadi menurun. Begitu pula terhadap kelestarian produksi pada rotasi kedua diduga tidak akan terwujud.

B. Saran

Untuk meningkatkan peran kawasan tegakan tinggal hutan mangrove maka pengawasan eksploitasi hutan dengan sistem Pohon Induk perlu ditingkatkan agar dalam pelaksanaan sistem Pohon Induk dilakukan secara benar sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan Departemen Kehutanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Addicott, F.T and R.S. Lynch. 1955. Physiology of abscission. A.Rev. PL. Physiol. 6 : 211-238.

- Attiwill, P.M. 1967. The loss of element from the decomposing litter. Ecology 49 : 142-145.
- Alrasyid, H. 1986. Jalur hijau untuk pengelolaan hutan mangrove Pamanukan, Jawa Barat. Buletin Penelitian Hutan No.475.
- Day, F.A.Jr. 1982. Litter decomposition rates in the seasonally flooded Great Disonal swamp. Ecology 63: 143-149.
- Dall, W. 1968. Food and feeding of some Australian penaeid shrimp. FAO, Fish Rept.2 (57) 251-258.
- Heald, E.J. 1969. The production of organic detritus in a South Florida estuary. Ph.D. Thesis. Univ. Miami, Florida. Tidak diterbitkan.
- Jenny, Hans. 1950. Causes of the high nitrogen and organic matter content of certain tropical forest soil. Soil Sci.69 : 63-69.
- Jenik, J. and K.A. Longman. 1974. Tropical forest and its environmental. Longman, London. 302 pp
- Krisnamurthy, K. 1975. Socio economic aspect of Indian mangrove. Proceeding of International Symposium on Biology and Management of Mangrove. Institute of Food and Agricultural Science. Univ. of Florids. Vol.II : 729-731.
- Moriarty, D.J.W. 1976. Quantative studies on bacteria and algae on the food of *Mugil cephalus* L. and prawn (*Metapenaeus bennetiae*). J.Exp.Mar. Biol. Ecol.22:131-143.
- Olson S.J. 1963 Energy stororage and the balance of producers and decomposers in ecological system. Ecology 44 : 322-331.
- Ruello, N.A. 1973. Burrowing feeding and spartial distribution of the school prawn (*Metapenaeus macleayi*) in the Hunter River Region. Australia J. Exp.Mar. Biol. Ecol.:189-206.
- Schmidt, F.H. and J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea Verhand 42. Djawatan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Wilde, S.A.G.K. Voig and J.G. Iyer. 1972. Soil and plant analysis for tree culture. Oxfor & IBH Publishing Co. London. 246 pp.

Lampiran (Appendix) 1. Jumlah pohon yang berdiameter minimum 10 cm dan permudaan alam per ha jenis komersial di kelompok hutan mangrove Sungai Sepada (*Number of commercial trees of 10 cm up in diameter and natural forest regeneration per ha at mangrove forest complex of Sungai Sepada*)

Klasifikasi (Classification)	Sebelum penebangan (Before logging)		Sesudah penebangan (After logging)	
	N (batang/stem)	Isi (Volume) m ³	N (batang/stem)	Isi (Volume) m ³
Tingkat pohon (<i>Level of tree</i>)	180	70,980	22	5,112
Tingkat permudaan alam semai (<i>Level of seedling natural regeneration</i>)				
• <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	1.256 (94,44 %)		844* (97,01 %)	
• <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lamk.	24 (1,80 %)		8 (0,52 %)	
• <i>Xylocarpus granatum</i> Koen.	50 (3,76)		18 (2,07 %)	
Jumlah (total)	1330		870	
• <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.			1.030** (77,91 %)	
• <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lamk.			16 (1,21 %)	
• <i>Xylocarpus granatum</i> Koen.			276 (20,88 %)	
Jumlah (total)			1.322	
Tingkat permudaan alam pancang (<i>Level of sapling natural regeneration</i>)				
• <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.	1.050 (84,68 %)		604 * (87,79)	
• <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lamk.	52 (4,19 %)		18 (2,62 %)	
• <i>Xylocarpus granatum</i> Koen.	1,38 (11,3)		66 (9,59 %)	
Jumlah (total)	1.240		688	
• <i>Rhizophora mucronata</i> Lamk.			620 ** (88,83 %)	
• <i>Bruguiera gymnorrhiza</i> Lamk.			28 (4,01 %)	
• <i>Xylocarpus granatum</i> Koen.			50 (7,16 %)	
Jumlah (total)			698	

* bekas tebangan 0 th (*0 year logged over forest*)

** bekas tebangan 1 th (*1 year logged over forest*)

Lampiran (Appendix) 2. Produksi serasah hutan mangrove per m² selama 15 hari (*Litter production of natural mangrove forest, during 15 days*)

Jaring plastik penerimaan serasah (Collection plastic litter traps)	Berat kering (Dry weight) (g)					
	Per m ²			Per pohon (Per tree)		
	Daun (Leaf)	Ranting (Twig)	Jumlah (Total)	Daun (Leaf)	Ranting (Twig)	Jumlah (Total)
1	26,22	16,24	42,46	740,98	458,94	1.199,92
2	10,34	2,78	13,12	292,21	78,56	370,77
3	48,44	6,37	54,81	1.368,91	180,02	1.548,93
4	28,00	25,40	53,40	791,28	717,81	1.509,09
5	30,71	4,24	34,95	867,87	119,82	987,69
6	44,47	9,27	53,74	1.256,72	261,97	1.518,69
7	35,90	9,53	45,43	1.014,53	269,29	1.283,82
8	30,40	33,89	64,29	859,10	957,73	1.816,83
9	13,75	1,76	15,51	388,56	49,74	438,30
10	42,23	11,26	53,49	1.193,42	318,21	1.511,63
Rata-rata (Average)	31,046	12,074	43,12	877,358	341,209	1.218,567
Rata-rata per tahun (Average per year)	755,046	293,80	1.034,88	21.349,045	8.302,752	29.651,797

Rata-rata produksi serasah per ha di areal hutan bekas tebangan

(Mean litter production per ha in logged over forest areas) : 652.339,53 g/tahun (year)

Rata-rata produksi serasah per ha di areal hutan utuh

(Mean litter production per ha in virgin forest areas) : 5.337.323,46 g/tahun (year)

Keterangan (Note) : Rata-rata luas tajuk pohon (Average of tree crown coverage) : 28,26 m²

Lampiran (Appendix) 3. Persentase pembusukan serasah daun selama enam bulan di kelompok hutan alam mangrove Sungai Sepada, Kalimantan Barat (*Rates of leaf litter decay during 6 month in natural forest complex Sungai Sepada, West Kalimantan*)

No. Petak (No. of plots)	Berat kering serasah (Dry weight of litter) (g/m ²)		Persen pembusukan serasah (Percentage of litter decay) (%)
	Asal (Origin)	Sesudah 6 bulan (After 6 month)	
1	1000	380	62
2	1000	280	73
3	1000	400	60
4	1000	450	55
5	1000	580	42
Rata-rata (Average)			58,2

Keterangan (Note) : Persen pembusukan serasah dalam 12 bulan (Percentage of litter decay in 12 months) : 71,3

Lampiran (Appendix) 4. Kandungan unsur mineral lapisan tanah olah* dan serasah daun di bawah tegakan hutan mangrove Sungai Sepada Kalimantan Barat (*Element of mineral concentration in top soil layer* and leaf litter under mangrove forest stand of Sungai Sepada, West Kalimantan*)

Kandungan mineral (Mineral element)	Kandungan unsur mineral (Content of mineral element) (g/m ²)	
	Lapisan tanah olah (Top soil layer)	Serasah daun per tahun (Leaf litter per year)
C	368,77	293,553
N	0,756	0,854
P	0,648	0,739
K	0,118	0,074
Ca	0,028	0,011
Mg	0,025	0,028
Fe	0,042	0,023
Al	0,008	0,006
Mn	0,120	0,046
Cu	0,004	0,002
Zn	0,005	0,002
S	1,625	0,140

* Sedalam 20 cm dari permukaan lantai tanah hutan (20 cm depth from soil surface of forest floor)

Berat jenis tanah (Specific gravity of soil) : 1,22