

PERAN FAKTOR FISIK-KIMIA HABITAT TERHADAP PERTUMBUHAN MANGROVE DI DELTA CISANGGARUNG PANTAI UTARA JAWA TENGAH *)

Oleh :
Emy Poedjirahajoe **)

ABSTRACT

The mangrove rehabilitation using *Rhizophora mucronata* in Delta Cisanggarung on the North Coast of Central Java showed variation in the density, height, and diameter of the species although they were of the same age. The response might be influenced by some physical and chemical factors. The research goals were to know the variation of physical and chemical factors of habitat in the mangrove rehabilitation area.

The Coast line on the mangrove was divided into 3 section, started eastwards from the estuary with a range of respectively, 0-300m, 300-600m, and 600-900m. Density, height and diameter of trees as well as physical and chemical factors such as salinity, temperature, pH, mud thick, organic matter, DO and the content of N,P,K in each section were measured. The data were analyzed using variance analysis, regression analysis and cluster analysis.

Results showed that physical and chemical factors in the 300-600m and 600-900m section were not significantly different. However, the physical and chemical factors in 0-300m section were not significantly different with those in 300-600m section and 600-900m section. The important factors in the 0-300m section included pH, organic matter, DO, N,P,K and salinity, whereas the important factor in the 300-600m section were pH, K, organic matter and DO. The important factors in the 600-900m section were pH, N and salinity. The 300-600m section and 600-900m section showed a similarity in the physical and chemical factors compared with the other section.

Keywords: Rehabilitation, physical and chemical factors, mangrove growth.

-
- *) Penelitian dibiayai dengan dana DPP Fakultas Kehutanan tahun 2001
**) Emy Poedjirahajoe adalah Staf Pengajar Ekologi Perairan di Jur. Konservasi Sumberdaya Hutan Fak.Kehutanan UGM.

PENDAHULUAN

Rehabilitasi mangrove di Pantai Utara Pulau Jawa yang dilakukan sejak tahun 1980-an, nampaknya masih belum dapat mengimbangi percepatan kerusakannya. Kerusakan terbesar akibat alih fungsi menjadi lahan tambak tiap tahunnya mencapai 2000 ha lebih, sementara upaya rehabilitasi belum mampu mengimbangi hilangnya mangrove tersebut. Banyak faktor yang menyebabkan pertumbuhan tanaman rehabilitasi menjadi kurang baik. Pertumbuhan tanaman yang sulit karena faktor teknis, misalnya harus menggunakan ajir pada tingkat semai supaya tidak terbawa air pasang surut, merupakan salahsatu kendala. Kendala berikutnya setelah semai mampu tegak adalah kurang tersedianya kualitas substrat tumbuh yang baik.

Faktor fisik dan kimia substrat tumbuh sangat berperan dalam kelanjutan pertumbuhan semai mangrove. Sering terjadi bahwa kegagalan rehabilitasi yang dinilai dari persen tumbuh semai setelah ditanam, diakibatkan karena faktor-faktor yang seharusnya ada dan menjadi kriteria pertumbuhan tanaman di tempat tersebut kurang mendukung, terutama faktor salinitas. Faktor ini secara horizontal ataupun vertikal dalam perairan mempunyai kisaran perubahan yang bervariasi. Salinitas tertentu menunjukkan jenis tertentu pula, sehingga suatu kawasan perlu dipertahankan salinitasnya dengan angka yang sesuai kebutuhan hidup vegetasinya. Adanya perubahan mendasar pada salinitas karena kegiatan manusia (misalnya alih fungsi, dan lainnya) dipastikan tidak akan membawa keberhasilan dalam merehabilitasi kawasan. Demikian pula dengan faktor lain, misalnya pH, suhu, oksigen terlarut, dan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

Delta Cisanggarung merupakan contoh kawasan yang sangat menarik untuk diteliti. Kawasan ini direhabilitasi sejak tahun 2000 dengan menanam bibit *R.mucronata* yang memanjang ke arah timur seluas 10 ha dengan lebar sekitar 500 meter. Pada jarak-jarak tertentu di kawasan ini menunjukkan vegetasi mangrove yang mempunyai kerapatan dan kenampakan morfologi berbeda dalam hal tinggi dan diameter. Oleh karena itu maksud dari penelitian ini adalah mengetahui faktor fisik-kimia apa saja penyebab terjadinya perbedaan kerapatan, tinggi dan diameter dari vegetasi yang ditanam dengan jenis dan tahun tanam yang sama.

Harapan yang ingin dicapai adalah apabila diketahui faktor penyebab kegagalan pertumbuhan tanaman, maka segera diupayakan perbaikan terhadap faktor penyebab kegagalan tersebut. Dengan demikian rehabilitasi kawasan mangrove pada akhirnya tidak hanya mampu mengimbangi tingkat kerusakannya, tetapi juga mampu menutup kawasan, sehingga fungsi ekosistem mangrove dapat pulih kembali.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui :

1. Faktor fisik-kimia habitat mangrove yang berpengaruh dominan pada kawasan mangrove delta Cisanggarung.

2. Kedekatan dari peran gabungan faktor fisik-kimia habitat sebagai media tumbuh tanaman berdasarkan jarak pertumbuhan dari delta Cisanggarung

Tinjauan Pustaka

Mangrove merupakan ekosistem payau yang berada antara ekosistem darat dan laut. Kondisi yang demikian ini menyebabkan mangrove hanya mampu tumbuh dan berkembang baik apabila terdapat aliran sungai yang membawa lumpur. Sebagai ekosistem yang berada antara laut dan darat, maka substrat mangrove mempunyai ciri khas, yaitu selalu basah, kaya bahan organik, salinitas payau dan kandungan oksigen yang kecil (Nontji, 1987). Keadaan ini merupakan suatu kebutuhan yang membentuk siklus di daerah pasang surut. Bahan organik sebagian besar diperoleh dari perombakan sisa-sisa tumbuhan yang diproduksi oleh mangrove itu sendiri. Selain itu adanya sedimen halus yang terbawa oleh aliran sungai dan material lain yang berasal dari laut melalui arus pasang surut, ikut memperkaya kandungan bahan organik dan hara pada substrat mangrove. Menurut Lear dan Turner (1977), pembentukan substrat mangrove ditunjang oleh beberapa faktor, antara lain :

1. Faktor fisik, yang terdiri dari transport nutrien oleh arus pasang surut, aliran dan gelombang air laut serta aliran air dari sungai.
2. Faktor fisik-kimia, yaitu penggabungan dari beberapa partikel oleh penggumpalan sedimen dan presipitasi.
3. Faktor biotik, yang ditunjukkan oleh produksi dan dekomposisi senyawa-senyawa organik.

Dalam mencukupi kebutuhan oksigen, mangrove dilengkapi dengan sistem perakaran yang disebut pneumatofor, yaitu sistem perakaran yang pendek, mencuat ke permukaan air dan memungkinkan untuk mengambil udara melalui lenti sel. Selain itu adanya lubang-lubang substrat karena kegiatan nekton payau, ikut mensuplai kebutuhan oksigen bagi mangrove.

Gangguan terhadap mangrove di beberapa tempat, khususnya di muara sungai telah dilaporkan oleh Soeroyo (1993). Adanya sedimentasi telah menyebabkan permukaan tanah lebih tinggi, sehingga mengurangi pengaruh pasang surut air laut serta menurunnya kadar salinitas substrat tumbuh. Banyaknya sedimentasi juga menyebabkan akar-akar mangrove tertutup dan menyebabkan kematian. Gangguan lain yang bersifat fisik adalah akibat alih fungsi menjadi lahan tambak. Fungsi mangrove sebagai penahan abrasi dan pelindung biota laut menjadi hilang apabila terjadi penebangan untuk pembuatan tambak. Perluasan kawasan tambak sejalan dengan laju kerusakan mangrove di Pantai Utara Jawa Tengah (Soewartono, 1993).

CARA PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah sepanjang muara sungai Cisanggarung ke arah timur yang masih merupakan wilayah Jawa Tengah. Sungai Cisanggarung merupakan perbatasan antara Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Barat. Kawasan tersebut merupakan kawasan rehabilitasi tahun tanam 2000 yang menggunakan jenis *Rhizophora mucronata* sebagai tanaman pokok. Luas kawasan rehabilitasi mangrove sekitar 10 ha. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni – Agustus 2003.

Prosedur Pelaksanaan

Ditentukan areal penelitian di kawasan delta Cisanggarung seluas sekitar 1,5 ha yang terbagi dalam jarak 0-300 m ; 300-600m ; 600-900m dari muara sungai Cisanggarung ke arah Timur dan 100 m ke arah darat (selatan). Masing-masing jarak dibagi 3 zona, yaitu arah laut, tengah dan daratan. Dengan demikian akan terbentuk beberapa unit pengamatan. Masing-masing unit diukur parameter vegetasi (sebagai obyek) yang terdiri dari jumlah jenis, tinggi, dan diameter, serta faktor fisik-kimia habitat (variabel) yang meliputi salinitas, pH, suhu, ketebalan lumpur, bahan organik, oksigen terlarut dan unsur N,P,dan K dengan ulangan sebanyak 3 kali. Pengukuran vegetasi dilakukan dengan membuat petak ukur 5 x 5m, kemudian dihitung jumlah *R.mucronata* dan diukur pula tinggi dan diameternya. Untuk pengukuran salinitas, suhu, pH, ketebalan lumpur dan oksigen terlarut dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan alat salinometer, termometer stik, pH meter, galah ukur dan oksimeter, sedangkan untuk BO, N, P dan K dilakukan dengan cara mengambil sampel lumpur, kemudian dianalisis di laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UGM.

Analisis Hasil

Analisis hasil pengamatan menggunakan beberapa analisis :

- Analisis Varian CRD pada taraf uji 5%.
- Analisis untuk mendapatkan persamaan garis regresi :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n$$
 Angka koefisien korelasi diperoleh dari persamaan :

$$r_{xy} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{[\sum (X_i - \bar{X})^2] [\sum (Y_i - \bar{Y})^2]}}$$

Analisis korelasi-regresi kemudian dilanjutkan dengan mencari faktor fisik-kimia habitat yang mempunyai kontribusi besar dan sangat mempengaruhi kondisi habitat, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi sedemikian rupa. Metode yang digunakan adalah *Backwards Elimination Procedure* (Davis, 1973).

- c. Analisis Tandan (*Cluster*) dari Ludwig dan Reynold (1988), untuk menggambarkan peran gabungan parameter vegetasi dan faktor fisik-kimia habitat dengan unit pengamatan. Formula tandan dibuat dengan mendasarkan pada jarak rata-rata (*Mean Euclidean Distance*) :

$$d_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m (X_{ik} - X_{jk})^2}{m}}$$

Keterangan :

d_{ij} : Koeffisien jarak matriks I ke j

X_{ik} : Variabel ke k diukur pada obyek i

X_{jk} : Variabel ke k diukur pada obyek j

m : Total variabel

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan dan pengukuran terhadap parameter tanaman *R. mucronata* dan faktor fisik-kimia substrat, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Rata-rata Parameter Tanaman *R. mucronata* dan Faktor Fisik-Kimia Substrat di Delta Cisanggarung.

Parameter	Jarak (m)											
	0 - 300			Rata-rata	300 - 600			Rata-rata	600 - 900			Rata-rata
	X1	X2	X3		X1	X2	X3		X1	X2	X3	
Kerapatan (N/PU)	6,6	8,4	8,9	7,97	10,2	13,6	12,1	11,97	12,8	10,6	15,2	12,87
Tinggi (m)	1,5	1,2	1,5	1,4	1,5	3,2	3,1	2,6	2,6	3,7	4,2	3,5
Diameter (cm)	2,8	3,1	3,4	3,1	3,9	4,2	5,1	4,4	4,3	5,6	6,0	5,3
Bahan Organik (mg/l)	8,4	8,2	10,2	8,93	16,4	17,2	15,9	16,5	17,8	15,4	16,2	16,47
N total (%)	0,04	0,1	0,06	0,07	0,18	0,13	0,15	0,15	0,2	0,17	0,16	0,18
P tersedia (mg/l)	5,6	12,5	10,6	9,57	32,6	30,7	36,2	33,17	33,2	36,2	30,1	33,17
K tersedia (mg/l)	4,12	2,82	4,16	3,7	6,3	8,1	6,1	6,83	8,5	6,3	5,5	6,77
pH air	7,2	8,4	7,6	7,73	7,0	6,8	6,4	6,73	6,2	6,1	6,8	6,37
pH tanah	8,1	7,7	7,5	7,77	6,5	6,7	7,0	6,73	7,2	7,1	6,2	6,83
D.O. (ppm)	10,2	8,4	10,6	9,73	12,7	10,8	13,6	12,37	12,2	14,7	12,1	13,0
Suhu (°C)	30,0	29,5	29,5	29,67	30,0	29,0	28,5	29,17	30,1	28,5	27,8	28,8
Salinitas (%)	3,5	4,1	2,4	3,33	7,2	5,4	6,8	6,47	4,8	4,2	3,8	4,27
Ketebalan lumpur (cm)	15	25	35	25	28	37	52	39	34	45	57	45,33

Keterangan :

X1 : Rata-rata pengukuran ke 1

X2 : Rata-rata pengukuran ke 2

X3 : Rata-rata pengukuran ke 3

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak dari muara sungai, maka pertumbuhan mangrove semakin baik. Angka rata-rata kerapatan, diameter dan tinggi tanaman meningkat sejalan dengan semakin bertambahnya jarak dari muara sungai. Uji varian berdasarkan jarak dari muara sungai dari data di atas dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Analisis Varian Kerapatan *R.mucronata* Berdasarkan Jarak dari Muara Sungai

Sumber Variasi	db	Total Jumlah Kuadrat	Rata-rata Jumlah Kuadrat	F	Prob.
Jarak	2	138,2962963	69,1481481	11,59	0,00
Galat	16	107,3333333	5,9629630		
Total Koreksi	18	306,9542953			

Tabel 2 menunjukkan bahwa kerapatan *R.mucronata* berbeda nyata berdasarkan jarak dari muara sungai Cisanggarung. Beda nyata dari kerapatan tanaman tersebut diduga karena adanya perbedaan kandungan dari faktor fisik-kimia substrat tumbuh yang berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Jika dilihat dari hasil pengukuran, maka jarak 600 - 900m mempunyai sifat fisik-kimia habitat yang lebih baik dibandingkan dengan 0-300m dan 300-600m. Tingginya angka fisik-kimia habitat menurut Sukardjo (1993) disebabkan karena pergolakan air yang tidak terlalu tinggi, sehingga lumpur sebagai substratnya tidak langsung terbawa pergolakan air. Penelitian serupa dilakukan oleh Poedjirahajoe (2000) di kawasan mangrove Pantai Utara Kabupaten Brebes. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa rehabilitasi mangrove menyebabkan terjadinya perubahan habitat yang berbeda-beda meskipun semuanya menuju ke arah perbaikan. Perbedaan habitat diduga adanya faktor dominan dari substrat tumbuh yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, meskipun tidak lepas dari peran faktor resesif. Menurut Marsono dan Setyono (1993), faktor dominan tersebut sangat menentukan pertumbuhan mangrove.

Pengaruh dari faktor fisik-kimia substrat tumbuh yang dominan dapat dilihat melalui uji korelasi regresi dari data di atas. Hasil uji tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 menunjukkan bahwa substrat tumbuh pada masing-masing jarak pada umumnya dipengaruhi oleh oksigen terlarut (DO). Persamaan garis regresi pada jarak 600 – 900m menunjukkan angka korelasi yang tinggi yaitu 0,98. Hal ini berarti DO, suhu dan pH sangat dominan dalam menentukan pertumbuhan tanaman. Selanjutnya untuk parameter tinggi tanaman dibuat pula persamaan garis regresi yang hasilnya pada tabel berikut :

Tabel 3. Persamaan Garis Regresi antara Kerapatan *R. mucronata* (Y) dengan Sifat Fisik-Kimia Habitat (X).

Jarak (m)	Persamaan garis regresi	Nilai R ²	Keterangan
0 – 300	$Y = 0,99 + 0,56 X_1 + 0,36 X_2$	0,78	X1 : DO X2 : Fosfor
300 – 600	$Y = 10,01 + 2,01 X_1 + 0,31 X_2 + 0,26 X_3 + 3,64 X_4 - 1,73 X_5$	0,95	X1 : DO X2 : Keteb.lumpur X3 : Fosfor X4 : pH X5 : Suhu
600 - 900	$Y = 43,07 + 0,67 X_1 + 1,51 X_2 - 5,23 X_3$	0,98	X1 : DO X2 : pH X3 : suhu

Tabel 4. Persamaan Garis Regresi antara Tinggi tanaman (Y) dengan Sifat Fisik-Kimia Habitat (X).

Jarak (m)	Persamaan garis regresi	Nilai R ²	Keterangan
0 – 300	$Y = 4,88 + 0,57 X_1 + 5,39 X_2 + 0,09 X_3 - 0,46 X_4 - 0,57 X_5 - 0,43 X_6$	0,77	X1 : Kalium X2 : Nitrogen X3 : Fosfor X4 : pH X5 : Salinitas X6 : Suhu
300 – 600	$Y = 16,21 - 0,47 X_1$	0,87	X1 : Suhu
600 - 900	$Y = 0,86 + 0,051 X_1$	0,77	X1 : Keteb.lumpur

Persamaan garis regresi antara tinggi tanaman dengan faktor fisik-kimia habitat pada jarak 300 – 600m dan jarak 600 – 900m hanya dipengaruhi oleh satu faktor, yaitu suhu untuk jarak 300-600m dan ketebalan lumpur untuk jarak 600-900m. Faktor tersebut merupakan faktor paling dominan dalam menentukan pertumbuhan meninggi *R. mucronata*.

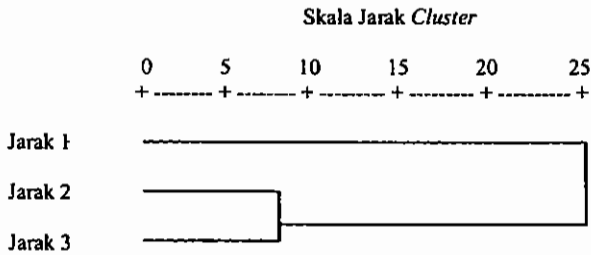
Tabel 5 : Persamaan Garis Regresi antara Diameter Vegetasi (Y) dengan Sifat Fisik Kimia Habitat (X).

Jarak (m)	Persamaan garis regresi	Nilai R ²	Keterangan
0 – 300	$Y = 2,27 + 6,17 X_1 + 0,13 X_2 - 0,44 X_3 - 0,52 X_4.$	0,97	X1 : Nitrogen X2 : Fosfor X3 : pH X4 : Salinitas
300 – 600	$Y = 2,58 + 0,05 X_1$	0,85	X1 : Keteb.lumpur
600 - 900	$Y = 0,48 + 0,13 X_1 + 0,07 X_2$	0,89	X1 : DO X2 : Keteb.lumpur

Untuk diameter mangrove pada jarak 0 – 300m, peran bersama antara unsur N, P, pH dan salinitas, sangat menentukan pertumbuhannya, sedangkan pada jarak 300-600m dan 600-900m umumnya ditentukan oleh ketebalan lumpur. Pertumbuhan diameter terbaik ada pada jarak 600 – 900m, kemudian jarak 300 – 600m.

Hasil penelitian ini agak berbeda dengan hasil penelitian Mustafa, dkk (1982) di Pantura Malangke Sulteng yang menunjukkan bahwa perbedaan fisik-kimia tanah di bawah tegakan mangrove adalah pH, bahan organik, kalium, kalsium dan magnesium. Namun penelitian Mustafa, dkk.(1982) tidak menjelaskan peran sifat fisik kimia tanah pada satuan unit sampling, tetapi hanya pada taraf individu tanaman saja. Penelitian lain (Sukardjo,1993) di kawasan mangrove Muara Angke menyebutkan bahwa adanya perbedaan pertumbuhan tanaman juga disebabkan oleh pengaruh faktor biologik, antara lain gugur seresah, dekomposisi, laju pengambilan energi dan aktivitas biota laut. Gugur daun mangrove adalah sumber organik penting dalam rantai makanan perairan yang besarnya mencapai 7-8 ton/ha/th, sehingga kesuburan perairan terletak pada masukan bahan organik dan kandungan unsur hara lain dalam komunitas. Selanjutnya disebutkan pula oleh Sukardjo (1993) bahwa unsur N mencapai 421,83 kg/ha/th, sedangkan unsur P mencapai 18,89 kg/ha/th. Besarnya hara tersebut dapat memberikan andil yang cukup besar bagi pemulihan ekosistem mangrove.

Kedekatan hubungan jarak berdasarkan sifat fisik-kimia substrat tumbuh mangrove di delta Cisanggarung dapat dilihat melalui analisis tandan (*cluster*) yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 1. Dendrogram Peran Gabungan Faktor Fisik-Kimia Substrat terhadap Pertumbuhan Tanaman Mangrove di Delta Cisanggarung.

Keterangan :

Jarak 1 : Jarak 0 – 300 m

Jarak 2 : Jarak 300 – 600 m

Jarak 3 : Jarak 600 – 900 m

Peran gabungan faktor fisik-kimia habitat di delta Cisanggarung menunjukkan bahwa adanya kedekatan (kemiripan) pada jarak 300 – 600 m dengan 600 – 900m, dan kemudian keseluruhan bergabung dengan jarak 0 – 300m pada skala jarak 25. Peran gabungan faktor fisik-kimia habitat ini pernah diteliti oleh Marsono dan Setyono (1993) di kawasan mangrove Pantura Pematang. Bedanya bahwa penelitian Marsono dan Setyono (1993) ini menunjukkan bahwa peran gabungan faktor-faktor tersebut digunakan untuk melihat kedekatan hubungan antar zonasi mangrove, yaitu zona laut mempunyai kedekatan (kemiripan) faktor fisik-kimia habitat dengan zona tengah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Faktor fisik-kimia habitat mangrove yang dominan dalam menentukan pertumbuhan mangrove pada jarak 0 – 300m dari muara Cisanggarung adalah pH, BO, DO, Nitrogen, Fosfor, Kalium dan Salinitas, sedangkan pada jarak 300 – 600m dari muara Cisanggarung adalah pH, Kalium, BO dan DO, dan pada jarak 600 – 900m dari muara Cisanggarung adalah pH, nitrogen dan salinitas.
2. Faktor fisik-kimia habitat mangrove di delta Cisanggarung menunjukkan bahwa jarak 300 – 600m dengan jarak 600 – 900m mempunyai kedekatan atau kemiripan dalam menentukan pertumbuhan *R.mucronata* dibanding pada jarak 0 – 300m.

Saran

Faktor fisik-kimia habitat yang dominan terhadap pertumbuhan mangrove perlu diteliti secara berkesinambungan karena hasilnya dapat menjadi acuan dalam rehabilitasi mangrove dan konservasi kawasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1994. Laporan Telaah Tata Guna Ekosistem Mangrove Pantai Utara Jawa Barat. Tim Ekosistem Mangrove. MAB-LIPI dan PT. Perhutani. Jakarta.
- Davis, JC. 1973. *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley & Sons Inc. New York. London. Sydney. Toronto.
- Lear and Turner. 1977. *Mangrove of Australia*. University of Queensland Press.
- Ludwig, JA and JF.Reynold. 1988. *Statistical Ecology*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Marsono, D. dan S.Sastrosumarto. 1993. Pendekatan Ekologis Rehabilitasi Mangrove : Studi Kasus di Pantai Pemalang. Simposium Nasional Rehabilitasi mangrove dan Konservasi Kawasan Mangrove di Instiper Yogyakarta.
- Mustafa, M. D.Rusli, dan Z. Hazarin. 1982. Sifat Fisik dan Kimia Tanah di bawah Tegakan Mangrove. Pusat Studi Sumberdaya Alam dan Lingkungan Hidup. Universitas Hasanudin Sulawesi Selatan. *Bulletin Lingkungan & Pembangunan* Vol.2 (2). Hal. 97-118.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Penerbit Djembatan. Jakarta
- Poedjirahajoe, E. 2000. Kandungan Hara N,P,K pada Substrat Mangrove setelah Digunakan Silvofishery di Kawasan Pantai Utara Kabupaten Brebes. *Bulletin Fakultas Kehutanan UGM* (30) : 26-30
- Soeroyo. 1993. Pertumbuhan Mangrove dan Permasalahannya. Simposium Nasional Rehabilitasi Mangrove dan Konservasi Kawasan di Instiper Yogyakarta.
- Soewartono. 1993. Pengembangan Kegiatan Penghijauan Pantai dan Permasalahannya di Kabupaten Daerah Tingkat II Pemalang. Simposium Nasional Rehabilitasi Mangrove dan Konservasi Kawasan di Instiper Yogyakarta.
- Sukardjo, S. 1993. Tanah dan Status Hara di Hutan Mangrove Tiris, Indramayu. Jawa Barat. *Majalah Rimba Indonesia*. XXI (2) : 4