

**PERAN MANGROVE (*Avicennia* sp.) TERHADAP
PERTUMBUHAN BANDENG (*Channos channos*) DI DESA
KEJAWAN PUTIH, KECAMATAN SUKOLILO,
SURABAYA TIMUR**

**THE INFLUENCE OF MANGROVE (*Avicennia* sp.) HABITAT TO
MILKFISH (*Channos-channos*) GROWTH IN KEJAWAN PUTIH,
SUKOLILO DISTRICT, EAST SURABAYA**

Alia Damayanti¹, Dian Saptarini², dan Nana Suryatna³

¹Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya

²Jurusan Biologi FMIPA-ITS, Surabaya

³Subdin Perikanan Kota Surabaya

email: lia@its.ac.id

dian@bio.its.ac.id

Abstrak

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem *fragile* yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan, sehingga meningkatnya eksploitasi sumberdaya mangrove oleh manusia akan menurunkan kualitas dan kuantitasnya. Dengan fungsinya sebagai *feeding ground*, *nursery ground*, *spawning ground* dan *ultrafiltrator*, ekosistem mangrove sangat mendukung kegiatan perikanan. Bandeng (*Channos channos*) merupakan salah satu jenis ikan yang banyak dibudidayakan dalam tambak. Tiga tambak dengan ketebalan mangrove yang berbeda di Kejawan Putih, Sukolilo dipilih untuk mengetahui pengaruh mangrove terhadap pertumbuhan dan produktivitas bandeng. Analisis pH, DO, BOD, TSS pada air tambak, dan sumber air tambak selama 2x tiap bulan selama 3 bulan sebagai data pendukung. Pemeriksaan kondisi bandeng setelah panen meliputi ukuran panjang (cm), lebar (cm), berat (kg), persentase dari ukuran tersebut dari total hasil panen keseluruhan. Hasil penelitian menunjukkan tambak dengan mangrove $\pm 10\%$ dari luas tambak memberikan hasil panen bandeng dengan prosentase tingkat hidup 80%, panjang ikan rata-rata 32 cm dan berat rata-rata 300gr. Tambak yang tidak bermangrove memberikan hasil panen bandeng dengan prosentase tingkat hidup $<60\%$, panjang ikan rata-rata 29.5 cm dan berat rata-rata 150 gr.

Kata kunci: mangrove, *feeding ground*, *ultrafiltrator*, bandeng (*Channos channos*), produktifitas

Abstract

Mangrove ecosystem is very sensitive to environmental changes. As feeding, nursery and spawning grounds and ultrafiltrator, mangrove ecosystem supports the fishery activities. Milkfish (*Channos-channos*) is a fish species, which is widely cultured in Indonesia. Three locations of milkfish aquaculture with different levels of mangrove density in Kejawan Putih was chosen for determining its influence to milkfish growth and productivity. The values of pH, dissolved oxygen, BOD, and total dissolved solids of the fishpond water and the water source were analysed twice per month for 3 consecutive months. Sizes of the harvested milkfish were measured according to its length, width, and weight. Results of this research showed that aquaculture with $\pm 10\%$ of mangroves provided 80 % of milkfish life expectancy, with average length of 32 cm, and average weight of 300 gr. Aquaculture with no mangrove gave less than 60% milkfish life expectancy, with average length of 29,5 cm, and average weight of 150 gr.

Keywords: mangroves, feeding ground, ultrafiltrator, milkfish, productivity

1. Pendahuluan

Sekitar 20% dari ± 46 km pesisir timur Surabaya bervegetasi mangrove dengan ketebalan 5-40 m yang didominasi oleh jenis Api-api (*Avicennia marina*) dan bakau (*Rhizophora murconata*). Dalam

kajian yang dilakukan oleh Ecoton tercatat lebih dari 7 ton/ha/tahun serasah (daun kering) diproduksi oleh ekosistem mangrove di pesisir timur Surabaya dan hasil ini setara dengan produktivitas ekosistem mangrove umumnya. Serasah mangrove memiliki peran penting dalam

ekosistem pesisir karena serasah mangrove mengandung 40% senyawa larut dalam air yang diubah menjadi biomassa oleh bakteri kurang dari 8 jam setelah gugur ke perairan. Hal ini menjadikan kawasan mangrove sebagai *feeding ground* yang banyak dikunjungi oleh beragam satwa, termasuk di dalamnya kerang (*Bivalvia*), kepiting (*Scylla* sp.) berbagai jenis ikan, bandeng (*Channos channos*), mujair (*Tilapia* sp.). Bandeng adalah salah satu jenis ikan yang banyak dibudidayakan dalam tambak di pesisir timur Surabaya. Selain bernilai gizi tinggi dalam bentuk asalnya, bandeng juga merupakan ikan yang umum digunakan sebagai buah tangan di berbagai daerah pesisir pantai.

Di sisi lain intensitas perubahan fungsi lahan di pesisir timur Surabaya semakin intensif, reklamasi lahan mangrove menjadi tambak dan pemukiman menjadikan keberadaan mangrove semakin menipis. Pencemaran dan sampah yang menumpuk di muara juga memberikan kontribusi terhadap kema-tian mangrove dewasa dan lambatnya proses rege-nerasi, dimana pencemaran dan sampah yang ada menghalangi penetrasi cahaya matahari dan mem-persulit proses pengambilan oksigen oleh akar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh mangrove di sekitar tambak terhadap pertumbuhan dan produktivitas bandeng. Dengan diketahui pengaruh mangrove di sekitar tambak di Kejawan Putih sebagai sumber makanan, *salt secretor* dan *ultrafiltrator*, maka diharapkan dapat direko-mendasikan ketebalan mangrove minimum guna menunjang budidaya perikanan di pantai timur Surabaya.

Bakau (*Avicennia*) berfungsi sebagai *ultrafiltrator* dan *salt secretor*. Dengan adanya daya *ultrafiltrator* dan *salt secretor* ini maka bakau bisa menjadi tumbuhan peralihan dari laut, pantai, dan darat. Tumbuhan mangrove juga berfungsi sebagai akumulator logam berat, secara umum tumbuh pada lingkungan muara yang merupakan daerah penumpukkan sedimen yang berasal dari sungai, memiliki kemampuan untuk menyerap dan memanfaatkan logam berat yang terbawa dalam sedimen sebagai sumber hara yang dibutuhkan untuk melakukan proses-proses metabolisme. Misalnya kita akan melihat kemampuan akumulasi jenis *Rhizophora mucronata* di Daerah muara sungai Wonorejo.

Tabel 1. Rata-rata kandungan logam berat Cu,Cd, dan Zn dalam organ *Rhizophora mucronata* (<http://www.terranel.or.id/tulisandetil.php?id=1300>)

Stasiun/bagi-anMuara Wonorejo	Cuprum(Cu)	Cadmium(Cd)	Seng(Zn)
Akar	24,600+/-1,04	17,433+/-1,36	24,333+/-1,04
Batang	23,333+/-0,63	15,066+/- 0,90	22,100+/-0,65
Daun	18,500+/-0,17	12,733+/-0,11	18,766+/-0,63
Sedimen	25,50+/-0,60	17,67+/-2,02	25,88+/-0,87

Tingginya kandungan logam berat di bagian akar pada mangrove menunjukkan adanya usaha untuk melokalisasi materi masuk dalam tubuh ke bagian yang lebih tebal terhadap pengaruh materi toksik, sehingga tidak mempengaruhi bagian tubuh yang rawan terhadap racun.

Bandeng (*Channos-channos*)

Bandeng adalah jenis ikan yang dapat dibudidayakan pada air tawar dan payau. Ia memiliki sifat *euryhaline*, yakni sifat ikan yang mampu beradaptasi di tempat-tempat yang baru. Ikan ini dapat dipelihara di tambak air asin, payau, dan tawar. Bandeng bertubuh ramping dan agak panjang.

Persyaratan mutu air, batas kandungan logam untuk budidaya bandeng tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Mutu optimal bagi budaya bandeng

No	Parameter	Ambang bawah (mg/L)	Kisaran Atas	Optimum
1	DO (mg/L)	2,0	-	Sekitar jenuh
2	Asam belerang	0,0	1,0	0
3	Bahan organik total (mg/L)	0,00	0,001	0
4	pH	7,5	9,0	8,0-8,5
5	Temperatur	10	50,0	20,0-25,0
6	Salinitas (°C)	26,0	32,0	29-30
7	Salinitas (mg/L)	0,0	60,0	15-25
8	Transparansi (Cm)	30,0	50,0	35-40

Sumber: Ahmad (2002; dalam Sundari dkk, 2003)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di tiga tambak di Kejawan Putih, Sukolilo. Tiga tambak tersebut adalah luasan mangrove $\pm 10\%$ dari area tambak (tambak 1), luasan mangrove $< 5\%$ area tambak (tambak 2) dan tanpa mangrove (tambak 3). Kualitas air tambak dan sumber air yang digunakan dalam tambak

diteliti dengan parameter meliputi pH, kandungan oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biologi (BOD), kandungan padatan tersuspensi (TSS), kandungan logam berat Hg dan Cr dianalisis 2 minggu sekali selama 3 bulan. Kualitas sumber air tambak dianalisa pada saat awal masa tanam. Pemeriksaan parameter pH diukur dengan pH meter, DO dengan metode titrasi, BOD dengan metode refluks, kandungan logam berat Hg dan CR dengan ICPS (*Inductively Coupled Plasma Spectrophotometry*).

Produktivitas bandeng dihitung berdasarkan ukuran panjang ikan (cm), ukuran lebar (cm), berat (kg) dan persentase dari ukuran tersebut dari total hasil panen keseluruhan.

Waktu Sampling

Sampling pH, DO, BOD, TSS, Hg, dan Cr dilakukan selama 2 kali sebulan selama 3 bulan masa pembesaran bandeng pada tambak. Sedangkan untuk air laut dan sumber air tambak dilakukan sekali, yaitu pada saat masa tanam awal. Masa tanam bandeng adalah bulan Desember sampai Maret.

Metode Pemeriksaan Sampel

Penelitian ini memerlukan bahan kimia sesuai dengan prosedur pemeriksaan pH, DO, BOD, TSS, Hg, dan Cr terhadap air tambak dan sumber air tambak.

- pH diukur dengan DO meter
- DO diukur dengan metode titrasi
- BOD diukur dengan metode refluks.
- TSS diukur dengan oven kertas saring

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tambak 1 (banyak ditumbuhi bakau)

Berdasarkan hasil panen bandeng tambak 1 yang banyak ditumbuhi dengan tumbuhan bakau diperoleh bahwa prosentase tingkat hidup bandeng sebesar 80% dari benih yang ditekankan. Adapun bandeng dengan ukuran terbesar berjumlah 80% dari jumlah tingkat hidup bandeng. Pada tambak yang banyak ditumbuhi bakau dihasilkan panen terbaik. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan bakau dapat meningkatkan hasil panen dari petani tambak. Bandeng dengan ukuran terbesar (panjang

± 32 cm dan lebar ± 7 cm) dihasilkan sebanyak 60% dari jumlah tingkat hidup bandeng.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Panen Bandeng Tambak 1

No	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Berat (gr)	Prosentase jumlah (%)
1	32	7	300	60
2	30	6	225	15
3	29.5	5	150	12.5
4	27	4.5	130	12.5

Tambak 2 (sedikit ditumbuhi bakau)

Pada tambak dengan keberadaan mangrove < 5% dari luasan tambak (tambak 2) diperoleh hasil pengukuran bandeng seperti pada Tabel 5. Pada tambak jenis 2 yang jarang ditumbuhi bakau, panen bandeng yang dihasilkan tidak semaksimal pada tambak yang ditumbuhi banyak bakau. Pada tambak jenis ini ukuran dan jumlah bandeng yang dihasilkan lebih kecil daripada tambak. Pada panen bandeng untuk tambak jenis 2 diperoleh prosentase 60 % bandeng yang dapat di panen.

Tabel 5. Pengukuran Hasil Panen Bandeng Tambak 2

No	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Berat (gr)	Prosentase jumlah (%)
1	30	6	225	50
2	29.5	5	150	25
3	27	4.5	130	15
4	25.5	4.5	100	10

Tumbuhan mangrove sebagaimana tumbuhan lainnya, mengkonversi cahaya matahari dan zat hara menjadi jaringan tumbuhan (bahan organik) melalui proses fotosintesis.

Tambak 3 (tidak ditumbuhi bakau)

Pada tambak yang tidak ditumbuhi bakau, bandeng yang dihasilkan berukuran paling kecil dibandingkan kedua jenis tambak yang lain. Panjang ikan maksimum yang dicapai ± 29.5 cm dengan lebar ± 5 cm dan berat ± 150 gr.

Tabel 6. Pengukuran Hasil Panen Bandeng Tambak 3

No	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Berat (gr)	Prosentase jumlah (%)
1	29.5	5	150	60
2	27	4.5	130	40

Berdasar trend dari ketiga hasil tersebut di atas terlihat bahwa keberadaan mangrove berpengaruh terhadap produktivitas bandeng yang dihasilkan.

Analisis Faktor Fisik, Kimiawi

Dalam penelitian ini digunakan beberapa macam parameter untuk mendukung data penelitian penipisan bakau, di antaranya parameter fisik yang meliputi pH, parameter kimiawi yang meliputi DO, BOD, TSS yang ada pada tambak. Pengambilan dan pengukuran sampel dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 6 kali.

Tabel 7 menunjukkan pengukuran pada air tambak (air payau) selama waktu penelitian. Tambak yang diukur terdiri atas tambak dengan banyak ditumbuhi bakau, sedikit ditumbuhi bakau, dan tanpa ditumbuhi bakau. Tambak diisi pada saat air laut pasang sehingga air tambak merupakan percampuran antara air laut dan air sungai.

Mengingat air tambak berasal dari air laut dan air sungai Surabaya yang sarat dengan buangan industri, maka kemungkinan besar air tambak juga sudah terbebani oleh bahan pencemar atau logam berat lainnya. Apabila hal ini terjadi maka kehidupan biota yang ada di dalamnya akan terganggu. Apabila dikonsumsi oleh masyarakat, biota laut yang tercemar tersebut dapat menimbulkan keracunan yang bersifat baik akut maupun kronis pada manusia. Jenis keracunan sangat ditentukan oleh toksisitas masing-masing logam yang bersangkutan. Oleh karenanya dilakukan pengukuran kualitas air sungai, sumber air tambak bersangkutan, yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Kandungan Hg dan Cr dalam perairan tambak antara lain berasal dari sumber air tambak. Sumber air tambak di daerah Kejawan Putih berasal dari air laut dan air sungai Surabaya yang sarat dengan buangan industri, sehingga dimungkinkan air tambak terbebani oleh bahan pencemar atau logam berat lainnya.

Bakau, sesuai dengan fungsinya, berguna dalam *wetland conservation* dan juga sebagai ultrafiltration dari logam berat Pb dan Hg yang ada dalam air tambak. Baik *constructed wetland* maupun *natural wetlands* dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas air, hanya saja diperlukan perbedaan dalam mengelola tujuan.

Dalam penelitian ini baik nilai Hg maupun Cr masih terdapat dalam air tambak dengan range antara 0-0,08 mg/L untuk Hg dan 0-0,82 mg/L untuk Cr. Sedangkan pada kondisi ideal, hal tersebut tidak diperbolehkan, atau 0 mg/L. Nilai Hg terbesar terdapat pada Tambak 3, dengan kondisi tanpa bakau. Pada pengambilan sampel ke-4 kadar Hg sebesar 0,08 mg/L (Tabel 7). Sedangkan nilai Cr terbesar (0,82 mg/L) terdapat pada Tambak 1 yang banyak ditumbuhi bakau. Nilai tersebut tercatat pada pengambilan sampel ke-3 (Tabel 7).

Berdasarkan penelitian ini, sungai sebagai sumber air tambak memiliki nilai yang baik dimungkinkan karena pada lokasi sekitar sungai juga ditumbuhi oleh bakau sebagai *wetland* alami. Nilai DO, TSS, BOD, dan Cr air sungai untuk sumber air tambak terukur belum memenuhi untuk Baku Mutu Badan Air Kelas III (untuk perikanan), sedangkan untuk Hg sudah memenuhi yaitu 0 mg/L. Bakau juga dapat digunakan sebagai *wetland* untuk mengolah air sungai yang juga menampung limbah pertanian. Pengolahan limbah pertanian dengan *Phragmites australis* dapat meremoval Total phosphor (TP) and Total nitrogen (TN) rates bervariasi dari 49,0% to 68,5% and 20,6% to 41,8% (Schulz dkk, 2000). Bakau sebagai *wetland* dapat berfungsi sebagai "*Wastewater gardens*" yang dapat dimodifikasi untuk habitatnya (Nelson, dkk).

Bakau sebagai sistem *wetland* mempunyai keuntungan ekologis, mempunyai biaya operasional yang rendah serta merupakan alternatif yang baik dalam mereduksi solid, BOD, nitrogen, fosfor, dan logam berat pada air limbah dari berbagai sumber (Tilley dkk, 2000). *Constructed wetland* dengan fullscale juga sangat efektif dalam mengolah air limbah untuk tambak udang di Loma Alta Shrimp Aquaculture Facility (LASAF), Teluk Meksiko.

Keuntungan bakau sebagai *wetland* salah satunya adalah sebagai *local renewable energy* yang tinggi (Geber, dkk, 2003). Hal itu disebut sebagai keuntungan ekosistem yang didefinisikan sebagai keuntungan dari populasi manusia baik secara langsung maupun tak langsung dari fungsi ekosistem (Costanza dkk, 1997). Contoh dari keuntungan ekosistem adalah peraturan dan pengaturan tentang suhu lokal dan global, formasi tanah, denitrifikasi bakteri, fotosintesis, yang menunjang biodiversitas.

Tabel 7. Kualitas Air pada Pengambilan Sampel di Tambak dengan Variasi Kepadatan Bakau

No.	Parameter	Baku Mutu Optimal Budidaya Bandeng	Tambak 1						Rata-rata
			Pengambilan Sampel ke-						
			1	2	3	4	5	6	
1	DO (mg/L)	Sekitar Jenuh	8	1,1	2,5	2,1	1,8	7,5	3,83
2	TSS (mg/L)	0	308	136	56	58	128	142	138,00
3	BOD (mg/L)	0	93	25	38	28	32	46	43,66
4	pH	7,0-8,0	8,6	8	8,1	7,3	8,33	8,31	8,10
5	Hg (mg/L)	0	0,07	0	0	0	0,01	0,01	0,02
6	Cr (mg/L)	0	0,14	0	0,1	0,8	0,18	0,42	0,28

No.	Parameter	Baku Mutu Optimal Budidaya Bandeng	Tambak 2						Rata-rata
			Pengambilan Sampel ke-						
			1	2	3	4	5	6	
1	DO (mg/L)	Sekitar jenuh	7,1	2	2,7	5,1	6,2	4,3	4,56
2	TSS (mg/L)	0	128	164	48	82	136	186	124,00
3	BOD (mg/L)	0	86	38	41	34	26	65	48,33
4	pH	7,0-8,0	8,2	7,9	7,9	7,6	8,07	8,08	7,94
5	Hg	0	0,01	0	0	0,1	0,01	0,01	0,01
6	Cr	0	0,08	0,2	0,2	0,5	0,38	0,34	0,27

No.	Parameter	Baku Mutu Optimal Budidaya Bandeng	Tambak 3						Rata-rata
			Pengambilan Sampel ke-						
			1	2	3	4	5	6	
1	DO (mg/L)	Sekitar jenuh	8	1	2,1	7,2	7,4	7,7	5,567
2	TSS (mg/L)	0	272	184	62	48	42	18	104,333
3	BOD (mg/L)	0	58	38	48	22	18	19	33,833
4	pH	7,0-8,0	8,4	7,8	8,1	6,9	9,35	8,62	6,903
5	Hg	0	0,01	0	0	0,08	0,01	0,01	0,019
6	Cr	0	0,03	0,2	0,2	0,6	0,26	0,21	0,248

Keterangan:

- Tambak 1 : tambak dengan mangrove 10% dari luasan tambak
- Tambak 2 : tambak dengan mangrove <5% dari luasan tambak
- Tambak 3 : tambak tanpa mangrove

Tabel 8. Kualitas Air Sumber Tambak

No.	Para meter	Baku Mutu Badan Air Kelas III (untuk perikanan)	Sumber Tambak 1	Sumber Tambak 2	Sumber Tambak 3
1	DO (mg/L)	Sekitar jenuh	0,8	2,1	2,9
2	TSS (mg/L)	0	80	72	760
3	BOD (mg/L)	0	37	48	41
4	pH	7,0-8,0	8,04	7,8	7,85
5	Hg	0	0	0	0
6	Cr	0	0,115	0,2	0,094

Keterangan:

- Sumber Tambak 1: Sungai sumber untuk tambak dengan mangrove 10% dari luasan tambak
 Sumber Tambak 2: Sungai sumber untuk tambak dengan mangrove <5% dari luasan tambak.
 Sumber Tambak 3: Sungai sumber untuk tambak tanpa mangrove

Sebagian serasah mangrove didekomposisi oleh bakteri dan fungi menjadi zat hara (nutrien) terlarut yang dapat dimanfaatkan langsung oleh fitoplankton, alga ataupun tumbuhan mangrove itu sendiri, sebagian lagi serasah dimanfaatkan oleh ikan, udang dan kepiting sebagai makanan. Proses makan memakan dalam berbagai kategori dan tingkatan biota membentuk suatu rantai. Dari sini sangat tampak fungsi bakau sebagai *feeding ground* dan *ultrafiltrator* (Bengen, 2003). Selain itu bakau sebagai *wetland* dapat juga mengurangi kadar zat toksik dalam air yang membahayakan janin serta menyebabkan eutrofikasi (Willems dkk, 1996).

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa keberadaan mangrove berpengaruh terhadap produktivitas bandeng dengan tingkat sintasan lebih tinggi, jumlah hasil panen yang lebih banyak, dan ukuran panjang, lebar, maupun berat yang lebih besar. Selain itu terdapat pengaruh penebangan bakau di tambak pada kualitas air tambak yaitu untuk Tambak 1 dengan banyak bakau, parameter pencemar yang diperiksa relatif lebih rendah daripada Tambak 2 dengan sedikit bakau dan Tambak 3 dengan tidak ada bakau. Kualitas sumber air tambak sudah sesuai untuk budidaya bandeng, khususnya bagi parameter pH dan Hg. Sedangkan parameter DO, TSS, BOD dan Cr belum memenuhi Baku Mutu Badan Air Kelas III (untuk perikanan).

DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi P. **Mangrove Jenis Api-Api (*Avicennia Marina*) Alternatif Pengendalian Pencemaran Logam Berat Pesisir.** <http://www.terranet.or.id/tulisandetil.php?id=1300>
- Bengen, Dietrich, G. (2003). **Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove.** PKSPL-IPB, Bogor, Indonesia.
- Geber, U., Björklund, B. (2001). **The Relationship Between Ecosystem Services and Purchased Input In Swedish Wastewater Treatment System- A Case Study.** Ecological Engineering, Number 18, halaman 39-59.
- Sundari, S., dkk. (2003). **Kandungan Logam Berat Pb Pada Bandeng, Udang Windu, Dan Air Tambak Pantai Surabaya, (Studi Kasus Di Kelurahan Keputih Kecamatan Sukolilo),** Laporan Akhir Penelitian, Departemen Kesehatan RI, Poltekkes, Lingkungan Surabaya.
- Tilley, DR, Badrinarayanan H., Rosati, R., Son J. (2002). **Constructed Wetlands as Recirculation Filters in Large-Scale Shrimp Aquaculture,** Aquacultural Engineering, Number 26, halaman 81-109.
- Schulz C., Gelbrecht J., Rennert B. (2003). **Treatment of Rainbow Trout Farm Effluents in Constructed Wetland with Emergent Plants and Subsurface Horizontal Water Flow.** Aquacultural Engineering, Number 217, halaman 207-221.
- Nelson M., Alling A., Dempster W. F., Thillo1 M., Allen J. (2003). **Advantages Of Using Subsurface Flow Constructed Wetlands For Wastewater Treatment In Space Applications: Ground-Based Mars Base Prototype.** Advance Space Research, Vol. 31, No. 7, halaman 1799-1804.
- Nuryanto, Agus (2003). **Sylvofishery (Mina Hutan), Pendekatan Pemanfaatan Hutan Mangrove secara Lestari.** Program Pasca Sarjana-S3. Institut Pertanian Bogor.
- Mujizat, Bengen (2001). **Kontribusi Ekosistem Mangrove terhadap Struktur Komunitas Ikan di Pantai Utara Kabupaten Subang, Jawa Barat.** Journal Pesisir dan Lautan, Volume 3, No. 3.
- Willems, HPL, Rotelli, MD, Berry, DF, Smith, EP, Reneau, R, dan Mostaghimi, S. (1997). **Nitrate Removal in Riparian Wetland Soils, Effects of Flow Rate, Temperature, Nitrate Concentrations and Soil Depth.** Water Research, Volume 31, Number 4.