

RUMPUT LAUT *Gracilaria sp.* SEBAGAI FITOREMEDIAN BAHAN ORGANIK PERAIRAN TAMBAK BUDIDAYA

Wage Komarawidjaja

Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (P3TL), BPPT
Gedung BPPT-II, Lantai 21, Jl.Thamrin no.8, Jakarta 10340

Abstract

Phytoremediation is the utilization of green plants to remove pollutants from the environment. A central component of this technology is the use of plants as living technologies that provide services in addressing environmental issues. Therefore, based on the hydrological understanding, phytoremediation technology can be used to manage nutrient and water dynamics; It can lead significant improvement in water quality as well as remediation of degraded ecosystem.

*Laboratory experiment result indicated, seagrass called **Gracilaria sp.** have the ability in reducing organic substance as total Nitrogen (N_{Total}) from 1,2 mg / L into 0.4 mg / L in less than 10 hour. The integration of seagrass into pond ecosystem as organic substances phytoremedian of exceeding fish-feed accumulation expected to become an alternative technology for water quality recovery enhancement.*

Keyword : seagrass *Gracilaria sp.*, phytoremediation, brackish water aquaculture.

1. PENDAHULUAN

Fitoremediasi adalah suatu teknologi pemanfaatan tumbuhan untuk mengurangi bahkan menghilangkan kehadiran bahan pencemar didalam tanah dan air. Fitoremediasi menjadi pilihan yang menjanjikan, mengingat tidak membutuhkan biaya yang besar dan secara estetik mendukung upaya penghijauan lingkungan. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi kegiatan pembangunan di badan air, khususnya di perairan tambak, teknologi fitoremediasi dilakukan dengan memanfaatkan tanaman yang memiliki kemampuan *menyimpan atau mengakumulasi* didalam selnya (**fitoekstraksi**) (Black, 1995) dan kemampuan *memetabolisma* (**fitodegradasi**) bahan pencemar untuk kebutuhan energi dan pertumbuhan (Boyajian and Carriera, 1997). Salah satu tanaman yang terpilih sebagai agen fitoremediasi adalah rumput laut ***Gracilaria sp.*** (Gambar-1). Rumput laut ***Gracilaria sp.*** selain daya akumulasinya tinggi terhadap Nitrogen sehingga disebut sebagai "Nitrogen Starved *Gracilaria*" juga mampu memanfaatkan limbah bahan organik sebagai sumber nutrient tersebut untuk kebutuhan energi dan pertumbuhan.

Sebagaimana diketahui bahwa, kegiatan budidaya perikanan, khususnya budidaya tambak udang akan menimbulkan sejumlah besar limbah nitrogen (N) dan posfor (P).

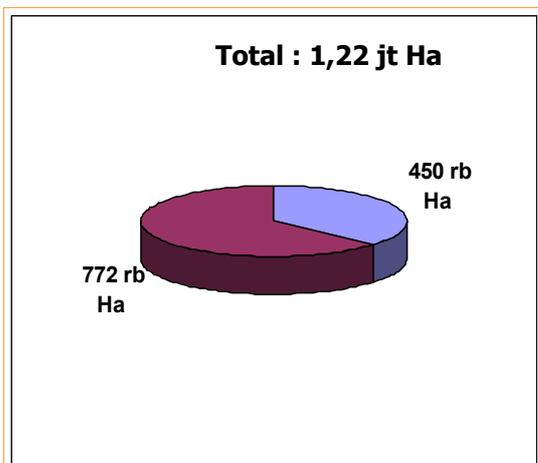
Dengan sifat fitoekstraksi, dinding thalus *Gracilaria* mengasorbir dan menyimpan bahan organik seperti Nitrogen dan Posfor didalam sel-sel thalus (Boyajian and Carriera, 1997). Selanjutnya, limbah bahan organik yang tersimpan pada sel rumput laut, pada saatnya akan didegradasi dengan bantuan fotosintesis sinar matahari akan diasimilasi sehingga terbentuk energi dan sel sebagai refleksi dari pertumbuhan rumpun tanaman rumput laut tersebut (Boyajian and Carriera, 1997; Burken and Schnoor, 1997).

Kawasan pertambakan secara ekologi termasuk kedalam ekosistem peralihan, pertemuan antara perairan tawar dan perairan laut, sehingga disebut juga sebagai daerah peralihan atau ekoton. Di Ekosistem peralihan inilah, berkembang kegiatan budidaya tambak dari yang tradisional, semi intensif dan intensif. Dengan berkembangnya pembangunan, ekosistem tambak yang merupakan bagian dari perairan payau dan perairan pantai sangat berpotensi menjadi tempat penumpukan limbah yang berasal dari kegiatan sepanjang pantai dan kegiatan yang berasal dari sebelah hulu.



Gambar-1. Rumput laut jenis *Gracilaria sp.*

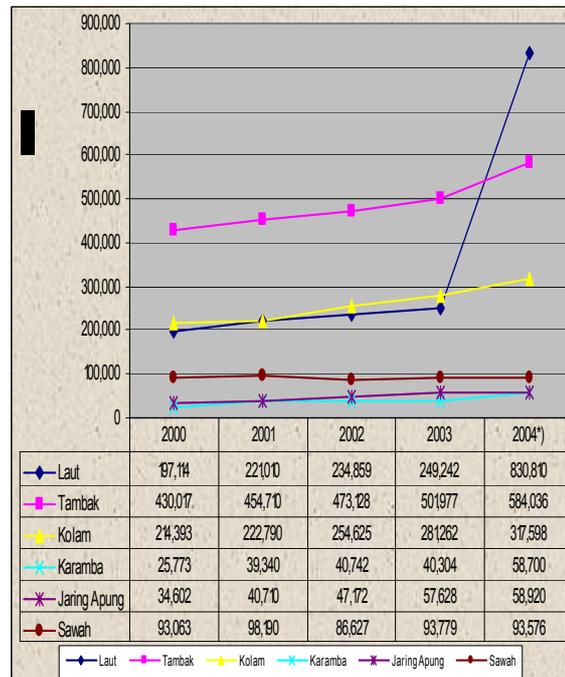
Dengan demikian, akan semakin berat tekanan terhadap lingkungan pertambakan, karena disatu sisi kebutuhan air tambak yang berkualitas dipasok dari air laut dan sungai yang sudah banyak mengalami penurunan kualitas, padahal tambak sendiri secara internal menghasilkan limbah organik yang tinggi yang dapat berakibat buruk terhadap lingkungan tambak budidaya.



Sumber : Kusnendar, 2005

Gambar-2. Potensi Lahan Budidaya Air Payau.

Di dalam Kusnendar disebutkan bahwa tersedia lahan perikanan air payau adalah sekitar 1,22 juta Ha dengan perincian 450-500 ribu Ha tersedia saat ini dan 772 ribu Ha merupakan lahan yang siap dikembangkan (Gambar-2). Dari lahan 450-500 ribu hektar dihasilkan komoditas udang sekitar 500-600 ribu ton (Gambar-3). Dari informasi tersebut, artinya terjadi peningkatan volume produksi seiring dengan pertambahan luas lahan tambak. Ini artinya terjadi pemanfaatan lahan pertambakan luar pulau Jawa semakin meningkat,



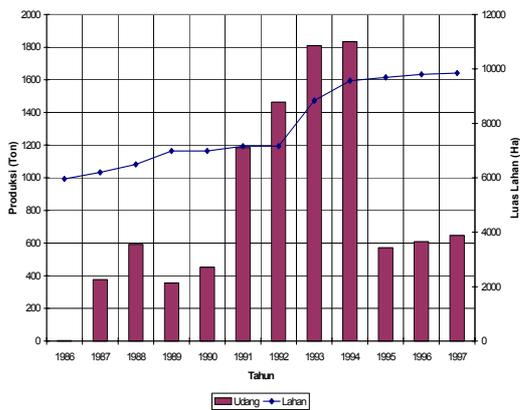
Sumber : Kusnendar, 2005

Gambar-3. Perkembangan Produksi Perikanan.

karena kenyataannya lahan tambak di pantai utara Jawa khususnya sudah sulit dikembangkan, kecuali dilakukan rehabilitasi atau pemulihan kualitas pertambakan yang sudah dibangun beberapa dekade kebelakang.

Sebagai ilustrasi, salah satu daerah penghasil udang adalah Indramayu, pada Gambar-4 tampak terjadi peningkatan luas lahan tambak yang diikuti meningkatnya volume produksi, tetapi kemudian produksi drastis berkurang dengan terjadinya berbagai kegagalan budidaya tambak udang. Akhirnya banyak tambak yang menganggur, tentu perlu dilakukan upaya rehabilitasi atau pemulihan lingkungannya, sehingga petani tambak berani kembali melakukan aktifitas budidaya.

Untuk itulah, kegiatan kajian pemulihan kualitas lingkungan tambak dilakukan oleh Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (P3TL) – BPPT dibawah bidang Teknologi Konservasi dan Pemulihan Kualitas Lingkungan, dengan mengintegrasikan kegiatan budidaya rumput laut *Gracilaria sp.* dan mangrove dalam kegiatan budidaya tambak dengan tujuan memperbaiki kualitas air tambak dari polusi bahan organik yang berasal dari sisa pakan yang terakumulasi di dasar tambak. Rumput Laur *Gracilaria* dipilih (Gambar-1),



Gambar-4. Luas Lahan dan Produksi Udang Kab. Indramayu.

Karena flora ini memiliki kemampuan mengabsorpsi dan memanfaatkan nitrogen dan posfor bahan pencemar bagi pertumbuhannya. Kajian skala laboratorium dan lapang saat ini masih berlangsung bekerjasama dengan Laboratorium Water Pollution, Biotrop.

Sebelumnya, semula, penggalian potensi rumput laut dilakukan karena manfaatnya sebagai sumber bahan baku industri makanan aditif, kosmetik dan obat-obatan dan ini dijadikan salah satu andalan produk perikanan. Rumput laut jenis *Gracilaria* ini tumbuh tersebar di kepulauan Nusantara dan sudah dibudidayakan oleh petani tambak di Utara P Jawa, NTB, NTT, Sulawesi dll. Namun akhir akhir ini, rumput laut telah dilirik oleh para ekolog dan ahli lingkungan sebagai salah satu tanaman alternatif yang dapat digunakan dalam perbaikan lingkungan, karena memiliki kemampuan yang signifikan dalam menyerap nutrient dari lingkungan perairan yang eutrofik. Alasan lain pemanfaatan rumput laut jenis ini adalah kemudahan dalam penanaman dan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan yang cukup baik.

Dari aspek biologi, sebenarnya banyak pilihan flora dan fauna untuk dimanfaatkan baik sebagai biofilter, bioakumulator maupun sebagai agen biomonitoring pencemaran yang terjadi di perairan. Namun karena kemampuan adaptasi terhadap perubahan lingkungan yang sangat menonjol, baik terhadap perbedaan salinitas, cahaya matahari maupun perubahan suhu yang tinggi, maka jenis rumput laut ini menjadi pilihan yang sangat relevan.

2. HABITAT RUMPUT LAUT

2.1 Kualitas Lingkungan

Rumput laut *Gracilaria*, ditemukan tumbuh baik di perairan payau maupun perairan pantai. Lebih dari 16 spesies rumput laut ini, ditemukan dan tumbuh diberbagai belahan dunia, baik di daerah beriklim tropis maupun temperate. Secara alam, berdasarkan habitatnya, beberapa spesies rumput laut *Gracilaria sp* tumbuh pada areal pasang surut, dengan ciri lahan pasir berlumpur, perairan eutropik, temperatur tinggi dan merupakan daerah sedimentasi.

Selain hal tersebut, kondisi salinitas dan penetrasi sinar matahari memiliki peran penting dalam mendukung kehidupan rumput laut dengan baik.

Sebagaimana diketahui, bahwa sinar matahari berfungsi dalam proses fotosintesa dalam sel rumput laut. Kecukupan sinar matahari sangat menentukan kecepatan rumput laut memenuhi kebutuhan nutrien seperti karbon (C), nitrogen (N) dan posfor (P) untuk pertumbuhan dan pembelahan selnya.

Selanjutnya, ternyata temperatur lingkungan berperan penting dalam proses fotosintesa, dimana semakin tinggi intensitas sinar matahari dan semakin optimum kondisi temperatur, maka akan semakin nyata hasil fotosintesanya. Namun kebutuhan kondisi temperatur untuk beberapa jenis rumput laut berbeda satu sama lain, tetapi sebagai gambaran kebutuhan temperatur adalah berkisar antara 20–30 °C. Demikian halnya, salinitas, perubahan yang sangat ekstrim akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan rumput laut. Namun demikian, terdapat beberapa jenis *Gracilaria sp* yang memiliki kemampuan adaptasi yang baik dengan perubahan salinitas antara 17-40 ‰.

Selanjutnya arus air laut di tambak sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan rumput laut, karena berfungsi sebagai pembawa nutrien baru, pendorong pembuangan limbah dan mencegah terjadinya pengendapan.

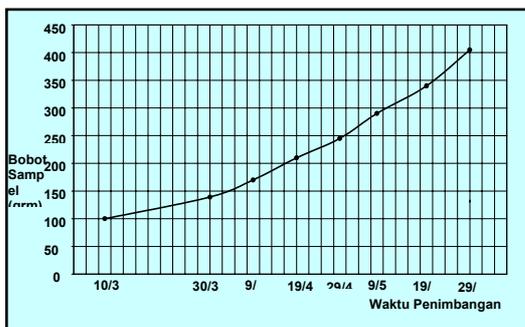
2.2 Pertumbuhan Rumput Laut

Ditinjau dari sisi kualitas lingkungan, dapat disimpulkan, bahwa kondisi yang dibutuhkan rumput laut untuk pertumbuhan adalah hampir sama dengan kondisi lingkungan untuk kehidupan bandeng dan udang, sehingga pemanfaatan rumput laut

baik di kawasan tambak udang maupun tambak bandeng diduga kuat bisa dilakukan. Sebagaimana diketahui bahwa, unsur utama bagi pertumbuhan adalah karbon (C), nitrogen (N) dan posfor (P). Rumput laut mendapat sumber C diperoleh dari karbon dioksida (CO₂) yang sangat banyak terlarut dalam air. Oleh karena itu, meskipun kebutuhannya banyak, tetapi karena persediaan didalam air tidak terbatas, maka yang dipermasalahkan adalah sejauhmana kandungan nitrogen (N) dan posfor (P) di dalam air dapat mencukupi kebutuhan pertumbuhan dan perbanyakkan rumput laut.

Dengan demikian, menanam rumput laut di perairan tambak budidaya dengan kandungan nitrogen yang berlimpah kelebihan pakan, sangat menguntungkan, dimana rumput laut butuh N yang cukup untuk pertumbuhan dan disisi lain *Gracilaria sp* diharapkan dapat mengurangi pencemaran N-organik yang terjadi di ekosistem perairan tambak budidaya. Melimpahnya nutrisi diperairan tambak budidaya terjadi karena adanya akumulasi dekomposisi tanaman, limbah domestik, limbah pertanian dan industri.

Pertumbuhan rumput laut di lokasi kajian di daerah Tegal-Brebes menunjukkan bahwa kondisi substrat sangat menentukan kecepatan pertumbuhan awal rumput laut. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan harian rata-rata masih dibawah 3% (2-3,5%) sebagaimana disajikan pada Gambar -5.

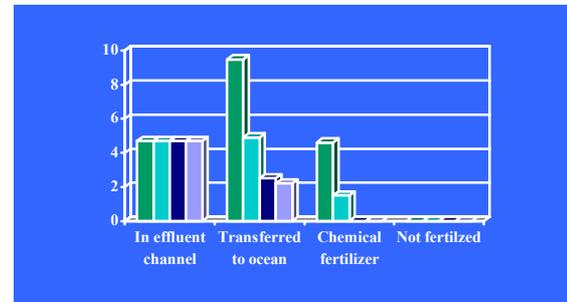


Gambar-5. Laju Pertumbuhan *Gracilaria sp.*

Sedangkan hasil pengujian kemampuan *Gracilaria* dalam memanfaatkan limbah tambak udang, telah dilaporkan oleh Nelson dkk (2002) bahwa *Gracilaria* dapat dikembangkan di tambak udang, khususnya pada kolam pembuangan dengan tingkat pertumbuhan beragam antara 1.8% - 8.8% per hari (Gambar-6). Keragaman pertumbuhan tersebut berkaitan erat dengan

kecukupan nutrisi dan teknik budidaya rumput laut yang digunakan.

Dengan demikian, pertumbuhan rumput laut di tambak kajian masih memerlukan penelaahan lebih lanjut, sehingga hasilnya dapat diminati oleh petani tambak. Namun demikian, pertumbuhan ini sudah mendekati dari laporan Soriano dkk (2002).



Sumber: Nelson dkk (2001)

Gambar-6. Laju Pertumbuhan Rumput Laut dalam berbagai media.

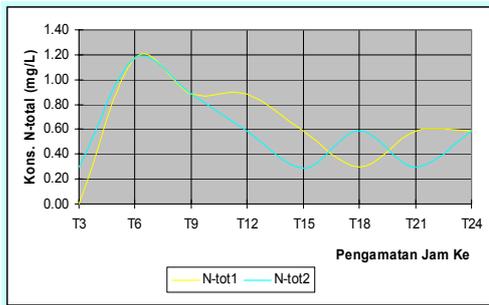
3. FITOREMEDIASI PENCEMAR ORGANIK

Integrasi rumput laut dalam upaya pemulihan kualitas air, akibat pencemaran ekosistem perairan payau, khususnya di perairan budidaya, dapat dilakukan dengan berbagai jenis teknologi, baik dengan teknologi sederhana maupun teknologi yang kompleks. Namun secara biologi, pengolahan limbah dengan memanfaatkan rumput laut spesies tertentu dari jenis *Gracilaria*, dipandang lebih berpeluang, mengingat metoda aplikasi sangat sederhana, daya adaptasi yang tinggi, mudah pemeliharaannya, dan memiliki nilai ekonomis. Dengan menekankan kepada alasan ekonomi, maka diharapkan integrasi rumput laut sebagai biofilter, akan dengan mudah diterima oleh masyarakat.

Dalam beberapa laporan seperti dikemukakan dalam Msuya (2002), bahwa *Gracilaria* memiliki kemampuan dalam menyerap nitrogen (N) dan posfor (P). Salah satu sumber menyebutkan bahwa kemampuan *Gracilaria* dalam menyerap Nitrogen dalam air yang tercemar bahan organik mencapai konsentrasi 0.4 gram N per m² per hari. Bahkan didalam Jones (2002), rumput laut tersebut dengan cepat mampu mereduksi kandungan nutrisi terlarut dalam air buangan tambak budidaya.

Kajian Laboratorium, penyisihan Nitrogen oleh 500 gram rumput laut segar *Gracilaria sp.*, menunjukkan penurunan rata-rata konsentrasi nutrisi N-total dari 1,2 mg/L menjadi 0.4 mg/L

(Gambar-7). Nitrogen tersebut oleh rumput laut akan disimpan didalam selnya dalam Thalus, sebagaimana ditunjukkan oleh laporan Nelson dkk (2002).



Gambar-7. Penyisihan nutrient N-total oleh Rumput Laut

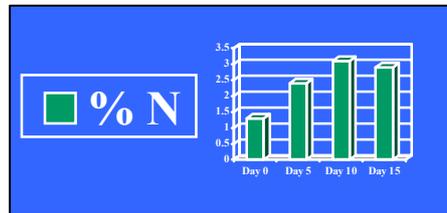
Pada Gambar-8, tampak terjadi peningkatan konsentrasi N dalam thalus dari 1,3 % menjadi 3,1% setelah 10 hari rumput laut ditumbuhkan pada air pembuangan tambak.

Namun hal yang penting dicermati dalam rangka pemanfaatan rumput laut adalah tersedianya kecukupan nutrien yang diindikasikan oleh nilai perbandingan antara C : N yang terkandung dalam rumput laut. Secara tidak langsung, perbandingan C dan N menggambarkan ketersediaan nutrien diperairan yang bersangkutan. Ratio C dan N rumput laut adalah antara 5 dan 40, dimana dengan ratio yang tinggi menunjukkan rendahnya kandungan N dalam air, sebaliknya ratio rendah merupakan kondisi dimana rumput laut mengakumulasi N dalam selnya atau dengan kata lain sebagai indikator, bahwa lingkungan perairan mengandung kadar N yang tinggi.

Oleh karena itu, jenis *Gracilaria* disebut sebagai "Nitrogen starved *Gracilaria*", yang berarti berapapun tersedia N dalam air akan terus diserap dan disimpan di dalam sel, sehingga konsentrasinya menjadi berlipat. Ciri khas ini menunjukkan rumput laut *Gracilaria* memiliki kemampuan yang sesuai untuk dimanfaatkan sebagai tanaman penyaring (**Biofilter**), penyimpan (**Bioakumulator**) dan biomonitoring.

Pemanfaatan *Gracilaria sp* sebagai agen fitoremediasi, tidak terbatas pada pengelolaan pencemaran di kawasan budidaya tambak, tetapi dapat diterapkan dengan memanfaatkan lahan kurang produktif untuk dijadikan salah satu tempat proses pengolahan perairan tercemar, sehingga lahan dimana tanaman agen fitoremediasi tumbuh menjadi lebih produktif dan ekonomis. Selanjutnya integrasi rumput laut

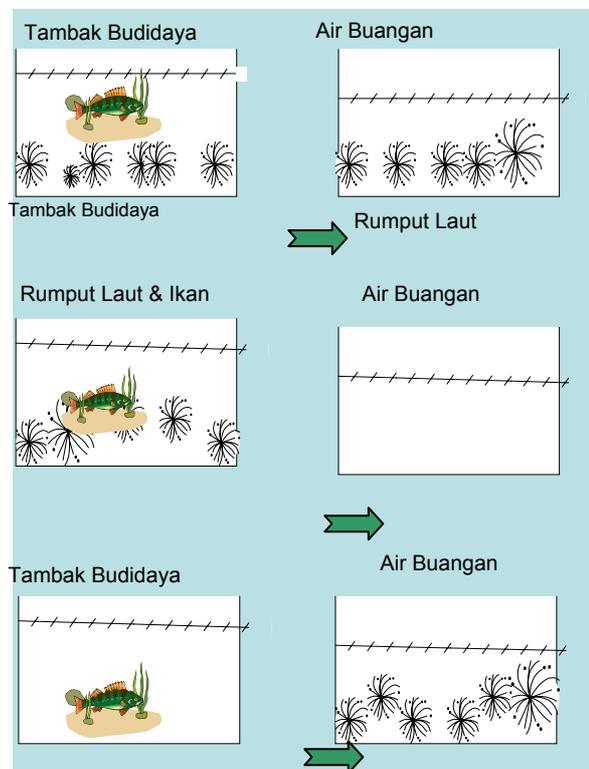
dalam budidaya ikan di sekitar perairan tambak, secara sederhana dapat dilakukan dalam satu kolam, yakni menanam rumput bersama sama dengan ikan yang dibudidayakan. Salah satu gambaran modifikasi system pengolahan perairan budidaya dengan memanfaatkan rumput laut *Gracilaria sp* disajikan pada Gambar-9.



Sumber: Nelson dkk (2001)

Gambar-8. Persen pengikatan Nitrogen pada Thalassia Rumput Laut

Dalam Gambar-9, tambak budidaya yang memanfaatkan air dari sumber air laut yang telah diolah di tambak tandon. Tambak budidaya dengan rumput laut yang diintegrasikan bisa ditanam bersamaan atau berbeda petak dengan fungsi rumput laut sebagai penyisih kelebihan nutrien terlarut. Setelah air buangan tambak melewati petak rumput laut, maka dapat dialirkan kembali ke tambak tandon atau dibuang ke saluran pembuangan dan diteruskan ke laut.



Gambar-9. Pola integrasi Rumput Laut pada tambak budidaya.

4. KESIMPULAN

Dari uraian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa :

1. *Gracilaria sp* dapat digunakan sebagai tanaman fitoremediasi kelebihan bahan organik, karena memiliki kemampuan dalam mengakumulasi bahan tersebut dalam sel (Fitoekstraksi)
2. *Gracilaria sp* sebagai agen fitoremediasi memiliki adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan tambak budidaya.
3. Integrasi rumput laut *Gracilaria sp* merupakan salah satu alternatif dalam melakukan pemulihan kualitas perairan tambak budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dahuri, R. 2002. Pemanfaatan sumberdaya perairan di pesisir bagi pembangunan yang berkelanjutan melalui pengembangan industri budidaya. Prosiding Seminar Nasional Limnologi 2002. ISBN 979-8163-11-7. : 1-22
2. Garno Y S, P Pranoto dan W Komarawidjaja. 1995. Menyelamatkan kehancuran industri budidaya udang dari degradasi ekosistem tambak. Publikasi Ilmiah Menuju Era Teknologi Hijau. Buku 1: Masalah Lingkungan dan Pengelolaannya.. Jakarta. ISBN 979-8465-12-1 : 247-256.
3. Lee T M, Y C Chang and Y H Lin. 1999. Differences in physiological responses between winter and summer *Gracilaria tenuistipitata* to varying temperature. Bot. Bull. Acad. Sin.49 : 93-100.
4. Jones A B, N P Preston and W C Dennison 2003. The efficiency and condition of oysters and macroalgal used as biological filters of shrimp pond effluent. Aquaculture Research 33 : 1-19
5. Jones, A B. 1993. Macroalgal Nutrient Relationships. Department of Botany, Univ. of Queensland. Unpublished.
6. Neori A, Ragg N L C and Shpigel M. 1998. The integrated culture of seaweed, abalone, fish and clams in modular intensive land based system. Aquaculture Eng. 17 : 215-239.
7. Shpigel M, Neori A, Propper D M and Gordin H. 1993. A proposed model for "Environmentally clean" land based culture of fish, bivalves and seaweeds;. Aquaculture 117 : 115-128.
8. Msuya F E and A. Neori. 2002. *Ulva reticulata* and *Gracilaria crassa*: macroalgae that can biofilter effluent from tidal fishponds in Tanzania. Western Indian Ocean J. Mar. Sci. 1 (2) : 117-126.
9. Costanzo S D, M J O'Donohue and W C Dennison. 2000. *Gracilaria edulis* as a biological indicator of pulsed nutrients in oligotrophic waters. J. Phycol. 36 : 680-685
10. Boyd, C. E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. Alabama.
11. Black, H (1995). Absorbing possibilities: Phytoremediation. Environmental Health Perspective. Volume 103, Number 12, December 1995.
12. Boyajian, G. and L. H. Carriera (1997). Phytoremediation: A clean transition from laboratory to marketplace. Nature Biotechnology. Volume 15, February, 1997, p. 127-128.
13. Burken, J.G., and J. L. Schnoor. Uptake and Metabolism of Atrazine by Poplar Trees. Environmental Science and Technology, Volume 31, No. 5. p. 1399 - 1405.
14. Soriano E M, C Morales & W S C Moreira. 2002. Cultivation of *Gracilaria* (Rhodophyta) in shrimp pond effluents in Brazil. Aquaculture Research, Volume 33, Issue 13. p. : 1081
15. Kusnendar, E. 2005. Problem in aquaculture and its solution. Presented at Training Course on Bioremediation. SEAMEO – Biotrop. Bogor.
16. Nelson, S., Glenn E., Moore D., Walsh T. and Fitzsimmons K. 2001. Use of an edible red seaweed to improve effluent from shrimp farms. Environmental Research Laboratory, Univ. Arizona. Tucson. AZ

