

**Estimasi Daya Dukung *Mass Balance* terhadap Efluen Tambak di Desa  
Sebamban Baru Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan**

***Estimation Mass Balance carrying capacity of the effluent pond in the village of  
Sebamban Baru Tanah Bumbu regency of South Kalimantan Province***

Fatmawati<sup>1\*2</sup>, K. Soewardi<sup>1</sup>, T. Kusumastanto<sup>1</sup>, L. Adrianto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Coastal and Marine Resources Study Program, Bogor Agricultural University,  
Lingkar Kampus 1, Darmaga Campus, Bogor City 16680, Indonesia Telp/Fax : 0251-  
8624360

<sup>2</sup>Fisheries faculty Lambung Mangkurat University, Jl. Akhmad Yani km 36  
Banjarbaru 70714, Indonesia Tel./fax : 0511-882124

**Abstract**

*The purpose of this study was to estimate the carrying capacity of coastal waters of the pond effluent. The data required for analysis of mass balance models of carrying capacity is based on the total ammonia-nitrogen (NH<sub>3</sub>-N) concentration in coastal waters. Estimation of carrying capacity with the concept mass balance model using the formula Tchobanoglous (1990) and Predalumpaburt (1996) in Tookwinas (1998) which has been modified by including the formula Widigdo and Pariwono (2001). Carrying capacity of coastal waters of Sebamban Baru Village, Tanah Bumbu Regency maximum pond area calculation may be developed for aquaculture area of 412,583 hectares, this shows that the concentration of ammonia released by the pond has not been an impact on the quality of coastal waters because the existing pond area is new opened an area of 368.542 ha has not exceeded the carrying capacity of the mass balance.*

*Key Words: carrying capacity, effluent, mass balance, shrimp ponds*

**PENDAHULUAN**

Pada awal perkembangannya budidaya di tambak memberikan keuntungan yang sangat besar, karena produksi dan produktivitas lahan yang tinggi serta udang sebagai komoditas ekspor (harga dalam dolar). Sehingga bisnis ini banyak menarik minat para pembudidaya dan pengusaha kecil maupun besar. Berbagai tingkat teknologi budidaya telah diterapkan dari teknologi tradisional sampai super intensif. Salah satu yang perlu mendapat perhatian adalah dampak aliran yang secara periodik dikeluarkan

oleh tambak yang mengandung padatan tersuspensi dan nutrisi (*suspended solids, nutrients*), terutama partikel nitrogen (N), dengan konsentrasi yang tinggi akibat tingginya tingkat buangan (Jackson *et al.* 2003 *diacu dalam* Burford *et al.* 2004). Menurut Tovar *et al.* (2000) ammonium dan padatan tersuspensi yang dikeluarkan tambak merupakan limbah yang sangat berpengaruh terhadap perairan pesisir. Pembuangan sejumlah besar nutrisi dengan konsentrasi tinggi dan padatan tersuspensi secara potensial mempunyai dampak kurang baik terhadap air penerima, termasuk

merangsang *blooming algae* dan meningkatnya kondisi *anoxic* (Naylor *et al.* 1998; Smith *et al.* 1999 *diacu dalam* Burford *et al.* 2004).

Daya dukung suatu kawasan perairan didefinisikan sebagai kemampuan dalam memproduksi biota (ikan/udang) dengan tidak menunjukkan gejala perusakan kualitas air (Widigdo dan Pariwono, 2003). Daya dukung merupakan populasi organisma akuatik yang dapat ditampung oleh suatu kawasan atau volume perairan yang ditentukan tanpa mengalami penurunan mutu (Turner 1988), menurut Krom (1986) daya dukung lingkungan adalah kemampuan suatu ekosistem pesisir untuk menerima sejumlah limbah tertentu sebelum ada indikasi terjadinya kerusakan lingkungan. Daya dukung lingkungan erat kaitannya dengan kapasitas asimilasi lingkungan yang menggambarkan jumlah limbah yang dapat dibuang ke dalam lingkungan tanpa menyebabkan polusi (UNEP 1993).

Pada perkembangan selanjutnya berbagai permasalahan telah muncul dalam budidaya udang di tambak diantaranya: penurunan kualitas lingkungan. Hal ini telah menyebabkan turunnya produktivitas lahan bahkan ada sebagian besar diantaranya sudah tidak berproduksi. Fenomena ini merupakan konsekuensi dari pengembangan kegiatan pertambakan yang hanya berorientasi pada

keuntungan, tidak berwawasan lingkungan dan tidak memperhatikan kaidah-kaidah ekologis. Wilayah pesisir Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan merupakan kawasan yang mempunyai potensi sumberdaya perikanan dan kelautan yang cukup besar dan menjadi andalan sektor perikanan dan kelautan Kabupaten Tanah Bumbu.

Karena itu, berdasarkan permasalahan lingkungan pesisir yang ada di Kabupaten Tanah Bumbu ini maka diperlukan suatu strategi pengelolaan di wilayah pesisir sehingga dapat tercapai pengembangan tambak berkelanjutan, beban limbah yang berasal dari kegiatan budidaya tambak diduga dapat mempengaruhi daya dukung perairan pesisir untuk kegiatan perikanan budidaya yang berkelanjutan. Menurut Stapornvanit (1993) diacu dalam Tookwinas (1998) telah meneliti dampak lingkungan air buangan tambak semi intensif dan intensif di teluk Kung Krabaen. Kegiatan budidaya ini merupakan faktor utama yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas air buangan limbah. Kualitas limbah buangan tambak ini sangat tinggi konsentrasi amoniak dan amoniak tidak terionisasi selama masa panen karena teraduknya sedimen yang berdampak pada kualitas perairan pesisir penerimanya. Sehingga diperlukan estimasi daya dukung perairan pesisir sebagai akibat dari aktivitas aliran

buangan tambak sebagai acuan untuk pengelolaan perairan pesisir dan pertambakan secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengestimasi daya dukung lingkungan perairan pesisir terhadap limbah buangan tambak.

## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi di Desa Sebamban Baru Kalimantan Selatan. penelitian ini dilaksanakan pada bulan Pebruari – Maret 2010. Lokasi penelitian secara administratif berada di Kecamatan Sungai Loban Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan.

Metode penelitian yang dilakukan dalam kajian ini adalah melalui *desk study* dan *field survey*. *Desk study* dilakukan dalam kaitan analisis data dan analisis kajian secara keseluruhan, sedangkan *field survey* dilakukan untuk mengumpulkan data primer yang terkait dengan penelitian. Data sekunder diperoleh dari catatan yang berupa laporan atau arsip hasil-hasil penelitian yang relevan dari lembaga-lembaga atau instansi yang terkait yang meliputi keadaan umum daerah, serta data dan informasi lain yang berhubungan dengan studi ini.

Pengukuran daya dukung ini adalah percobaan yang bertujuan untuk mengetahui Daya dukung berdasarkan

model *mass balance* berdasarkan total ammonia-nitrogen. Untuk melihat dampak lingkungan limbah tambak dan daya dukung perairan pesisir.

Data yang diperlukan untuk analisis daya dukung model *mass balance* ini berdasarkan konsentrasi total ammonia-nitrogen (NH<sub>3</sub>-N), pada perairan pesisir. Estimasi daya dukung dengan konsep model *mass balance* menggunakan formula Tchobanoglous (1990) dan Predalumpaburt (1996) dalam Tookwinas (1998) yang telah dimodifikasi dengan memasukan formula Widigdo dan Pariwono (2001).

Estimasi daya dukung dengan konsep model *mass balance* menggunakan formula (Tchobanoglous 1990 dan Predalumpaburt 1996 dalam Tookwinas 1998) sebagai berikut:

$$CC = \frac{NAL}{AL} \dots\dots\dots 1)$$

dimana :

- CC = Carrying capacity
- NAL = Net Ammonia Loading
- AL = Ammonia Loading

Dari formula yang dikemukakan oleh Tchobanoglous 1990 dan Predalumpaburt 1996 dalam Tookwinas (1998), dilakukan modifikasi dengan merubah perkalian *cross section area* dan kecepatan arus pada perhitungan *ammonia outflow* dan *ammonia inflow* dengan formula Widigdo dan Pariwono (2001) untuk menentukan volume air masuk ke pantai ketika pasang naik

(Vo) dengan perhitungan sebagai berikut :

$$V_o = 0,5h.y \left( 2x - \frac{h}{\text{tg}\theta} \right) \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

- Vo = volume air laut yang tersedia (m<sup>3</sup>).
- h = kisaran pasang surut setempat (m).
- y = lebar area tambak yang sejajar garis pantai (m).
- θ = kemiringan dasar laut (derajat).
- x = jarak dari garis pantai (waktu pasang) hingga lokasi pengambilan air laut (water intake) untuk keperluan tambak (m).

Untuk menentukan volume air tersisa ketika air surut (Vs), dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$V_s = 0,5h.y \left( 2x - \frac{2h-1}{\text{tg}\theta} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Kemudian untuk mendapatkan nilai *Ammonia Outflow* (AO) dan *Ammonia Inflow* (AI) berdasarkan formula hasil modifikasi dilakukan perhitungan berikut ini:

$$AO = \sum_{j=1}^n \frac{V_{sj}.3600.C_j}{1000} \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

- AO = *Ammonia Outflow*
- j = *Low tide level* pada jam ke satu sampai jam ke-n (jam)
- Vsj = *volume air tersisa ketika air surut* (m<sup>3</sup>).
- Cj = *konsentrasi ammonia-nitrogen pada j jam* (mg/l)

$$AI = \sum_{i=1}^n \frac{V_{oi}.3600.C_i}{1000} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

- AI = *Ammonia Inflow*
- i = *High tide level* pada jam ke satu sampai jam ke-n (jam)
- Voi = *volume air laut yang tersedia*

(m<sup>3</sup>).  
Ci = *konsentrasi ammonia-nitrogen pada i jam* (mg/l)

$$MAI = \sum_{im=1}^n \frac{V_{om}.3600.C_{im}}{1000} \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

- MAI = *Max. Ammonia Inflow*
- i<sub>m</sub> = *High tide level pada jam ke satu sampai jam ke-n (jam)*
- Vom = *volume air laut yang tersedia* (m<sup>3</sup>).
- Ci<sub>m</sub> = *konsentrasi ammonia-nitrogen pada level aman 0,3 mg/l (Bakumutu Air untuk biota laut)*

$$AL = \frac{AO - AI}{SA} \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

- AL = *Total Ammonia Loading*
- SA = *Shrimp Farm Area*
- MAO..... = *Maximum ammonia outflow*

$$CC = \frac{MAO - AO}{AL} \dots\dots\dots (8)$$

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya dukung model *mass balance* berdasarkan total *ammonia-nitrogen*, merupakan kajian yang digunakan untuk melihat dampak lingkungan limbah tambak dan daya dukung perairan pesisir di desa Sebamban Baru Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan. Desa Sebamban Baru merupakan salah satu desa yang ada di Kecamatan Sungai Loban, Batas-batas wilayah Desa Sebamban Baru secara administratif meliputi : sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Kusan Hulu, sebelah selatan berbatasan

dengan laut Jawa, sebelah timur berbatasan dengan Desa Trimartani, Desa Indraloka Jaya dan Desa Sebamban Lama sedangkan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Angsana. Secara umum nilai rata-rata parameter kualitas air di Desa Sebamban Baru masih layak atau mendukung untuk dilakukannya kegiatan usaha pertambakan. Hal ini dapat dilihat dari nilai hasil pengukuran kualitas air masih berada pada kisaran baku mutu air untuk biota laut yang ditetapkan oleh Kepmen Negara LH No. 51 tahun 2004. Kondisi kualitas air pada perairan pesisir Desa Sebamban Baru dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Kualitas Perairan Pesisir Desa Sebamban Baru

Parameter	Nilai	Baku mutu
Temperatur (°C)	28,4 – 31,8	alami
pH	6,09 – 8,41	7 – 8,5
Salinitas (‰)	17,43 – 30,8	alami
DO (mg/l)	5,54 – 8,48	>5
NH <sub>3</sub> -N (mg/l)	0,0025- 0,47	0,3

Kriteria penilaian Baku Mutu (Kepmen Negara LH No. 51 tahun 2004)

Dari 5 parameter yang diukur (Tabel 1), temperatur dengan kisaran nilai 28,4 sampai 31,8 °C merupakan kisaran masih termasuk dalam kriteria alami, pH dengan nilai 6,09 sampai 8,41 masih dalam kondisi yang ideal karena masih berada dalam kisaran yang diperbolehkan menurut baku mutu, demikian juga dengan salinitas dan oksigen terlarut masih berada dalam kriteria baku mutu, nilai NH<sub>3</sub>-N berada dalam kisaran 0,0025 sampai 0,47 mg/l

merupakan kisaran nilai dari rendah sampai lebih tinggi dari nilai yang diperbolehkan menurut baku mutu namun hanya pada saat tertentu saja terjadi kenaikan nilai NH<sub>3</sub>-N yang melebihi atau melewati ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut sesuai Kepmen Negara LH No. 51 tahun 2004. Kondisi kualitas perairan ini tidak terlepas dari aktifitas budidaya tambak yang memasukkan dan mengeluarkan air dari tambak dan di alirkan ke sungai yang bermuara ke laut, pada saat pengeluaran air dari tambak yaitu pada saat air mulai surut terjadi kenaikan NH<sub>3</sub>-N dan akan kembali menurun pada saat pasang naik. Parameter kualitas air di lokasi penelitian ini mengindikasikan bahwa perairan di sekitar pertambakan di desa Sebamban Baru dalam kondisi baik sehingga mampu menunjang kegiatan budidaya tambak.

Lokasi penelitian dapat dicapai melalui perkebunan kelapa sawit milik rakyat pada lahan bagian atasnya. Berdasarkan hasil survei lapangan tahun 2010 dan penafsiran citra landsat ETM+ Band 453 tahun 2001 dan tahun 2010, diketahui perubahan luas lahan mangrove dan tambak di Desa Sebamban Baru selama kurun waktu tahun 2001-2010, pada tahun 2001 luas mangrove 482,321 ha dan luas tambak 254,731 ha sedangkan pada tahun 2010 terjadi ekstensifikasi tambak pada lokasi penelitian sehingga

luas lahan mangrove menurun menjadi 346,814 ha dan luas tambak meningkat menjadi 368,542 ha. Perubahan luas lahan akibat pemanfaatan untuk pembangunan tambak pada lahan mangrove dari tahun 2001-2010 menyebabkan jumlah mangrove menurun seluas 135,507 ha dan terjadi peningkatan tambak seluas jumlah penurunan luas mangrove.

Menurut data DKP Kabupaten Tanah Bumbu tahun 2009 panjang garis pantai Desa Sebamban Baru sepanjang 5 km. Dari garis pantai lebar mangrove ke arah daratan bervariasi lebarnya, maksimal dengan lebar 651 m dan yang terendah dengan lebar 35 m, sedangkan pada garis sempadan sungai ke arah daratan bervariasi dari yang paling tebal dengan lebar 1 km, 34 m sampai lokasi dipinggir sungai yang tidak ada mangrove sama sekali dengan panjang sungai 12,03753 km (pembacaan citra Landsat 2010).

Hasil perhitungan  $V_o$ ,  $V_s$ , *Ammonia outflow*, *Ammonia inflow*, maksimum *ammonia inflow* dan daya dukung *Mass balance* pada Tabel 2, 3 dan 4 berikut ini:

Tabel 2. Total *Ammonia Outflow* (AO) dalam satu hari di perairan pesisir Desa Sebamban Baru

Waktu	$V_{sj}$ (m/s)	NH3-N (mg/l) $C_j$ (mg/l)	3,6.( $V_{sj}.C_j$ )
22.00	375096,5	0,075	101276,1
23.00	457402,4	0,095	156431,6
24.00	740490,7	0,132	351881,2
01.00	1171107	0,14	590238,1
02.00	1501555	0,36	1946015
03.00	1736981	0,38	2376190
04.00	1897492	0,24	1639433
05.00	2012779	0,4	2898402

06.00	2132296	0,47	3607844
07.00	2321017	0,34	2840925
08.00	2633998	0,18	1706831
09.00	3354636	0,27	3260706
10.00	3564102	0,18	2309538
11.00	3984363	0,11	1577808
12.00	4206161	0,13	1968484
13.00	3797531	0,162	2214720
Total <i>Ammonia Outflow</i> (AO)			29546723

Tabel 3. Total *Ammonia inflow* (AI) Dalam satu hari di perairan Pesisir Desa Sebamban Baru

Waktu	$V_{oi}$ (m/s)	NH3-N (mg/l) $C_i$ (mg/l)	3,6*( $V_{oi}.C_i$ )
14.00	341694,8	0,0025	3075,253
15.00	2364494	0,0034	28941,41
16.00	5403792	0,0041	79759,96
17.00	8698178	0,0095	297477,7
18.00	11751088	0,0062	262284,3
19.00	14063111	0,0063	318951,3
20.00	15265494	0,0066	362708,1
21.00	15250368	0,0073	400779,7
Total <i>Ammonia Inflow</i> (AI)			1753978

Tabel 4. Maksimum *Ammonia inflow* (MAI) dalam satu hari diperairan pesisir Desa Sebamban Baru

Waktu	$V_{om}$ (m/s)	NH3-N (mg/l) $C_{im}$ (mg/l)*	3,6*( $V_{om}.C_{im}$ )
14.00	341694,8	0,3	369030,4
15.00	2364494	0,3	2553654
16.00	5403792	0,3	5836095
17.00	8698178	0,3	9394033
18.00	11751088	0,3	12691175
19.00	14063111	0,3	15188159
20.00	15265494	0,3	16486734
21.00	15250368	0,3	16470398
Maksimum <i>Ammonia inflow</i> (MAI)			78989278

\*) Konsentrasi ammonia-nitrogen pada level aman 0.3 mg/l (Kepmen Negara LH No. 51 tahun 2004)

Tabel 5 menggambarkan tabulasi data hasil perhitungan daya dukung *mass balance* di Desa Sebamban Baru Kecamatan Sungai Loban.

Tabel 5. Data hasil perhitungan daya dukung lingkungan pertambakan Desa Sebamban Baru Kecamatan Sungai Loban.

No	Parameter	Satuan	Nilai	Sumber
1	Total <i>Ammonia Outflow</i> (AO)	Kg/hr	29546722,96	Perhitungan
2	Total <i>Ammonia inflow</i> (AI)	Kg/hr	1753977,788	Perhitungan
3	shrimp farm area (Citra landsat 2010)	ha	368,542	Citra landsat
4	Maksimum	Kg/hr	78989278,05	Per-

	Ammonia inflow (MAI)			hitungan
5	Removal rate R=AO/AI	Kg/hr	16,84555139	Perhitungan
6	Maksimum Ammonia Outflow MAO=R.MAI	Kg/hr	1330617943	Perhitungan
7	Total Ammonia loading AL=AO-AI/SA	Kg/ha/hr	29541963,73	Perhitungan
8	Carrying capacity CC=MAO-AO/AL	ha	44,041	Perhitungan
9	Maksimum potensi tambak yang boleh dibuka (44,041+368.542 ha)	ha	412,583	Perhitungan

Sumber: Data diolah (2010)

Menurut Purnomo (1992) daya dukung lingkungan itu merupakan nilai kualitas lingkungan yang ditimbulkan oleh interaksi dari semua unsur atau komponen dalam kesatuan ekosistem. Berdasarkan hasil perhitungan luas potensi tambak yang boleh dikembangkan maksimal seluas 412,583 ha. Merupakan batas daya dukung yang boleh dibuka pada lokasi penelitian dan hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi amoniak yang dikeluarkan oleh tambak belum memberikan pengaruh terhadap kualitas perairan pesisir karena pada lokasi penelitian tidak menggunakan pakan sebagai sumber penyumbang  $\text{NH}_3\text{-N}$  pada perairan lingkungan pesisir sebab menurut Mc Donald *et al.* (1996) dalam budidaya perikanan secara komersial 30% dari total pakan yang diberikan tidak dikonsumsi oleh ikan dan sekitar 25-30% dari pakan yang dikonsumsi tersebut akan diekskresikan. Pada lokasi penelitian input tambak tidak

menggunakan pakan komersil hanya menggunakan pupuk untuk menumbuhkan pakan alami sehingga untuk operasional tambak eksisting saat ini seluas 368,542 ha belum menimbulkan dampak negatif terhadap perairan pesisir yang ada disekitarnya namun perlu kehati-hatian dalam ekstensifikasi beberapa tahun ke depan karena berdasarkan pembacaan peta citra landsat dalam kurun waktu tahun 2001- 2010 rata-rata pertahunnya terjadi peningkatan luasan tambak sebesar 13,55 pertahun sementara berdasarkan perhitungan *carrying capacity* hanya boleh diperluas maksimal sebesar 44,014 ha ditambah luas eksisting hanya sekitar tiga kali luas rata-rata perluasan tambak pertahun yang berarti bila dua atau tiga tahun berikutnya diperluas sebesar rata-rata yang ada sudah dalam ambang batas maksimum daya dukung yang diperbolehkan. Akan timbul dampak negatif apabila luas lahan yang dibuka di wilayah ini lebih dari 412,583 ha, atau apabila terjadi peningkatan teknologi budidaya tambak menjadi semi intensif dan intensif yang memberikan sumbangan amoniak dari input pakan akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan perairan sekitarnya, dalam penelitian ini memperlihatkan bahwa kualitas air masih mendukung untuk dilaksanakannya budidaya tambak yang mengeluarkan limbah ke pesisir karena pengeluaran limbah

amoniak masih berada dalam batas limit untuk luasan yang ada.

## KESIMPULAN

Daya dukung perairan pesisir Desa Sebamban Baru Kabupaten Tanah Bumbu berdasarkan perhitungan luas potensi tambak mass balance yang boleh dikembangkan untuk pertambakan seluas 412,583 ha, dan hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi amoniak yang dikeluarkan oleh tambak belum memberikan pengaruh terhadap kualitas perairan pesisir karena luasan tambak yang ada saat ini baru dibuka seluas 368,542 ha. Bila tambak yang dibuka melebihi nilai luasan berdasarkan daya dukung ini akan timbul dampak negatif terhadap perairan pesisir dan tambak itu sendiri sehingga perlu kehati-hatian dalam mengembangkan tambak di wilayah ini agar tidak melebihi daya dukung.

## SARAN

Perlu dilakukan penelitian estimasi daya dukung dengan penggunaan pendekatan metode lain selain dengan pendekatan  $\text{NH}_3\text{-N}$  untuk mendapatkan hasil daya dukung maksimal, mengingat banyak parameter lainnya yang bisa digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Burford, M.A. and Lorenzen K. 2004. Modeling Nitrogen Dynamics In Intensive Shrimp Ponds: The Role Of Sediment Remineralization. *Aquaculture* 229 (2004) 129–145.
- [DKP] Dinas Kelautan dan Perikanan Pemerintah Tanah Bumbu. 2009. Laporan Potensi Wilayah Pesisir Di Kabupaten Tanah Bumbu (Keadaan Triwulan I-Januari s/d Maret 2009).
- Poernomo, A. 1992. *Pemilihan Lokasi Tambak Udang Berwawasan Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian-United State Agency for International Development Fisheries Research and Development Project. Jakarta.
- Tookwinas. S. 1998. The Environmental Impact of Marine Shrimp Farming Effluents and Carrying capacity Estimation at Kung Krabaen Bay, Eastern Thailand. *Asian Fisheries Science* 11 (1998):303-316.
- Krom, M.D. 1986. An evaluation of Concept of assimilative capacity as applied to marine water. *Ambio*.XV(4): 208-214.
- Mc Donald, M.E. Tikkanen, C.A. Axler, R.P. Larsen, C.P. and G. Host.1996. Fish simulation culture model ( FIS-C): a Bioenergetics based model for aquaculture wasteload application. *Aquaculture engineering*, 15 (4) : 243 – 259.
- Tovar A, Moreno C., Nuel-Vez M. P. M And Garciãa-Varga M. 2000. Environmental Impacts Of Intensive Aquaculture In Marine Waters. *Wat. Res.* Vol. 34, No. 1, pp. 334-342.



- Turner, G.E., 1988. Codes of Marine and manual of procedures for consideration on introductions and transfer of marine and freshwater organism, EIFA/CECPI, Occasional paper No. 23.
- United National Environment Programme (UNEP), 1993. Training Manual on Assesment of Quantity and Type of Land-Based Pollution Discharges Into the Marine and Coastal Environment. RUC/EAS Technical Report Series No 1.
- Widigdo B dan Pariwono. 2003. Daya dukung Pantai Utara Jawa Barat untuk budidaya udang (Studi Kasus di Kabupaten Subang, Teluk Jakarta dan Serang), *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 1, 10-17p.
- Widigdo. B. 2001. Rumusan Kriteria Ekobiologis dalam Menentukan Potensi Alami Kawasan pesisir untuk Budidaya Tambak. Panduan Mata Kuliah PS-SPL. IPB (tidak dipublikasikan).