

Studi Ekosistem Teluk Ekas Melalui Pendekatan Keseimbangan Masa

Elis Indrayanti

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang

Abstrak

Teluk Ekas merupakan teluk semi tertutup di bagian selatan Pulau Lombok dan berhadapan langsung dengan Samudera Indonesia. Potret ekosistem Teluk Ekas dibangun melalui model trofik Teluk Ekas (1999 – 2000) dengan menggunakan software *Ecopath with Ecosim* versi 5.0 Beta. Ekosistem Teluk Ekas (1999–2000) terdiri atas 18 functional group meliputi 7 grup ikan, 6 grup invertebrata, 2 grup produsen primer, lumba-lumba, karang dan detritus yang terdistribusi dalam 4 trophic level dengan lumba-lumba sebagai pemangsa tertinggi. Ekosistem Teluk Ekas (1999–2000) masih berada dalam tahap perkembangan dengan rasio produksi / respirasi (P_p/R) adalah 2,034 dan produksi / biomasa (P/B) adalah 5.4 per tahun.

Kata kunci : Teluk Ekas, potret ekosistem, *Ecopath with Ecosim*

Abstract

Teluk Ekas is a semi-enclosed bay on the south of Lombok island and is connected to the Indian Ocean.. Snapshot of Ekas Bay (1999 – 2000) was constructed by *Ecopath with Ecosystem 5.0 Beta* software. The Ekas Bay ecosystem spans over more than four trophics level and dolphin being the top predator. The trophic model consist of 18 functional groups i.e. 7 fish groups, 6 invertebrata groups, 2 primary producers, coral, dolphin and detritus. Result indicates that ratio between total production and total respiration (P_p/R) is 2.034 and ratio between production and biomass (P/B) is 5,4. Result suggests that the Ekas Bay to be on development stage.

Key words : Ekas Bay, ecosystem snapshot, *Ecopath with Ecosim*

Pendahuluan

Sebagian besar masyarakat Teluk Ekas adalah nelayan yang memanfaatkan teluk ini sebagai sumber mata pencaharian. Kondisi sosial ekonomi yang tergolong masih rendah dan teknologi yang masih tradisional menyebabkan akses dan mobilitas nelayan sangat terbatas sehingga nelayan hanya mampu beroperasi di kawasan Teluk yang merupakan wilayah padat tangkap (Nazam, 2003).

Kondisi suatu sumber daya tertentu yang terdapat pada suatu ekosistem alami seperti laut akan bervariasi dari tahun ke tahun karena adanya pengaruh biotik dan abiotik serta pengaruh antar spesies yang terdapat dalam ekosistem tersebut. Oleh karena itu potret ekosistem dibangun untuk menggambarkan dan mengetahui struktur dari komponen-komponen sumber daya yang terdapat dalam ekosistem Teluk Ekas (1999–2000). Pemilihan periode ini didasarkan pada dugaan bahwa masih banyak aktivitas *madak* yaitu penangkapan ikan dan kerang dengan menggunakan bahan beracun pada

saat air surut dan pengeboman yang sulit diawasi (Anonim, 2000).

Pendekatan *Ecopath with Ecosim* dapat digunakan sebagai alat untuk melakukan studi daya dukung khususnya untuk menganalisa keseimbangan masa trofik dari komponen-komponen suatu ekosistem (dengan *Ecopath*) dan selanjutnya memodelkan biomasa komponen-komponen ekosistem tersebut terhadap waktu (dengan *Ecosim*) sehingga akan diperoleh informasi tentang transfer biomasa dalam ekosistem, dimana informasi dasar ini dapat digunakan sebagai masukan dalam penentuan kebijakan manajemen perikanan (Pauly, 2004). Metode ini didasarkan pada prinsip keseimbangan biomasa yang mengasumsikan bahwa terdapat suatu keseimbangan antara produksi dan mortalitas dalam suatu ekosistem (Christensen and Pauly, 1992).

Dengan mengetahui komponen-komponen yang menjadi bagian dari suatu ekosistem maka dapat diperkirakan kebutuhan makanan mereka dari rantai

makanan yang ada dalam ekosistem. Hasil estimasi selanjutnya digambarkan dalam suatu potret keseimbangan masa statis beserta interaksinya yang dinyatakan dengan kotak-kotak biomasa yang saling berhubungan (Pauly, 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keseimbangan masa statis dari komponen-komponen ekosistem Teluk Ekas.

Materi dan Metode

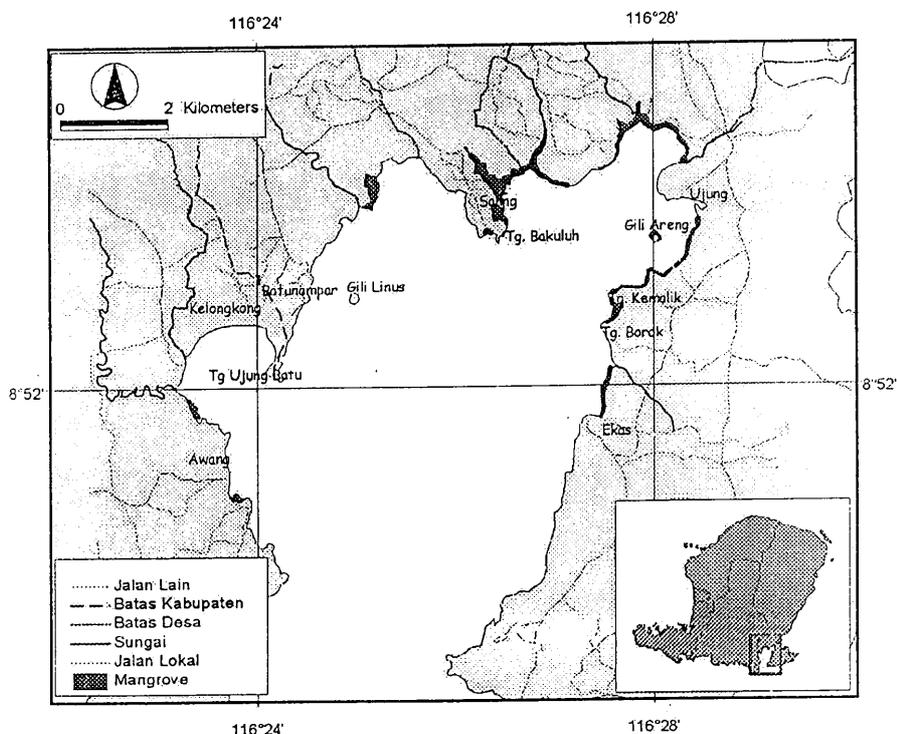
Lokasi penelitian adalah perairan Teluk Ekas yang terletak di bagian selatan Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat tepatnya pada 08°52'LS dan 116°24'BT dengan luas 5.312,68 ha (Gambar 1).

Data untuk input model *Ecopath* diperoleh dari beberapa sumber sebagai berikut : Dinas Perikanan dan Kelautan Lombok Timur, Universitas Mataram, Departemen Perikanan dan Kelautan RI, www.fishbase.org, Studi literatur dan informasi nelayan Teluk Ekas.

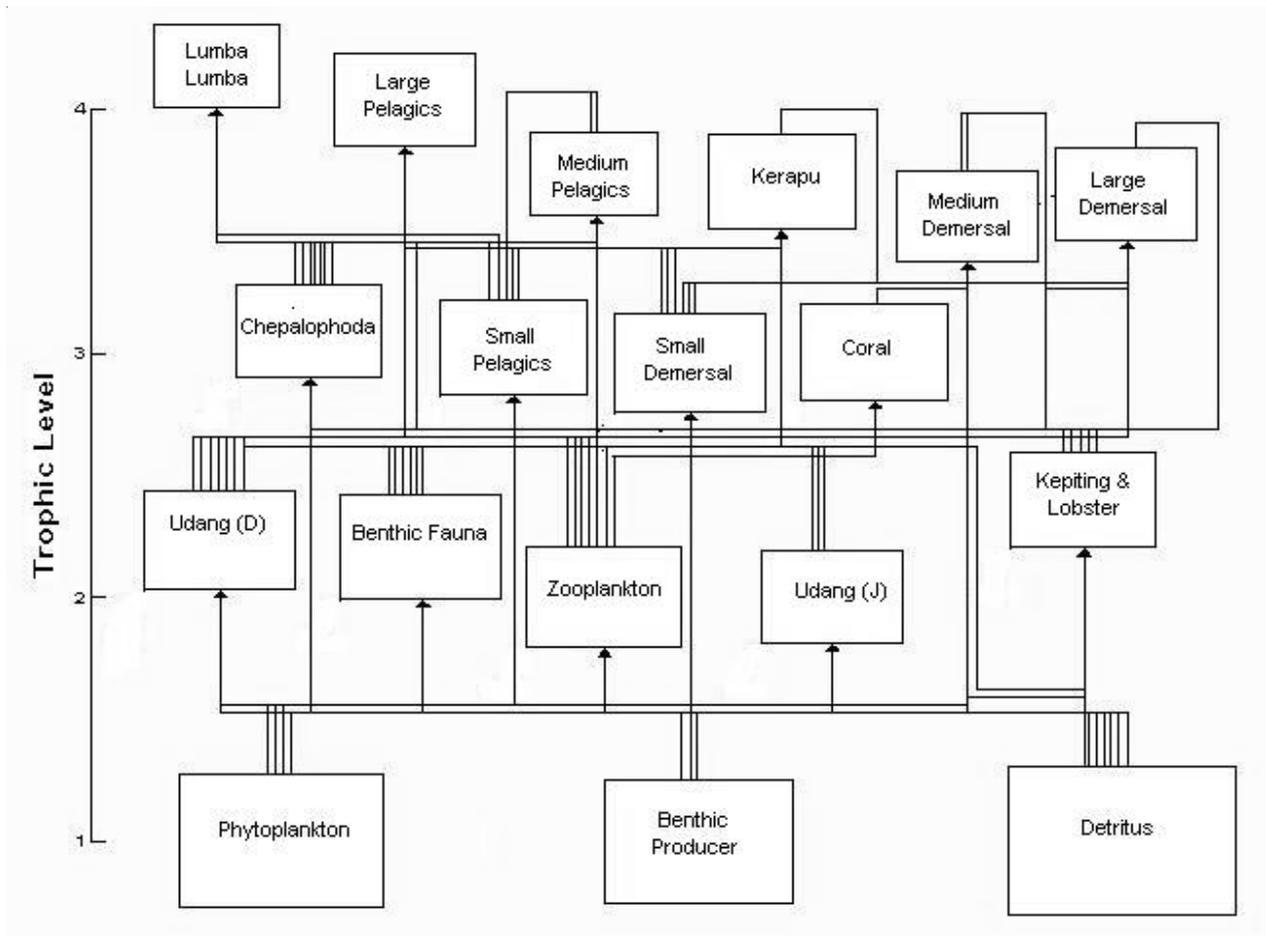
Data dikelompokkan dalam *functional group* berdasar pada kesamaan habitat, ukuran tubuh, angka pertumbuhan dan kematian, dan komposisi makanan (Christensen and Pauly, 1992). Informasi yang diperlukan khususnya untuk menyusun matriks komposisi diet dapat diperoleh dari www.fishbase.org.

Untuk grup ikan dikelompokkan berdasarkan habitat (pelagis dan demersal) dan ukuran tubuh dimana ikan dengan panjang maksimum rata-rata kurang dari 40 cm dikategorikan kecil, 40 – 60 cm dikategorikan sedang dan lebih dari 60 cm dikategorikan besar (Buchary, 1999). Beberapa grup yang mempunyai kontribusi terhadap ekosistem Teluk Ekas dikelompokkan tersendiri.

Untuk memenuhi realita ekologi dan biologi maka model *Ecopath* paling sedikit harus memiliki 12 *functional group* (Christensen, 1996) dan software *Ecopath* dapat memuat sampai dengan 50 *functional group* (Christensen, 1992). Komponen-komponen ekosistem Teluk Ekas dikelompokkan menjadi 18 *functional group* yaitu (1) detritus, (2) fitoplankton, (3) *benthic producer* terdiri atas : lamun (*Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Syringodium isoetifolium* *Halophylla ovalis*) dan rumput laut (*Euchema cottoni*, *Gracilaria sp*), (4) zooplankton, (5) Coral (karang), (6) *benthic fauna* terdiri atas : bintang laut (*Prororeaster nodusus*), teripang (*Euepta godeffroyi*), bivalve, gastropoda] (7) kepiting dan lobster, (8) Udang juvenil, (9) Udang dewasa, (10) Cephalopoda terdiri atas : *Loligo sp*, *Sepia sp*, (11) *small pelagics* terdiri atas : kembung (*Rastrelliger kanugarta*), selar (*Selaroides leptolepis*), teri (*Stolephorus commersonii*), tembang (*Sardinella fimbriata*), (12) *medium pelagics* terdiri atas : julung-



Gambar 1. Lokasi Penelitian, Teluk Ekas, Nusa Tenggara Barat



Gambar 2. Potret Ekosistem Teluk Ekas tahun 1999-2000 (Biomasa (B) = t.km². Aliran-aliran yang meninggalkan kotak menggambarkan konsumsi oleh grup lain).

julung (*Hemirampus far*), layang (*Decapterus nuselii*), (13) *large pelagics* terdiri atas : cakalang (*Katsuwonus pelamis*), tongkol (*Euthynnus attinis*), tenggiri (*Scomberomerus spp*), kuwe (*Caranx melampygus*), layur (*Trichiurus lepturus*), gulamah (*Otolithoides pama*), hiu (*Charcharhinus limbatus*), cendro (*Tylosurus crocodiles*), (14) *small demersal* terdiri atas : kurisi (*Nemipterus bathybius*), marlin (*Nemipterus nematopus*), biji angka (*Upeneus vittatus*), (15) *medium demersal* terdiri atas : gerot-gerot (*Pomadourys maculatus*), baronang (*Siganus guttatus*) ekor kuning (*Caesio sp*), (16) Kerapu (*Epinephelus sp*), (17) *large demersal* terdiri atas : lencam (*Lethrinus nebulosus*), kakap (*Lutjanus altifrontalis*), (18) lumba-lumba.

Untuk menggambarkan ekosistem dan mengetahui keseimbangan masa pada perairan Teluk Ekas digunakan model *Ecopath*, dimana model ini didasarkan pada persamaan sebagai berikut :

Produksi (i) - pemangsaan pada (i) - kehilangan non-pemangsaan pada

$$(i) - ekspor (i) = 0 \dots\dots\dots (1.1)$$

Dengan menggunakan notasi, persamaan (1.1) dapat ditulis kembali menjadi :

$$P_i = Y_i + B_i M_i + E_i + P_i(1 - EE_i) \dots\dots\dots (1.2)$$

dimana i = indeks spesies (mangsa), P_i = total produksi i, Y = total tangkapan i, M_i = laju mortalitas pemangsaan untuk grup i, B = biomasa grup i, E = laju migrasi bersih (emigrasi-imigrasi), EE_i = Ecotrophic Efficiency i.

Selanjutnya persamaan (1.2) dapat dinyatakan menjadi (Christensen and Pauly, 1992) :

$$B_i PB_i - \sum_j B_j QB_j DC_{ji} - PB_i B_i (1 - EE_i) - EX_i = 0 \dots\dots\dots (1.3)$$

atau

$$B_i PB_i EE_i - \sum_j B_j QB_j DC_{ji} - EX_i = 0 \dots\dots\dots (1.4)$$

Berdasarkan persamaan (1.4) untuk suatu sistem dengan n grup maka secara eksplisit dapat dituliskan dalam n persamaan linear sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &B_1PB_1EE_1 - B_1QB_1DC_{11} - B_2QB_2DC_{21} - \dots - B_nQB_nDC_{n1} - EX_1 = 0 \\
 &B_2PB_2EE_2 - B_1QB_1DC_{12} - B_2QB_2DC_{22} - \dots - B_nQB_nDC_{n2} - EX_2 = 0 \\
 &\vdots \\
 &B_nPB_nEE_n - B_1QB_1DC_{1n} - B_2QB_2DC_{2n} - \dots - B_nQB_nDC_{nn} - EX_n = 0 \quad \dots\dots(1.5)
 \end{aligned}$$

Persamaan (1.5) dapat dinyatakan :

$$\begin{aligned}
 &a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1m}X_m = Q_1 \\
 &a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2m}X_m = Q_2 \\
 &\vdots \\
 &a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{nm}X_m = Q_n \quad \dots\dots\dots(1.6)
 \end{aligned}$$

dengan n adalah jumlah persamaan dan m adalah jumlah yang tidak diketahui.

Persamaan (1.6) dinyatakan dalam notasi matriks sebagai berikut :

$$[A]_{n,m} * [X]_m = [Q]_n$$

Apabila kita mengetahui invers dari matriks A (A^{-1}) maka :

$$[X]_m = [A^{-1}]_{n,m} * [Q]_n$$

Seperti telah dijelaskan bahwa *Ecopath* tersusun atas beberapa persamaan linear dan selanjutnya *Ecopath* akan menyelesaikan atau memecahkan satu dari empat parameter utama untuk setiap *functional group*. Parameter tersebut adalah : Biomasa (B), Rasio produksi/biomasa (P/B), Rasio konsumsi/biomasa (Q/B), *Ecotrophic efficiency* (EE).

Hasil dan Pembahasan

Hasil *Ecopath* menunjukkan bahwa ekosistem Teluk Ekas (1999–2000) terdiri atas 18 *functional group* yang terdistribusi dalam kisaran *trophic level* 1 sampai 4,18 dimana lumba-lumba merupakan pemangsa tertinggi Tabel 1 dan Gambar 1). Delapan grup *trophic level* rendah (< 2.5) terdiri atas phytoplankton, benthic producer, detritus, zooplankton, udang, benthic fauna, kepiting dan lobster; lima grup yaitu chepalophoda, small demersal, Coral dan small demersal berada pada *trophic level* menengah (2.5 – 3.5) dan 6 *trophic level* tinggi (> 3.5) yaitu medium pelagics, medium demersal, large pelagics, large demersal, kerapu dan lumba-lumba. Semakin banyak jumlah grup dalam *trophic level* yang sama menunjukkan persaingan dalam mendapatkan sumber makanan semakin kuat.

Perkembangan ekosistem atau suksesi ekologi adalah pergantian komunitas di suatu tempat secara perlahan-lahan dan dapat diduga yang disebabkan modifikasi lingkungan oleh aktivitas organisme (Nybbaken, 1988). Menurut Odum (1998) dalam perkembangannya ekosistem terbagi dalam dua tahap yaitu tahap perkembangan dan tahap matang (*mature*). Suatu ekosistem dikategorikan matang apabila terjadi peningkatan dalam pertumbuhan dan perkembangan dimana pertumbuhan diukur dengan menghitung jumlah semua aliran yang masuk dalam ekosistem (Ulanowicz, 1986).

Rasio antara total produksi primer dan total respirasi (P_p/R) merupakan indeks yang sangat baik untuk menyatakan kematangan suatu ekosistem

Tabel 1. Parameter input dan output model *Ecopath* Teluk Ekas (1999 – 2000)

No	Functional Group	Trophic Level	Biomasa (t/ km ²)	P/B (/thn)	Q/B (/thn)	EE
1	Phytoplankton	(1,00)	3,798	(13,002)		0,95
2	Benthic producer	(1,00)	2,718	11,885 ^a		0,003
3	Zooplankton	(2,00)	(0,271)	38 ^b	180 ^b	0,5
4	Coral	(3,00)	0,04 ^d	(1,057)	4,48 ^d	0,95
5	Benthic fauna	(2,21)	(0,293)	6,57 ^b	27,4 ^b	0,537
6	Kepiting dan Lobster	(2,40)	0,051	4 ^b	21,9 ^b	(0,932)
7	Udang (juvenile)	(2,00)	(0,03)	13 ^b	70 ^b	0,95
8	Udang (dewasa)	(2,23)	(0,082)	5 ^b	28,945 ^b	0,95
9	Chepalopoda	(3,09)	0,059	4,865 ^b	20,138 ^b	0,95
10	Small pelagics	(3,02)	0,105	2,185	17,944	(0,973)
11	Medium pelagics	(3,73)	0,01	1,609	11,169	(0,951)
12	Large pelagics	(4,03)	0,015	0,739	6,532	(0,000)
13	Small demersal	(2,96)	0,124	5,171	14,189	(0,553)
14	Medium demersal	(3,56)	0,015	1,317	10,971	(0,232)
15	Kerapu	(3,70)	0,041	0,6	6,937	(0,041)
16	Large demersal	(3,65)	0,035	0,6	5,699	(0,105)
17	Lumba-lumba	(4,18)	0,005 ^c	0,045 ^c	12,64 ^c	(0,000)
18	Detritus	(1,00)	10,5 ^e			0,242

dimana rasio akan mendekati nilai 1 untuk ekosistem yang matang (Odum, 1971). Dengan kata lain dalam ekosistem yang matang maka energi yang diikat oleh sistem cenderung diimbangi oleh energi yang digunakan dalam sistem itu sendiri. Dari hasil perhitungan *Ecopath* rasio P_p/R adalah 2,034. Selain rasio (P_p/R) maka rasio dari total produksi dan total biomasa (P/B) juga dapat digunakan sebagai indeks dimana untuk Teluk Ekas adalah 5.4 per tahun. Menurut Christensen and Pauly (1993) dengan rasio $P/B = 5.4$ per tahun maka ekosistem Teluk Ekas dikategorikan pada level menengah untuk kematangan suatu ekosistem

Kesimpulan

Ekosistem Teluk Ekas (tahun 1999 - 2000) terdiri atas 18 *functional group* yaitu dari 7 grup ikan, 6 grup invertebrata, 2 grup produsen primer, phytoplankton, lumba-lumba, karang dan detritus yang terdistribusi dari *trophic level* terendah (1) sampai tertinggi (4.18) dimana lumba-lumba menjadi pemangsa tertinggi. Ekosistem Teluk Ekas (1999-2000) masih berada dalam tahap perkembangan dengan nilai produksi/respirasi (P_p/R) adalah 2,034 dan nilai produksi/biomasa (P/B) adalah 5,4.

Penelitian ini merupakan studi awal dimana hasil yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai input untuk mengkaji sejauh mana dampak aktivitas *madak* terhadap struktur ekosistem perairan Teluk Ekas.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Safwan Hadi, Ph.D dan Ibu Ivonne M. Radjawane, Ph.D atas bimbingan dan sarannya. Dr. Agus Supangat, DEA dan Dr. Tony Wagey dari BRKP DKP-RI atas bantuan dan diskusinya.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2000. Universitas Mataram dan DKP : Studi penilaian sumberdaya dan ekologi di kecamatan Keruak, kabupaten Lombok Timur.
- Buchary, E.A. 1999. *Evaluating The Effect of The 1980 Trawl Ban in The Java Sea, Indonesia : An Ecosystem-Based Approach*, Tesis Magister, University of British Columbia, 16 - 17.
- Buchary, E.A., Alder, J., Nurhakim, S., Wagey, T. 2002. The use of ecosystem-based modelling to investigate multi-species management strategies for capture fisheries in the Bali Strait, Indonesia, *Fisheries Centre Research Reports* 10, 24-37.
- Cheung, W.L., Watson, R., Pitcher, T. 2002. Policy simulation of Fisheries in the Hongkong marine ecosystem, *Fisheries Centre Research Reports* 10, 46-53.
- Christensen, V., Pauly, D. 1992. A guide to the ECOPATH II software system (version 2.1). ICLARM Software 6. 72 p.
- Christensen, V., Pauly, D., (1993), Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conf. Proc. 26, 390 p
- Nazam, M. 2003. *Studi komparatif aspek social, ekonomi dan lingkungan usaha penangkapan dan pembesaran udang karang di teluk Ekas, Lombok Timur*, Tesis Program Magister, Institut Pertanian Bogor, 88 - 89.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis, Gramedia, 22 - 35.
- Odum, E.P. 1998, *Dasar-dasar Ekologi*, Gadjah Mada University Press, 79 - 80.
- Pauly, D., Christensen, V., Walters, C.J. 2004. *Ecopath with Ecosim : A User's Guide*, Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Ulanowicz, R.E. 1986. Growth and development : Ecosystem Phenomonology. Springer-Verlag. New York. 203p.