

REHABILITASI WILAYAH PESISIR MELALUI PENGEMBANGAN TERUMBU BUATAN

Sri Turni Hartati¹⁾

¹⁾ Peneliti pada Balai Riset Perikanan Laut, Muara Baru-Jakarta

Teregistrasi I tanggal: 25 Juli 2007; Diterima setelah perbaikan tanggal: 26 Februari 2008; Disetujui terbit tanggal: 4 April 2008

ABSTRAK

Kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh aktivitas penduduk wilayah pesisir yang tidak terkendali, mengakibatkan hilangnya nilai-nilai produksi, genetik, dan konservasi. Salah satu program yang sudah dilakukan pemerintah adalah rehabilitasi dan pengkayaan habitat pantai melalui pengembangan terumbu buatan, yaitu teknologi sederhana yang telah terbukti di beberapa negara mampu mengatasi kekompleksan wilayah pesisir. Dampak dari pengembangan terumbu buatan tersebut antara lain meningkatkan produksi perikanan, meningkatkan hasil tangkapan ikan per upaya, menarik perhatian para wisatawan, berfungsi sebagai taman laut, pelindung pantai, dan sarana budi daya perikanan. Tulisan ini menyajikan bagaimana terumbu buatan dapat dikembangkan, contoh-contoh yang sudah dilakukan di Indonesia dan bagaimana monitoring dan evaluasi.

KATA KUNCI: karang, terumbu buatan, rehabilitasi, pesisir

PENDAHULUAN

Meningkatnya dampak buruk dari kegiatan penduduk pesisir terhadap habitat organisme laut telah mengakibatkan kehilangan nilai-nilai produksi, genetik, dan konservasi. Hal ini, meningkatkan perhatian pada restorasi perairan pantai dalam skala luas (Hobbs & Norton, 1996). Untuk alasan yang sama, pemerintah telah menaruh perhatian serius pada program rehabilitasi dan pengkayaan habitat perairan pantai. Contoh pengembangan terumbu buatan di beberapa daerah, seperti di Pulau Seribu, Jakarta (tahun 1980 sampai dengan 1988), Sumatera Utara, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, dan Labuhan Haji Lombok (periode tahun 1990 sampai dengan 1994) dan yang terakhir di perairan Pulau Rakit dan Pulau Ganteng, Teluk Saleh, Nusa Tenggara Barat, yang pelaksanaannya dilakukan mulai tahun 2004 oleh Pusat Riset Perikanan Tangkap. Pemerintah Daerah Propinsi Bali juga telah mengembangkan terumbu buatan di perairan Tukadse, Kabupaten Karangasem pada tahun 2004 sampai dengan saat ini dalam upaya meningkatkan wisata bahari.

Pengembangan terumbu buatan adalah teknologi sederhana yang telah terbukti di beberapa negara mampu mengatasi kekompleksan wilayah pesisir. Kurang lebih 5% dari wilayah pantai di Jepang telah dikembangkan terumbu buatan, untuk meningkatkan produksi perikanan baik secara intensifikasi maupun ekstensifikasi. Masyarakat nelayan Jepang sudah menyadari fungsi terumbu buatan dan pengadaan secara swadaya. Terumbu buatan di Teluk Meksiko, Amerika Serikat telah berhasil menarik perhatian para wisatawan bahari untuk memancing dan menyelam

di lahan sekitar. Dampak lain meningkatkan hasil tangkapan per upaya dan jumlah total ikan yang di daratkan. Sedangkan di Italia pemanfaatan terumbu buatan adalah sebagai taman laut, pelindung pantai, dan sarana budi daya perikanan (Wasilun *et al.*, 1991).

SEJARAH TERUMBU BUATAN

Dimulai pada awal abad ke-18 manusia mulai berpikir bahwa sesuatu benda dalam air mampu menarik biota perairan untuk berkumpul dan menggunakan sebagai tempat hidup. Dari kejadian alam ini menimbulkan imajinasi untuk mencari bahan dan bentuk benda yang mampu lebih banyak mengumpulkan ikan. Usaha tersebut menghasilkan suatu rekayasa yang dikenal dengan terumbu buatan atau dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *artificial reefs*.

Jepang adalah negara pelopor dalam pengembangan terumbu buatan. Pada tahun 1950 Jepang mulai mengadakan penelitian terumbu buatan secara terencana pada program pembangunan 6 tahunan. Kemudian terumbu buatan mulai berkembang ke negara-negara Amerika, Eropa, dan Asia Tenggara. Pengadaan terumbu buatan secara modern di mulai pada tahun 1970, bersamaan dengan perkembangan di Indonesia yang pada awalnya dikenal dengan sebutan terumbu karang buatan.

Pada saat ini arti terumbu buatan bukan hanya sekedar semua benda yang berada dalam air melainkan didefinisikan sebagai suatu struktur di dalam air yang direkayasa supaya mempunyai fungsi seperti ekosistem alam yang dapat mengumpulkan ikan sebanyak mungkin.

FUNGSI DAN PERANAN TERUMBU BUATAN

Mengacu pada De Silva (1989) ada beberapa fungsi dan peranan dari terumbu buatan. Fungsi dari terumbu buatan adalah sebagai tempat mencari makan, tempat berlindung, tempat memijah, tempat asuhan, serta tempat tumbuh dan berkembang. Fungsi tersebut membentuk suatu habitat buatan. Kesatuan fungsi habitat dengan berbagai macam dinamika organisme membentuk suatu ekosistem. Ekosistem mini terumbu buatan menimbulkan peranan yang tidak kecil bagi biota laut dan juga kehidupan masyarakat. Peranan dari terumbu buatan adalah menjaga kelestarian sumber daya, menyediakan obyek wisata, meningkatkan kesempatan kerja dan pendapatan, memperbaiki ekosistem perairan pantai, pelindung pantai, sarana pencegah konflik antar sektor, dan sarana pengelolaan sumber daya.

Beberapa hasil penelitian baik di Indonesia maupun beberapa negara tetangga mendukung dari uraian peranan terumbu buatan tersebut di atas. Terumbu buatan yang dikembangkan di Thailand mencegah penangkapan ilegal dengan *trawl*. Teluk Mexico sebagai lokasi wisata *fishing* dan *diving* lebih menarik setelah ada terumbu buatan. Perkembangan di negara Italia dapat melindungi abrasi pantai Sisilia. Sedangkan di negara Indonesia, pengembangan terumbu buatan yang dilakukan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan di Bali dapat meningkatkan kunjungan wisatawan terutama wisatawan asing.

TUJUAN PENGEMBANGAN TERUMBU BUATAN

Berdasarkan pada fungsi dan peranan tersebut di atas, maka pemasangan terumbu buatan mempunyai berbagai macam tujuan. Penentuan tujuan akan menentukan arah dan langkah dalam semua kegiatan, seperti pemilihan material, desain dan konstruksi, pemilihan lokasi, penempatan dan penyusunan, pemantauan dan evaluasi, serta perawatan dan pemanfaatan.

Pengembangan terumbu buatan yang telah dilakukan di Indonesia secara garis besar bertujuan untuk pengembangan sektor perikanan, pariwisata, dan konservasi wilayah pesisir. Di bidang perikanan tangkap mempunyai tujuan lebih spesifik lagi sebagai sarana pelestarian sumber daya dan peningkatan stok, terutama untuk komoditas ikan karang.

TEKNOLOGI TERUMBU BUATAN

Pemilihan Bahan

Beberapa hal yang dipertimbangkan dalam pemilihan bahan untuk pembuatan terumbu buatan antara lain:

1. Efisiensi biaya. Biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan bahan terumbu buatan dipertimbangkan dengan hasil yang akan diperoleh dalam jangka panjang, sehingga diperoleh keuntungan maksimum.
2. Kemampuan sebagai habitat buatan. Bahan terbuat dari material yang mengandung karbonat, dengan tujuan untuk menyerupai terumbu karang alami, dan tepat untuk pertumbuhan biota karang.
3. Tidak mengandung zat pencemar. Tidak menghasilkan senyawa-senyawa racun, seperti chloroflourocarbon, chlorosulfonat, fosfat organik, dan butadien.
4. Mudah dibentuk. Bahan mudah dibentuk sebagai kerangka habitat yang sesuai dengan bentuk, relief, profil ukuran, komposisi, serta konfigurasi sesuai dengan kesukaan organisme sasaran (White *et al.*, 1990).
5. Mudah disusun. Semakin mudah dalam penyusunan semakin efisien biaya, sehingga semakin besar pula keuntungan yang diperoleh. Efisiensi ini disesuaikan dengan teknologi yang ada.
6. Bobot dan daya cengkeram kuat. Untuk mencegah penyapuan oleh arus dan gelombang yang besar serta gangguan lain yang dapat menggeser kedudukan terumbu buatan.

Pemilihan Lokasi

Pemilihan lokasi untuk pemasangan terumbu buatan sebaiknya didasarkan pada kondisi lingkungan, sosial ekonomi dan budaya, serta faktor penunjang lain.

Lingkungan Fisik

Beberapa lingkungan fisik yang sesuai bagi pertumbuhan terumbu buatan sebagai berikut:

1. Dasar perairan memungkinkan untuk berlangsung proses-proses dekomposisi bahan organik dan siklus hara.
2. Arus dan gelombang tidak kuat sekali, sehingga tidak dapat merusak terumbu buatan.
3. Kecerahan diperlukan untuk penetrasi cahaya ke dalam air dan terjangkau oleh indra organisme.
4. Suhu pada kisaran 28 sampai dengan 30°C, yang memungkinkan organisme melangsungkan aktivitas metabolisme secara normal.

5. Kedalaman yang optimum untuk terumbu buatan berkisar antara 15 sampai dengan 20 m, sehubungan dengan keamanan, kemudahan, peletakan dan pemanfaatan.
 6. Topografi dasar perairan dengan kemiringan maksimal 30°C dan luas, supaya daya cengkeram terumbu kuat dan mudah dalam penyusunan.
 7. Tekstur dasar batuan, keras, dan kandungan lumpur sedikit, tidak lebih dari 10%.
 8. Lokasi jauh dari muara sungai, karena aliran sungai menyebabkan pelumpuran pada lahan terumbu buatan yang dapat mengurangi efektivitas.
 9. Jarak dari terumbu karang alami kurang lebih 1 km. Pada jarak ini fungsi terumbu buatan tidak meredistribusikan ikan dari terumbu karang alami, tetapi menyediakan habitat baru bagi ikan-ikan yang ada di sekitar serta memungkinkan penempelan spora biota karang dari terumbu karang alami. Daerah jelajah ikan demersal diperkirakan tidak lebih dari 300 m.
4. Interaksi organisme, hubungan sesama organisme penting dalam menentukan lokasi terumbu buatan karena keberadaan suatu organisme dapat mengurangi atau memicu organisme lain untuk menghuni terumbu buatan.

Lingkungan Kimiawi

1. Fosfat dan nitrat, adalah unsur hara utama yang digunakan oleh tumbuhan penghasil makanan dalam laut, berperan dalam menjaga kesuburan perairan.
2. Oksigen terlarut, berfungsi untuk proses pembakaran yang menghasilkan energi yang digunakan untuk kehidupan berbagai organisme, kadar optimum 4 sampai dengan 8 ppm.
3. Salinitas. Kadar salinitas yang optimum 32 sampai dengan 35 ppt.
4. Karbonat dan silikat, berguna untuk pembentukan kerangka organisme terumbu karang.

Lingkungan Biologi

1. Kelimpahan plankton, berfungsi sebagai produsen primer yang menyediakan pakan dan menjaga kelangsungan siklus energi.
2. Orientasi organisme, menentukan akan respon organisme terhadap terumbu buatan. Orientasi ini dapat mengikuti gerak arus, sehingga peletakan terumbu buatan yang baik memotong arus. Ada beberapa sifat orientasi organisme, yaitu geotaxy, thigmotaxy, fototaxy, chemotaxy, dan rheotaxy. Sifat orientasi menyebabkan ada 3 kelompok ikan dalam menanggapi terumbu buatan, yaitu tanggapan kuat, seperti ikan murai, gobi, dan flounder, tanggapan sedang, seperti kerapu, bayaman, dan lencam serta sifat lemah, seperti ikan belanak dan makerel.
3. Biomassa organisme, ada populasi ikan juga akan menentukan keberhasilan pengumpulan ikan oleh terumbu buatan.

Kondisi Sosial Ekonomi dan Budaya

1. Kebutuhan penduduk merupakan faktor penting untuk menentukan skala prioritas yang dibutuhkan penduduk sehingga keberadaan terumbu buatan dapat dimanfaatkan sesuai dengan apa yang diperlukan penduduk. Hal ini, akan menentukan jenis terumbu yang akan dibuat dan diperuntukkan untuk sektor yang mana.
2. Keikutsertaan penduduk atau kepedulian akan memperoleh hasil yang maksimal.
3. Kebiasaan penduduk akan menentukan langkah-langkah pengawasan dan pengelolaan terumbu buatan yang tepat sesuai dengan kebiasaan penduduk setempat.
4. Tata ruang daerah, sebelum penempatan terumbu buatan, sebaiknya mempertimbangkan peruntukan wilayah yang sudah direncanakan dan mengevaluasi kembali kecocokan. Dengan demikian, konflik antar sektor dapat dihindari.
5. Dekat dengan perkampungan nelayan, sehingga memudahkan dalam pelaksanaan pembuatan, pemanfaatan hasil, dan pengawasan.

Faktor Penunjang Lain

1. Aksesibilitas, memudahkan transportasi pengangkutan bahan-bahan terumbu buatan ke lokasi penempatan. Kemudahan pencapaian lokasi juga memudahkan kunjungan bagi yang berkepentingan.
2. Sarana, terdapat sarana di lokasi terpilih dapat lebih mensukseskan pemasangan terumbu buatan.
3. Sumber daya manusia menentukan keberhasilan dan alih teknologi.

Desain, Konstruksi, dan Konfigurasi

1. Desain dari terumbu buatan mengacu pada hal-hal sebagai berikut:
 - a. Terumbu buatan dapat terdiri atas beberapa unit, dengan volume total maksimal 2.000 m³ dan minimal 400 m³ untuk memperoleh nilai ekonomis. Volume tiap unit kurang lebih 13,49 m³.
 - b. Bentuk dan ukuran yang efektif dan disarankan adalah berbentuk kubus dengan ukuran 0,6x0,6x0,6 m.

2. Tinggi unit terumbu tidak lebih dari 5 m, disesuaikan dengan distribusi vertikal ikan.
3. Relif berbentuk lekukan yang memungkinkan terjadi gelombang lee.
 - a. Profil yang baik adalah horisontal, karena pada umumnya distribusi ikan adalah horisontal.
 - b. Resolusi pandangan mata ikan adalah relatif rendah, sehingga warna terumbu yang baik adalah hitam.

Konstruksi terumbu buatan hendak:

1. Fleksibel, dapat dalam berbagai macam bentuk, ukuran, dan volume.
2. Stabil, kerangka konstruksi tahan dari berbagai pengaruh buruk lingkungan dan tidak mudah tercerai-berai.
3. Kontabilitas, konstruksi mempunyai kecocokan tinggi bagi suatu biota perairan.
4. Adaptabilitas, dapat diterapkan pada berbagai lokasi.

Konfigurasi

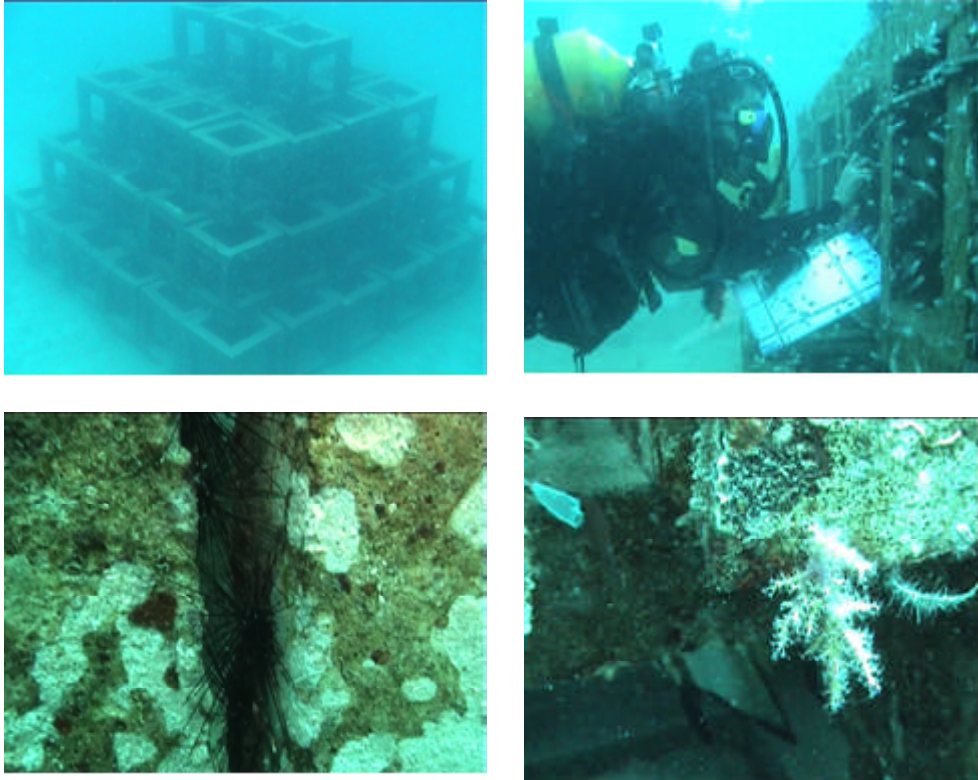
Untuk menambah daya tarik terumbu buatan terhadap ikan diperlukan suatu konfigurasi yang tepat. Pada satuan modul yang baik berbentuk kerucut. Masing-masing modul dapat dibentuk dalam unit terumbu buatan. Konfigurasi dalam air jarak antar unit sebaiknya 10 sampai dengan 50 m. Kumpulan unit membentuk kelompok terumbu, dengan jarak antara kelompok 200 m. Kelompok terumbu ini secara bersamaan membentuk wilayah terumbu buatan, dengan jarak antar wilayah disarankan 600 m. *lifecycle* dan populasi ikan karang adalah indikator dari keberhasilan terbentuk ekosistem terumbu buatan.

MONITORING DAN EVALUASI

Monitoring dan evaluasi pada proses suksesi ekologi terumbu buatan dilakukan untuk mengukur

kemajuan yang terjadi dari proses rehabilitasi dan pengkayaan habitat. Monitoring dan evaluasi menjadi bagian integral dari proyek sebagai suatu cara untuk menyediakan informasi atau *benchmark* yang dibutuhkan pada pengelolaan proyek yang sedang berjalan dan pada kepentingan untuk memformulasi suatu keuntungan yang lebih besar dan memperkecil dampak buruk yang timbul. Informasi atau *benchmark* semacam ini juga akan sangat bermanfaat pada evaluasi akhir dan menyeluruh dari dampak adanya rehabilitasi perairan pantai. Oleh karena itu, pengertian dampak adalah perubahan dari suatu keadaan menjadi keadaan yang sangat berbeda dari sebelumnya, maka data dasar atau rona awal lingkungan sama penting dengan data mutakhir dalam rangka perbandingan atau pengukuran tingkat kemajuan Pollnac dan Pomeroy (*dalam Ilyas et al.*, 1995).

Ikan dapat digunakan sebagai indikator untuk mengukur dampak dari kegiatan pengkayaan habitat seiring waktu dan pertumbuhan karang untuk mengukur kemajuan proses penempelan biota pada permukaan terumbu buatan (Gomez & Yap, 1984), sedang kualitas perairan dapat digunakan untuk mengkaji kenyamanan suatu perairan bagi penghuninya (*pavorable*). Secara sinergis, kondisi oseanografi, pertumbuhan karang, biota karang lain, dan kualitas perairan dapat berpengaruh pada pertumbuhan komunitas ikan karang. Gambar 1 sampai dengan 5 yang disajikan menunjukkan modul terumbu buatan yang sudah dikembangkan di Indonesia, untuk tujuan rekayasa habitat, meningkatkan stok ikan dan menunjang pariwisata. Pengembangan terumbu buatan yang dilakukan di perairan Jemeluk, Karangasem, Bali, menunjukkan hasil yang signifikan, terutama untuk kegiatan pariwisata. Sedangkan Tabel 1 dan 2 menggambarkan perkembangan *benthic lifecycle* dan populasi ikan karang pada terumbu buatan. Perkembangan *benthic lifecycle* dan populasi ikan karang adalah indikator dari keberhasilan terbentuk ekosistem terumbu buatan.



Gambar 1. Terumbu buatan dari beton berbentuk kubus disusun dalam formasi piramida, berumur 6 bulan di perairan Teluk Saleh, Nusa Tenggara Barat.



Gambar 2. Kondisi ekosistem terumbu buatan pada usia 15 tahun di perairan Tukadse, Karangasem, Bali.



Gambar 3. Terumbu buatan dari beton panjang disusun bertingkat dan sekaligus sebagai substrat transplantasi karang.



Gambar 4. Terumbu buatan dengan desain dan konfigurasi sama dengan Gambar 3 di perairan Tukadse, Karangasem, Bali yang sudah berumur 2 tahun.



Gambar 5. Design beberapa terumbu buatan sekaligus sebagai wadah transplantasi karang untuk tujuan meningkatkan pariwisata di perairan Pemuteran, Buleleng, Bali.

Tabel 1. Perkembangan persentase penutupan *benthic lifeform* dari terumbu buatan di perairan Tukadse, Karangasem, Bali

No.	<i>Benthic lifeform</i>	Persentase penutupan			
		1991	1994	2001	2006
1.	Hard corals (Acropore type)				
	Branching (ACB)		0,25	3,23	5,95
	Tabulate (ACT)			0,12	
	Ecrusting (ACE)			0,12	
	Digitate (ACD)				
2.	Hard coral (non Acropore type)				
	Branching (CB)		1,94	1,91	5,57
	Massive (CM)		6,50	7,47	23,80
	Encrusting (CE)			15,58	3,31
	Submassive (CS)		1,25	1,05	
	Foliose (CF)			0,05	
	Mushroom (CMR)			0,05	
	Millepora (CME)			0,88	
3.	Algae				
	Macro (MA)	0,75		5,14	
	Turf (TA)			13,63	
	Coralline (CA)	4,67	0,19	10,86	
	Algae Assemblages (AA)				
4.	Other fauna				
	Soft Coral (SC)			3,47	0,51
	Sponge (SP)	0,1	6,19	11,53	32
	Others (OT: Ascidian, Byozoans, barnacles, Tunicates, Gorgonians, etc)	16	2,94	13,26	8,97
	Total	21,52	19,25	88,33	80,11

Tabel 2. Indikator ekologis populasi ikan karang pada ekosistem terumbu buatan di perairan Teluk Jemeluk, Bali

Indikator	Tahun sensus																
	1991 ¹⁾					1994 ²⁾					2001 ³⁾					2006 ⁴⁾	
	1	3	5	7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3
Jumlah jenis	20	31	7	37	54	61	41	59	119	93	89	64	84	77	64	80	
Jumlah suku	15	14	4	18	21	24	17	19	30	31	27	26	24	29	29	29	
Jumlah marga	18	22	6	30	35	37	28	35	59	57	53	43	47	50	45	54	
Jumlah Individu	101	1.131	70	4.114	9.623	3.603	2.666	1.895	9.339	11.659	6.956	6.269	6.251	5.797	5.610	5.850	
Kepadatan m ⁻²	0,2	2,3	0,2	8,2	19,2	7,21	5,3	3,8	18,7	23,3	19,9	12,54	12,5	23,2	22,4	23,4	

Sumber: ¹⁾ Wasilun et al. (1991); ²⁾ Edrus et al. (1996); ³⁾ Edrus (2002); ⁴⁾ Hartati et al. (2006)

KESIMPULAN

Pengembangan terumbu buatan dalam upaya rehabilitasi wilayah pesisir yang dilakukan di perairan Jemeluk, Bali mempunyai dampak signifikan terhadap perkembangan stok ikan dan pariwisata.

PERSANTUNAN

Kegiatan dari hasil riset perkembangan stok sumber daya perairan karang pasca rehabilitasi habitat di perairan Teluk Saleh-Nusa Tenggara Barat dan Jemeluk-Bali, T.A. 2006, di Loka Riset Pemacuan Stok Ikan, Jatiluhur-Purwakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- De Silva, M. W. R. N. 1989. Artificial reefs: A practical means to enhance living marine resources. *In* The Coastal Area Management in Southeast Asia: Policies, Management, and Strategies. T. E. Chua & D. Pauly (Eds). P. 173-180.
- Edrus, I. N. 2002. *Assessment of community participation in the coastal resource rehabilitation project in Bali Indonesia*. Thesis. University of the Philippines Los Banos.
- Edrus, I. N., A. R. Syam, & Suprpto. 1996. Penelitian komunitas ikan pada terumbu buatan di perairan Dusun Jemeluk, Kabupaten Amlapura, Bali. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. II (1). 1-14.
- Gomez, E. D. & H. T. Yap. 1984. Monitoring reef condition. *In* Coral Reef Management Handbook. R. A. Kenchington & B. E. T. Hudson (Eds) Unesco Publisher. Jakarta. 1984.
- Hobbs, R. J. & D. A. Norton. 1996. Commentary: Towards a conceptual framework for restoration Ecology. *Restoration Ecology*. 4 (2). 93-110.
- Hartati, S. T., A. R. Syam, & S. E. Purnamaningtyas. 1997. Perkembangan stok sumber daya perairan karang pasca rehabilitasi di perairan Teluk Saleh, Nusa Tenggara Barat dan perairan Jemeluk, Bali. Laporan Akhir Kegiatan Riset Tahun 2006. Loka Riset Pemacuan Stok Ikan. Jatiluhur.
- Ilyas, S., Wasilun, Suprpto, & K. Wagiyo. 1995. Petunjuk teknis terumbu karang buatan. Proyek Pelestarian Lingkungan Hidup Perikanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Wasilun, Karsono, & Suprpto. 1991. Study on coral rehabilitation techniques. The Project Report. CRIFI. Jakarta.
- White, A. T., C. L. Ming, M. W. R. N., De Silva, & L. Y. Guarin. 1990. Artificial reefs for marine habitat enhancement in Southeast Asia. *ICLARM. Education. Manila. Series II*. 1-45.