

Makalah 1

PERKEMBANGAN TRANSPLANTASI KARANG DI INDONESIA

Prof. Dr. Ir. Dedi Soedharma, DEA¹
Dondy Arafat, S.PI²

Abstrak

Kerusakan terumbu karang telah terjadi di seluruh dunia terutama disebabkan oleh berbagai sebab seperti bahan peledak, *cyanida*, pencemaran dari daratan terutama akibat sedimentasi serta kontaminasi minyak dari kapal dan *oil mining* di laut. Akibat yang ditimbulkan terjadinya kerusakan secara fisik seperti penghancuran struktur dari *life form* karang, pemusnahan bagian-bagian tissue (*bleaching*) akibat predator karang *Acanthaster* sp dan pemanasan global. Upaya untuk memulihkan kembali kerusakan komunitas terumbu karang tersebut dapat dilakukan dengan teknik transplantasi yaitu pengembangbiakan dengan aseksual tanpa melalui reproduksi perkawinan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan selama lima tahun terakhir ternyata teknik transplantasi bisa memulihkan komunitas terumbu karang dalam waktu yang relatif cepat serta dapat memperbanyak koloni jenis karang langka seperti *Blastomossa*, *Pterogyra* dan *Cynarina*. Teknik ini sedang disosialisasikan terhadap nelayan di berbagai tempat agar bisa digunakan sebagai lahan untuk budidaya karang oleh masyarakat pesisir.

PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang merupakan tempat hidup berbagai jenis organisme laut pada tingkatan avertebrata seperti moluska, krustase dan jenis-jenis hewan bertulang belakang, seperti ikan karang, penyu, dan mamalia laut (duyung). Terumbu karang bisa disamakan sebagai hutan tropis di daratan yang dihuni oleh ribuan jenis flora dan fauna. Di daerah laut tropis, terumbu karang adalah pusat keanekaragaman hayati yang dihuni ribuan jenis binatang dan tumbuhan seperti ganggang laut.

Penilaian kondisi terumbu karang didasarkan atas persentase penutupan karang hidup. Saat ini, kondisi terumbu karang di Indonesia cukup memprihatinkan. Dari sekitar 85.707 km² luas area terumbu karang, kondisinya 6,20% masih sangat baik, 23,72% baik, 28,30% sedang dan 41,78% buruk atau rusak (Suharsono dalam Moosa, 2001).

Karang hias di Indonesia mempunyai nilai jual yang tinggi terutama untuk diekspor ke luar negeri sebagai hiasan dan bahan bangunan untuk akuarium air laut yang banyak

¹ Kepala Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) LPPM – IPB,
Guru Besar Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

² Sarjana Perikanan Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

diminati oleh masyarakat kawasan non tropis. Saat ini perdagangan karang keras (*stony coral*) dibatasi. Setiap tahun, berdasarkan kuota tahun 1999, eksportir dari Indonesia hanya diperbolehkan \pm 1 juta *piece*. Melalui upaya transplantasi koloni karang, jumlah kuota mungkin bisa lebih ditingkatkan, bahkan untuk jenis-jenis tertentu dapat bebas kuota.

Upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang di Indonesia yang saat ini kondisinya sudah sangat menurun. Bila dibiarkan secara alami pemulihannya akan memerlukan waktu yang relatif lama, sehingga diperlukan upaya percepatan dengan rekayasa teknologi seperti teknologi fragmentasi melalui teknik transplantasi. Harriot dan Fisk (1988) mengemukakan bahwa transplantasi merupakan upaya untuk mempercepat regenerasi ekosistem terumbu karang yang rusak atau menciptakan habitat baru komunitas terumbu karang. Pada kondisi tertentu, terumbu karang yang rusak sulit untuk dipulihkan kembali karena adanya invasi ganggang laut.

MANFAAT TRANSPLANTASI

Transplantasi karang berarti penanaman dan penumbuhan koloni karang baru dengan metode fragmentasi, namun sebetulnya secara alami karang juga dapat memperbanyak diri dengan fragmentasi, khususnya untuk jenis-jenis karang yang mempunyai percabangan. Fragmentasi terjadi pada saat arus dan gelombang yang keras, sehingga dapat mematahkan bagian-bagian percabangan, cara seperti ini bisa dikategorikan sebagai reproduksi aseksual. Selain dengan reproduksi secara aseksual, karang pun dapat bereproduksi secara seksual dengan melakukan perkawinan biasa.

Manfaat transplantasi karang itu sendiri adalah:

1. Mempercepat regenerasi terumbu karang yang telah rusak. Hal ini berarti upaya untuk menghidupkan atau menanam kembali karang dengan benih-benih baru baik yang berasal dari tempat sekitarnya atau juga dapat berasal dari tempat lain.
2. Rehabilitasi lahan-lahan kosong atau yang rusak. Aplikasi dari kegiatan rehabilitasi ini adalah bagian-bagian yang nantinya dapat dilaksanakan untuk kegiatan konservasi.
3. Menciptakan komunitas baru dengan memasukkan spesies baru ke dalam ekosistem terumbu karang di daerah tertentu.
4. Konservasi plasma nutfah, disebut juga konservasi dari sumber keanekaragaman hayati. Semua hal penting yang menyangkut sumberdaya plasma nutfah sangat terkait atau terikat dengan *Biodiversity Convention* yang telah disepakati dan sudah diratifikasi. Indonesia pun ini sudah meratifikasi *Biodiversity Convention*.
5. Keperluan perdagangan. Sebagai hiasan akuarium, karang merupakan spesies yang menarik untuk dipindahkan dari lapangan atau dari habitat aslinya. Penyebaran akuarium (*hobbies*) dan bisnis akuarium (*trading*) ini sudah berkembang, terutama di negara-negara subtropis. Orang-orang yang tinggal di negara sub tropis, sangat jauh dari negara tropis, begitu tertarik untuk dapat menikmati pemandangan bawah air terutama dari komunitas terumbu karang,

sehingga teknologinya sudah sangat berkembang dan semuanya memiliki sistem komputerisasi. Karang mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi. Namun perdagangan karang secara legal dibatasi oleh suatu aturan dan kuota yang berlaku.

PERKEMBANGAN TRANSPLANTASI KARANG

Transplantasi merupakan suatu teknik penanaman dan pertumbuhan koloni karang baru dengan metode fragmentasi, dimana benih karang diambil dari suatu induk koloni tertentu. Transplantasi karang bertujuan untuk mempercepat regenerasi terumbu karang yang telah mengalami kerusakan atau untuk memperbaiki daerah terumbu karang yang rusak, terutama untuk meningkatkan keragaman dan persen penutupan (Harriot dan Fisk, 1988).

Australia, yang memiliki kepedulian tinggi terhadap kelangsungan hidup terumbu karang, telah menerapkan teknologi transplantasi karang untuk tujuan pengembangan wisata bahari dan untuk rehabilitasi ekosistem terumbu karang. Jepang merupakan negara yang secara intensif melakukan kegiatan transplantasi karang bercabang. Di Teluk Kanehoë Hawaii, transplantasi bertujuan untuk merehabilitasi kembali ekosistem terumbu karang yang telah mati akibat pembuangan kotoran melalui air (Maragos, 1974 dalam Harriot dan Fisk, 1988).

Guam menggunakan teknik transplantasi untuk merehabilitasi karang mati akibat aliran air panas pembangkit tenaga listrik. Florida menggunakan teknik ini untuk mempercepat dan memperbanyak tutupan karang. Taman Laut Great Barrier menggunakan teknik transplantasi untuk mempercepat regenerasi ekosistem terumbu karang yang telah rusak akibat *Acanthaster planci* (Harriot and Fisk, 1988).

Phillipina menggunakan teknik ini untuk memperbaiki ekosistem terumbu karang yang mengalami kerusakan akibat penangkapan ikan yang memakai bahan peledak (Auberson, 1982). Singapore menggunakan teknik transplantasi untuk menyelamatkan spesies atau individu baru yang habitatnya direklamasi.

Tujuan kegiatan transplantasi yaitu perbanyak koloni dengan bantuan manusia untuk rehabilitasi lahan-lahan kosong atau yang rusak agar dapat menciptakan komunitas baru dengan memasukkan spesies baru ke dalam ekosistem terumbu karang di daerah tertentu.

Transplantasi di Alam

Penelitian pendahuluan yang mengarah pada transplantasi karang dilakukan oleh Boli (1994) dengan melakukan penanaman beberapa jenis karang bercabang *Acropora* di Pulau Lancang dan di sebelah utara Pulau Pari. Penelitian ini sudah biasa mengungkapkan kecepatan pertumbuhan pada dua daerah tersebut rata-rata mendekati 1cm/bulan. Penelitian lain dilakukan oleh Muchlis (1996) di NTB dengan

fokus penelitian terhadap pertumbuhan jenis karang bercabang (*branching*) dengan tingkat pertumbuhan rata-rata mendekati 1cm/bulan.

Kegiatan percobaan transplantasi karang secara khusus dilakukan di Pulau Pari. Kegiatan ini merupakan kerjasama antara Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) - LPPM IPB, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI dengan Asosiasi Karang Kerang dan Ikan Hias Indonesia (AKKII) sejak Oktober 1998 sampai sekarang, dengan melakukan penanaman karang bercabang jenis *Acropora tenuis*, *Acropora mestene*, *Acropora formosa*, *Acropora hyacinthus*, *Acropora difaricata*, *Acropora nasuta*, *Acropora yongei*, *Acropora digitifera*, dan *Acropora glauca* (Tabel 1). Hasil transplantasi menunjukkan respon yang berbeda terhadap pertumbuhan tinggi, perbanyak tunas, perambatan naik tiang penyangga dan perambatan pada substrat. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa jenis karang yang mencapai pertambahan tertinggi adalah *Acropora yongei* yaitu 4,89 cm/5 bulan dan terendah dicapai *Acropora glauca* yaitu 2,01 cm/5 bulan, sedangkan pertambahan tunas terbanyak dari jenis *Acropora hyacinthus* (52,75 buah) dan *Acropora glauca* yang terendah (6 buah). Perambatan pada tiang penyangga berkisar antara 0,52 - 1,672 cm, sedangkan perambatan pada keramik (substrat dasar) adalah jenis *Acropora austera* dengan rata-rata 1,969 cm (tercepat) dan yang terlambat dari jenis *Acropora digitifera* (0,54 cm) (Sadarun, 1999).

Tabel 1. Beberapa Spesies yang Telah Diteliti Selama Periode 1998 - 2003

No.	Jenis Karang	Model Koloni	Perlakuan	Lama Penelitian	% SR	Pertumbuhan		
						Pertumbuhan	Pertumbuhan per Bulan	
1.	<i>Acropora glauca</i>	submasif	< 3 cm	6 bulan	100	T : 2,01 cm	0,336	
	<i>Acropora aspera</i>		3 - 4 cm			T : 3,33 cm	0,555	
	<i>Acropora valida</i>	cabang	> 4 cm			T : 4,105 cm	0,684	
	<i>Acropora formosa</i>		> 4 cm			T : 4,398 cm	0,733	
	<i>Acropora yongei</i>		> 4 cm			T : 4,890 cm	0,815	
2.	<i>Acropora aspera</i>	submasif	Pulau Lancang (daerah tandus)	3 bulan	100	T : 12,84 mm	4,28	
			Pulau Pari (daerah subur)			T : 17,12 mm	5,71	
3.	<i>Acropora formosa</i>	cabang	3 meter	5 bulan	100	T : 4,55 cm	1,14	
			10 meter			88,89	L : 7,52 cm	1,88
4.	<i>Trachyphyllia geoffroyi</i>	masif	12 meter	6 bulan	33,33	T : 3,05 cm	0,76	
	<i>Wellsophyllia radiata</i>					L : 4,60 cm	1,15	
						T : 2,8 mm	0,73	
						L : 4,78 mm	0,93	
5.	<i>Porites nigrescens</i>	submasif	Potong atas	5 bulan	100	T : 6,34 mm	0,56	
			Potong tengah			T : 3,85 mm	1,22	
			Potong bawah			100	1,12 cm	0,224
	<i>Montipora digitata</i>	digitata	Potong atas			100	1,35	0,27
			Potong tengah			95	1,31 cm	0,262
			Potong bawah			100	1,32 cm	0,264
			100	1,68 cm	0,336			
			100	1,43 cm	0,286			

No.	Jenis Karang	Model Koloni	Perlakuan	Lama Penelitian	% SR	Pertumbuhan		
						Pertumbuhan	Pertumbuhan per Bulan	
6.	<i>Acropora formosa</i>	cabang	Koloni induk	154 hari	100	P: 3,34 cm	0,83 / 38,5 hari	
			Transplant			L1: 0,85 cm	0,21 / 38,5 hari	
		Transplant	L2: 0,91 cm	0,23 / 38,5 hari				
			L2: 5,71 cm	1,43 / 38,5 hari				
	<i>Hydnopora rigida</i>	hydnoporoid	Koloni induk	154 hari	100	P: 5,64 cm	1,41 / 38,5 hari	
			Transplant			L1: 6,68 cm	1,67 / 38,5 hari	
		Transplant	L2: 1,02 cm	0,25 / 38,5 hari				
			L2: 2,03 cm	0,51 / 38,5 hari				
	<i>Heliopora courela</i>	lempeng	3 meter	7 bulan	100	T: 16,7 mm	4,18	
						D: 42,44 mm	10,61	
		Montipora foliosa			bunga	66,67	T: 20,67 mm	4,86
							D: 25,80 mm	6,04
		<i>Pocillopora damicornis</i>			submasif	100	T: 14,68 mm	3,67
							D: 21,59 mm	5,4
<i>Seriatopora hystrix</i>	cabang	100	T: 29,62 mm	7,4				
			D: 50,58 mm	12,64				
<i>Tubipora musica</i>	masif	55,56	T: 9,6 mm	2,53				
			D: 14,28 mm	3,6				

Keterangan: P = panjang, T = tinggi, L = lebar, D = diameter

Pertumbuhan pada karang selalu menuju ke arah datangnya sinar matahari, sehingga transplantasi dapat dilakukan dengan posisi dari transplantasi itu sendiri. Jadi bisa dengan posisi menyudut dan bisa dengan posisi horizontal. Hasilnya karang tetap dapat tumbuh pada dua sisi dan dapat tumbuh ke segala arah.

Ada beberapa jenis karang yang bisa disambungkan pada spesies yang berbeda berdasarkan contoh dan penelitian panjang atau ukuran ideal. Ukuran ideal *branching coral* yang dapat ditransplantasi sekitar 8 cm. Untuk karang yang *soliter*, dapat dilakukan proses fragmentasi dengan melakukan pemotongan pada bagian mulut.

Pada awalnya ada pendapat bahwa jika transplantasi dilakukan berarti mengganggu kegiatan hormonal di dalam tubuh karang itu sendiri secara fisiologis. Namun ternyata setelah dilakukan penelitian dengan melakukan kajian-kajian reproduksi, terbukti gonad dapat tumbuh secara normal. Hal ini berarti bahwa secara normal transplantasi dapat dilakukan dan bisa dengan cepat melakukan rekrutmen dengan perbanyakan pada saatnya nanti secara seksual.

Transplantasi dapat dilakukan dengan beberapa teknik kombinasi, seperti kombinasi 2 spesies dan 1 spesies. Kombinasi 2 spesies yang berbeda ini ternyata cocok (*compatible*) antara karang yang di bawah dengan karang yang di atas.

Rak-rak transplantasi yang terbuat dari besi dan kemudian dilengkapi dengan jaring-jaring merupakan metode terakhir yang ditemukan sebagai salah satu hasil penelitian

dari Abdul Haris yang melakukan penelitian dengan melakukan transplantasi karang lunak. Kegiatan penelitian tentang transplantasi dilakukan secara terus menerus dan melibatkan banyak mahasiswa IPB dan mahasiswa perguruan tinggi lainnya. Kegiatan transplantasi karang di perairan Kepulauan Seribu (sistem terbuka) yang telah dilakukan dapat dilihat pada *Tabel 2*.

Tabel 2. Kegiatan Penelitian Transplantasi Karang di Perairan Kepulauan Seribu (sistem terbuka)

No.	Subyek Penelitian	Waktu	Tempat	Jenis	Program	Nama
1.	Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup	1998	Pulau Pari	<i>Acropora</i>	S2 IKL - IPB	Sadarun
2.	Pertumbuhan pada 3 Tempat yang Berbeda	1999	Pulau Pari	<i>Acropora</i>	S2 IKL - IPB	Ofri Johan
3.	Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup	1999	Pulau Pari	<i>Sarcophyton, Lobophytum</i>	S2 IKL - IPB	Abdul Haris
4.	Posisi Penanaman Berbeda yaitu Vertikal dan Horizontal	1999	Pulau Pari	<i>Acropora</i>	S1 ITK - IPB	Yudi Herdiana
5.	Pertumbuhan pada Dua Kedalaman Berbeda	1999	Pulau Pari	<i>Acropora</i>	S1 MSP - IPB	Kartika Dwiyananti
6.	Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup pada Ujung dan Pangkal Fragmen	2000	Pulau Pari	<i>Porites, Montipora</i>	S1 MSP - IPB	Budi Cahyadi
7.	Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan	2000	Pulau Pari	<i>Heliopora, Tubipora, Montipora, Pocillopora, Seriatopora</i>	S1 ITK - IPB	Muh. Syahrir
8.	Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan dan Rasio Pertumbuhan	2001	Pulau Pari	<i>Millepora, Trachypyllia, Wellsophyllia, Acropora</i>	S1 ITK - IPB	Anf Miftahul Azis
9.	Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan	2001	Pulau Pari	<i>Cynarina, Pterogyra, Euphyllia</i>	S1 ITK - IPB	Beginner Subhan
10.	Laju Pertumbuhan Induk Koloni dan Fragmen Transplan	2001	Pulau Pari	<i>Acropora Hydopora</i>	S1 ITK - IPB	Indra Sundara Alhusna
11.	Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan	2002	Pulau Pari	<i>Montipora, Seriatopora, Millepora, Heliopora</i>	S1 ITK - IPB	Nani
12.	Laju Pertumbuhan dan Kalsifikasi	2003	Pulau Payung	<i>Fungia</i>	S1 ITK - IPB	Nurhidayati
13.	Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan	2003	Pulau Pari	<i>Montipora, Pavona, Hydopora</i>	S1 ITK - IPB	Riesta Prawidya
14.	Posisi Penanaman 0°, 45°, 90°	2003	Pulau Payung	<i>Acropora</i>	S1 MSP - IPB	Kusmiyati
15.	Kelangsungan Hidup dan Laju Pertumbuhan, Kompatibilitas Penyambungan Antar Spesies <i>Acropora</i>	2003	Pulau Payung	<i>Acropora</i>	S1 MSP - IPB	Dian Anggraini

Transplantasi di Ruang Terkontrol

Penelitian transplantasi dimulai dengan penelitian pendahuluan oleh PPLH-LPPM IPB yang bertujuan memberikan alternatif untuk pengembangan transplantasi, karena di lapangan terdapat beberapa kendala misalnya keamanan dan pengontrolan sistem yang ada di perairan. Dengan melakukan transplantasi di ruang terkontrol (*Gambar 1*) diharapkan dapat menghasilkan sesuatu yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk rekayasa teknologi fragmentasi buatan pada karang masif jenis langka (*Cynaria*, *Catalaphyllia* dan *Blastomussa*) dalam upaya rehabilitasi dan peningkatan produksi karang.

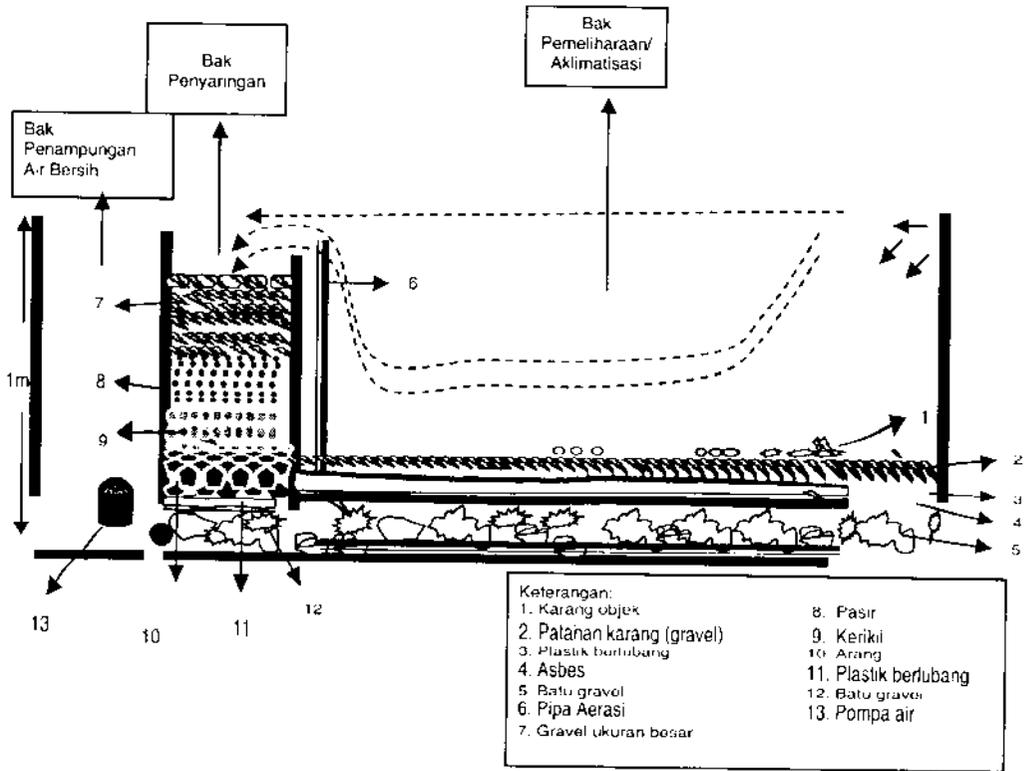
Selama pengamatan 80 hari karang *Caulastrea* setelah fragmentasi, penambahan panjangnya sekitar 4,53 – 6,34 mm (2,38 mm/bulan) (*Gambar 2*). Pertumbuhan karang *Lobophyllia* yang difragmentasikan termasuk lambat, pertumbuhan panjang mutlaknya berkisar 1,53 – 2,57 mm selama pengamatan 80 hari.

Pertumbuhan tinggi mutlak karang *Caulastrea* berkisar antara 3,88 – 4,83 mm selama 80 hari pengamatan (*Gambar 3*). Pertumbuhan tinggi mutlak karang *Lobophyllia* berkisar antara 3,44 – 6,82 mm pengamatan 80 hari.

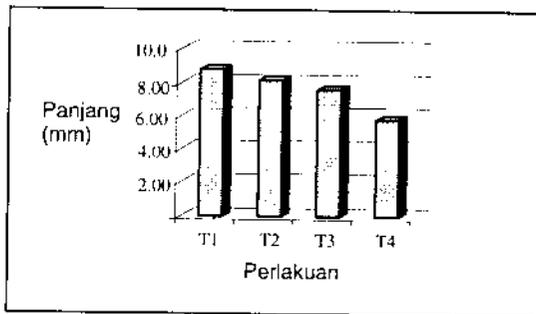
Kegiatan transplantasi karang dengan menggunakan sistem tertutup yang telah dilakukan dapat dilihat pada *Tabel 3*.

Tabel 3. Kegiatan Penelitian Transplantasi Karang dengan Sistem Tertutup

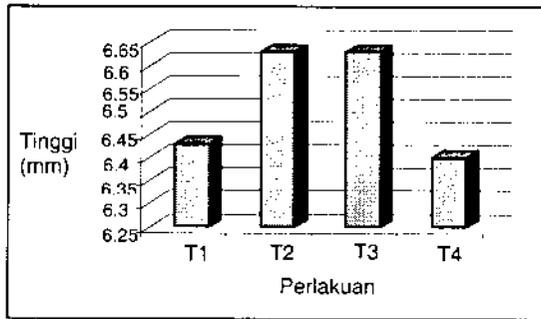
No.	Subyek Penelitian	Waktu	Tempat	Jenis	Program	Nama
1.	Kelangsungan Hidup dan Fragmentasi Karang pada Tempat Terkendali	2002	Ancol	<i>Cynarina</i> , <i>Caulastrea</i>	S2 Air - IPB	Zulfikar
2	Pertumbuhan Karang Lunak pada Tempat Terkendali	2003	Ancol	<i>Sinularia</i>	S1 BDP - IPB	Rahmat Ramadhan
3.	Pertumbuhan Jenis <i>Caulastrea</i> dengan Perlakuan Penyinaran	2003	Ancol	<i>Caulastrea</i>	S1 BDP - IPB	Ramadhan
4.	Kelangsungan Hidup dan Fragmentasi Karang pada Tempat Terkendali	2003	Ancol	<i>Lobophyllia</i> <i>hempricii</i>	S1 ITK - IPB	Dondy Arafat
5.	Fragmentasi Karang-Karang Masif Jenis Karang Langka	2002-2004	Ancol	<i>Lobophyllia</i> , <i>Platigyra</i> , <i>Cynarina</i> dan <i>Blastomussa</i>	ARCBC RUT	Dedi Soedharma, M. F. Rahardjo, Istiyanto Samidjan, Sulistiono



Gambar 1. Sistem perairan tertutup (*pond culture*)



Gambar 2. Pertumbuhan panjang (mm) *Caulastrea* sp setelah 80 hari pengamatan pada tiap perlakuan



Gambar 3. Pertumbuhan tinggi mutlak (mm) *Caulastrea* sp selama 80 hari pengamatan pada tiap perlakuan

HASIL TEMUAN TEKNOLOGI

Dari paparan di muka, dapat dirangkumkan hal-hal sebagai berikut:

1. Pertumbuhan jenis-jenis karang bercabang relatif tumbuh lebih cepat dengan pertumbuhan rata-rata 0,5 – 1 cm bahkan dapat melebihi 1 cm per bulan. Jenis-jenis yang tumbuh dengan cepat bisa digunakan sebagai jenis pionir.
2. Arah pertumbuhan karang yang ditransplantasi bisa ke atas dan ke bawah.
3. Rumpun induk yang ditinggalkan hasil patahannya dapat tumbuh normal.
4. Habitat dan kedalaman air mempengaruhi pertumbuhan.
5. Karang masif dapat difragmentasi dengan melakukan pembelahan terhadap bagian-bagian tertentu bahkan dapat hidup dipelihara di lingkungan tertutup.
6. Fragmentasi *Caulastrea* pada polip tertentu.
7. Jenis *Cynarina* difragmentasi dengan pembelahan mulut (dibagi menjadi 2 bagian).
8. Jenis *Platygyra* difragmentasi dan tumbuh dengan baik dan gonadnya berkembang dengan baik (testis dan sel telur).
9. Teknologi transplantasi tidak memandulkan karang untuk reproduksi terutama terhadap beberapa jenis karang seperti *Caulastrea* sp; *Lobophyllia* sp; *Platygyra* dan *Cynarina* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Auberson, B. 1982. *Coral Transplantation: Approach to The Re-Establishment of Damage Reef*. *Kalikasan*, 11(1): 158-172
- Boli, P. 1994. Respon Pertumbuhan Karang Batu pada Kondisi Lingkungan Perairan yang Berbeda di Kepulauan Seribu. Institut Pertanian Bogor. Tidak Dipublikasikan [Tesis]
- Harriot, V.J. dan D.A.Fisk. 1998. *Coral Transplantation as Reef Management Option*. *Proceeding of 6th International Coral Reef Symposium, Australia. Volume 2*

- Moosa, M.K. 2001. *Terumbu Karang Indonesia dan Permasalahan yang Dihadapi*. Makalah Seminar Nasional Terumbu Karang Universitas Negeri Jakarta
- Muchlis. 1996. *Pertumbuhan Karang *Acropora nobilis* dan *Acropora nasuta* pada Kawasan Wisata Bahari Gili Meno dan Teluk Nara di Lombok*. Institut Pertanian Bogor. Tidak Dipublikasikan [Tesis]
- Sadarun. 1999. *Transplantasi Karang Batu di Kepulauan Seribu Teluk Jakarta*. Tesis. Program Pasca Sarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor. Tidak Dipublikasikan
- Soedharma, D., I. Samidjan, Sulistiono. 2004. *Rekayasa Teknologi Fragmentasi Buatan pada Karang Masif Jenis Langka (*Cynarina*, *Caulastrea*, *Euphyllia*, *Pterogyra* dan *Blastomussa*) dalam Upaya Rehabilitasi dan Peningkatan Produksi*. Laporan Riset Unggulan Terpadu Bidang Kelautan, Kebumian dan Kedirgantaraan. Kementerian Riset dan Teknologi RI dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta