

**PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP  
FRAGMEN KARANG *Acropora formosa* (DANA, 1846)  
HASIL TRANSPLANTASI DENGAN UKURAN BERBEDA**

**SKRIPSI**

OLEH  
**ILMAN RAMLI**



No. Pendaftaran	14-06-04
Nama	Kelantan
Barang	1 (satu) Ben
Marga	Hadit
No. Identitas	04081461
No. Telp	22020/K1

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2004**

**PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP  
FRAGMEN KARANG *Acropora formosa* (DANA, 1846)  
HASIL TRANSPLANTASI DENGAN UKURAN BERBEDA**

**SKRIPSI**

OLEH

**ILMAN RAMLI**

L211 99 046

Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan  
pada  
Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan  
Jurusan Perikanan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan  
Univeristas Hasanuddin  
Makassar

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERISTAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2004**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : **Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Fragmen Karang *Acropora formosa* (Dana, 1846) Hasil Transplantasi dengan Ukuran Berbeda**

Nama : **Ilman Ramli**

Stambuk : **L211 99 046**

Skripsi ini Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,



Ir. Aspari Rachman

Pembimbing Anggota



Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc.

Mengetahui :

Dekan  
Fak. Ilmu Kelautan dan Perikanan  
Universitas Hasanuddin



Ir. H. Hamzah Sunusi, M.Sc.

NIP. 130 355 931

Ketua Program Studi  
Manajemen Sumberdaya Perairan



Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc.

NIP. 131 803 225

Tanggal Pengesahan :          Juni 2004

## ABSTRAK

ILMAN RAMLI. L211 99 046. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Fragmen Karang *Acropora formosa* (Dana, 1846) Hasil Transplantasi dengan Ukuran Berbeda (Di bawah bimbingan Aspari Rachman sebagai Pembimbing Utama dan Sharifuddin Bin Andy Omar sebagai Pembimbing Anggota).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup fragmen karang *Acropora formosa* (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda. Hasil penelitian ini diharapkan sebagai sumber informasi terhadap upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang melalui penerapan teknologi transplantasi.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2003 - Januari 2004 di perairan terumbu karang sebelah Barat Daya Pulau Barrang Lompo ( $05^{\circ}03.288'$  LS dan  $119^{\circ}19.441'$  BT) Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan panjang mutlak harian, pertumbuhan diameter mutlak, laju pertumbuhan diameter mutlak harian, pertumbuhan volume mutlak, dan laju pertumbuhan volume mutlak harian tertinggi diperoleh pada fragmen berukuran 6 cm. Sementara itu, laju pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan diameter mutlak, laju pertumbuhan diameter mutlak harian, pertumbuhan volume mutlak, dan laju pertumbuhan volume mutlak harian terendah diperoleh pada fragmen berukuran 2 cm. Sedangkan pertumbuhan panjang mutlak terendah diperoleh pada fragmen berukuran 4 cm.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan diameter mutlak, pertumbuhan volume mutlak, dan laju pertumbuhan volume mutlak harian setiap perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) kecuali pada laju pertumbuhan panjang mutlak harian dan laju pertumbuhan diameter mutlak harian.

Kelangsungan hidup tertinggi, diperoleh pada fragmen berukuran 2 cm sebesar 80 %; disusul fragmen berukuran 4 cm; dan 6 cm masing-masing sebesar 60 %. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, kelangsungan hidup fragmen karang dengan ukuran berbeda menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ).

## ABSTRACT

ILMAN RAMLI. L211 99 046. The growth and survivorship of staghorn coral *Acropora formosa* (Dana, 1846) by transplantation on different sizes of fragment (Under guidance of Aspari Rachman as main advisor and Sharifuddin Bin Andy Omar as vice advisor).

This study was aimed to compare the growth and survivorship of staghorn coral *Acropora formosa* (Dana, 1846) by transplantation on different sizes of fragment. The result was expected to contribute information on coral reefs ecosystem rehabilitation efforts by application of transplantation technology.

The study was held in October 2003 to January 2004 at coral reef (S05°03.288'; E119°19.441) of Barrang Lompo Island, Makassar, South Sulawesi.

The result showed that the highest absolute growth of length, daily absolute length growth rate, absolute growth of diameter, daily absolute diameter growth rate, absolute growth of volume, daily absolute volume growth rate was at 6 cm. Whereas, the lowest daily absolute length growth rate, absolute growth of diameter, daily absolute diameter growth rate, absolute growth of volume was at 2 cm, but the lowest absolute growth of length was at 4 cm.

The analysis variance showed absolute growth of length, absolute growth of diameter, absolute growth of volume, daily absolute volume growth rate with no significant difference between fragment sizes ( $P > 0,05$ ) excepted daily absolute length growth rate and daily absolute diameter growth rate ( $P < 0,05$ ).

The highest survival rate during research was achieved by 2 cm fragments (80 %), followed by 4 and 6 cm fragments (60 %); but there was no significant difference between sizes ( $P > 0,05$ ).

## RIWAYAT HIDUP



**ILMAN RAMLI**, lahir dan dibesarkan dari keluarga sederhana pada tanggal 13 Nopember 1980 di Desa Rumaju Kecamatan Bajo, Kabupaten Luwu Propinsi Sulawesi Selatan. Bungsu dari enam bersaudara buah hati pasangan Ramli Abdullah (Alm.) dan Hj. Wara' Andi Mammang. Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri No. 29 Bajo (1993), MTs No. 21 Bajo (1996), selanjutnya hijrah ke kota Kendari dan mengenyam pendidikan di Madrasah Aliyah Pesantren Ummusshabri Kendari (1999). Pada tahun 1999, penulis diterima di Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Penulis selama menjalani status kemahasiswaan, aktif mengikuti berbagai pelatihan dan pertemuan ilmiah yaitu: Workshop Regional Sulawesi "*Indonesia Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP)*", Seminar Nasional Perikanan Tangkap: Sumberdaya Perikanan Berkelanjutan dengan Pemanfaatan yang Bertanggungjawab, Seminar Nasional Rumput Laut, Mini Simposium dan Kongres Ikatan Fikologi Indonesia (IFI), Simposium "Masa Depan Kawasan Pesisir Makassar", Seminar Nasional "Strategi Pemanfaatan Sumberdaya Laut Berbasis Fisika", Seminar Internasional dan Workshop "*Coral Reef Management*", Seminar Internasional "*Sustainable Production on Marine Ornamental Aquarium*", Seminar Internasional "*Trend Fishing Technology in Millenium III*", Workshop "*Fish Eco-Physiology*", Diklat Selam "*1 Star Scuba Diving*" dan Workshop I "Ekspedisi Wallacea Indonesia 2004".

Sadar bahwa minat dan bakat harus terus diasah, penulis tempuh dengan mengabdikan diri dan aktif diberbagai organisasi. Selanjutnya, memegang amanah yaitu sebagai Koord. Dept. Riset dan Kajian Strategis Senat Mahasiswa Perikanan Unhas, Ketua Bidang Penelitian dan Pengembangan Ikatan Pelajar Mahasiswa Indonesia Luwu Raya (IPMIL-RAYA) Unhas, Pengurus Badan Legislatif Mahasiswa (BLM) Keluarga Mahasiswa (KEMAPI) Unhas, Dewan Pendiri Forum Kajian Pesisir (FKP), Sekretaris Lagaligo Rotaract of Makassar dan Ketua Korps Asisten Perikanan.

Penulis pernah memperoleh penghargaan ilmiah Juara I Lomba Karya Tulis Ilmiah Senat Mahasiswa Perikanan Unhas (2000) dan Juara I Lomba Karya Tulis Ilmiah Tk. Regional Misekta Fapertahut Unhas (2001) serta sebagai penerima Beasiswa Richard Hua Education Trust Fund Scholarship (RHETF) Singapura melalui The SponSiswa Program pada Rotary Club of Ujung Pandang (RCUP).

Di samping aktif diberbagai pertemuan dan organisasi, penulis berusaha untuk senantiasa meningkatkan kemampuan akademik. Selanjutnya, memperoleh amanah sebagai Asisten Luar Biasa Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Unhas pada beberapa matakuliah yaitu Sosiologi Perikanan, Ikhtiologi, Metode Pengambilan Contoh, Dasar-Dasar Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), Limnologi, Pencemaran Perairan, Pengelolaan Kualitas Air, Manajemen Sumberdaya Perikanan, Konservasi Sumberdaya Hayati Perairan dan Biologi Laut.



## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, terima kasih yaa Allah atas kekuatan, kesehatan, hidayah, rahmat, dan semangat perjuangan yang Engkau limpahkan kepada penulis, sehingga skripsi berjudul “Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Fragmen Karang *Acropora formosa* (Dana, 1846) Hasil Transplantasi dengan Ukuran Berbeda” dapat terselesaikan.

Ucapan maaf dan sembah sujud ananda kepada Ayahanda Ramli Abdullah (Alm.) dan Ibunda Hj. Wara Andi Mammang atas kasih sayang dan pengorbanannya. Dorongan semangat, bantuan moril dan materil saudaraku yang tercinta demikian besar. Oleh karena itu, saya sangat berutang budi kepada kakanda H. Ishak Ramli dan Hj. Ilmia Abidin, Ali Imran Ramli, SE. dan Roslela Mansyur, Ikhwan Ramli, A.Mk. dan Irmayani M. Sisila, Ikram Ramli dan Ikhtiar Ramli.

Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ir. Aspari Rachman, selaku Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc., selaku Pembimbing Anggota yang senantiasa memberikan arahan cerdasnya dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA selaku Penasehat Akademik atas motivasi dan bimbingannya yang senantiasa memacu semangat penulis untuk meningkatkan prestasi akademik.
3. Ir. H. Mauli Kasmi, M.Si (Direktur CV. Dinar Makassar) atas bantuannya baik yang bersifat moril maupun material dalam penelitian ini.



4. Pengurus Rotary Club of Ujung Pandang (RCUP) dan Rotary Club Bugis Junction Singapore yang telah membantu pendanaan penelitian ini melalui pemberian beasiswa Richard Hua Education Trust Fund Scholarship (RHETF).
5. Serta semua pihak yang telah turut membantu selama ini, namun tidak mungkin dapat penulis sebutkan namanya satu per satu dalam kesempatan ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu melalui kesempatan ini penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran dari berbagai pihak yang bersifat konstruktif.

Akhirnya penulis berharap kiranya skripsi ini dapat menambah khasanah keilmuan kita dalam mengarungi samudera ilmu, berlayar menuju pulau harapan dan berlabuh di dermaga kearifan, Amien.

Makassar, 28 April 2004

Penulis,

Ilman Ramli

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
PENDAHULUAN .....	1
Latar Belakang .....	1
Tujuan dan Kegunaan .....	3
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
Klasifikasi dan Karakteristik Karang <i>Acropora formosa</i> (Dana 1846) .....	4
Bioekologi Karang .....	7
Reproduksi Karang .....	9
Penyebaran Karang .....	12
Suhu .....	12
Salinitas .....	14
Kedalaman .....	15
Pergerakan Massa Air .....	15
Cahaya .....	16
Kekeruhan dan Sedimentasi .....	16
Pertumbuhan Karang .....	17
Transplantasi Karang .....	19
METODE PENELITIAN .....	22
Waktu dan Tempat .....	22
Alat dan Bahan .....	22

	Halaman
Prosedur Penelitian .....	25
Pemilihan Lokasi .....	25
Pengambilan, Penempelan, dan Penyebaran Fragmen .....	25
Rancangan Penelitian .....	27
Pengukuran Pertumbuhan Fragmen .....	30
Pengukuran Parameter Fisika Perairan .....	30
Analisa Data .....	30
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	34
Pertumbuhan Karang .....	34
Kelangsungan Hidup Karang .....	37
Parameter Fisika Perairan .....	39
Kecepatan Arus .....	40
Kecerahan .....	41
Salinitas .....	42
Suhu .....	43
KESIMPULAN DAN SARAN .....	44
Kesimpulan .....	44
Saran .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46
LAMPIRAN .....	50

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Pertumbuhan fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi selama penelitian .....	34
2. Hasil pengamatan beberapa parameter fisika perairan di lokasi penelitian .....	40

## DAFTAR GAMBAR



Nomor	Halaman
1. Karang <i>Acropora formosa</i> (Veron, 2000) .....	5
2. Struktur umum polip dan lapisan dalam skeleton karang (Veron, 2000) .....	8
3. Pembiakan hewan karang (a) secara seksual dan (b) secara aseksual (Bengen, 2002) .....	10
4. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran terumbu karang (Bengen, 2002) .....	13
5. Peta lokasi penelitian di perairan Pulau Barrang Lompo, Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar, Sulawesi Selatan .....	23
6. Desain substrat transplantasi yang digunakan dalam penelitian ....	24
7. Desain rak dasar yang digunakan dalam penelitian (a) jaring ( <i>net</i> ) besi anti karat, (b) baut besi, (c) balok kayu .....	26
8. Konfigurasi pemotongan stek karang dari koloni induk terpilih (a) induk, (b) bibit .....	28
9. Konfigurasi penempelan stek karang pada substrat (a) stek karang, (b) lem, (c) substrat .....	29
10. Letak plot perlakuan secara acak .....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil pengukuran panjang cabang fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	51
2. Hasil pengukuran diameter cabang fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	52
3. Pertumbuhan panjang mutlak dan laju pertumbuhan panjang mutlak harian fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	53
4. Uji statistik pertumbuhan panjang mutlak fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	54
5. Uji statistik laju pertumbuhan panjang mutlak harian fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	55
6. Pertumbuhan diameter mutlak dan laju pertumbuhan diameter mutlak harian fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	56
7. Uji statistik pertumbuhan diameter mutlak fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	57
8. Uji statistik laju pertumbuhan diameter mutlak harian fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	58
9. Pertumbuhan volume mutlak dan laju pertumbuhan volume mutlak harian fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	59
10. Uji statistik pertumbuhan volume mutlak fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	60

11. Uji statistik laju pertumbuhan volume mutlak harian karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .....	61
12. Uji statistik kelangsungan hidup fragmen karang <i>Acropora formosa</i> (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda .	62



# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Terumbu karang (*coral reef*) merupakan ekosistem perairan pantai yang dinamis, namun sangat rentan terhadap perubahan lingkungan. Terumbu karang mempunyai produktivitas organik dan keanekaragaman hayati yang tinggi sehingga menjadi sumber plasma nutfah bagi kehidupan biota laut. Menurut Supriharyono (2000a), tingginya produktivitas primer di perairan terumbu karang memungkinkan perairan ini sering menjadi tempat pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*), dan mencari makan (*feeding ground*).

Coremap-LIPI melaporkan bahwa kerusakan karang di Indonesia baik diakibatkan oleh sebab alami maupun sebagai akibat perbuatan manusia. Terumbu karang yang kondisinya rusak sampai sangat rusak mencapai angka rata-rata 70 %, 24 % baik, dan sekitar 6 % terumbu karang Indonesia yang dalam kondisi sangat baik (Ikawati *et al.*, 2001).

Pemanfaatan sumberdaya karang dewasa ini semakin berkembang yang ditandai dengan tingginya permintaan konsumen (*buyers*) terhadap karang sebagai hiasan akuarium (Bowden-Kerby, 2003). Di samping itu, terdapat beberapa kasus berupa kematian massal karang selama terjadinya peristiwa *El-Nino* sehingga memerlukan upaya konservasi terumbu karang dan rehabilitasi (Lindahl, 1999).

Salah satu metode rehabilitasi yang dapat digunakan adalah metode transplantasi. Transplantasi karang adalah pencangkokan atau pemotongan karang hidup untuk ditanam di tempat lain atau di tempat yang karangnya telah mengalami kerusakan dengan tujuan untuk pemulihan atau pembentukan terumbu karang alami (Harriot dan Fisk, 1988). Salah satu kegunaan transplantasi karang yang cukup

penting adalah dapat menambah jumlah koloni karang dewasa dalam suatu populasi sehingga dapat meningkatkan produksi larva terutama pada ekosistem terumbu karang yang rusak (Kojis dan Quinn, 1981 *dalam* Syafri, 2003).

Teknologi transplantasi karang dengan menggunakan karang bercabang (*branching corals*) sudah sering dilakukan, terutama pada karang *Acropora* spp. Karang tersebut memiliki tingkat ketahanan hidup yang besar, sangat indah, kecepatan pertumbuhan yang tinggi, dan memiliki kemampuan yang besar dalam menutupi daerah ekosistem terumbu karang yang kosong (Harriot dan Fisk, 1988).

Namun, informasi mengenai pengaruh pemotongan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang belum banyak diteliti, terutama ukuran fragmen yang digunakan. Rinkevich (2000) melaporkan, penggunaan fragmen yang berukuran besar dapat menimbulkan *mal-adaptive* (kegagalan adaptasi) dan stres pada karang, sedangkan fragmen karang yang berukuran kecil dapat mengurangi tingkat stress karang induk namun fragmen tersebut rentan terhadap kematian. Di sisi lain, rehabilitasi terumbu karang melalui penggunaan fragmen yang berukuran kecil jauh lebih bermanfaat sebab tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap koloni induk dan pengaruh tekanan lingkungan yang ditimbulkan sangat kecil.

Penelitian transplantasi karang melalui penggunaan ukuran fragmen yang tepat juga berkorelasi linear dengan jumlah koloni induk karang yang digunakan. Semakin besar ukuran fragmen yang digunakan maka semakin banyak pula koloni induk karang yang digunakan.

### **Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan dan kelangsungan hidup fragmen karang *Acropora formosa* (Dana, 1846) hasil transplantasi dengan ukuran berbeda.

Penelitian ini dapat berguna sebagai sumber informasi terhadap upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang melalui penerapan teknologi transplantasi karang.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Klasifikasi dan Karakteristik Karang *Acropora formosa* (Dana, 1846)

Klasifikasi hewan karang menurut Veron dan Terrence (1979) adalah:

Filum Cnidaria (Coelenterata)

Kelas Anthozoa

Ordo Scleractinia

Famili Acroporidae

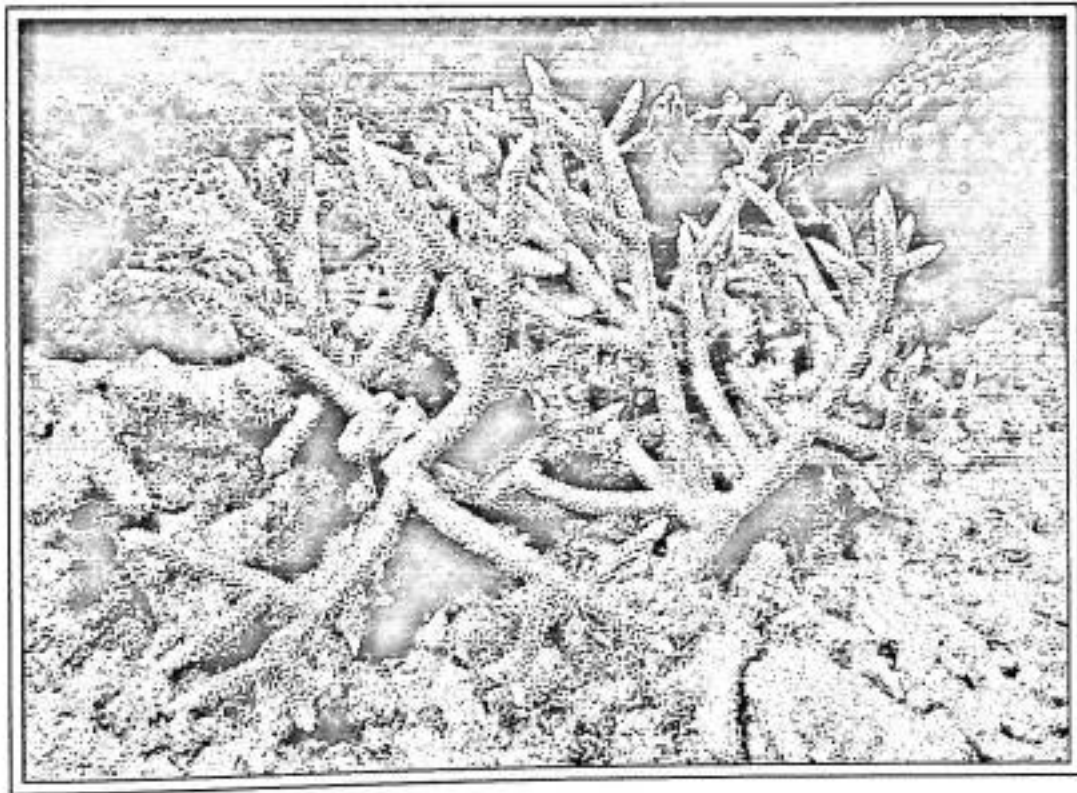
Genus *Acropora*

Spesies *Acropora formosa* (Dana, 1846)

Famili Acroporidae mempunyai empat genera yaitu *Acropora*, *Montipora*, *Anacropora*, dan *Astreopora*. Ketiga marga *Acropora*, *Anacropora*, dan *Montipora*, mempunyai ciri yang hampir sama yaitu koralit kecil, tanpa kolumella, septa sederhana dan tidak mempunyai struktur tertentu, serta koralit dibentuk secara ekstratentakuler. Marga keempat (*Astreopora*) agak berbeda yaitu ukuran koralit lebih besar, septa berkembang dengan baik dan dengan kolumella yang sederhana (Suharsono, 1996).

Genus *Acropora* memiliki bentuk percabangan yang sangat bervariasi seperti bentuk *corymbose*, *arborescent* (bentuk percabangan seperti pohon), *caespitose*, dan lain-lain. Selain itu, ciri khas dari marga ini adalah mempunyai aksial koralit dan radial koralit. Bentuk radial koralit juga bervariasi dari bentuk tubular, nariform, dan tenggelam. Marga ini mempunyai sekitar 150 jenis yang tersebar di seluruh perairan Indonesia, dan banyak terdapat di perairan dangkal (Suharsono, 1996).

*Acropora formosa* memiliki bentuk koloni *arborescent*, dengan cabang silindris tetapi kadang berbentuk *corymbose* (Gambar 1). Mereka pada umumnya membentuk *thickets* (koloni yang terdiri atas cabang yang padat dan tegak lurus) dan membentuk



Gambar 1. Karang *Acropora formosa* (Veron, 2000)

formasi tunggal sepanjang 10 meter. Di perairan dangkal cabangnya pendek dan kompak sementara di perairan yang lebih dalam mempunyai cabang yang terbuka (Suharsono, 1996).

Di sekitar aksial koralit terdapat *exsert*. Radial koralitnya berbentuk tubular. Jenis *A. formosa* memiliki ukuran yang sama atau bervariasi, dan penyebarannya berkelompok atau tidak beraturan. Warna karang ini umumnya krem, biru, atau cokelat, biasanya dengan akhir cabang yang berwarna pucat (Veron, 1993). Selanjutnya dikatakan, spesies ini memiliki kesamaan dengan *Acropora teres*, *A. abrolhosensis*, dan *A. copiosa*. Jenis *A. formosa* juga memiliki kesamaan dengan *A. nobilis* yang mempunyai radial koralit seperti parutan (*rasp-like*). Jenis-jenis *A. grandis*, *A. formosa*, dan *A. nobilis* biasanya ditemukan secara bersama-sama.

Habitat karang *A. formosa* adalah lereng terumbu dan laguna, kelimpahannya tersebar merata dan sering merupakan spesies yang dominan. Menurut Sorokin (1993), koloni besar *Acropora* merupakan jenis karang yang mampu menyusun suatu terumbu. Ketika mereka berada di daerah pecahan ombak yang kuat, umumnya jenis karang ini menyerap energi dari pergerakan gelombang dan menangkai ancaman karang dari terjadinya kerusakan.

Banyak karang *Acropora* yang bersifat oportunistik dan dapat bertahan pada tekanan alam seperti pemanasan dan siltasi. Disamping itu, karang bercabang ini dapat menghasilkan produksi karbonat yang tinggi (Roth, 1979).

## Bioekologi Karang

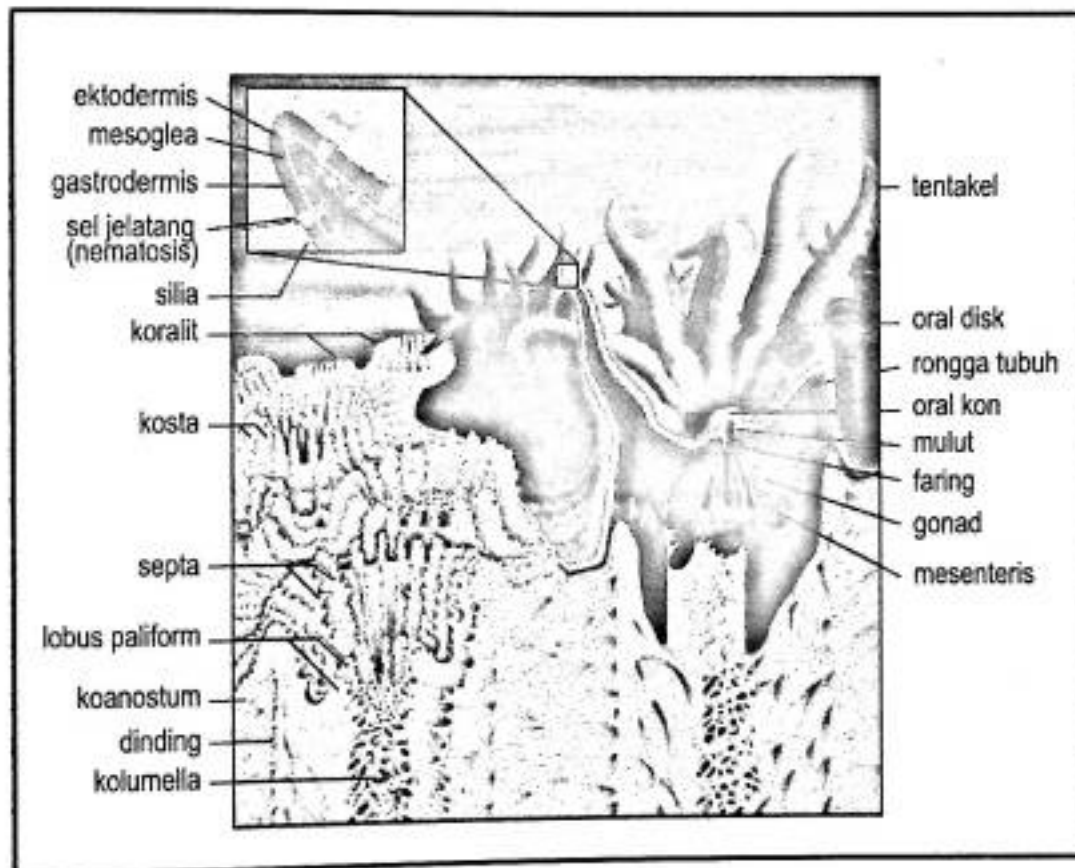
Karang termasuk binatang yang mempunyai sengat atau lebih dikenal sebagai cnida (cnida=jelatang) (Suharsono, 1996). Menurut Nybakken (1992), karang hidup berkoloni atau sendiri, tetapi hampir semua karang hermatipik atau yang dapat membentuk terumbu hidup berkoloni.

Suharsono (1996) menyatakan bahwa karang merupakan binatang sederhana berbentuk tabung dengan mulut berada di atas yang juga berfungsi sebagai anus. Di sekitar mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi sebagai penangkap makanan. Mulut dilanjutkan dengan tenggorokan yang pendek yang langsung berhubungan dengan rongga perut. Di dalam rongga perut berisi semacam usus disebut mesenterii filamen yang berfungsi sebagai alat pencernaan. Untuk tegaknya seluruh jaringan, polip didukung oleh kerangka kapur sebagai penyangga. Kerangka kapur ini berupa lempengan-lempengan yang tersusun secara radial dan berdiri tegak pada lempeng dasar. Lempengan yang berdiri ini disebut sebagai septa yang tersusun dari bahan anorganik dan kapur yang merupakan hasil sekresi dari polip karang. Struktur umum polip dan lapisan dalam skeleton karang dapat dilihat pada Gambar 2.

Dinding polip karang terdiri dari tiga lapisan yaitu ektoderma, mesoglea, dan endoderma (Suharsono, 1996), atau yang umum digunakan adalah istilah epidermis, mesoglea, dan gastrodermis (Bengen, 2002).

Epidermis merupakan lapisan terluar yang terdiri dari berbagai jenis sel, antara lain sel pembentuk *mucus* dan sel nematokis. Mesoglea merupakan lapisan di tengah seperti *jelly*. Di dalam lapisan *jelly* terdapat fibril-fibril sedangkan di luar lapisan terdapat semacam sel otot. Lapisan gastrodermis merupakan lapisan terdalam





Gambar 2. Struktur umum polip dan lapisan dalam skeleton karang (Veron, 2000)

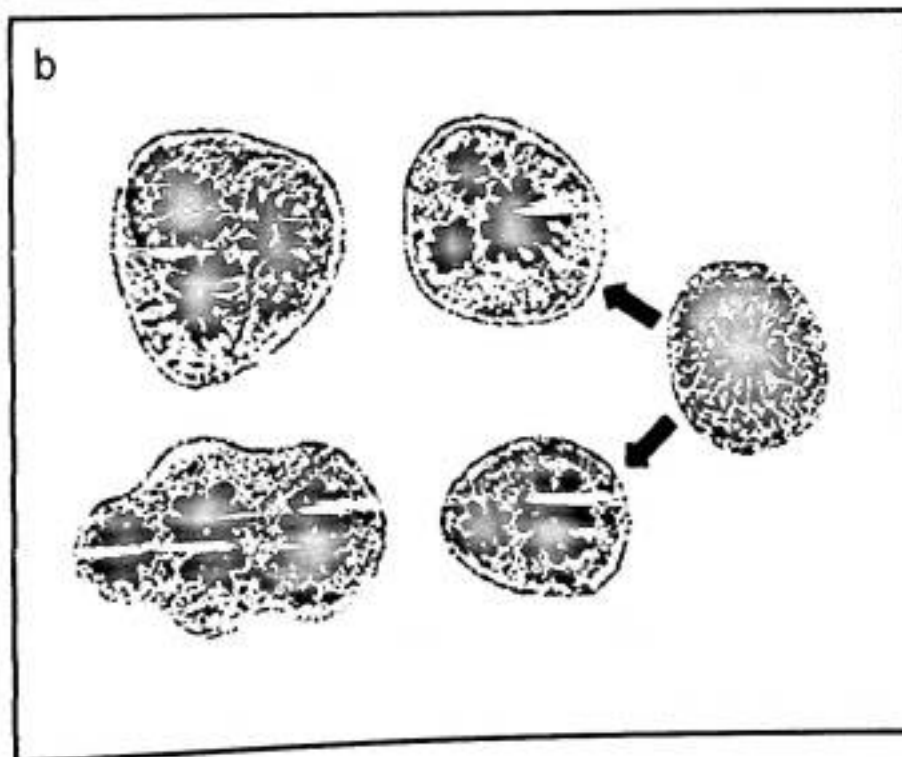
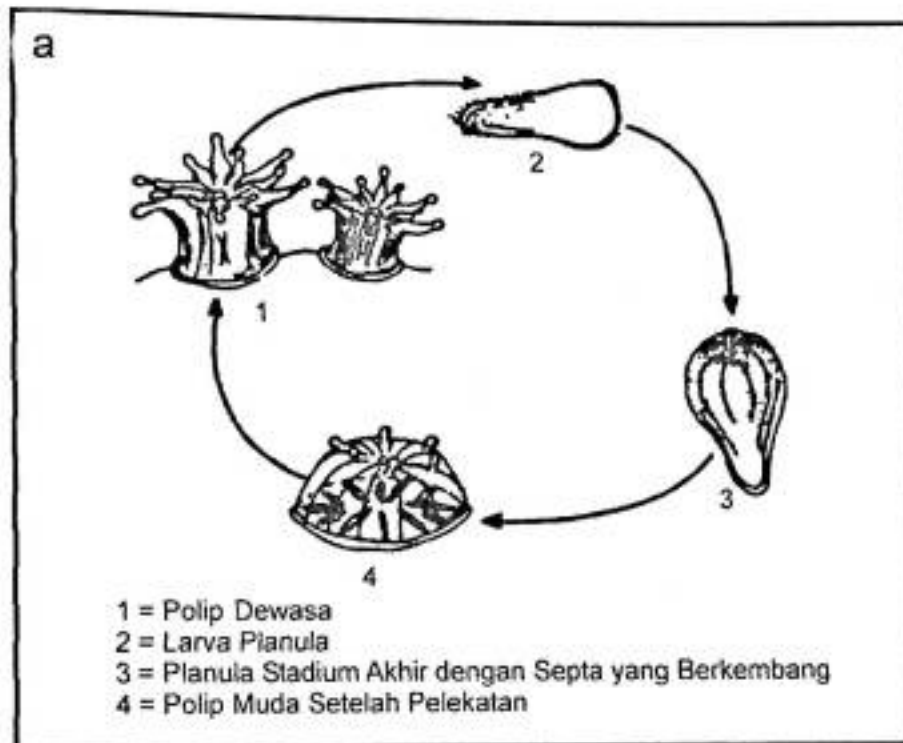
yang sebagian besar selnya berisi sel alga yang menjadi simbiannya. Alga ini diistilahkan dengan *zooxanthellae* (jenis *Symbiodinium microadriaticum*) dan mewakili satu fase dalam siklus hidup suatu tipe tumbuhan uniselular yaitu Dinoflagellata (Krupp, 2001). Alga ini membutuhkan cahaya matahari untuk berfotosintesis (Suharsono, 1996).

Seluruh permukaan jaringan karang juga dilengkapi dengan silia dan flagella. Kedua sel ini berkembang dengan baik di lapisan luar tentakel dan pada mesenteri. Dalam lapisan epidermis banyak dijumpai sel granula yang berisi *mucus* (lendir) dan knidoblast yang berisi sel nematokis. Nematokis merupakan sel penyengat yang berfungsi sebagai alat penangkap makanan dan mempertahankan diri, sedangkan *mucus* berfungsi membantu polip menangkap makanan dan untuk membersihkan diri dari sedimen yang melekat (Suharsono, 1996).

Karang mendapatkan makanan dengan dua cara yaitu autotrofik dan heterotrofik. Pada autotrofik, polip karang menyerap senyawa organik yang dihasilkan oleh *zooxanthellae*, sejenis alga yang hidup dalam tubuh polip. Pada heterotrofik, polip karang menangkap zooplankton dengan tentakelnya yang dilengkapi sel penyengat atau pelumpuh mangsa (nematokis), serta menyerap nutrisi organik langsung dari air (*suspension feeders*) (Sorokin, 1993; Dahuri, 2003; Turner, 2003).

### **Reproduksi Karang**

Reproduksi hewan karang dapat terjadi secara seksual maupun aseksual (Gambar 3). Proses reproduksi seksual dimulai dengan pembentukan klon gamet sampai terbentuknya gamet masak dan disebut sebagai gametogenesis. Gamet yang masak kemudian akan dilepaskan dalam bentuk planula. Planula yang telah lepas



Gambar 3. Pembiakan hewan karang (a) secara seksual dan (b) secara aseksual (Bengen, 2002)

akan berenang bebas dalam perairan. Bila mendapati tempat yang cocok, ia akan menetap di dasar atau substrat dan berkembang menjadi koloni baru. Karang dalam melakukan pembuahan ada yang di luar tubuh induknya (pembuahan eksternal) dan ada yang di dalam tubuh induknya (pembuahan internal) (Nybakken, 1992).

Wallace (1994 *dalam* Turner 2003) menyatakan bahwa banyak spesies karang yang bertelur secara massal. Dalam periode 24 jam, semua karang dari satu spesies dan spesies karang dalam suatu genus melepaskan sperma dan telur mereka pada waktu yang sama. Peristiwa ini dapat ditemukan pada karang jenis *Montastraea* dan beberapa genera lain seperti *Montipora*, *Platygra*, *Favia*, dan *Favites*. Pada beberapa karang *Montastraea* dan *Acropora*, sperma dan telur dilepaskan di dalam suatu kantong. Mereka mengapung ke permukaan, dan memisahkan diri serta mengadakan fertilisasi. Pada karang intraspecies kondisi ini dapat terjadi secara umum namun peningkatan jumlah telur terjadi secara massal yang diduga dipengaruhi oleh hibridisasi spesies kongenerik. Sel dari dua gamet berkembang dan masuk ke dalam larva yang disebut planula yang selanjutnya akan menempatkan diri pada substrat yang sesuai dan tumbuh menjadi sebuah koloni yang baru. Sementara itu pada karang *Acropora*, telur-telur dibuahi sebelum melepaskan diri. Larva akan mengapung di permukaan, menetap pada substrat dan selanjutnya menjadi koloni yang baru.

Tiap polip hewan karang batu dapat tumbuh dan mengendapkan kapur yang membentuk rangka. Polip ini akan memperbanyak diri dengan jalan pembelahan berulang kali (secara generatif) hingga satu koloni karang bisa terdiri dari ratusan ribu polip (Nontji, 1993). Umumnya tipe reproduksi aseksual karang terjadi melalui fragmentasi. Potongan karang yang patah/dirusakkan akan menempati dasar perairan

atau substrat yang cocok dan mulai melakukan pertumbuhan dan memproduksi koloni baru. Tipe reproduksi jenis ini, umumnya dijumpai pada karang bercabang seperti *Acropora cervicornis* dan ditemukan suatu korelasi positif antara ukuran dengan keberhasilan hidup fragmen (Turner, 2003). Pada pembiakan aseksual yang dilakukan dengan cara fragmentasi, terbentuk polip-polip baru yang saling menempel sampai terbentuk koloni yang besar dengan bentuk yang beragam sesuai jenisnya (Bengen, 2002).

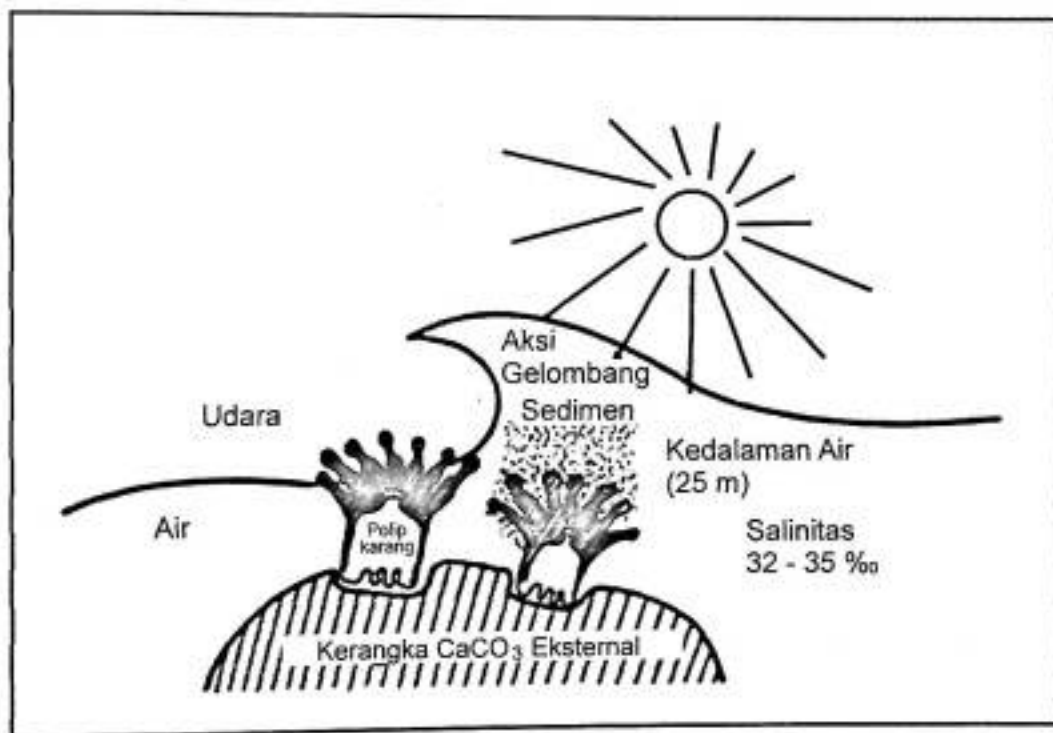
Richmond dan Hunter (1990 dalam Syafri, 2003) menyatakan bahwa perkembangan aseksual memiliki keuntungan, di antaranya yaitu tidak membutuhkan pasangan seperti gamet jantan dan betina pada perkembangbiakan secara seksual, dan memiliki kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan dan timbunan sedimen berdasarkan besar kecilnya ukuran fragmen tersebut.

### **Penyebaran Karang**

Penyebaran terumbu karang di seluruh dunia dipengaruhi antara lain oleh faktor suhu, salinitas, kedalaman, cahaya, pergerakan massa air, kekeruhan dan sedimentasi (Gambar 4).

#### **Suhu**

Randall (1983 dalam Syafri, 2003) menyatakan bahwa suhu mempengaruhi metabolisme, reproduksi, dan perombakan bentuk luar karang. Veron (1995 dalam Harriott, 1998) mengemukakan bahwa distribusi karang dan distribusi terumbu dibatasi oleh suhu melalui proses ekologis yang terjadi secara langsung. Suhu yang tidak sesuai dengan kehidupan karang dapat menyebabkan kematian karang.



Gambar 4. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran terumbu karang (Bengen, 2002)

Suhu berperan dalam membatasi sebaran terumbu karang sehingga karang tidak ditemukan di daerah ughari (*temperate*) apalagi di daerah kutub. Suhu yang dibutuhkan untuk pembentukan terumbu karang adalah sekitar 25-30 °C (Nontji, 1993).

Menurut Tomascik (1999), pada suhu di bawah 18 °C dapat menghambat pertumbuhan karang, bahkan dapat mengakibatkan kematian. Lebih lanjut dikatakan, pada suhu di atas 33 °C dapat menyebabkan terjadinya gejala pemutihan karang (*bleaching*), yaitu keluarnya *zooxanthellae* dari polip karang dan akibat selanjutnya dapat mematikan karang.

Efek perubahan suhu juga pada dapat menyebabkan turunnya respon makan, mengurangi rata-rata reproduksi, banyak mengeluarkan lendir (*mucus*), dan proses fotosintesis atau respirasi berkurang (Dubinsky, 1990 *dalam* Kudus dan Wijaya, 2001).

### **Salinitas**

Secara fisiologis, salinitas mempengaruhi kehidupan hewan karang karena adanya tekanan osmosis pada jaringan hidupnya. Namun, daya tahan setiap jenis karang berbeda-beda tergantung pada kondisi laut setempat (Nybakken, 1992).

Kinsman (1964 *dalam* Supriharyono, 2000a) menyatakan bahwa salinitas air laut rata-rata di daerah tropis adalah sekitar 35 ‰, dan binatang karang hidup subur pada kisaran salinitas sekitar 34-36 ‰. Terumbu karang yang ada di *reef flat* mampu beradaptasi dalam waktu yang singkat dengan salinitas rendah saat terjadinya hujan, namun hujan lebat dalam waktu yang lama dengan perubahan salinitas yang drastis akan merusak komunitas karang di daerah tersebut (Nybakken, 1992; Veron, 1993).



## **Kedalaman**

Menurut Nybakken (1992), karang tidak dapat berkembang di perairan yang lebih dalam dari 50-70 m, umumnya tumbuh pada kedalaman 25 m atau kurang. Tomascik *et al.* (1997) menambahkan, pada perairan jernih karang dapat hidup pada kedalaman 40 m, dan pada perairan keruh kurang dari 15 m.

Supriharyono (2000a) menyatakan bahwa pertumbuhan optimum karang pada umumnya terjadi pada kedalaman di bawah permukaan. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan cahaya yang masuk ke dalam perairan. Cahaya yang cukup harus tersedia untuk proses fotosintesis *zooxanthellae* yang hidup bersimbiosis dalam jaringan tubuh karang. Cahaya yang kurang dapat menyebabkan laju fotosintesis berkurang dan bersamaan dengan itu akan berpengaruh pada jumlah kalsium karbonat yang dihasilkan. Kalsium karbonat berguna dalam pembentukan kerangka karang melalui proses kalsifikasi (Nybakken, 1992).

## **Pergerakan Massa Air**

Pergerakan massa air seperti arus dan gelombang memiliki pengaruh yang signifikan dalam penyebaran karang sebab dapat menjadi media transportasi hara, larva, sedimen, dan oksigen. Oleh karena itu, sirkulasi arus berperan penting dalam proses transfer energi (Dahuri, 2003).

Menurut Tomascik (1999), arus dan gelombang dapat membersihkan polip dari kotoran yang menempel sehingga karang yang hidup di daerah berombak dan berarus kuat lebih berkembang dibandingkan dengan yang hidup di daerah yang tenang dan terlindung. Arus juga dapat mempengaruhi sebaran nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan karang (Mistr dan Bercovici, 2003).

## **Cahaya**

Menurut Mistr dan Bercovici (2003), cahaya dapat mempengaruhi laju kalsifikasi. Cahaya juga merupakan faktor yang paling penting dalam membatasi sebaran terumbu karang. Tanpa cahaya yang cukup, laju proses fotosintesis akan berkurang dan sebagai akibatnya kemampuan karang dalam menghasilkan kalsium karbonat dan membentuk terumbu akan berkurang pula.

Radiasi sinar matahari memegang peranan penting dalam pembentukan karang. Penetrasi sinar menentukan kedalaman dimana proses fotosintesis terjadi pada organisme alga bentik (dasar) dan *zooxanthellae* dari jaringan terumbu (Dahuri *et al.*, 1996). Organisme tersebut hidup di perairan tropis pada daerah yang memiliki cahaya matahari yang optimal.

Cahaya sangat penting sebab organisme karang mempunyai ganggang mikroskopik *zooxanthellae*, yang hidup di dalam jaringan mereka. Karang membutuhkan 15-20 % intensitas cahaya permukaan (Veron, 1993). Di samping itu, cahaya juga dapat mengakibatkan terjadinya interaksi kompetitif antar karang yang hidup bersama (Oren dan Benayahu, 1997).

## **Kekeruhan dan Sedimentasi**

Oren dan Benayahu (1997) menyatakan bahwa tingkat sedimentasi yang tinggi dapat mempengaruhi keberadaan dan kelangsungan hidup karang. Kekeruhan air dapat mempengaruhi penetrasi atau intensitas cahaya di dalam air. Menurut Gilmour (1999), sedimen terlarut dapat menghalangi fertilisasi karang serta kemampuan hidup dan menetap larva pada suatu habitat.

Menurut Pastorok dan Bilyard (1985 *dalam* Supriharyono, 2000a) bahwa pengaruh sedimen terhadap pertumbuhan karang terjadi secara langsung dan tidak langsung. Sedimen dapat langsung mematikan karang, yaitu apabila sedimen tersebut memiliki ukuran yang cukup besar atau banyak sehingga dapat menutupi polip karang. Sedangkan pengaruh sedimen secara tidak langsung terjadi melalui menurunnya penetrasi cahaya matahari dan banyaknya energi yang dikeluarkan oleh karang untuk menghalau sedimen tersebut. Krupp (2001) menambahkan, sedimentasi yang tinggi dan salinitas yang rendah sering berkorelasi dan terjadi secara bersamaan sebab keduanya terjadi sebagai hasil dari aliran air hujan yang berasal dari lingkungan terestrial.

### **Pertumbuhan Karang**

Pertumbuhan karang didefinisikan sebagai penambahan panjang linear, volume atau luas kerangka atau bangunan kapur (kalsium) spesies karang dalam kurun waktu tertentu (Buddemeier dan Kinzie, 1976 *dalam* Supriharyono, 2000a). Tingkat pertumbuhan karang batu antara satu dengan yang lain berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan habitat, umur koloni, dan perbedaan spesies (Sorokin, 1993).

*Zooxanthellae* yang hidup di tubuh binatang karang tidak hanya penting untuk produksi karbon saja, akan tetapi juga produksi kalsium karbonat (kapur) dan konversi unsur hara. Jumlah kalsium karbonat yang dihasilkan sebagai pembentuk tubuh biota karang tidak sama setiap tahunnya, tergantung pada perubahan suhu dan cahaya. Banyak karang ditemukan memiliki pertumbuhan yang cepat pada musim-musim tertentu (Barnes, 1987 *dalam* Kudus dan Wijaya, 2001).

Goreau dan Goreau (1959 *dalam* Supriharyono, 2000b) menyatakan bahwa *zooxanthellae* merupakan faktor yang esensial dalam proses kalsifikasi atau produksi kapur. Hal ini terjadi karena adanya korelasi yang positif antara laju iluminasi (fotosintesis) dengan kalsifikasi. Laju kalsifikasi atau pertumbuhan karang lebih cepat di perairan yang bercahaya daripada di perairan yang gelap.

Dahuri (2003) menambahkan bahwa dalam proses pembentukan terumbu karang terjadi hubungan yang saling menguntungkan antara polip karang dan *zooxanthellae*. Ketika terkena cahaya matahari, *zooxanthellae* menghasilkan oksigen dan nutrisi yang terdiri dari gliserol, glukosa, dan asam amino yang melekat pada lapisan luar polip karang. Selain memberi nutrisi, *zooxanthellae* dengan pigmen-pigmen yang dimilikinya juga memberikan warna pada polip-polip karang. Di lain pihak, polip karang memberikan tempat hidup dan mendistribusikan CO<sub>2</sub> untuk digunakan oleh *zooxanthellae* dalam proses fotosintesis. Menurut Antonius (2000), *zooxanthellae* juga memperoleh manfaat berupa buangan nitrogen yang berasal dari polip karang. Di samping itu, polip karang juga menyerap CaCO<sub>3</sub> dari air laut sehingga terjadi reaksi di dalam tubuh polip dan menghasilkan cangkang luar berupa zat kapur.

Pada habitat dangkal (1-5 m) cenderung didiami oleh jenis karang bercabang, sedangkan pada habitat yang lebih dalam (>5 m) cenderung didiami oleh jenis karang folious dan masif. Pada karang bercabang, pertumbuhannya lebih cepat ( $\pm 20-100$  cm tahun<sup>-1</sup>), karena secara genetik struktur bangunan kapurnya berpori dan agak rapuh, dimana kapur yang disusun ini tidak padat sehingga lebih banyak dipakai untuk memperbesar atau mempertinggi skeletonya. Sementara pertumbuhan karang masif cenderung lebih lamban ( $\pm 2$  mm tahun<sup>-1</sup>), dikarenakan kapur yang diendapkan

lebih banyak ditimbun untuk memadatkan skeleton sehingga laju penambahan masifnya lebih lama (Husain, 1994).

Laju kalsifikasi karang merupakan kombinasi total produksi karbon yang mengalami perubahan yang dipengaruhi oleh faktor biologi, kimia, dan fisika (Roth, 1979). Menurut Goreau (1961 dalam Nybakken, 1992), *zooxanthellae* meningkatkan laju proses terjadinya kapur (kalsifikasi) yang dilakukan oleh karang dan laju pertumbuhan koloni karang. Selanjutnya dikatakan, kecepatan tumbuh karang bercabang jauh lebih besar jika dibandingkan dengan karang masif.

Bentuk pertumbuhan karang dipengaruhi oleh faktor genetis tapi terkadang di alam bentuk pertumbuhan karang dapat berbeda karena faktor lingkungan (Mapstone, 1990). Menurut Harriott (1998) bahwa pada habitat yang terlindung, laju pertumbuhan lebih cepat, namun percabangannya memiliki laju kalsifikasi yang lebih sedikit, sehingga penambahan bersih kalsium karbonat tidak begitu bervariasi. Pada pergerakan air yang tinggi, percabangannya lebih tebal, lebih pendek, dan dengan cabang yang lebih kuat setelah mengalami pengapuran, serta akan lebih mampu bertahan dari kerusakan yang diakibatkan oleh gelombang.

### **Transplantasi Karang**

Oren dan Benayahu (1997) menyatakan bahwa melalui transplantasi karang, dapat dibuat relung ekologi yang diperlukan untuk memperoleh kelangsungan hidup karang yang tinggi dan rekrutmen alami berbagai karang dapat dilakukan dalam suatu waktu yang singkat.

Menurut Edwards dan Clark (1998), sasaran utama transplantasi karang adalah untuk meningkatkan mutu karang dan memperbanyak tutupan karang, keanekaragaman jenis, dan kompleksitas topografis. Di samping itu, transplantasi

karang berperan sebagai perangkat manajemen perikanan yang potensial dalam meningkatkan populasi ikan terutama pada daerah terumbu karang yang pertumbuhan alganya tinggi namun secara ekologis tidak seimbang dengan ketersediaan stok ikannya (populasi ikan lebih rendah) (Bowden-Kerby, 2003).

Di Maladewa (Maldives), transplantasi karang telah dilakukan untuk mempercepat rehabilitasi karang akibat kerusakan yang ditimbulkan oleh buangan jangkar kapal, memulihkan kerusakan karang akibat limbah yang berasal dari aliran sungai, polusi, reklamasi daratan, mempercepat kesembuhan karang setelah mengalami kerusakan oleh bintang laut seribu *crown of thorns*, memulihkan kerusakan karang akibat bom, serta meningkatkan keindahan ekosistem terumbu karang di daerah wisata bahari (Edwards dan Clark, 1998).

Transplantasi karang juga telah dilakukan untuk mempercepat regenerasi ekosistem terumbu karang yang rusak akibat serangan *Acanthaster planci* (bintang laut seribu) di Taman Laut Great Barrier Reef, Australia (Ikawati *et al.*, 2001).

Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan, ada beberapa ketentuan untuk transplantasi karang yaitu (Syafri, 2003):

1. Untuk transplantasi karang diperlukan sebuah wadah beton sebagai substrat dimana karang akan ditanamkan.
2. Jenis karang bercabang lebih cepat pertumbuhannya, dan lebih mampu menyesuaikan diri dibandingkan dengan karang masif.
3. Semua lokasi perairan pada dasarnya dapat dilakukan transplantasi dengan syarat kondisi hidrolis masih dalam batas toleransi pertumbuhan karang.



4. Hasil percobaan pada habitat yang berpasir dengan tingkat kesuburan yang tinggi pertumbuhan karang lebih cepat dibandingkan pada daerah yang karangnya rusak.
5. Wadah karang transplantasi sebaiknya tidak menghalangi aerasi oleh arus.

Dalam transplantasi karang disarankan untuk menggunakan karang-karang yang muda sebab keberadaan koloni dewasa merupakan hasil dari kelangsungan hidup karang-karang muda tersebut. Di samping itu pemeliharaan jenis karang muda dapat dilakukan dalam jumlah yang besar dan dapat dimonitor tanpa menyebabkan kerusakan pada terumbu karang alami (Oren dan Benayahu, 1997).

Menurut Wagiyono dan Radiarta (1995 dalam Syafri, 2003) karang yang ditransplantasi di Indonesia dapat mencapai pertumbuhan 0,0-1,9 cm bulan<sup>-1</sup>. Amaryllia *et al.* (2003) melaporkan rata-rata laju pertumbuhan induk *A. formosa* hasil transplantasi sebesar 4,84 mm bulan<sup>-1</sup> untuk tinggi dan 2,46 mm bulan<sup>-1</sup> untuk diameter dengan tingkat kelangsungan hidup fragmen mencapai 94,5 %.



4. Hasil percobaan pada habitat yang berpasir dengan tingkat kesuburan yang tinggi pertumbuhan karang lebih cepat dibandingkan pada daerah yang karangnya rusak.
5. Wadah karang transplantasi sebaiknya tidak menghalangi aerasi oleh arus.

Dalam transplantasi karang disarankan untuk menggunakan karang-karang yang muda sebab keberadaan koloni dewasa merupakan hasil dari kelangsungan hidup karang-karang muda tersebut. Di samping itu pemeliharaan jenis karang muda dapat dilakukan dalam jumlah yang besar dan dapat dimonitor tanpa menyebabkan kerusakan pada terumbu karang alami (Oren dan Benayahu, 1997).

Menurut Wagiyono dan Radiarta (1995 dalam Syafri, 2003) karang yang ditransplantasi di Indonesia dapat mencapai pertumbuhan 0,0-1,9 cm bulan<sup>-1</sup>. Amaryllia *et al.* (2003) melaporkan rata-rata laju pertumbuhan induk *A. formosa* hasil transplantasi sebesar 4,84 mm bulan<sup>-1</sup> untuk tinggi dan 2,46 mm bulan<sup>-1</sup> untuk diameter dengan tingkat kelangsungan hidup fragmen mencapai 94,5 %.

## METODE PENELITIAN

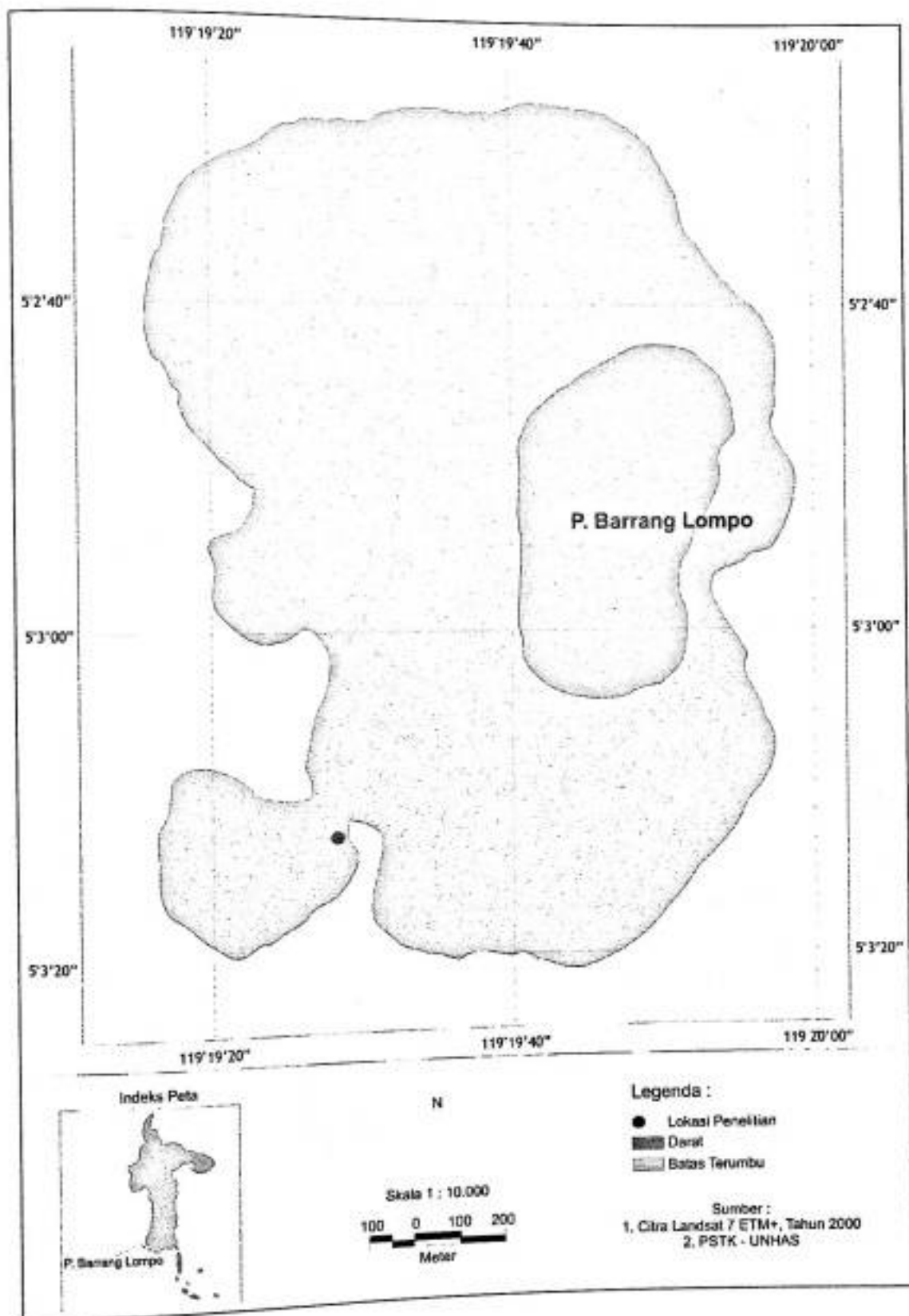
### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2003 - Januari 2004 di perairan terumbu karang sebelah barat daya Pulau Barrang Lompo ( $05^{\circ}03.288'$  LS dan  $119^{\circ}19.441$  BT), Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar, Sulawesi Selatan (Gambar 5).

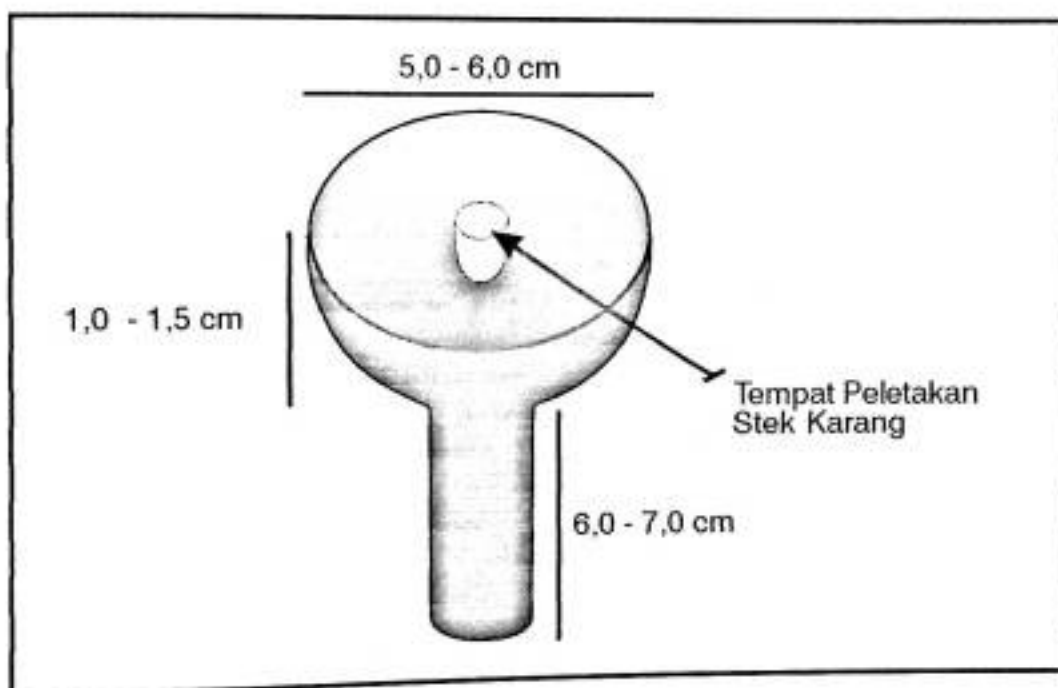
### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan lokasi penelitian, kamera bawah air untuk mendokumentasikan penelitian, kaliper/jangka sorong untuk mengukur tinggi dan diameter karang, layangan air untuk mengukur kecepatan arus, *secchi disk* untuk mengukur kecerahan perairan, perahu motor untuk transportasi ke stasiun penelitian, rak dasar untuk meletakkan substrat penelitian, salinometer untuk mengukur salinitas perairan, peralatan SCUBA untuk kegiatan penyelaman, kotak *styrofoam* untuk menampung sampel penelitian, *stopwatch* untuk mengukur kecepatan arus, tang anti karat untuk memotong karang, dan termometer untuk mengukur suhu perairan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah fragmen karang *A. formosa* sebagai hewan uji dan lem untuk melekatkan karang pada substrat. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan substrat berasal dari campuran semen dan batu apung dengan diameter 5,0-6,0 cm, tebal 1,0-1,5 cm dan tinggi kaki substrat 6,0-7,0 cm. Pada bagian tengah substrat dilubangi secukupnya sebagai tempat peletakan stek karang (Gambar 6). Sedangkan rak dasar yang digunakan sebagai



Gambar 5. Peta lokasi penelitian di perairan Pulau Barrang Lompo, Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.



Gambar 6. Desain substrat transplantasi yang digunakan dalam penelitian

tempat peletakan substrat berbentuk persegi panjang yang terbuat dari kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) dengan panjang 2 m, lebar 1 m, dan tinggi 0,5 m. Kaki rak dasar dibuat runcing agar dapat tertancap pada substrat di lokasi stasiun penelitian (Gambar 7).

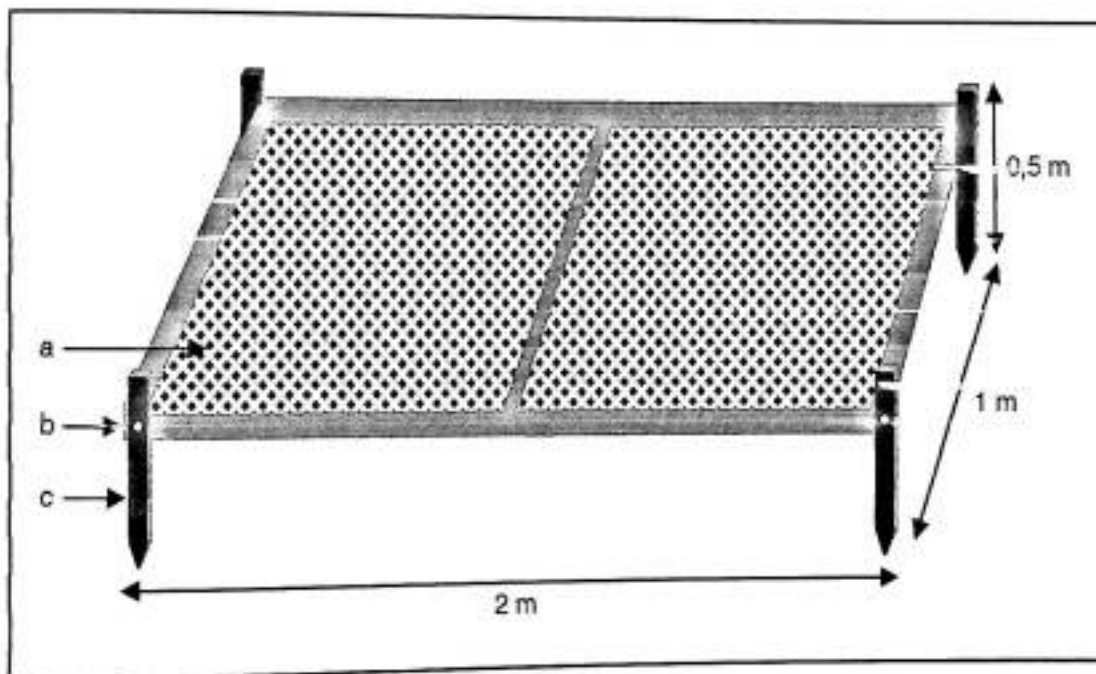
## **Prosedur Penelitian**

### **Pemilihan Lokasi**

Penelitian ini dilakukan pada kedalaman 3,5 m dengan kondisi lingkungan yang tepat dan memperhatikan beberapa faktor fisika perairan. Menurut Rachman dan Syafiuddin (2002), lokasi untuk transplantasi karang diutamakan pada daerah terumbu karang yang telah mengalami kerusakan tetapi masih memenuhi syarat bagi kehidupan karang. Suatu terumbu dimana mayoritas karangnya telah mati tetapi telah berstruktur, dapat menjadi substrat yang stabil dan tepat untuk karang-karang muda dan patahan sebagai tempat untuk menempel dan tumbuh (Westmacott *et al.*, 2000).

### **Pengambilan, Penempelan, dan Penebaran Fragmen**

Fragmen karang yang digunakan adalah karang *A. formosa*. Koloni induk yang diambil memiliki kondisi yang masih baik, cukup luas arealnya, memiliki habitat sama dengan habitat lokasi penelitian, khususnya mengenai keadaan arus dan kedalamannya, dan lokasinya tidak jauh dari lokasi penelitian. Menurut Soekarno (2001), areal tempat pengambilan koloni induk harus cukup luas untuk menjamin agar pengambilan anakan dengan cara memotong cabang-cabang karang batu yang berkoloni besar tidak dilakukan di tempat yang saling berdekatan, sehingga tidak menimbulkan perubahan kondisi ekosistem terumbu karang yang berarti.



Gambar 7. Desain rak dasar yang digunakan dalam penelitian (a) jaring (*net*) besi anti karat, (b) baut besi, (c) balok kayu

Jumlah koloni induk yang digunakan adalah sebanyak lima buah. Pada setiap koloni induk diambil masing-masing tiga buah stek karang dengan ukuran panjang stek karang yang berbeda dan diperkirakan bahwa ukuran panjang stek karang tersebut setelah ditempelkan pada substrat penelitian adalah 2 cm, 4 cm, dan 6 cm (Gambar 8). Sementara itu, ukuran diameter stek karang yang digunakan berbeda secara proporsional. Pemotongan stek karang dilakukan dengan menggunakan alat pemotong yang tajam dan steril serta dilakukan secara hati-hati agar karang tidak mengalami stres.

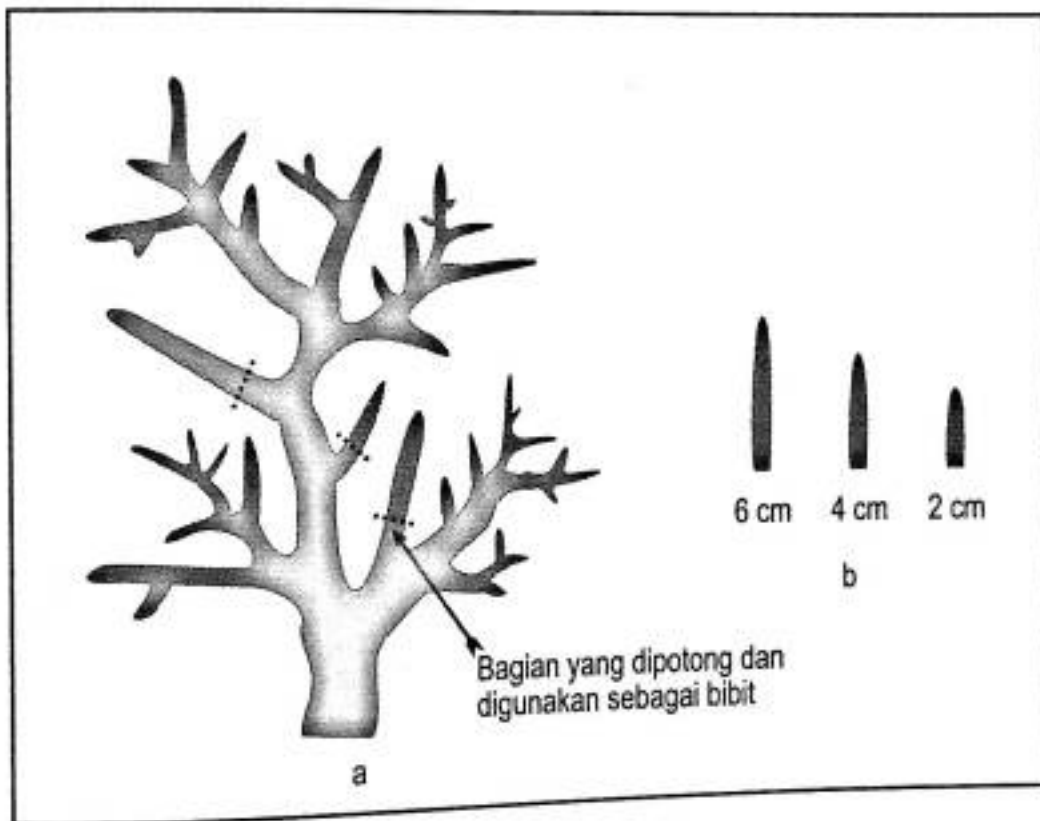
Proses penempelan stek karang dilakukan secara *in situ* di lokasi transplantasi. Penempelan stek karang dilakukan pada bagian permukaan substrat yang berlubang dengan menggunakan perekat (lem) secukupnya (Gambar 9).

Pada saat penempelan, karang dibasahi dengan air laut agar tidak mengalami stres. Fragmen karang yang telah melekat dengan baik pada substrat dan bahan perekatnya telah kering (mengeras), selanjutnya diangkut ke lokasi penelitian.

Selama masa pemeliharaan dilakukan pemeriksaan terhadap karang yang ditransplantasi, meliputi tindakan pembersihan dari berbagai kotoran (bahan suspensi dan pasir halus), kompetitor, predator, dan organisme lainnya yang dapat mengganggu atau menghambat pertumbuhan karang.

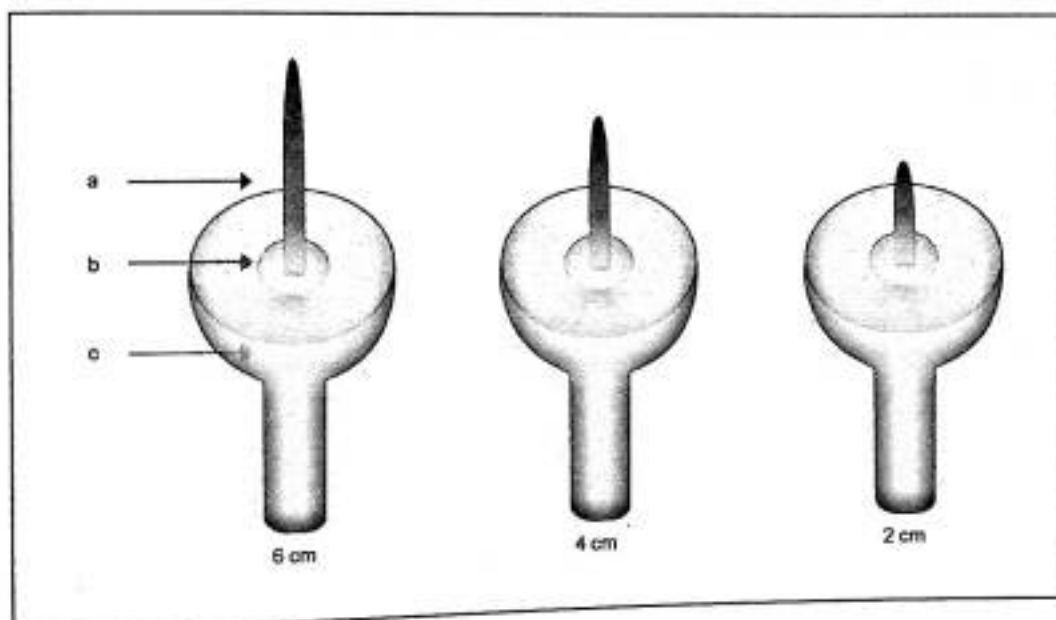
### **Rancangan Percobaan**

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (Hanafiah, 1995). Penggunaan rancangan ini dilakukan dengan asumsi bahwa faktor fisika perairan seperti suhu, salinitas dan kecerahan pada stasiun penelitian adalah homogen. Terdapat tiga perlakuan yang dicobakan menurut ukuran stek karang, yakni 2 cm (perlakuan A), 4 cm (perlakuan B), dan 6 cm (perlakuan C).



Gambar 8. Konfigurasi pemotongan stek karang dari koloni induk terpilih (a) induk (b) bibit





Gambar 9. Konfigurasi penempelan stek karang pada substrat (a) stek karang, (b) lem, (c) substrat

Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak lima kali, sehingga jumlah seluruh unit perlakuan sebanyak 15 buah. Tata letak plot perlakuan dapat dilihat pada Gambar 10.

### **Pengukuran Pertumbuhan Fragmen**

Pengukuran pertumbuhan karang dilakukan dengan mengukur tinggi dan diameter karang yang dilakukan sebulan sekali secara *in situ*. Pengukuran dilakukan pada bagian fragmen karang yang berada di atas substrat. Adapun dimensi korallum yang diukur yaitu panjang dan diameter fragmen. Apabila selama penelitian terdapat pertumbuhan linear cabang sekunder dan cabang tersier, maka setiap pertumbuhan cabang tersebut diakumulasikan.

### **Pengukuran Parameter Fisika Perairan**

Parameter fisika perairan yang diukur meliputi suhu, kecepatan arus, salinitas, dan kecerahan perairan yang semuanya dilakukan secara *in situ* setiap sebulan sekali.

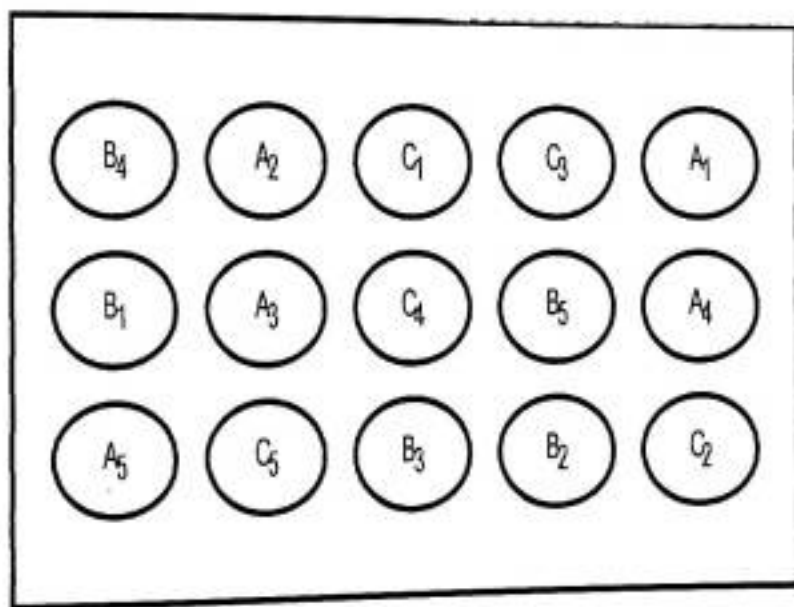
### **Analisa Data**

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- a. Pertumbuhan panjang mutlak (Ricker, 1979)

$$\beta_t = L_t - L_0$$

dimana  $\beta_t$  = pertumbuhan panjang mutlak (cm);  $L_t$  = rata-rata tinggi setelah hari ke-t (cm);  $L_0$  = rata-rata tinggi pada waktu awal pengukuran (cm)



Gambar 10. Letak plot perlakuan secara acak

- b. Laju pertumbuhan panjang mutlak harian (Effendie, 2002)

$$P_L = \frac{L_t - L_0}{t}$$

dimana  $P_L$  = laju pertumbuhan panjang harian (cm hari<sup>-1</sup>);  $L_t$  = rata-rata panjang setelah hari ke- $t$  (cm);  $L_0$  = rata-rata panjang pada waktu awal pengukuran (cm);  $t$  = waktu pengamatan (hari)

- c. Pertumbuhan diameter mutlak (Ricker, 1979)

$$\beta_D = D_t - D_0$$

dimana  $\beta_D$  = pertumbuhan diameter mutlak (cm);  $D_t$  = rata-rata diameter setelah hari ke- $t$  (cm);  $D_0$  = rata-rata diameter pada waktu awal pengukuran (cm)

- d. Laju pertumbuhan diameter mutlak harian (Effendie, 2002)

$$P_D = \frac{D_t - D_0}{t}$$

dimana  $P_D$  = laju pertumbuhan diameter harian (cm hari<sup>-1</sup>);  $D_t$  = rata-rata diameter setelah hari ke- $t$  (cm);  $D_0$  = rata-rata diameter pada waktu awal pengukuran (cm);  $t$  = waktu pengamatan (hari)

- e. Pertumbuhan volume mutlak (Effendie, 2002)

$$V = \pi r^2 h$$
$$V_M = V_t - V_0$$

dimana  $V$  = volume (cm<sup>3</sup>);  $\pi = 3,14$ ;  $r$  = jari-jari (cm);  $h$  = tinggi (cm);  $V_M$  = pertumbuhan volume mutlak (cm<sup>3</sup>);  $V_t$  = volume setelah hari ke- $t$  (cm<sup>3</sup>);  $V_0$  = volume pada waktu awal pengukuran (cm<sup>3</sup>)

- f. Laju pertumbuhan volume mutlak harian (Effendie, 2002)

$$P_v = \frac{V_t - V_0}{t}$$

dimana  $P_v$  = laju pertumbuhan volume harian ( $\text{cm}^3 \text{ hari}^{-1}$ );  $V_t$  = volume pertumbuhan setelah hari ke-t ( $\text{cm}^3$ );  $V_0$  = volume pertumbuhan pada waktu awal pengukuran ( $\text{cm}^3$ );  $t$  = waktu pengamatan (hari)

- g. Kelangsungan hidup (Ricker, 1979)

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

dimana  $SR$  = tingkat kelangsungan hidup (%);  $N_t$  = jumlah individu akhir;  $N_0$  = jumlah individu awal

Selanjutnya, data pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan panjang mutlak harian, pertumbuhan diameter mutlak, laju pertumbuhan diameter mutlak harian, pertumbuhan volume mutlak, laju pertumbuhan volume mutlak harian, dan kelangsungan hidup karang tersebut dianalisis untuk membuktikan masing-masing perlakuan berbeda nyata atau tidak secara statistik dalam bentuk analisis sidik ragam atau *one-way analysis of variance* (Fowler dan Cohen, 1992) dengan menggunakan *software SPSS version 10.0 for Windows*.

# HASIL DAN PEMBAHASAN

## Pertumbuhan Karang

Hasil pengukuran pertumbuhan fragmen karang *A. formosa* yang ditransplantasi dengan ukuran berbeda selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1, serta Lampiran 1 dan 2.

Tabel 1. Pertumbuhan fragmen karang *Acropora formosa* (Dana, 1846) hasil transplantasi selama penelitian.

Parameter	Ukuran fragmen (cm)		
	2	4	6
Pertumbuhan panjang mutlak (cm)	0,7080 ± 0,1708	0,6420 ± 0,4103	1,2240 ± 0,8498
Laju pertumbuhan panjang mutlak harian (cm hari <sup>-1</sup> )	0,0084 ± 0,0014	0,0088 ± 0,0035	0,0159 ± 0,0074
Pertumbuhan diameter mutlak (cm)	0,2660 ± 0,0594	0,3180 ± 0,1931	0,4540 ± 0,2241
Laju pertumbuhan diameter mutlak harian (cm hari <sup>-1</sup> )	0,0032 ± 0,0005	0,0043 ± 0,0016	0,0065 ± 0,0020
Pertumbuhan volume mutlak (cm <sup>3</sup> )	0,0218 ± 0,0130	0,0524 ± 0,0433	0,1355 ± 0,1126
Laju pertumbuhan volume mutlak harian (cm <sup>3</sup> hari <sup>-1</sup> )	0,0002 ± 0,0001	0,0006 ± 0,0005	0,0016 ± 0,0014

Pertambahan panjang karang dipengaruhi oleh sifat biologi model percabangan karang seperti model karang *branching arborescent* yang cenderung mempunyai pertambahan tinggi yang besar karena pertumbuhan koloninya mengarah ke atas (Supriharyono, 2000b).

Pada Tabel 1 dan Lampiran 3, dapat dilihat bahwa pertumbuhan panjang mutlak tertinggi fragmen karang *A. formosa* diperoleh pada fragmen berukuran 6 cm sebesar 1,2240 cm; disusul fragmen berukuran 2 cm sebesar 0,7080 cm; dan terendah

pada fragmen berukuran 4 cm sebesar 0,6420 cm. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 4), pertumbuhan panjang mutlak setiap perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ).

Laju pertumbuhan panjang mutlak harian fragmen karang *A. formosa* tertinggi diperoleh pada fragmen berukuran 6 cm sebesar 0,0159 cm hari<sup>-1</sup>; disusul fragmen berukuran 4 cm sebesar 0,0088 cm hari<sup>-1</sup>; dan terendah pada fragmen berukuran 2 cm sebesar 0,0084 cm hari<sup>-1</sup> (Tabel 1, Lampiran 3).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 5), laju pertumbuhan panjang mutlak harian fragmen karang dengan ukuran berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Hal ini berarti bahwa laju pertumbuhan panjang mutlak karang dipengaruhi oleh perbedaan ukuran fragmen.

Hasil yang sama dilaporkan Soong dan Chen (2003) pada karang *Acropora pulchra* yang ditransplantasi di Henchun, Taiwan Selatan. Mereka memperoleh laju pertumbuhan rangka yang lebih tinggi pada fragmen karang yang lebih panjang dibanding fragmen karang yang lebih pendek selama tiga bulan pengamatan. Sebagai contoh, fragmen karang berukuran 7 cm bertambah rata-rata 1 cm dalam waktu 30 hari sedangkan fragmen berukuran 1 cm mengalami pertumbuhan rata-rata 0,20 cm dalam waktu 30 hari.

Selanjutnya ditambahkan bahwa walaupun tidak terdapat perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) pada laju pertumbuhan rangka spesifik (berupa laju pertumbuhan per cm fragmen) di antara ketiga perlakuan, variasi terbesar ditemukan pada fragmen yang berukuran pendek dibanding fragmen yang berukuran lebih panjang. Mereka mendapatkan laju pertumbuhan rangka spesifik pada fragmen berukuran 1 cm

rata-rata berkisar antara 0,02 dan 0,40 cm selama 30 hari sedangkan pada fragmen berukuran 7 cm rata-rata berkisar antara 0,05 dan 0,20 cm selama 30 hari.

Pertumbuhan diameter mutlak tertinggi fragmen karang *A. formosa* diperoleh pada fragmen berukuran 6 cm sebesar 0,4540 cm; disusul fragmen berukuran 4 cm sebesar 0,3180 cm; dan terendah pada fragmen berukuran 2 sebesar 0,2660 cm (Tabel 1, Lampiran 6).

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan ( $P > 0,05$ ). Sementara itu, laju pertumbuhan diameter mutlak harian fragmen karang *A. formosa* tertinggi diperoleh pada fragmen berukuran 6 cm sebesar 0,0065 cm hari<sup>-1</sup>; disusul fragmen berukuran 4 cm sebesar 0,0043 cm hari<sup>-1</sup>; dan terendah pada fragmen berukuran 2 cm sebesar 0,0032 cm/hari (Tabel 1, Lampiran 6).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 8), laju pertumbuhan diameter mutlak harian fragmen karang dengan ukuran berbeda menunjukkan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Hal ini berarti bahwa laju pertumbuhan diameter mutlak harian karang dipengaruhi oleh perbedaan ukuran fragmen.

Sementara itu, pertumbuhan volume mutlak tertinggi fragmen karang *A. formosa* diperoleh pada fragmen berukuran 6 cm sebesar 0,1355 cm<sup>3</sup>; disusul fragmen berukuran 4 cm sebesar 0,0524 cm<sup>3</sup> dan terendah pada fragmen berukuran 2 cm sebesar 0,0218 cm<sup>3</sup> (Tabel 1, Lampiran 9).

Hasil analisis sidik ragam (Lampiran 10) pada pertumbuhan volume mutlak fragmen karang dengan ukuran berbeda, menunjukkan bahwa setiap perlakuan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Hal yang sama juga didapatkan pada laju pertumbuhan volume mutlak harian fragmen karang *A. formosa*, dimana perolehan tertinggi adalah



pada fragmen berukuran 6 cm sebesar  $0,0016 \text{ cm}^3 \text{ hari}^{-1}$ , disusul fragmen berukuran 4 cm sebesar  $0,0006 \text{ cm}^3 \text{ hari}^{-1}$  dan terendah pada fragmen berukuran 2 cm sebesar  $0,0002 \text{ cm}^3 \text{ hari}^{-1}$  (Tabel 1, Lampiran 9).

Demikian pula hasil analisis sidik ragamnya (Lampiran 11), yang menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ). Hal ini berarti bahwa laju pertumbuhan volume mutlak harian karang tidak dipengaruhi oleh perbedaan ukuran fragmen.

Crossland (1981 dalam Harriott, 1998) melaporkan, laju pertumbuhan *A. formosa* di Houtman Abrolhos lebih rendah dibandingkan dengan beberapa spesies lain di daerah tropis dengan laju pertumbuhan sebesar 37,0 - 42,9 mm per tahun. Penelitian tersebut dilakukan pada suatu daerah terumbu dengan kedalaman 2 - 3 m yang memiliki gelombang rendah hingga gelombang tertinggi. Beberapa koloni ditumbuhi oleh makroalga jenis *Sargassum* dan *Turbinaria*, dan beberapa koloni tersebut mati sepanjang munculnya periode intertidal.

### **Kelangsungan Hidup Karang**

Kelangsungan hidup merupakan total fragmen yang berhasil hidup hingga akhir penelitian. Kelangsungan hidup tertinggi fragmen karang *A. formosa* yang ditransplantasi selama penelitian, diperoleh pada fragmen berukuran 2 cm sebesar 80 %; disusul fragmen berukuran 4 cm; dan 6 cm masing-masing sebesar 60 %.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Lampiran 12), kelangsungan hidup fragmen karang dengan ukuran berbeda menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ). Hal ini berarti bahwa kelangsungan hidup fragmen karang tersebut tidak dipengaruhi oleh perbedaan ukuran fragmen.

Hasil yang sama juga diperoleh Bruno (1998 dalam Rinkevich, 2000) pada karang *Madracis mirabilis*, dimana tidak terdapat peningkatan yang signifikan terhadap tingkat kelangsungan hidup dengan ukuran fragmen.

Namun, Rinkevich (2000) menyatakan bahwa pemotongan koloni karang bercabang dapat mengakibatkan stres, baik pada koloni induk maupun anakan, yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup dan memperlambat proses pengapuran atau reproduksi. Karang akan lama mengeluarkan *mucus* (lendir) pada kondisi lingkungan yang kurang mendukung bagi kehidupan karang. Pengeluaran *mucus* bermanfaat bagi karang untuk melindungi diri dari kondisi luar yang tidak stabil dan akan kembali normal setelah pengaruh tersebut sudah hilang (Johan, 2001 dalam Kudus dan Wijaya, 2001).

Di samping itu, akibat pemotongan yang dilakukan pada fragmen karang dapat menimbulkan gangguan fisiologis. Sadarun (1999 dalam Syafri, 2003) melaporkan bahwa kondisi karang yang ditransplantasi untuk jenis *Acropora* sp. mulai pulih dari luka akibat pemotongan karang berkisar antara 5 - 13 hari.

Secara umum fragmen yang ditransplantasi memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi. Hal ini diduga terjadi karena kondisi perairan koloni induk dan lokasi pemeliharaan fragmen adalah sama sehingga fragmen karang dapat beradaptasi dengan mudah. Menurut Richmond (1990 dalam Syafri, 2003), sepanjang kondisi lingkungan tetap sama, keturunan yang dihasilkan akan memiliki tingkat kesuksesan seperti yang dialami oleh koloni-koloni induknya.

Indikasi kematian fragmen karang pada penelitian ini nampak pada pengamatan ke-2 yaitu terdapat beberapa bagian polip yang memutih terutama pada bagian di atas substrat. Kondisi tersebut berlangsung hingga akhir penelitian dimana

seluruh polip fragmen karang memutih. Hal ini diduga disebabkan oleh pertumbuhan makroalga di antaranya adalah algae hijau pada polip-polip fragmen yang sangat cepat. Menurut Suharsono (1996), respirasi alga pada malam hari akan menghasilkan asam organik yang dapat menurunkan keasaman pada tempat alga melekat dan melarutkan kerangka kapur.

Kematian fragmen karang juga diduga terjadi akibat gangguan predator berupa ikan-ikan karnivora yang ditemukan di lokasi penelitian misalnya ikan kepe-kepe (*Chaetodon* spp.). Ikan ini diketahui sering merusak karang dengan memakan polip-polip karang sehingga terjadi luka. Luka pada polip tersebut memudahkan bakteri untuk berjangkit sehingga dapat mematikan karang. Menurut Goldman dan Talbot (1976 dalam Nybakken, 1992) banyak di antara karnivora yang hidup di habitat terumbu karang tidak mengkhususkan makanannya pada satu sumber makanan tertentu, namun memangsa apa saja yang berguna bagi mereka.

### **Parameter Fisika Perairan**

Pengamatan parameter fisika perairan merupakan aspek yang mutlak dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan terhadap fragmen karang yang ditransplantasi. Menurut Dodge *et al.* (1974 dalam Sorokin, 1993) bahwa faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan linear karang adalah intensitas cahaya, suhu, kekeruhan, dan arus.

Hasil pengukuran beberapa parameter fisika perairan pada lokasi penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan beberapa parameter fisika perairan di lokasi penelitian

Parameter	Unit	Pengamatan				Rerata
		1	2	3	4	
Kecepatan arus	m dtk <sup>-1</sup>	13,57	7,84	11,53	13,03	11,49 ± 2,58
Kecerahan	%	100	100	100	100	100
Salinitas	‰	30	31	29	29	29,75 ± 0,96
Suhu	°C	28	30	29	30	29,25 ± 0,96

### Kecepatan arus

Arus merupakan gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal massa air (Nybakken, 1992). Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa kecepatan arus tertinggi terjadi pada awal penelitian sebesar 13,57 m dtk<sup>-1</sup> dan terendah terjadi pada pengamatan kedua sebesar 7,84 m dtk<sup>-1</sup>. Menurut Sorokin (1993), arus dan gelombang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan vertikal karang. Selanjutnya dikatakan bahwa pada kondisi dimana tekanan gelombang di bawah normal, pertumbuhan karang kurang cepat dan tubuh karang lebih padat pada kondisi gelombang yang tenang. Di samping itu, sedimen yang terdapat pada koloni karang mengakibatkan karang akan mengeluarkan energi yang banyak untuk membersihkan diri dari sedimen tersebut. Sementara untuk memperoleh makanan, karang juga membutuhkan energi yang besar. Kondisi ini dapat menyebabkan pertumbuhan karang terhambat.

Krupp (2001) menambahkan bahwa respon morfologi karang terhadap pengaruh pergerakan arus dilakukan dengan dua cara yaitu pertumbuhan yang cepat namun rangkanya lebih mudah patah (terjadi pada perairan yang tenang) dan pertumbuhan yang lambat (terjadi pada daerah yang pergerakan arusnya besar).

## Kecerahan

Tinggi rendahnya kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh besarnya arus dan cahaya matahari yang menembus ke dalam lapisan perairan. Di samping itu, kecerahan perairan juga ditentukan oleh adanya benda-benda halus tersuspensi, jasad-jasad renik berupa plankton dan warna air yang antara lain ditimbulkan oleh za-zat koloid yang berasal dari daun-daun yang telah diekstrakkan (Hutabarat dan Evans, 1985).

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa kecerahan perairan selama penelitian sebesar 100 % (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa cahaya matahari mampu menembus hingga ke dasar perairan pada lokasi penelitian sehingga fragmen karang yang ditransplantasi dapat melakukan proses fotosintesis dengan baik.

Cahaya bersama-sama dengan adanya *zooxanthellae*, merupakan faktor lingkungan yang mengontrol distribusi vertikal karang, laju pembentukan terumbu, bentuk terumbu dan atol, dan bentuk bentuk individu dari setiap koloni karang (Supriharyono, 2000b).

Nybakken (1992) menambahkan, cahaya yang cukup harus tersedia agar fotosintesis oleh *zooxanthellae* simbiotik dalam jaringan karang dapat terlaksana. Tanpa cahaya yang cukup, laju fotosintesis akan berkurang dan bersamaan dengan itu kemampuan karang untuk menghasilkan kalsium karbonat dan membentuk terumbu akan berkurang pula.

Sedimentasi juga dapat mempengaruhi kecerahan perairan dan pertumbuhan karang. Menurut Supriharyono (2000b), ketika laju sedimentasi di perairan tinggi, laju pertumbuhan karang biasanya rendah. Pertumbuhan *Acropora aspera*, sebagai contoh, hanya sekitar 1-2 mm bulan<sup>-1</sup> pada musim penghujan sedangkan pada musim

kemarau dapat mencapai  $>10$  mm bulan<sup>-1</sup>. Sedimentasi yang tinggi juga dapat menyebabkan terjadinya *extra expenditure* yaitu kondisi dimana karang akan kehabisan energi untuk menghalau sedimen, dimana energi tersebut seharusnya digunakan untuk pertumbuhan dan reproduksi (Pastorok dan Bilyard, 1985 dalam Supriharyono, 2000a).

### Salinitas

Pengaruh salinitas terhadap kehidupan binatang karang sangat bervariasi tergantung pada kondisi perairan laut setempat. Karang yang hidup di laut, jarang atau hampir tidak pernah mengalami perubahan salinitas yang cukup besar. Sedangkan karang yang hidup di tempat-tempat dangkal seringkali dipengaruhi oleh masukan air tawar dari pantai maupun hujan sehingga terjadi penurunan salinitas perairan (Nybakken, 1992).

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa salinitas maksimum terjadi pada bulan Nopember ( $31 ‰$ ), sedangkan salinitas minimum terjadi pada bulan Desember dan Januari ( $29 ‰$ ). Rendahnya salinitas ini disebabkan oleh curah hujan yang banyak terjadi dan berlangsung hingga akhir penelitian. Namun demikian keadaan ini masih memungkinkan fragmen karang yang ditransplantasi untuk melakukan pertumbuhan dengan baik.

Nybakken (1992) menyatakan bahwa karang hermatipik adalah organisme laut sejati yang sangat sensitif terhadap perubahan salinitas yang jelas menyimpang terhadap salinitas air laut, yaitu  $32-35 ‰$ . Supriharyono (2000a) menambahkan, salinitas dapat dipengaruhi oleh kondisi perairan laut setempat dan/atau pengaruh alam, seperti *run-off*, badai, dan hujan sehingga kisaran salinitas bisa sampai dari



17,5-52,5 ‰: Bahkan seringkali karang masih bisa hidup di bawah minimum dan di atas maksimum salinitas tersebut.

### Suhu

Suhu perairan yang diperoleh selama penelitian yaitu 28-30 °C (Tabel 2). Kisaran suhu yang diperoleh memungkinkan karang dapat hidup dan berkembang dengan baik.

Mayor (1915 dalam Supriharyono, 2000b) menyatakan bahwa, kebanyakan karang kehilangan kemampuan untuk menangkap makanan pada suhu di atas 33,5 °C dan di bawah 16 °C. Di samping itu, Krupp (2001) menambahkan bahwa terdapat pengaruh suhu yang nyata terhadap kehidupan karang. Pada suhu yang rendah, metabolisme juga akan rendah dan apabila terjadi peningkatan suhu maka akan meningkatkan metabolisme dan laju pertumbuhan karang. Namun suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan ketidakaktifan enzim yang dapat menimbulkan kematian pada karang. Ditambahkan pula, pada suhu di atas 30 °C dapat menimbulkan pemutihan karang (keluarnya *zooxanthellae* dari jaringan hidup karang).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan panjang mutlak harian, pertumbuhan diameter mutlak, laju pertumbuhan diameter mutlak harian, pertumbuhan volume mutlak, dan laju pertumbuhan volume mutlak harian tertinggi diperoleh pada fragmen berukuran 6 cm. Sementara itu, laju pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan diameter mutlak, laju pertumbuhan diameter mutlak harian, pertumbuhan volume mutlak, dan laju pertumbuhan volume mutlak harian terendah diperoleh pada fragmen berukuran 2 cm. Sedangkan pertumbuhan panjang mutlak terendah diperoleh pada fragmen berukuran 4 cm.
2. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan diameter mutlak, pertumbuhan volume mutlak, dan laju pertumbuhan volume mutlak harian setiap perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) kecuali pada laju pertumbuhan panjang mutlak harian dan laju pertumbuhan diameter mutlak harian.
3. Kelangsungan hidup tertinggi, diperoleh pada fragmen berukuran 2 cm sebesar 80 %; disusul fragmen berukuran 4 cm; dan 6 cm masing-masing sebesar 60 %. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, kelangsungan hidup fragmen karang dengan ukuran berbeda menunjukkan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ).
4. Secara umum, kondisi lingkungan yang diperoleh sesuai dengan yang dibutuhkan fragmen karang yang ditransplantasi untuk melakukan pertumbuhan dengan baik.



### Saran

Penelitian ini merupakan penelitian awal dan masih belum sempurna, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang transplantasi karang dengan spesies yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amaryllia, S., Y. Tuti, dan S. Harminto. 2003. Transplantasi karang *Acropora formosa* Dana dan *Hydnopora rigida* Dana: Laju pertumbuhan induk alam dan induk hasil transplantasi serta tingkat keberhasilan fragmen. Abstrak. Panduan dan Kumpulan Abstrak Seminar RIPTEK Kelautan Nasional. Hal. 25.
- Antonius, A. 2000. Threat to and protection of coral reef. <http://www.sbg.ac.at/ipk/avstudio/pierofun/funpage.htm>. [1 Nopember 2003]
- Bengen, D. G. 2002. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor (PKSPL-IPB). Bogor. 66 hal.
- Bowden-Kerby, A. 2003. Coral transplantation and restocking to accelerate the recovery of coral reef habitats and fisheries resources within no-take marine protected areas: hands-on approaches to support community-based coral reef management. <http://www.reefbase.org/pdf/ITMEMS2/T10CoralTransplantation&Restocking.pdf> [19 Juli 2003]
- Dahuri, R., J. Rais, S. P. Ginting, dan M. J. Sitepu. 1996. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Pradnya Paramita. Jakarta. 328 hal.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 412 hal.
- Edwards, A and S. Clark. 1998. Coral transplantation: a useful management tool or misguided meddling? <http://www.ncl.ac.uk/tcmweb/rehab/abstrac3.htm> #3rd [2 Mei 2003]
- Effendie, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Cetakan Kedua Edisi Revisi. Yayasan Pustaka Nusantara. Bogor. 163 hal.
- Fowler, J. and L. Cohen. 1992. Practical Statistics for Field Biology. John Wiley and Sons. Chichester.
- Gilmour, J. 1999. Experimental investigation into the effects of suspended sediment on fertilisation, larval survival and settlement in a scleractinian coral. *Journal Marine Biology* 135: 451-462.
- Hanafiah, K. A. 1995. Rancangan Percobaan: Teori dan Aplikasi. Rajawali Press. Jakarta. 328 hal.
- Harriot, V. J. 1998. Growth of the staghorn coral *Acropora formosa* at Houtman Abrolhos, Western Australia. *Marine Biology* 132: 319-325.

- Harriot, V. J. and D. D. Fisk. 1998. Coral transplantation as a reef management option. [http://www.clidata.org/Reports/Coral Reef/infosources](http://www.clidata.org/Reports/Coral_Reef/infosources) [2 Mei 2003]
- Husain, A. A. A. 1994. The corallite structure, morphology and skeleton mass of some potential reef corals. Unpublished Paper. Centre for Tropical Coastal Management Studies, Department of Marine Science and Coastal Management, University of Newcastle. United Kingdom. 10 pg.
- Hutabarat, S. dan S. M. Evans. 1985. Pengantar Oseanografi. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 159 hal.
- Ikawati, Y., P. S. Hanggarawati, H. Parlan, H. Handini, dan B. Siswodihardjo. 2001. Terumbu Karang di Indonesia. Masyarakat Penulis Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (MAPIPTEK). Jakarta. 200 hal.
- Krupp, D. A. 2001. Coral Reefs Biology 200 Lecture Notes and Study Guide. [krupp.wcc.hawaii.edu/BIOL200/LectNotesBiol200.pdf](http://krupp.wcc.hawaii.edu/BIOL200/LectNotesBiol200.pdf) [2 Mei 2003]. 113 pg.
- Kudus, U. A. dan I. Wijaya. 2001. Transplantasi Biota Karang. Laporan ke-2 Program Penelitian. Asosiasi Koral Kerang dan Ikan Hias Indonesia (AKKII), Pusat Penelitian Oseanologi (P20) LIPI, dan Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) - IPB. Jakarta. 112 hal.
- Lindahl, U. 1999. Rehabilitation of degraded coral reefs. *In*: L. Linden and N. Sporrang (eds.). Coral Reef Degradation in the Indian Ocean: Status Report and Project Presentations 1999. Departement of Zoology Stockholm University. Sweden. Pp. 78-81.
- Mapstone, G. M. 1990. Reef Corals and Sponges of Indonesia. A Video-based Learning Module. MARINF/75b. Paris. 65 pg.
- Mistr, S. and D. Bercovici. 2003. A theoretical model of pattern formation in coral reefs. *J. Ecosystem* 6: 61-74.
- Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta. 368 hal.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut suatu Pendekatan Ekologis. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 459 hal.
- Oren, U. and Y. Benayahu. 1997. Transplantation of juvenile corals: a new approach for enhancing colonization of artificial reefs. *Marine Biology* 127: 499-505.

- Rachman, A. dan Syafiuddin. 2002. Pemanfaatan sumberdaya hayati laut berbasis marikultur dengan penerapan teknologi transplantasi karang sebagai contoh pengelolaan. Makalah. Disampaikan pada Konperensi Nasional III Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Lautan, Bali 21-24 Mei 2002. 11 hal.
- Ricker, W. E. 1979. Growth rates and models. *In*: W. S. Hoar, D. J. Randall, and J. R. Brett. *Fish Physiology*. Vol. VIII. Academic Pres, Inc. Sandiego, California. Pp. 677-743.
- Rinkevich, B. 2000. Step towards the evolution of coral reef restoration by using small branch fragments. *Journal Marine Biology* 136: 807-812.
- Roth, A. A. 1979. Coral reef growth. *Origin* 6(2): 88-95.
- Soekarno. 2001. Beberapa hal yang perlu diperhatikan di dalam usaha transplantasi karang batu. <http://www.ima-indo.org/Indonesia/ Ekosistem/ Terumbu%20 karang/transplantasi01.html> [13 Maret 2003]
- Soong, K. and T. Chen. 2003. Coral transplantation: regeneration and growth of *Acropora* fragments in a nursery. *Restoration Ecology* 11(1): 62-71.
- Sorokin, Y. I. 1993. *Coral Reef Ecology*. Zoology Department. University of Queensland. Australia. 465 pg.
- Suharsono. 1996. Jenis-Jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 116 hal.
- Suharsono. 1998. Permasalahan dan pengelolaan terumbu karang di Indonesia. Makalah. Lokakarya Jurnalistik Program Rehabilitasi dan Pengelolaan Terumbu Karang (Coremap). Jakarta dan Pulau Putri tanggal 18-20 Maret 1998. Hal. 25-32.
- Supriharyono. 2000a. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Djembatan. Jakarta. 118 hal.
- Supriharyono. 2000b. *Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Tropis*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 246 hal.
- Syafri, N. 2003. Perbandingan Tingkat Keberhasilan Transplantasi Karang *Acropora nobilis* dengan Substrat dan Kedalaman Berbeda di Pulau Barrang Lompo. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar. 52 hal.
- Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji, and M. K. Moosa. 1997. *The Ecology of The Indonesia Seas*. Volume II. Periplus Editions. Singapore. 415 pg.

- Tomascik, T. 1999. Coral Reef Ecosystem: Environmental Management Guidelines. KLH-EMDI. Jakarta. 170 hal.
- Turner, T. 2003. Coral Ecology. <http://www.uvi.edu/coral.reefer/> [25 Maret 2003]
- Veron, J. E. N. and J. D. Terence. 1979. Coral and Coral Communities of Lord Howe Island. Part 30. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 326 pg.
- Veron, J. E. N. 1993. Corals of Australia and the Indo-Pacific. University of Hawaii Press. Honolulu. Pp. 29-61.
- Veront, J. E. N. 2000. Corals of the World. Volume 1. Australian Institute of Marine Science and CRR Qld Pty Ltd. Townsville, Australia. 435 pg.
- Westmacott, S., K. Teleki, S. Wells, dan J. M. West. 2000. Pengelolaan Terumbu Karang yang Telah Memutih dan Rusak Kritis. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge. United of Kingdom. 36 hal.