

**LAJU PERTUMBUHAN KARANG PADA BUDIDAYA KARANG RAK BETON  
DALAM UPAYA PERBAIKAN EKOSISTEM  
PANTAI KONDANG MERAH, MALANG SELATAN**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :  
**GIOVANNI CANDIKA YUDADHARMA**

**NIM. 0810860011**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2012**

**LAJU PERTUMBUHAN KARANG PADA BUDIDAYA KARANG RAK BETON  
DALAM UPAYA PERBAIKAN EKOSISTEM  
PANTAI KONDANG MERAK, MALANG SELATAN**

**SKRIPSI**

**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN  
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan di  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh :**

**GIOVANNI CANDIKA YUDADHARMA  
NIM. 0810860011**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2012**

repository.ub.ac.id

SKRIPSI  
LAJU PERTUMBUHAN KARANG PADA BUDIDAYA KARANG RAK BETON  
DALAM UPAYA PERBAIKAN EKOSISTEM  
PANTAI KONDANG MERAK, MALANG SELATAN

Oleh :

GIOVANNI CANDIKA YUDADHARMA  
NIM. 0810860011

telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 15 Agustus 2012  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Guntur, MS.)

NIP. 19580605 198601 1 001

Tanggal :

(Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D)

NIP: 19680901 199403 2 001

Tanggal:

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

(M. Arif Zainul Fuad, S.Kel., M.Sc)

NIP. 19801005 200501 1 002

Tanggal :

(Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc.,)

Tanggal:

Mengetahui,  
Ketua Jurusan PSPK

(Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D)

NIP: 19680901 199403 2 001

Tanggal:

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat membuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 Agustus 2012

Mahasiswa

Giovanni Candika Y.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan kerendahan hati menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya laporan skripsi ini, diantaranya kepada :

1. Kedua pembimbing saya, ibu Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D dan ibu Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc atas waktu, pemikiran, saran, bimbingan dan doanya.
2. Bapak Dr. Ir. Guntur, MS dan bapak M. Arif Zainul Fuad, S. Kel., M.Sc selaku penguji atas saran, kritik dan arahan yang telah diberikan.
3. Kedua orang tua saya, ayahanda Sumartono dan ibunda Dwi Endah Puspitosari yang telah membesarkan, mendoakan, memberikan bimbingan serta dukungan moril maupun materiil.
4. Adik – adik saya tercinta, Miga Dwi Shinta Adilia dan Bataria Agatha Putri yang telah memberikan doa dan kasih sayangnya. Teman – teman seluruh Ilmu Kelautan khususnya “MARINE BANDIT” 2008 atas segala bantuan, doa dan dukungan morilnya, “no reason for unity” guys..!!
5. Rekan – rekan BEAVER SUBAQUA CLUB yang telah memberikan saran, arahan dan bimbingan *skill* penyelaman.
6. *Special thanks to* Ana Rahmawati yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan moril.
7. Warga Pantai Kondang Merak, serta semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas segala bantuan dan dukungannya.

Malang, 7 September 2012

Penulis

## RINGKASAN

**GIOVANNI CANDIKA YUDADHARMA.** Skripsi tentang Laju Pertumbuhan Karang pada Budidaya Karang Rak Beton dalam Upaya Perbaikan Ekosistem Pantai Kondang Merak, Malang Selatan (dibawah bimbingan Ir. Aida Sartimbul, M.Sc., Ph.D dan Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc).

---

Pantai Kondang Merak terletak di Kabupaten Malang bagian selatan dengan kondisi perairan berarus kuat dan memiliki ekosistem lengkap. Kondisi ekosistem terumbu karang hanya sekitar 40 % yang masih baik dan semakin menurun sampai pada tingkat rusak seiring dengan bertambahnya tahun. Dampak aktivitas manusia dan perubahan iklim menjadi faktor utama kerusakan. Kondisi ekosistem terumbu karang sudah mengalami kerusakan (degradasi) perlu dilakukan upaya perbaikan ekosistem terumbu karang salah satunya dengan budidaya karang melalui teknologi transplantasi karang menggunakan metode fragmentasi.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui laju pertumbuhan karang pada rak beton, mengetahui faktor - faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang pada rak beton, dan mengetahui persentase tingkat keberhasilan budidaya karang dengan metode rak beton di Pantai Kondang Merak. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan kualitatif dengan teknik pengambilan data melalui data primer dan sekunder. Pengumpulan data dengan cara observasi secara langsung dan wawancara serta perbandingan studi pustaka.

Hasil yang didapatkan yaitu fragmen karang yang ditanam pada rak beton berdasarkan hasil identifikasi karang yaitu berasal dari jenis karang *Pocillopora damicornis*, *Acropora palifera*, *Montipora danae*, *Montipora digitata*, *Acropora aspera*, *Acropora millepora* dan *Montipora verrucosa*. Laju pertumbuhan karang (G) yang terdapat pada masing – masing jenis karang berbeda pada tiap pengamatan. Perbedaan tersebut bergantung pada faktor pembatas pertumbuhan karang yaitu faktor alam dan faktor manusia. Pengamatan dilakukan sebanyak 6 kali yaitu pada bulan Mei, Juli, Agustus, September tahun 2010 dan Mei serta Juni Tahun 2012.

Persentase Tingkat kelangsungan hidup fragmen karang (*Survival Rate*) digunakan untuk mengetahui keberhasilan pertumbuhan karang didapatkan hasil SR sebesar 42% sehingga keberhasilan pertumbuhan karang pada rak beton dapat dikatakan tidak berhasil. Dari 24 fragmen karang hanya 10 karang yang berhasil tumbuh dengan baik sampai akhir pengamatan. Nilai keberhasilan pertumbuhan fragmen karang yang difragmentasikan harus lebih dari 50%.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan tulisan ilmiah yang berjudul Laju Pertumbuhan Karang pada Budidaya Karang Rak Beton Dalam Upaya Perbaikan Ekosistem Pantai Kondang Merak, Malang Selatan. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi identifikasi karang, laju pertumbuhan karang dan tingkat keberhasilan peetumbuhan karang di perairan Pantai Kondang Merak, Malang Selatan

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 10 Agustus 2012

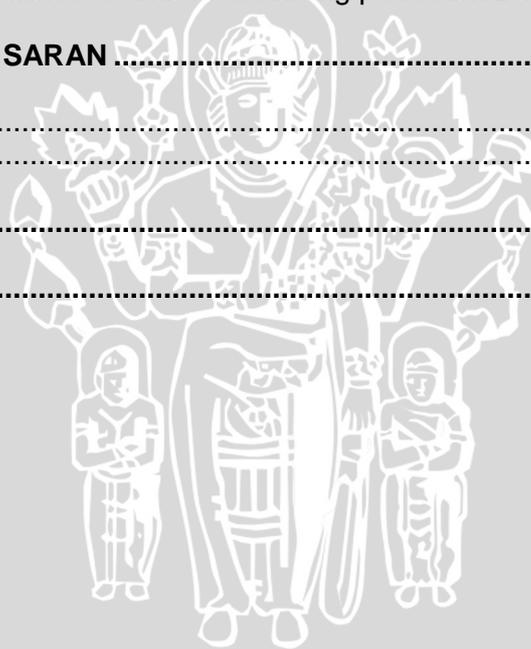
Penulis

DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>viii</b>
<b>1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Maksud dan Tujuan .....	5
1.4 Kegunaan .....	6
1.5 Tempat, Waktu / Jadwal Pelaksanaan .....	6
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1 Terumbu Karang .....	8
2.2 Anatomi Karang .....	9
2.3 Reproduksi Karang .....	10
2.3.1 Reproduksi Aseksual .....	12
2.3.2 Reproduksi Seksual .....	13
2.4 Pertumbuhan Karang .....	14
2.5 Faktor Pembatas Pertumbuhan Karang .....	18
2.6 Budidaya Karang .....	21
2.7 Fragmentasi Karang .....	24
<b>3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Metode Pengambilan Data .....	26
3.2 Jenis Data .....	26
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	27
3.3.1 Observasi .....	28
3.3.1.1 Monitoring karang .....	28
3.3.1.2 Pengukuran Pertumbuhan Karang .....	30
3.3.2 Wawancara .....	31
3.4 Rak Beton .....	31
3.5 Analisis Data .....	33
3.5.1 Pertumbuhan Karang .....	33
3.5.2 Tingkat Keberhasilan Pertumbuhan Karang .....	35

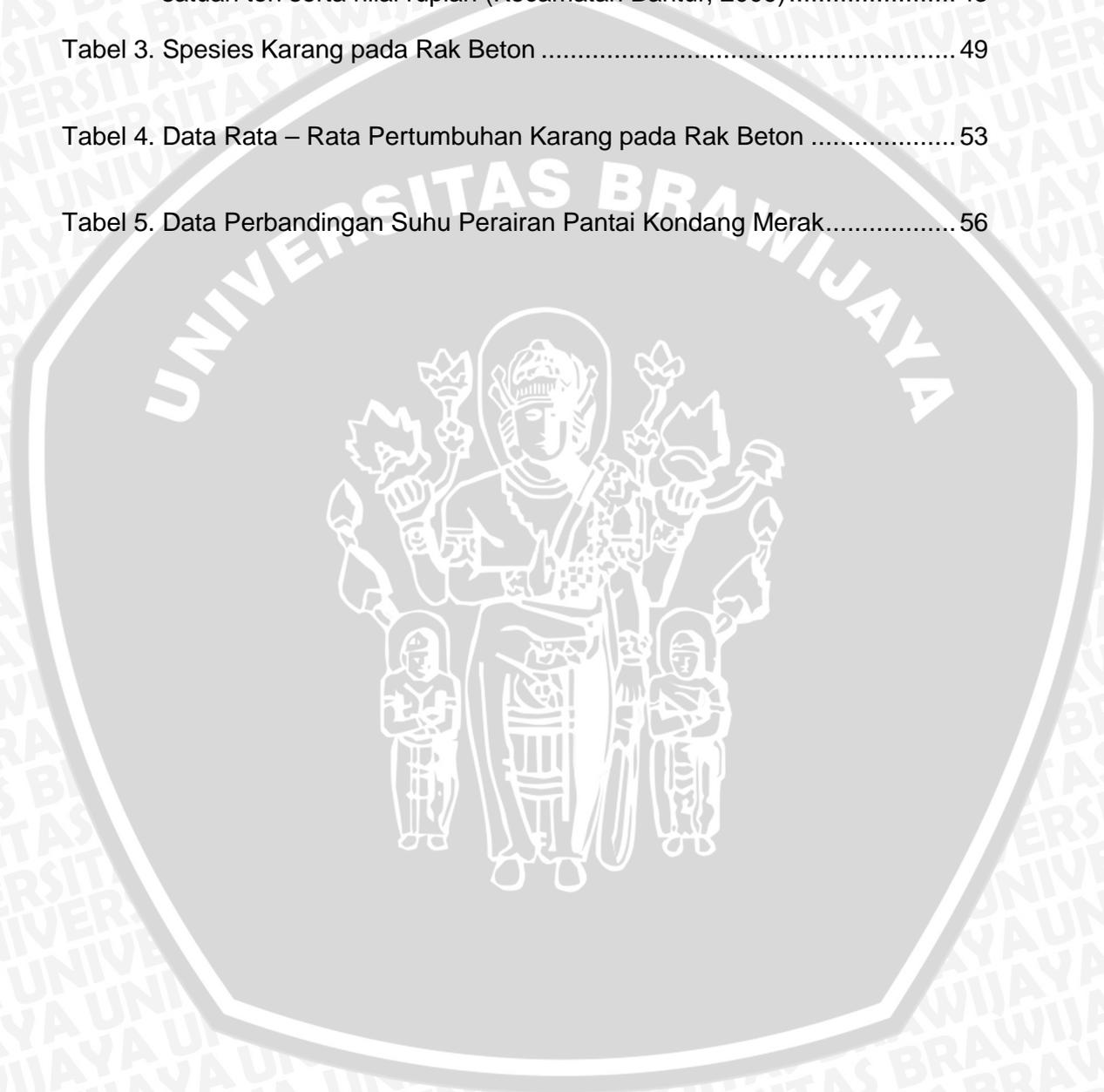


<b>4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian .....	36
4.1.1 Pantai Kondang Merak.....	36
4.1.2 Kondisi Ekosistem Terumbu Karang.....	41
4.1.3 Kondisi Perikanan dan Keterkaitannya dengan Ekosistem Terumbu Karang.....	42
4.2. Identifikasi Karang.....	45
4.3 Data Pertumbuhan Karang.....	51
4.4 Keterkaitan Pertumbuhan Karang dan Faktor Pembatasnya .....	54
4.5 Analisa Data Pertumbuhan Karang .....	59
4.5.1 Pertumbuhan Karang <i>Pocillopora damicornis</i> .....	59
4.5.2 Pertumbuhan Karang <i>Acropora palifera</i> .....	62
4.5.3 Pertumbuhan karang <i>Montipora danae</i> .....	63
4.5.4 Pertumbuhan Karang <i>Acropora aspera</i> .....	66
4.5.5 Pertumbuhan Karang <i>Acropora millepora</i> .....	68
4.5.6 Pertumbuhan karang <i>Montipora verrucosa</i> .....	70
4.5.7 Pertumbuhan Karang <i>Montipora digitata</i> .....	72
4.6 Tingkat Keberhasilan Pertumbuhan Karang pada Rak Beton.....	74
<b>5. KESIMPULAN dan SARAN .....</b>	<b>77</b>
5.1 Kesimpulan .....	77
5.2 Saran .....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>80</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>84</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	7
Tabel 2. Total Hasil Tangkapan Tahun 2009 di Pantai Kondang Merak dalam satuan ton serta nilai rupiah (Kecamatan Bantur, 2009).....	43
Tabel 3. Spesies Karang pada Rak Beton .....	49
Tabel 4. Data Rata – Rata Pertumbuhan Karang pada Rak Beton .....	53
Tabel 5. Data Perbandingan Suhu Perairan Pantai Kondang Merak.....	56



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Polip dan Skeleton Karang (Veron, 1986).....	11
Gambar 2. Lapisan tubuh karang dengan ektodermis (berwarna kuning), mesoglea (berwarna merah) dan endodermis yang didalamnya terdapat <i>zooxanthellae</i> (berwarna hijau) (Timotius, 2003). .....	12
Gambar 3. Tipe Pertunasan pada Koloni Karang (Veron, 1986). .....	16
Gambar 4. Bentuk Pertumbuhan Koralit Pada Koloni Karang (Suharsono, 2010). .....	17
Gambar 5. Bentuk Pertumbuhan Karang (Veron, 1986).....	18
Gambar 6. Model Beton untuk Terumbu Buatan (Dirjen Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, 2005). .....	23
Gambar 7. Pengukuran Fragmen Karang (Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, 2008).....	30
Gambar 8. Desain Rak Beton.....	32
Gambar 9. Penomoran fragmen karang.....	33
Gambar 10. Peta Pantai Kondang Merak.....	37
Gambar 11. Foto udara Pantai Kondang Merak, skala 1:186 m (GeoEye, 2011). .....	38
Gambar 12. Pantai Kondang Merak.....	39
Gambar 13. Kondisi jalan pada saat hujan.....	39
Gambar 14. Kondisi perkampungan warga.....	40
Gambar 15. Armada Kapal Nelayan Pantai Kondang Merak. ....	42

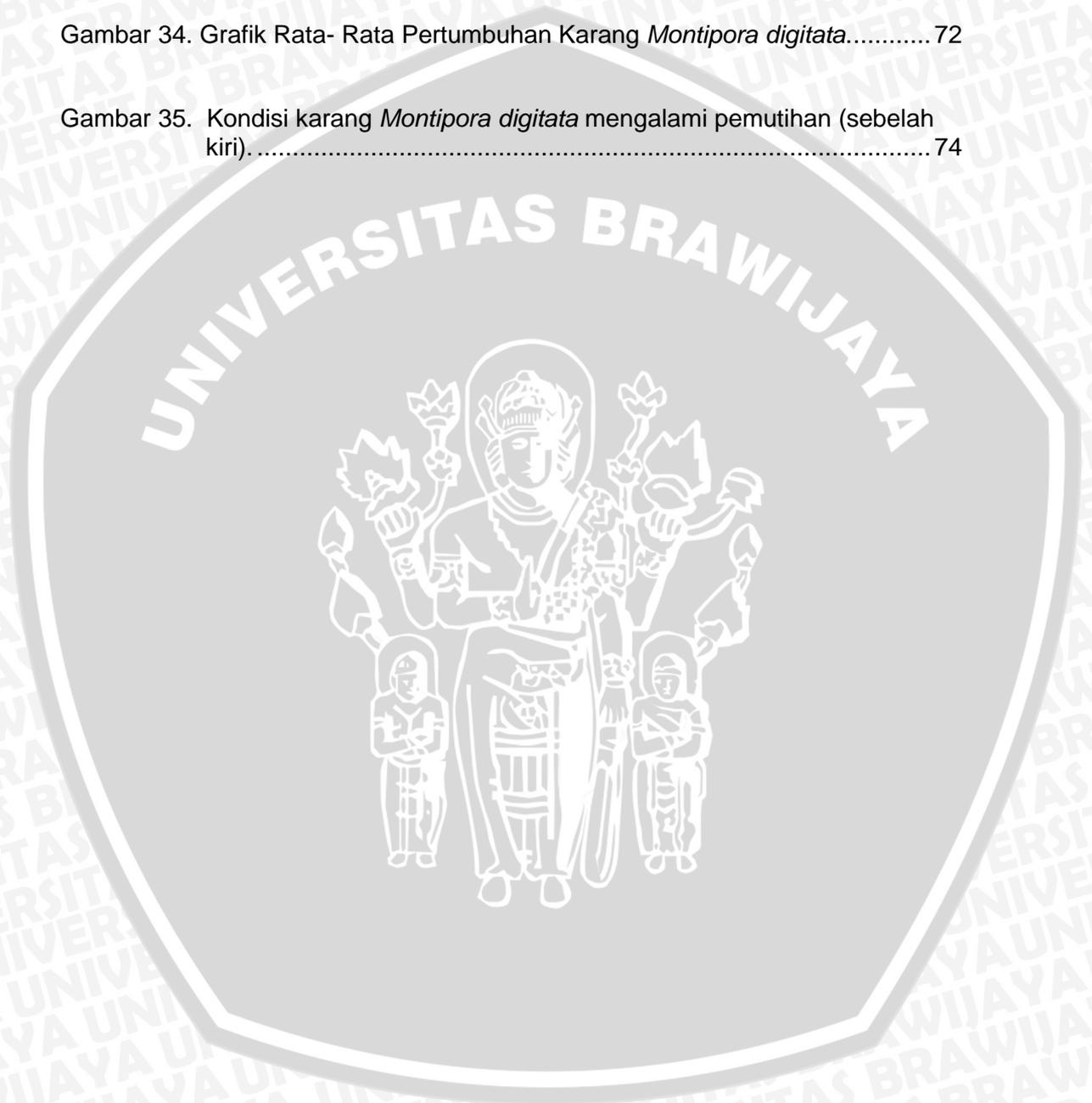
Gambar 16. Grafik rata-rata pertumbuhan panjang fragmen karang tiap pengamatan. ....	52
Gambar 17. Grafik rata-rata pertumbuhan lebar fragmen karang tiap pengamatan. ....	52
Gambar 18. Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi fragmen karang tiap pengamatan. ....	52
Gambar 19. Analisa Suhu Permukaan Laut (SPL) menggunakan satelit Aqua – MODIS (NASA, 2012). ....	56
Gambar 20. Grafik Perbandingan Data Suhu Perairan Pantai Kondang Merak. ...	57
Gambar 21. Grafik Rata - Rata Pertumbuhan Karang <i>Pocillopora damicornis</i> .....	60
Gambar 22. Kondisi karang <i>Pocillopora damicornis</i> yang mengalami pemutihan	61
Gambar 23. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang <i>Acropora palifera</i> .....	62
Gambar 24. Karang jenis <i>Acropora palifera</i> tertutup lumut atau alga. ....	63
Gambar 25. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang <i>Montipora danae</i> . ....	64
Gambar 26. Kondisi karang <i>Montipora danae</i> yang patah. ....	65
Gambar 27. <i>Sponge</i> yang tumbuh pada rak beton.....	65
Gambar 28. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang <i>Acropora aspera</i> .....	66
Gambar 29. Kondisi karang <i>Acropora aspera</i> yang tertutup lumut atau alga.....	68
Gambar 30. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang <i>Acropora millepora</i> . ....	68
Gambar 31. Kondisi karang <i>Acropora millepora</i> pada rak beton. ....	70

Gambar 32. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Montipora verrucosa*..... 70

Gambar 33. Kondisi karang *Montipora verrucosa* mengalami pemutihan (sebelah kiri)..... 72

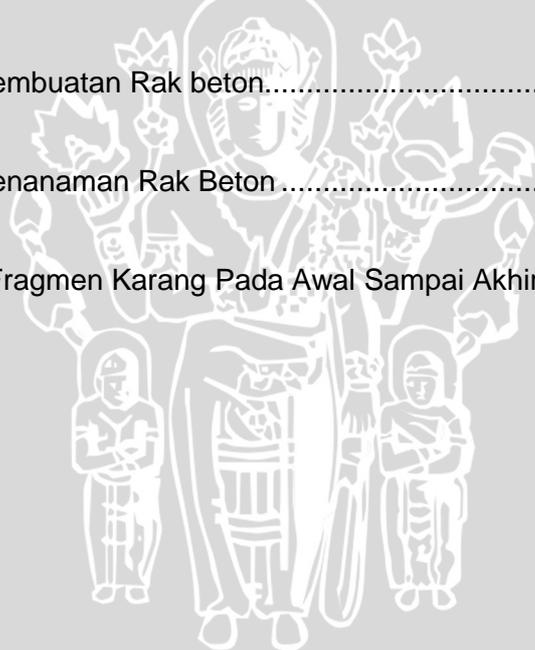
Gambar 34. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Montipora digitata*..... 72

Gambar 35. Kondisi karang *Montipora digitata* mengalami pemutihan (sebelah kiri)..... 74



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Daftar Pertanyaan Wawancara .....	84
Lampiran 2. Alur Pelaksanaan Penelitian di Pantai Kondang Merak.....	85
Lampiran 3. Data Awal Pengukuran Pertumbuhan Karang pada Rak Beton.....	86
Lampiran 4. Data Perhitungan Pertumbuhan (G) Tiap Spesies.....	92
Lampiran 5. Analisa Suhu Permukaan Laut (SPL) di perairan Pantai Kondang Merak (diambil pada jam 15.00 WIB).....	95
Lampiran 6. Proses Pembuatan Rak beton.....	96
Lampiran 7. Proses Penanaman Rak Beton .....	97
Lampiran 8. Gambar Fragmen Karang Pada Awal Sampai Akhir Penelitian .....	98



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Terumbu karang merupakan ekosistem laut yang kaya akan keanekaragaman hayati (Dirjen Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, 2005). Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia yang mempunyai keanekaragaman spesies karang dan ikan karang tertinggi di dunia (Tomascik *et al.*, 1997). Jenis karang yang ditemukan di Indonesia diperkirakan sebanyak 590 jenis dalam 80 marga karang (Suharsono, 2010). Karang merupakan hewan yang tidak bertulang belakang (*avertebrata*), yang termasuk dalam Filum *Coelenterata* (hewan berongga) atau *Cnidaria*, Kelas *Anthozoa* maupun kelas *Hydrozoa*, Sub kelas *Octocorallia*, ordo *Scleractinia* (Timotius, 2003).

Terumbu karang mempunyai berbagai fungsi diantaranya yaitu sebagai pusat keanekaragaman hayati biota laut, tempat tinggal sementara atau tetap bagi biota laut, tempat mencari makan, memijah, daerah asuhan dan tempat berlindung bagi hewan laut lainnya. Terumbu karang juga berfungsi sebagai tempat berlangsungnya siklus biologi, kimiawi dan fisik sehingga ekosistem ini mempunyai tingkat produktivitas tinggi (Suharsono, 2010).

Luas terumbu karang di Indonesia diperkirakan ada sekitar 50.000 km<sup>2</sup> dan hanya 6,5% yang kondisinya masih baik. Kerusakan ekosistem terumbu karang terjadi akibat aktivitas manusia maupun peristiwa alam diantaranya adanya pembangunan di wilayah pesisir seperti industri, pengerukan pantai, penangkapan ikan dengan racun dan bahan peledak serta terjadinya kenaikan suhu sebagai salah satu akibat dari fenomena El Nino (Supriharyono, 2000).



Upaya untuk mencegah semakin rusaknya ekosistem terumbu karang di wilayah Indonesia telah dilakukan dengan penerapan aturan hukum maupun rehabilitasi (Kordi K., 2010). Menurut Dirjen Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (2005) upaya percepatan proses rehabilitasi atau regenerasi biota karang dapat dilakukan melalui kegiatan penanaman dan pengelolaan terumbu buatan yang dikombinasikan dengan transplantasi karang. Transplantasi karang yang dilakukan pada terumbu buatan dapat mempercepat proses pertumbuhan karang pada terumbu buatan tersebut.

Pertumbuhan karang didefinisikan sebagai penambahan panjang linier, berat, volume, atau luas kerangka atau luas bangunan kapur pada spesies karang dalam kurun waktu tertentu. Pertumbuhan karang berbeda pada setiap spesiesnya tergantung dari kecepatan produksi kapur (kalsifikasi) yang dipengaruhi oleh kondisi fisik perairan seperti suhu, cahaya, salinitas dan kedalaman. Spesies karang bercabang (*branching corals*) tumbuh sekitar 2 cm per bulan sedangkan karang masif (*massive corals*) tumbuh sekitar 1 cm per tahun (Buddemeier *et al.*, 1976 *dalam* Supriharyono, 2000). Karang yang berada pada terumbu buatan lebih cepat tumbuh yaitu berkisar antara 3,6 cm sampai 12,9 cm per tahunnya (Wagiyo *et al.*, 1993 *dalam* Kordi K., 2010).

Bahan yang digunakan untuk pembuatan terumbu buatan dapat berupa beton, batu gamping, logam - logam bekas hingga ban-ban bekas. Indonesia telah berhasil menguji coba dua material terumbu buatan yaitu ban bekas dan keranjang beton. Namun, ban bekas ternyata dapat menimbulkan racun dioksin yang dapat membahayakan hidup ikan. Dari berbagai uji coba yang dilakukan,

dapat diambil kesimpulan bahwa substrat yang baik berupa beton (Kordi K., 2010).

Pantai Kondang Merak terletak di Kabupaten Malang bagian selatan dengan kondisi perairan berarus kuat, mengingat pantai ini berada di bagian selatan Pulau Jawa. Pantai Kondang Merak merupakan daerah yang memiliki ekosistem lengkap. Hal tersebut terbukti dengan adanya muara sungai (estuari) yang tentunya memiliki beragam organisme. Berdasarkan penelitian keanekaragaman dan parameter kualitas perairan menunjukkan bahwa Pantai Kondang Merak termasuk dalam pantai yang memiliki terumbu karang yang beranekaragam tetapi kondisi fisiknya kurang bagus dengan nilai indeks keanekaragaman yaitu  $H' \leq 1$  (Prasetya, 2009).

Kondisi ekosistem terumbu karang di Pantai Kondang Merak hanya sekitar 40 % yang masih baik dan semakin menurun sampai pada tingkat rusak seiring dengan bertambahnya tahun. Lokasi ekosistem terumbu karang Pantai Kondang Merak yang dekat dengan kawasan wisata dan daerah pemukiman penduduk menyebabkan terjadinya kerusakan dan penurunan keanekaragaman. Pengaruh langsung aktifitas manusia seperti kegiatan penangkapan ikan secara tidak bertanggungjawab dan para pengunjung pantai yang menginjak-injak karang menjadi faktor utama kerusakan karang disamping kerusakan yang terjadi karena faktor alam seperti perubahan iklim (Yudadharna *et al.*, 2010).

Kecenderungan suhu menunjukkan terjadinya peningkatan lebih dari 1°C, setelah mengalami pendinginan akibat fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) pada tahun 2006 sampai awal 2009. Perubahan suhu ekstrim tersebut akan mempengaruhi fungsi terumbu karang yang akan berdampak besar terhadap

penurunan keanekaragaman hayati dan produktivitas perairan (Sartimbul *et al.*, 2009).

Berdasarkan uraian diatas, diketahui kondisi ekosistem terumbu karang di Pantai Kondang Merak sudah mengalami kerusakan (degradasi) sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan ekosistem terumbu karang. Salah satu upayanya adalah dilakukan budidaya karang melalui teknologi transplantasi karang dengan metode fragmentasi. Teknologi tersebut menggunakan terumbu buatan berupa rak beton. Fragmen karang yang ditanam berasal dari beberapa jenis karang keras disekitar perairan Pantai Kondang Merak seperti *Acropora palifera* dan *Montipora danae*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan fragmen karang yang ditransplantasikan pada rak beton dan faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya. Laju pertumbuhan fragmen karang dan kehidupan fragmen pada rak beton nantinya akan menunjukkan persentase tingkat keberhasilan budidaya karang di perairan Pantai Kondang Merak.

## 1.2 Perumusan Masalah

Kondisi kerusakan terumbu karang pada saat ini berada pada tingkatan parah. Kerusakan terumbu karang tersebut disebabkan karena pengaruh alam, pengembangan kawasan pesisir dan aktivitas manusia lainnya baik secara langsung maupun tidak langsung. Penurunan fungsi terumbu karang akan berdampak besar terhadap penurunan keanekaragaman hayati dan penurunan produktivitas. Kondisi tersebut akan berpengaruh pada penurunan kualitas perairan dan nilai ekonomi bagi masyarakat pesisir.

Ekosistem terumbu karang di Pantai Kondang Merak sudah mengalami kerusakan (degradasi) sehingga perlu dilakukan upaya perbaikan ekosistem terumbu karang. Salah satu upayanya adalah dilakukan budidaya karang dengan metode rak beton. Pemantauan pertumbuhan karang pada rak beton untuk budidaya karang di Pantai Kondang Merak perlu dilakukan agar diketahui tingkat keberhasilan metode tersebut.

Transplantasi karang dengan metode fragmentasi telah banyak dilakukan di Pulau Jawa tetapi pengambilan lokasi pada umumnya berada di perairan Jawa bagian utara. Pada perairan Pulau Jawa bagian selatan hal tersebut tidak banyak bahkan jarang dilakukan mengingat kondisi perairan berarus kuat, gelombang tinggi dan faktor cuaca yang tidak menentu. Upaya rehabilitasi tersebut juga belum pernah dilakukan di kawasan Pantai Kondang Merak sehingga perlu dilakukannya penelitian mengenai budidaya karang khususnya dengan menggunakan metode fragmentasi substrat rak beton di wilayah Pantai Kondang Merak.

### 1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Perbaikan degradasi ekosistem pantai dengan budidaya karang menggunakan rak beton.
- b. Monitoring karang pada rak beton untuk mengetahui pertumbuhan dan keberhasilan pemasangan rak beton.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui laju pertumbuhan karang pada rak beton.

- b. Mengetahui faktor - faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang pada rak beton.
- c. Mengetahui persentase tingkat keberhasilan budidaya karang dengan metode rak beton di Pantai Kondang Merak.

#### 1.4 Kegunaan

Kegunaan dari dilakukannya penelitian ini yaitu sebagai berikut :

- a. Bagi pemerintah dapat digunakan untuk percontohan penerapan dalam pengelolaan ekosistem terumbu karang dan percepatan regenerasi karang melalui teknologi transplantasi karang dengan metode fragmentasi.
- b. Masyarakat pesisir dapat mengetahui teknologi budidaya karang melalui transplantasi karang dengan metode fragmentasi.
- c. Bagi kalangan akademis atau peneliti dapat digunakan sebagai sarana penelitian dan pengembangan tingkat lanjut teknologi rehabilitasi terumbu karang.

#### 1.5 Tempat, Waktu / Jadwal Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Pantai Kondang Merak, Desa Sumber Bening, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang, Jawa Timur pada bulan Mei 2012 sampai Juni 2012. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya yaitu melalui kegiatan PKM (Program Kreatifitas Mahasiswa) pada bulan Mei sampai September 2010. Adapun Jadwal Pelaksanaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.

No	Jenis Kegiatan	Tahun																												
		2010												2011						2012										
		Bulan																												
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6			
1.	Penelitian awal (PKM)	x	x	x	x	x																								
2.	Penelitian lanjutan (Tugas Akhir / Skripsi)																										x	x		
3.	Pelaksanaan penelitian : a. Monitoring • Pengamatan Rak Beton • Pembersihan rak beton • Pengecekan ikatan	x		x	x	x																				x	x	x		
4.	Pengambilan parameter kimia perairan (suhu)	x		x		x																								
	b. Pengukuran Pertumbuhan	x		x	x	x																					x	x		
3.	Pengumpulan Data																									x	x	x	x	
4.	Penyusunan Laporan																										x	x	x	x

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Terumbu Karang

Karang merupakan salah satu dari keluarga *Cnidaria* (*cnida* = jelatang) yaitu keluarga besar biota laut yang memiliki sengat. Keluarga jelatang dalam sejarah evolusinya adalah biota laut yang dapat menghasilkan kerangka kapur di dalam jaringan tubuhnya. *Cnidaria* dapat dibagi menjadi dua yaitu *hydrozoa* (bukan merupakan karang pembentuk terumbu) dan *anthozoa* (karang pembentuk terumbu) (Suharsono, 2010).

Karang (*coral*) adalah hewan dari ordo *scleractinia*, yang semua anggotanya mempunyai kerangka atau biasa disebut *skeleton* dari batu kapur keras. Cara hidup karang khususnya karang hermatipik (karang pembangun terumbu) sangat tergantung pada intensitas cahaya matahari. Hewan karang hidup dengan membentuk koloni seperti terumbu. Makanan utama hewan karang adalah senyawa organik yang dihasilkan dan diekskresikan oleh *zooxanthellae* yang hidup di dalam jaringannya. *Zooxanthellae* yaitu alga uniseluler dari kelompok *dinoflagellata*, dengan warna coklat atau coklat kekuning-kuningan hidup bersimbiosis dengan karang di gastrodermis *Zooxanthellae* mampu mensuplai 98% total kebutuhan makanan bagi hewan karang. Sumber makanan lainnya berasal dari debris organik atau plankton (Veron, 1986).

Ekosistem terumbu karang mempunyai banyak nilai penting bukan hanya dari sisi biologi, kimia dan fungsi fisik namun juga dari sisi sosial dan ekonomi. Fungsi biologis terumbu karang, adalah sebagai tempat bersarang, mencari makan (*feeding ground*), memijah (*spawning ground*) dan tempat pembesaran

(*nursery ground*) bagi berbagai biota laut. Fungsi kimia terumbu adalah sebagai tempat untuk daur ulang unsur hara yang paling efektif dan efisien bagi biota karang dan asosiasinya. Terumbu karang juga potensial sebagai sumber nutfah untuk bahan obat-obatan. Fungsi fisik terumbu yaitu sebagai pelindung daerah pantai, terutama dari proses abrasi akibat hantaman gelombang laut yang keras. Berdasarkan fungsi sosialnya terumbu merupakan sumber mata pencaharian bagi nelayan, dan juga memberikan kesenangan sebagai obyek ekowisata khususnya wisata bahari (Mawardi, 2003).

## 2.2 Anatomi Karang

Karang merupakan binatang yang sederhana berbentuk tabung dengan mulut berada di atas yang juga berfungsi sebagai anus. Pada bagian mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi sebagai penangkap makanan. Mulut dilanjutkan dengan tenggorokan yang pendek, menghubungkan dengan rongga perut. Dalam rongga perut terdapat usus yang disebut mesentri filamen yang berfungsi sebagai organ pencernaan. Polip didukung oleh kerangka kapur sebagai penyangga untuk tegaknya seluruh jaringan. Kerangka kapur tersebut merupakan berupa lempengan yang tersusun secara radial dan berdiri tegak pada lempeng dasar. Lempengan pada kerangka kapur disebut septa yang berasal dari bahan organik dan kapur yang merupakan hasil sekresi polip karang (Suharsono, 2010). Struktur polip karang lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.

Tubuh polip karang terdiri dari dua lapisan yaitu epidermis dan endodermis, yang dipisahkan oleh lapisan mesoglea. Dalam lapisan endodermis terdapat alga bersel satu (*zooxanthella*) yang bersimbiosis dengan polip karang. *Zooxanthella*

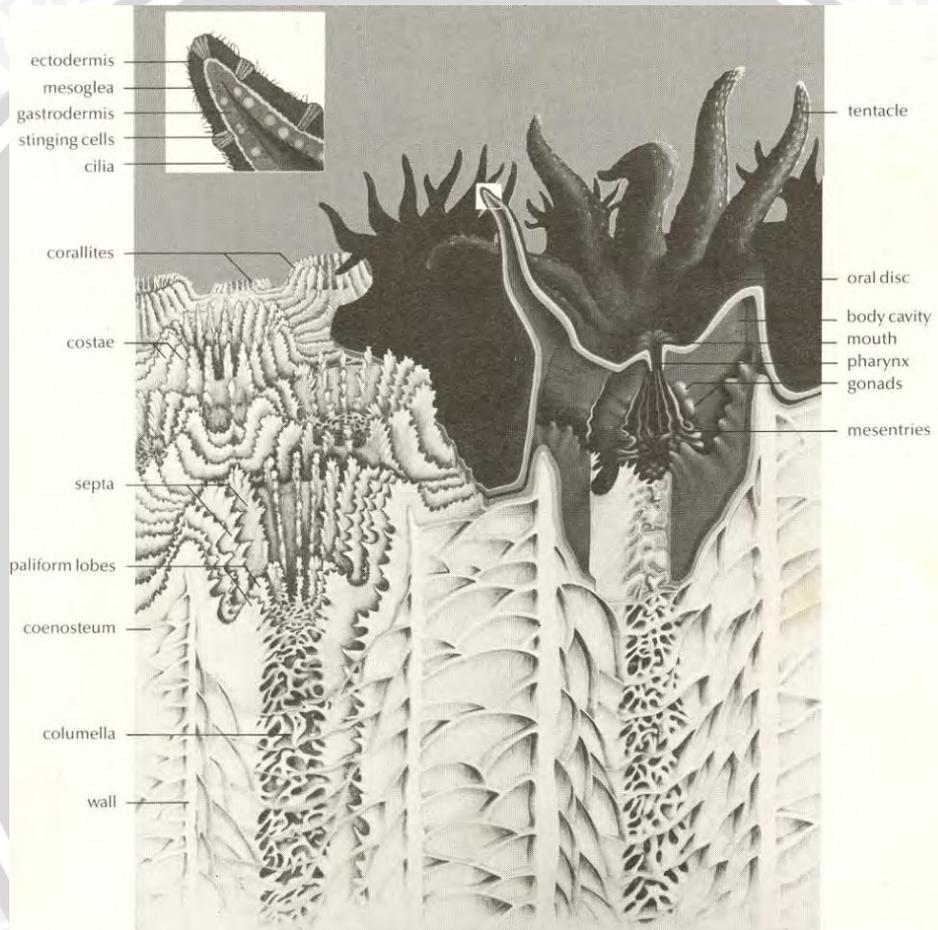
dapat menghasilkan zat organik melalui proses fotosintesis yang kemudian sebagian didistribusikan ke seluruh jaringan karang. Makanan yang masuk ke dalam tubuh karang dicerna oleh filamen khusus yang dinamakan mesenteri, kemudian sisa makanan dikeluarkan melalui mulut (Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, 2008).

*Zooxanthellae* merupakan alga dari kelompok *dinoflagellata* yang bersimbiosis pada hewan seperti karang, anemon dan moluska. Sebagian besar *zooxanthella* pada karang berasal dari genus *Symbiodinium*. Jumlah *zooxanthellae* yang terdapat pada karang diperkirakan lebih dari 1 juta sel/cm<sup>2</sup> permukaan karang, ada juga yang mengatakan antara 1-5 juta sel/cm<sup>2</sup>. Meski demikian alga tersebut dapat hidup walaupun tidak terikat pada induknya. Sebagian besar *zooxanthellae* melakukan simbiosis dan sebagian besar mempunyai sifat mutualisme (Timotius, 2003). Lapisan tubuh karang dapat dijelaskan pada Gambar 2.

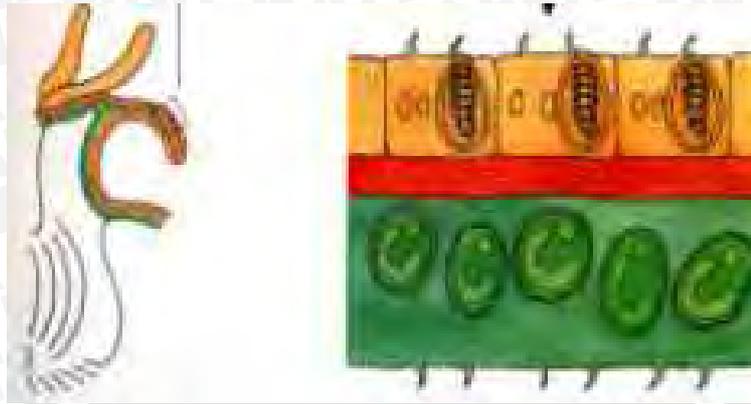
### 2.3 Reproduksi Karang

Cara reproduksi karang dapat dibedakan atas dua macam yaitu secara aseksual dan seksual. Kelompok spesies yang memijahkan gametnya (telur dan sperma) ke dalam kolom air, dan selanjutnya terjadi pembuahan di luar tubuh (polip) dan kemudian terjadi perkembangan embrio disebut reproduksi secara aseksual. Reproduksi secara seksual yaitu kelompok spesies melakukan reproduksi dengan telur yang dibuahi di dalam polip dan selanjutnya perkembangan embrio dan larva terjadi di dalamnya (Rani, 2002).

Pembuahan pada karang ada dua macam yaitu *viviparous* (pembuahan di dalam *gastrovascular cavity*) dan bukan *viviparous* (pembuahan di luar tubuh atau dalam air laut).



Gambar 1. Struktur Polip dan Skeleton Karang (Veron, 1986).



Gambar 2. Lapisan tubuh karang dengan ektodermis (berwarna kuning), mesoglea (berwarna merah) dan endodermis yang didalamnya terdapat zooxanthellae (berwarna hijau) (Timotius, 2003).

Berdasarkan jenis kelaminnya karang mungkin mempunyai jenis kelamin *hermaphrodite* (kelamin ganda) dimana ovarium dan testes berada dalam satu individu polip atau *dioecious* dimana ovarium dan testes berada pada polip yang berbeda (Supriharyono, 2000).

### 2.3.1 Reproduksi Aseksual

Reproduksi karang secara aseksual atau tanpa proses perkawinan menurut Veron (1986) dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu melalui fragmentasi (pemisahan diri), *budding* (pertunasan), *polyp bail-out* (pelepasan polip) dan pembentukan planula (partenogenesis).

Fragmentasi merupakan pertumbuhan koloni baru oleh patahan karang. Patahan koloni karang dapat lepas dari koloni induk, kemudian jatuh pada substrat dan membentuk koloni baru. Fragmentasi dari koloni karang yang pertumbuhannya cepat akan membentuk dominasi koloni dan jika terjadi

kerusakan akan cepat tumbuh. Hal tersebut biasanya terjadi pada karang bercabang (*branching*) (Coremap, 2006).

Pertunasan (*budding*) dapat terjadi secara intratentakular dan ekstratentakular. Intratentakular yaitu satu polip membelah menjadi 2 polip. Ekstratentakular yaitu polip baru tumbuh diantara polip-polip lainnya. Polip karang membelah merupakan polip yang telah lepas dari induknya kemudian membentuk koloni baru (Timotius, 2003).

Pelepasan polip (*polyp bail-out*) merupakan polip baru yang terbentuk karena tumbuhnya jaringan yang keluar dari karang mati. Pada karang yang mati bagian jaringan-jaringan yang masih hidup dapat meninggalkan skeletonnya kemudian terbawa air. Jika menemukan substrat yang sesuai, jaringan tersebut akan melekat dan tumbuh menjadi koloni baru (Timotius, 2003).

Partenogenesis merupakan pertumbuhan larva yang berasal dari telur yang tidak mengalami fertilisasi. Planula tersebut dimasukkan pada karang yang tumbuh dari hasil perkembangbiakan secara aseksual. Sifat genetik yang dibawa oleh planula tersebut sama atau identik dengan sifat induknya (Sumedi, 1998).

### 2.3.2 Reproduksi Seksual

Reproduksi seksual pada karang ditandai dengan pelepasan gamet jantan dan betina. Karang bisa bersifat *hermaphrodite* atau *dioecious* yang dimana gamet jantan dan betina dihasilkan dari satu individu karang. Karang juga dapat bersifat gonokorik yaitu gamet jantan dan betina dihasilkan dari individu yang

berbeda (Nybakken, 1992). Sebagian besar karang yang ada cenderung bersifat *gonochoric* (Timotius, 2003).

Berdasarkan mekanisme pertemuan telur dan sperma terdapat dua macam yaitu *brooding* atau planulator dan *spawning*. *Brooding* yaitu telur dan sperma yang dihasilkan tidak dilepaskan ke kolom air sehingga terjadi fertilisasi secara internal. Zigot yang terbentuk berkembang menjadi larva planula di dalam polip kemudian planula dilepaskan ke air. Planula ini langsung memiliki kemampuan untuk melekat didasar perairan untuk melanjutkan proses pertumbuhan. Contoh proses tersebut dapat dilihat pada spesies *Pocillopora damicornis* dan *Stylophora pistillata* (Timotius, 2003).

*Spawning* merupakan proses lepasnya telur dan sperma ke air sehingga terjadi fertilisasi secara eksternal. Pada jenis ini pembuahan telur terjadi setelah beberapa jam berada di air. Contoh proses tersebut terdapat pada genus *Favia*. Sebagian besar jenis karang yang telah dipelajari proses reproduksinya, 85% di antaranya menunjukkan mekanisme *spawning*. (Timotius, 2003).

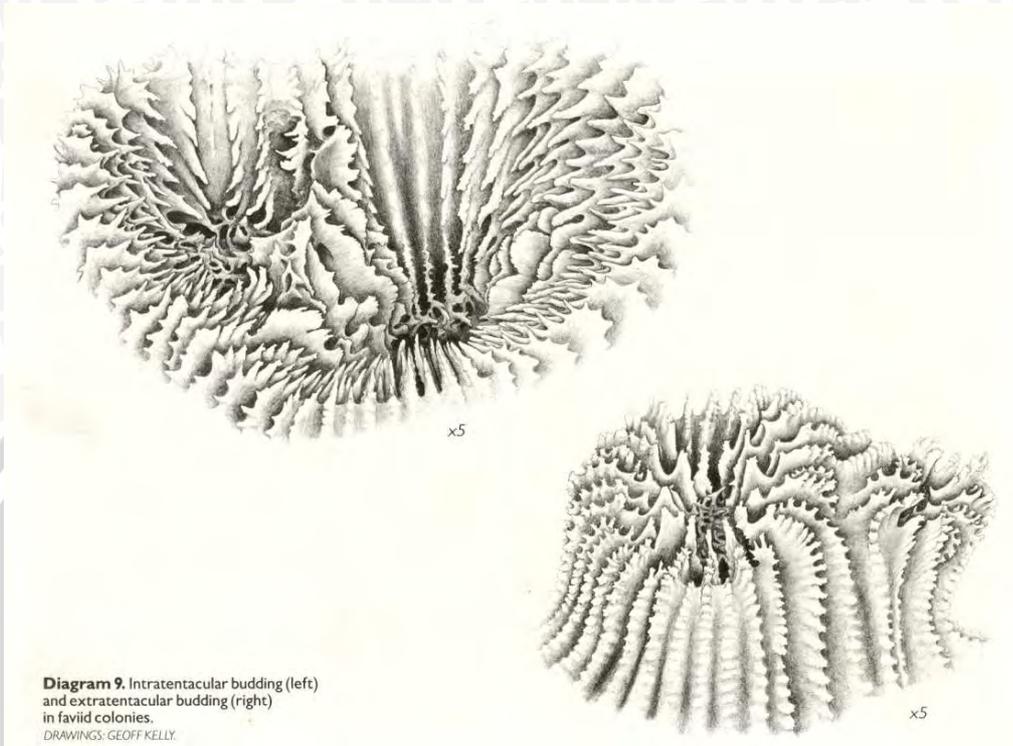
## 2.4 Pertumbuhan Karang

Pertumbuhan karang menurut Veron (1986) didefinisikan sebagai penambahan panjang linier, berat, volume, atau luas kerangka atau luas bangunan kapur pada spesies karang dalam kurun waktu tertentu. Pertumbuhan karang berbeda pada setiap spesiesnya tergantung dari kecepatan produksi kapur (kalsifikasi) yang dipengaruhi oleh kondisi fisik perairan seperti suhu, cahaya, salinitas dan kedalaman. Perubahan pertumbuhan karang ditandai

dengan berubahnya nilai panjang koloni karang, lebar, tinggi maupun diameter karang. Karang tersebut diukur dari pertambahan terpanjang masing – masing variable ukurannya. Spesies karang bercabang (*branching corals*) tumbuh sekitar 2 cm per bulan sedangkan karang masif (*massive corals*) tumbuh sekitar 1 cm per tahun (Buddemeier *et al.*, 1976 dalam Supriharyono, 2000).

Laju pertumbuhan pada koloni-koloni karang dapat berbeda satu sama lainnya. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan spesies, umur koloni masing-masing jenis karang dan daerah atau habitat suatu terumbu. Koloni yang muda dan kecil cenderung tumbuh lebih cepat daripada koloni yang lebih tua, koloni-koloni yang besar dan bercabang-cabang atau karang yang seperti daun cenderung untuk tumbuh lebih cepat daripada karang masif (Nybakken, 1992).

Karang memiliki variasi bentuk pertumbuhan koloni yang berkaitan dengan kondisi lingkungan perairan dan habitat dimana karang itu tumbuh. Bentuk tersebut terjadi karena proses *budding* (pertunasan) yang berbeda pada tiap jenisnya. Bentuk pertumbuhan koloni dapat dibedakan menjadi dua yaitu ekstratentakular dan intratentakular (Veron, 1986). Ektratentakular merupakan terbentuknya koralit baru di luar dari koralit lama sedangkan intratentakular merupakan terbentuknya koralit baru didalam koralit lama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3. Cara terbentuknya koloni tersebut menyebabkan karang mempunyai bentuk yang berbeda karena koralit yang tumbuh juga berbeda yaitu *hydnoporoid*, *dendroid*, *phaceloid*, *plocoid*, *flabellate*, *ceroid* dan *meandroid* (Suharsono, 2010). Bentuk perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Tipe Pertunasan pada Koloni Karang (Veron, 1986).

Karang yang tumbuh pada daerah *reef slope* mempunyai struktur yang lebih keras daripada di daerah yang lebih dalam karena terkena ombak maupun gelombang yang terus menerus. Bentuk pertumbuhan karang tersebut berbeda-beda jenisnya tergantung pada pertumbuhan kolni masing-masing spesies. Formasi tersebut dapat dibedakan yaitu *massive*, *columnar*, *encrusting*, *branching*, *foliaceous* dan *laminar* (Veron, 1986). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.

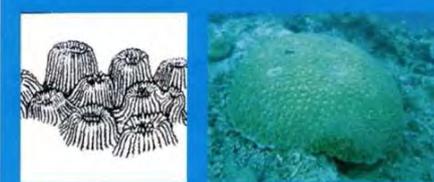
**Meandroid**



**Hydnoporoid**



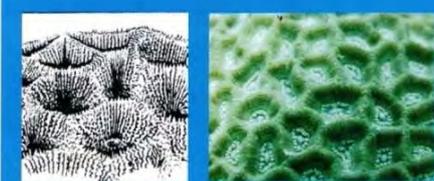
**Plocoid**



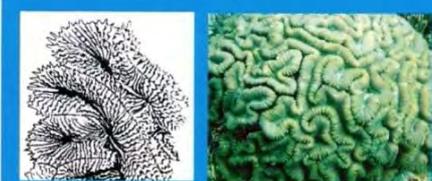
**Phaceloid**



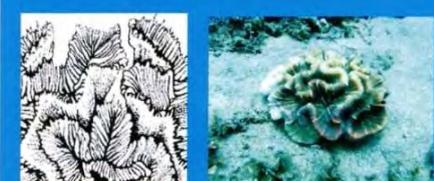
**Ceroid**



**Flabelo-meandroid**



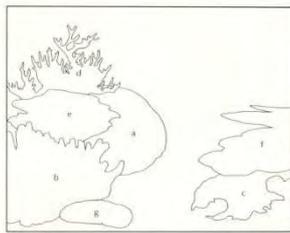
**Flabellate**



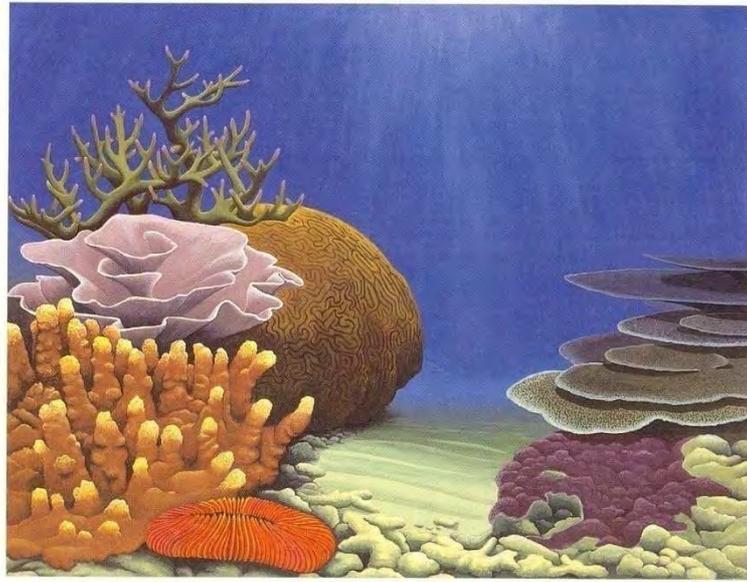
**Dendroid**



Gambar 4. Bentuk Pertumbuhan Korallit Pada Koloni Karang (Suharsono, 2010).



**Diagram 11.**  
The growth forms of corals:  
a. massive,  
b. columnar,  
c. encrusting,  
d. branching,  
e. foliaceous, forming a whorl,  
f. laminar, forming a tier,  
g. free-living.  
DRAWINGS: GEOFF KELLY.



Gambar 5. Bentuk Pertumbuhan Karang (Veron, 1986).

### 2.5 Faktor Pembatas Pertumbuhan Karang

Kondisi lingkungan pada ekosistem terumbu karang mempengaruhi keanekaragaman, penyebaran dan pertumbuhannya. Faktor fisika, kimia maupun biologi dapat mempengaruhi kehidupan atau laju pertumbuhan karang. Faktor kimia dan fisika yang mempengaruhi yaitu cahaya matahari, suhu, salinitas, pH dan sedimen. Faktor biologi yang mempengaruhi yaitu berupa predator atau pemangsa dari hewan karang itu sendiri (Supriharyono, 2000). Berikut merupakan beberapa faktor pembatas pertumbuhan karang antara lain :

#### 1. Cahaya Matahari.

Hewan karang pembentuk terumbu membutuhkan sinar matahari bagi *zooxanthellae* untuk berfotosintesis. Cahaya adalah salah satu faktor yang paling penting yang membatasi terumbu karang karena



berhubungan dengan laju fotosintesis oleh *zooxanthellae* simbiotik dalam jaringan karang. Terumbu karang tidak dapat berkembang ataupun tumbuh dengan baik pada kedalaman lebih dari 70 meter (Nybakken, 1992).

## 2. Suhu

Suhu mempunyai peranan penting dalam membatasi sebaran terumbu karang. Hal tersebut berhubungan dengan suhu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan terumbu karang yaitu sekitar 25 – 30°C (Nontji, 2007). Suhu air laut yang tidak normal dan tingginya tingkat ultraviolet dapat menyebabkan karang mengalami pemutihan (*bleaching*) yaitu karang kehilangan pewarna jaringannya (*zooxanthellae*) dan memudar (Westmacoot *et al.*, 2000).

Suhu air laut di daerah tropis menurut Hoegh – Guldber (1999) cenderung meningkat pada 100 tahun terakhir. Peningkatan tersebut berkisar antara 1°C per tahun dan 1 – 2°C per abadnya. Peristiwa kenaikan suhu tersebut menyebabkan terjadinya pemutihan karang yang terjadi pada skala global. Pemutihan karang 1998 adalah salah satu dari yang terluas secara geografis yang pernah terjadi dengan tingkat kematian karang tertinggi yang pernah tercatat, khususnya di daerah Samudera Hindia. Suhu Permukaan Laut (SPL) naik diatas batas toleransi dalam jangka waktu yang lama (lebih dari 5 bulan) daripada yang pernah dicatat sebelumnya. Diperkirakan dalam kasus tekanan termal atau suhu yang meningkat cepat, kenaikan suhu mengganggu

kemampuan *zooxanthellae* untuk berfotosintesis, dan dapat memicu produksi kimiawi berbahaya yang merusak sel-sel jaringannya.

Diperkirakan setidaknya 40% dari 16% terumbu karang dunia yang telah rusak berat akibat pemanasan air laut tidak wajar selama peristiwa *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) tahun 1998 mengalami pemulihan dengan baik. Terumbu karang yang telah memutih tersebut bahkan saat ini telah pulih kembali (*recovery*) (Edwards *et al.*, 2008).

### 3. Salinitas

Salinitas merupakan faktor pembatas kehidupan karang yang juga penting. Daya tahan setiap jenis karang pada salinitas berbeda-beda tergantung pada kondisi laut dimana karang itu hidup. Karang hermatipik adalah organisme laut sejati yang sangat sensitif terhadap perubahan salinitas yang jelas menyimpang terhadap salinitas air laut, yaitu 32‰ - 35‰. Binatang karang hidup subur pada salinitas air laut 34‰ - 36‰. Karang yang hidup dilaut yang lebih dalam dari kedalaman normal jarang atau hampir tidak pernah mengalami perubahan salinitas yang cukup besar sedangkan yang hidup ditempat-tempat dangkal sering kali dipengaruhi oleh oleh masukan air tawar dari pantai maupun hujan sehingga terjadi penurunan salinitas perairan (Kinsman ,1964 dalam Supriharyono, 2000).

Salinitas berpengaruh besar terhadap produktivitas ekosistem terumbu karang. Pada perairan Indonesia debit sungai mempunyai pengaruh sangat besar pada salinitas perairan pantai sehingga mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang terutama karang tepi. Pada

musim penghujan debit sungai meningkat kemudian menyebabkan salinitas perairan dekat pantai umumnya menurun karena pencampuran air tawar dan air laut tidak seimbang sehingga produktivitas karang juga menurun (Dirjen Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, 2005).

#### 4. Sedimen

Sedimentasi merupakan salah satu pembatas pada pertumbuhan karang yang penting. Daerah yang memiliki sedimentasi yang tinggi akan sulit untuk menjadi lokasi yang baik untuk pertumbuhan karang. Tingginya tingkat sedimentasi menyebabkan penetrasi cahaya di air laut akan berkurang dan hewan karang khususnya polip akan bekerja keras untuk membersihkan partikel yang menutupi tubuhnya (Nybakken, 1992).

#### 5. pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman menurut Tomascik *et al.* (1997) menunjukkan adanya aktivitas ion  $H^+$  dalam air. Ion – ion tersebut mempengaruhi laju pertumbuhan hewan karang. Habitat yang cocok bagi pertumbuhan karang memiliki pH berkisar antara 8,2 - 8,5.

### 2.6 Budidaya Karang

Tindakan yang dilakukan untuk menempatkan kembali sebagian atau keseluruhan struktur maupun karakteristik fungsional dari suatu ekosistem yang telah hilang merupakan definisi ataupun konsep dari rehabilitasi (Edwards *et al.*, 2008). Strategi alternatif rehabilitasi sumberdaya terumbu karang dan lingkungan habitatnya, dengan pengadaan habitat baru dalam ruang laut dan penyediaan lapisan substrat bagi kawasan makan untuk ikan, krustasea dan moluska

dilakukan dengan menggunakan terumbu buatan. Terumbu buatan merupakan struktur atau kerangka yang dengan sengaja ditempatkan ke dalam laut sebagai tempat berlindung dan habitat bagi organisme laut. Terumbu buatan dapat berfungsi sebagai rumpun dan penempel larva karang atau sebagai perlindungan pantai (Dirjen Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, 2005).

Budidaya karang dengan menggunakan terumbu buatan menurut Edwards *et.al* (2008) merupakan pilihan yang tepat untuk rehabilitasi maupun restorasi terumbu karang. Hal tersebut karena mengingat kegiatan rehabilitasi maupun restorasi memerlukan biaya yang besar dan terumbu buatan merupakan metode yang murah, memaksimalkan efisiensi dan efektivitas biaya. Budidaya *ex situ* dalam akuarium lebih mahal daripada *in situ* di laut baik di kolom air maupun di dasar perairannya.

Terumbu buatan pada budidaya karang dapat bermacam – macam bentuknya sehingga dapat digolongkon menjadi dua macam yaitu dari bahan alami dan bahan buatan. Bahan alami dapat berupa kayu, kulit kerang, batu pecah atau batu gamping. Bahan buatan dapat berupa beton, bahan bekas yang tidak terpakai dan bahan pengendap elektronis. Pertimbangan kelemahan dan kelebihan dari masing – masing bahan maka disarankan menggunakan terumbu buatan dari bahan beton. Saat ini Departemen Kelautan dan Perikanan mengembangkan terumbu buatan modular dengan beton ringan, model *halter*, model kubah dan piramid. Saat ini terdapat kurang lebih 60 model terumbu buatan yang terbuat dari beton (Dirjen Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, 2005). Contoh model terumbu tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



a. Modular bentuk kubus



b. Modular bentuk sirip ikan



a. Model Halter



b. Model Kubah



Foto 3. Model Piramid

Gambar 6. Model Beton untuk Terumbu Buatan (Dirjen Pesisir dan Pulau-pulau Kecil, 2005).

Beberapa perairan di Indonesia telah dilakukan survei kondisi terumbu buatan (*artificial reef*) berbahan beton yaitu di daerah Sabang (Nanggroe Aceh Darussalam), Kepulauan Seribu (DKI Jakarta), Kepulauan Karimunjawa (Jawa Tengah), Bali Utara dan Kepulauan Nusa Penida (Bali) serta Pulau Sembilan (Sinjai, Sulawesi Selatan). Survei tersebut dilakukan dengan cara mengamati kondisi fisik, kelimpahan biota penempel dan kelimpahan ikan pada terumbu buatan yang telah ditenggelamkan pada tahun 2001 dan 2004 (Munasik, 2008).

Hasil survei menunjukkan bahwa terumbu buatan yang ditenggelamkan atau ditempatkan di perairan dangkal pada kedalaman 5 – 10 meter dan berdekatan dengan ekosistem terumbu karang alami banyak ditumbuhi karang keras (*Scleractinia*). Pada terumbu buatan yang ditempatkan pada kedalaman lebih dari 15 meter dan jauh dari terumbu karang alami cenderung tidak ditumbuhi karang keras. Namun, terumbu buatan di perairan dalam tersebut dapat berfungsi sebagai media pengumpul ikan. Terumbu buatan berbentuk kubah merupakan tipe terumbu buatan yang paling banyak ditumbuhi karang keras dibandingkan dengan tipe pipa atau lainnya. Hal tersebut mungkin disebabkan karena banyaknya ruang dan celah terlindung bagi penempelan karang keras (Munasik, 2008).

## 2.7 Fragmentasi Karang

Transplantasi karang dengan menggunakan metode fragmentasi merupakan suatu upaya memperbanyak koloni karang dimana koloni tersebut diambil dari suatu induk koloni tertentu (Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, 2008). Fragmentasi merupakan salah satu upaya rehabilitasi terumbu karang yang telah rusak atau terdegradasi. Fragmentasi dalam upaya rehabilitasi berperan untuk mempercepat regenerasi terumbu dan membangun daerah terumbu karang baru yang sebelumnya tidak ada (Coremap, 2006).

Tujuan fragmentasi karang pada umumnya adalah mempercepat regenerasi dari terumbu karang kemudian hasil dari kegiatan tersebut dapat dimanfaatkan untuk perdagangan dan peningkatan kualitas habitat karang. Kegiatan transplantasi karang merupakan salah satu usaha pengembangan populasi berbasis alam di habitat alam atau habitat buatan untuk mendapatkan produksi

anakan yang dapat dipanen secara berkelanjutan (Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, 2008).

Sumber fragmen karang pada kegiatan fragmentasi diperoleh dari patahan karang disekitar induk karang yang telah patah oleh faktor fisika perairan ataupun potongan karang dari indukan yang dipotong. Bibit karang tersebut berukuran tinggi maupun lebar maksimal yaitu 10 cm. Fragmen karang ditanam pada substrat sesuai dengan kondisi habitatnya. Substrat tersebut berupa terumbu buatan yang diletakkan pada kondisi perairan yang cocok untuk kehidupan karang (Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, 2008).



### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan metode pengambilan data secara deskriptif dan kualitatif. Metode deskriptif yaitu merupakan pemecahan masalah yang mengangkat fakta, keadaan, variabel dan fenomena yang terjadi saat ini dengan menggambarkan keadaan suatu objek atau subjek penelitian sebagaimana adanya (Subana dan Sudrajat, 2005). Pada Penelitian ini metode deskriptif dilakukan dengan menggambarkan kondisi wilayah Pantai Kondang Merak secara geografis maupun kondisi perairan berdasarkan pengamatan langsung.

Metode kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme (memandang secara teramat, terukur dan berhubungan sebab akibat), digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah dimana peneliti sebagai instrumen kunci. Teknik pengumpulan data dilakukan pada kondisi alamiah (*natural setting*), sumber data primer dan teknik pengumpulan data lebih banyak pada observasi berperan serta (*participant observation*), wawancara mendalam (*in depth interview*) dan dokumentasi (Sugiyono, 2009). Metode kualitatif yang dilakukan pada penelitian ini yaitu melalui kegiatan observasi secara langsung dengan teknik pengumpulan data meliputi wawancara kepada masyarakat setempat dan pihak-pihak terkait, pengamatan kondisi objek penelitian (karang pada beton) secara langsung dan dokumentasi kegiatan.

#### 3.2 Jenis Data

Dalam pelaksanaan penelitian ini, jenis data yang digunakan yaitu berupa data primer dan sekunder.

- a. Data primer merupakan sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2009). Pada penelitian ini sumber data primer berupa data pengukuran kondisi perairan, monitoring karang pada rak beton, pengukuran pertumbuhan karang pada rak beton di Pantai Kondang Merak, Malang Selatan. Sumber data primer lainnya diperoleh dari wawancara masyarakat setempat dan dokumentasi kegiatan penelitian.
- b. Data sekunder merupakan sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data seperti dokumen ataupun data yang diperoleh dari orang lain (Sugiyono, 2009). Pada penelitian ini data sekunder diperoleh dari laporan-laporan pustaka yang menunjang, data dari lembaga pemerintah, masyarakat, serta dokumentasi kegiatan yang sudah dilakukan dari kegiatan penelitian sebelumnya. Data sekunder tersebut dapat berupa data dari laporan Praktek Kerja Lapang (PKL) peneliti, laporan skripsi dan foto kegiatan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya serta deskripsi wilayah secara geografis dari kantor Kecamatan Bantur.

### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

teknik pengumpulan data menurut Sugiyono (2009) merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian. Pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai *setting*, sumber dan cara. Bila ditinjau dari sumber datanya, maka pengumpulan data dapat menggunakan sumber primer dan sekunder. Bila ditinjau dari cara, maka dapat dilakukan dengan observasi (pengamatan), *interview* (wawancara), kuisisioner, dokumentasi dan gabungan dari keempatnya.

Teknik pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan cara observasi (pengamatan) secara aktif dan *interview* (wawancara).

### 3.3.1 Observasi

Observasi menurut Sugiyono (2009) adalah kegiatan pengamatan yang peneliti tersebut terlibat dengan kegiatan sehari-hari orang atau objek yang digunakan sebagai sumber data penelitian sehingga data yang diperoleh akan lebih lengkap, tajam dan mengetahui setiap perilaku yang nampak. Dalam penelitian ini kegiatan observasi dilakukan dengan kegiatan monitoring karang dan pengukuran pertumbuhan karang.

#### 3.3.1.1 Monitoring karang

Monitoring karang yang dimaksud pada penelitian ini yaitu peneliti melakukan kegiatan pengamatan dan pemeliharaan pada rak beton yang dilakukan sebanyak satu kali dalam dua bulan. Monitoring dilakukan disaat perairan pada kondisi surut terendah. Hal tersebut dilakukan untuk memudahkan peneliti dalam melaksanakan kegiatan. Kegiatan tersebut meliputi kegiatan pengamatan kondisi fragmen karang, pemeliharaan substrat fragmen karang, pengukuran parameter fisika dan kimia perairan dan identifikasi spesies karang.

##### a. Pemeliharaan Substrat Fragmen Karang (rak beton)

Pemeliharaan substrat fragmen karang meliputi kegiatan pengamatan kondisi fragmen karang pada rak beton, pembersihan rak beton dari sedimen, alga, lumut dan biota lain maupun benda - benda yang mengganggu pertumbuhan fragmen karang dan pengecekan pengikat

fragmen karang. Pengecekan pengikat fragmen karang perlu dilakukan untuk memastikan bahwa fragmen masih berada pada posisinya, jika fragmen karang bergeser ataupun lepas dari substrat maka dapat diikat kembali.

b. Pengukuran parameter fisika dan kimia perairan

Pengukuran parameter fisika dan kimia perairan yaitu meliputi pengukuran suhu, salinitas, dan kadar keasaman perairan (pH air) yang dilakukan di sekitar rak beton. Pengukuran parameter berdasarkan pada pengaruh pertumbuhan karang terhadap habitatnya. Pengukuran tersebut secara keseluruhan menggunakan alat pengukur digital. Pada penelitian membandingkan juga data suhu perairan Pantai Kondang Merak. Data suhu insitu yang diperoleh melalui pengukuran langsung dibandingkan dengan data satelit yang diperoleh dari sumber resmi untuk satelit Aqua – MODIS yaitu <http://ghrsst.jpl.nasa.gov> dan kemudian diolah dengan menggunakan *software* ArcGIS. Pengambilan data suhu dari Aqua – MODIS diambil pada waktu yang sama dengan pengambilan data insitu yaitu pada pukul 15.00 WIB.

c. Identifikasi spesies karang

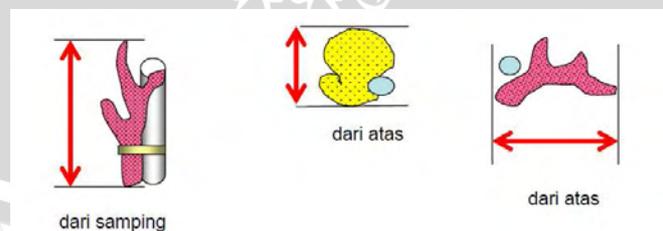
Identifikasi spesies karang yang dimaksud pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi spesies yang telah ditanam dan tumbuh pada rak beton. Identifikasi spesies karang menggunakan bantuan berupa buku identifikasi karang maupun jurnal ilmiah dan foto karang yang telah ada sebelumnya.

### 3.3.1.2 Pengukuran Pertumbuhan Karang

Metode pengukuran pertumbuhan pada penelitian ini menggunakan metode pengukuran langsung yaitu pengukuran pertumbuhan karang dengan mencatat beberapa dimensi *corralum* (struktur skeleton secara keseluruhan) karang yang tumbuh (Supriharyono, 2000). Pengukuran dimensi *corralum* meliputi pengukuran panjang linier karang yang telah ditanam pada rak beton yaitu berupa panjang cabang, lebar koloni karang dan tinggi koloni karang dengan menggunakan jangka sorong.

Pengukuran tinggi dilakukan dengan mengukur koralit axial karang dari cabang tertinggi dari permukaan substrat pada karang. Pengukuran diameter karang juga dilakukan dengan mengukur cabang terpanjang dan terlebar dari fragmen karang (Amaryllia *et al.*, 2003). Hal tersebut dilakukan juga pada cara mengukur lebar dan tinggi fragmen karang yaitu diukur dari ukuran terpanjangnya.

Pengukuran dimensi tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 3. Pengukuran pertumbuhan dilakukan sama halnya dengan monitoring karang yaitu satu kali dalam dua bulan.



Gambar 7. Pengukuran Fragmen Karang (Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, 2008).

### 3.3.2 Wawancara

Wawancara menurut Sugiyono (2009) digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan masalah yang diteliti maupun ingin mengetahui hal-hal dari responden yang lebih mendalam. Teknik ini mendasarkan pada laporan diri sendiri, pada pengetahuan dan keyakinan pribadi.

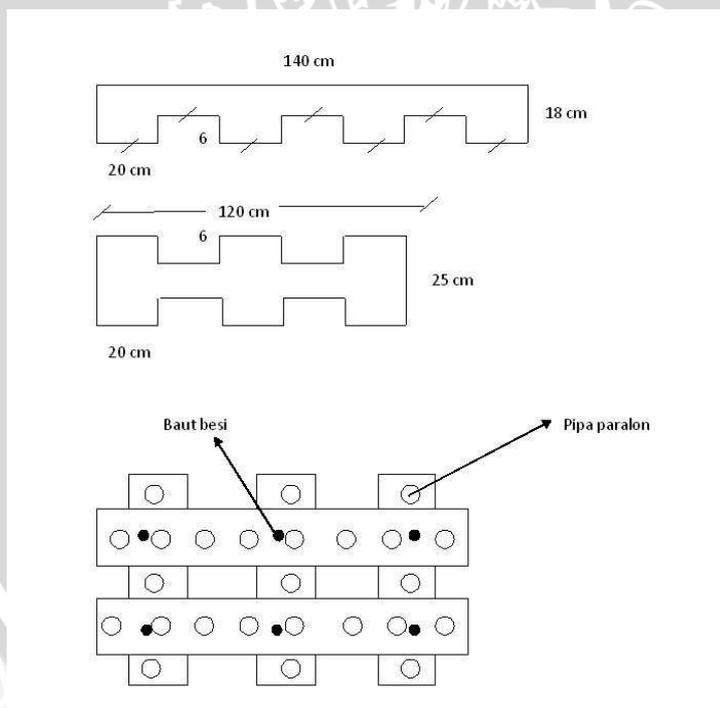
Pada penelitian ini kegiatan wawancara dilakukan kepada tokoh masyarakat yaitu ketua RT dan ketua kelompok nelayan, masyarakat sekitar dan pihak terkait yang mengetahui kondisi secara fisik maupun biologis dari Pantai Kondang Merak, Malang Selatan. Daftar pertanyaan wawancara untuk masyarakat setempat dapat dilihat pada Lampiran 1.

### 3.4 Rak Beton

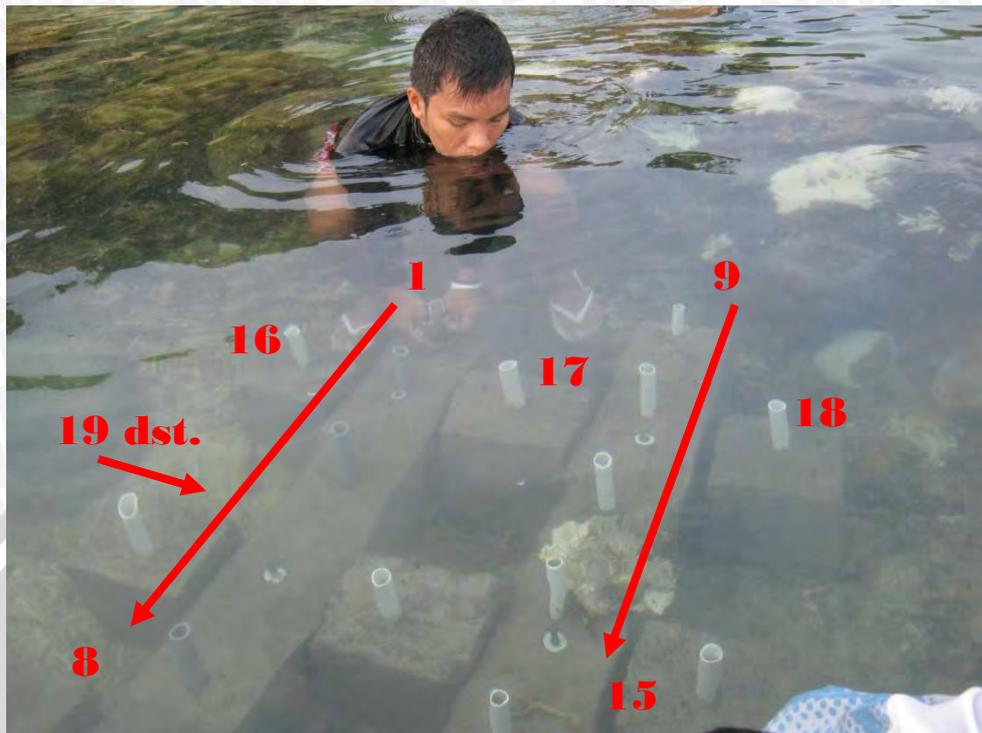
Rak beton yang dipergunakan dalam penelitian ini terbuat dari semen cor yaitu campuran antara semen, pasir, air dengan perbandingan 1 : 1. Rak beton yang digunakan pada penelitian ini sebelumnya telah dibuat dan dimasukkan ke perairan saat Praktek Kerja Lapang (PKL) peneliti pada bulan Februari 2010. Koordinat tempat rak beton diletakkan yaitu  $8^{\circ} 23' 50.7''$  LS dan  $112^{\circ} 31' 07.0''$  BT. Rak beton berbentuk balok dengan bagian dalam tersusun dari kerangka besi. Cetakan beton terbuat dari papan kayu dengan dimensi 3 x 0,2 x 0,02 m. Pada bagian atas terdapat pipa paralon dengan ukuran 1" dengan panjang 25 cm yang berfungsi sebagai wadah fragmen karang. Pipa paralon dipasang dengan posisi vertikal sedalam 10 cm dari permukaan beton, sisa panjang paralon 15 cm dipergunakan untuk menempelkan fragmen karang.

Rak beton ini disusun seperti anyaman bambu berjajar 3 (vertikal 3 buah balok beton, horizontal 3 buah balok beton). Pada bagian ujung balok beton terdapat lubang berisi baut besi yang berfungsi sebagai pengikat antara balok satu dengan yang lainnya. Detail desain dapat dilihat pada Gambar 8.

Pipa paralon pada karang ditandai dengan nomor, maksudnya yaitu penomoran posisi fragmen karang yang diikat pada paralon di rak beton. Penomoran ini dilakukan menurut jumlah pipa paralon yang ada pada rak beton. Jumlah pipa pada rak beton yang disediakan sebanyak 24 batang. Nomor tersebut secara berurutan (1 sampai 24) mengikuti bentuk karang, yaitu pada sisi beton panjang (sisi atas) terlebih dahulu kemudian pada beton pendek (sisi alas). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 8. Desain Rak Beton.



Gambar 9. Penomoran fragmen karang.

### 3.5 Analisis Data

#### 3.5.1 Pertumbuhan Karang

Berdasarkan penjelasan pada Bab 2, pertumbuhan karang didefinisikan sebagai penambahan panjang linier, berat, volume, atau luas kerangka atau luas bangunan kapur pada spesies karang dalam kurun waktu tertentu. Perubahan panjang, lebar maupun tinggi pada fragmen karang dapat dihitung menggunakan rumus matematis. Rumus tersebut didasarkan pada data yang diperoleh melalui pengukuran fragmen karang dalam kurun waktu tertentu.

Pengukuran pertumbuhan karang dilakukan pada setiap fragmen karang yang ditanam pada rak beton. Hasil pengukuran fragmen karang pada bulan

berikutnya dikurangi bulan sebelumnya merupakan pertumbuhan fragmen karang selama kurun waktu dua bulan (dt). Perubahan pertumbuhan dari panjang, lebar maupun tinggi merupakan hasil dari data pengukuran pengamatan kedua dikurangi pengamatan pertama (dL).

Pengukuran karang dalam kurun waktu tertentu dapat dihitung dengan menggunakan formula menurut Johan (2008) yaitu sebagai berikut :

$$dL = (L_2 - L_1) \dots \dots \dots (1)$$

$$dT = (T_2 - T_1) \dots \dots \dots (2)$$

kemudian dihitung menggunakan rumus :

$$G = \frac{dL}{dT} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : dL : perubahan panjang (mm)

L<sub>1</sub> : pengukuran karang pada pengamatan 1

L<sub>2</sub> : pengukuran karang pada pengamatan 2

dT : perubahan waktu (bulan)

T<sub>1</sub> : waktu 1 (bulan 1)

T<sub>2</sub> : waktu 2 (bulan 2)

G : pertumbuhan (mm/bulan)



### 3.5.2 Tingkat Keberhasilan Pertumbuhan Karang

Tingkat keberhasilan pertumbuhan karang merupakan persentase keberhasilan karang yang di fragmentasi untuk tumbuh dan berkembang pada habitatnya. Data pengamatan individu karang yang diteliti pada awal dan akhir dapat menjadi acuan untuk menghitung persentasenya. Data tersebut kemudian dianalisis tingkat kelangsungan hidup fragmen karang yang ditransplantasikan. Analisa data kemudian dihitung dengan menggunakan formula sehingga di dapatkan hasil persentase kehidupan karang. Formula yang digunakan yaitu sebagai berikut (Johan, 2008) :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100 \% \quad (4)$$

- Dimana : SR : Tingkat kelangsungan hidup dalam %  
Nt : Jumlah individu yang hidup pada akhir penelitian  
No : Jumlah individu pada awal penelitian

Perhitungan tingkat kelangsungan hidup dipergunakan untuk mengetahui persentase tingkat keberhasilan dari transplantasi yang dilakukan dengan mengetahui jumlah individu yang hidup sejak penelitian dimulai. Data pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup dan kurva pertumbuhan karang selama penelitian dapat ditampilkan dengan program *Microsoft Excel 2007*.

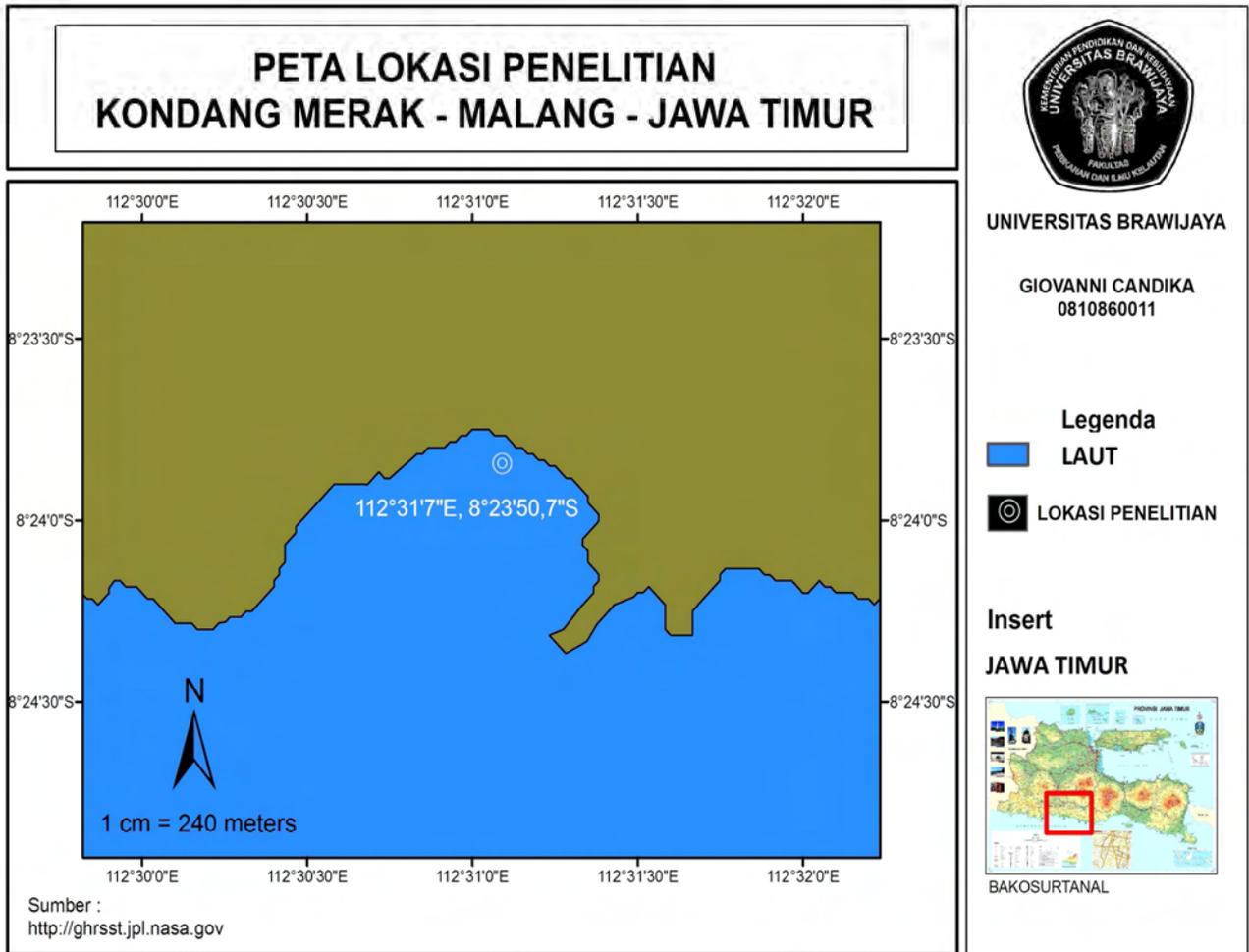
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

#### 4.1.1 Pantai Kondang Merak

Pantai Kondang Merak terletak di Desa Sumberbening, Kecamatan Bantur, Kabupaten Malang dengan posisi  $8^{\circ} 23' 47.7''$  LS dan  $112^{\circ} 31' 09.8''$  BT. Pantai Kondang Merak terletak di bagian Malang Selatan, kurang lebih 63,5 km dan dengan jarak tempuh sekitar 2,5 jam dari Kota Malang. Lokasi pantai ini masih belum diketahui banyak orang bahkan masyarakat sekitar Malang sendiri tidak mengetahui keberadaannya sebelum akses jalur Malang Selatan dibuka sekitar 3 tahun yang lalu oleh Pemerintah Kabupaten Malang. Lokasi Pantai ini untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10 dan foto udara wilayah Pantai Kondang Merak disajikan pada Gambar 11.

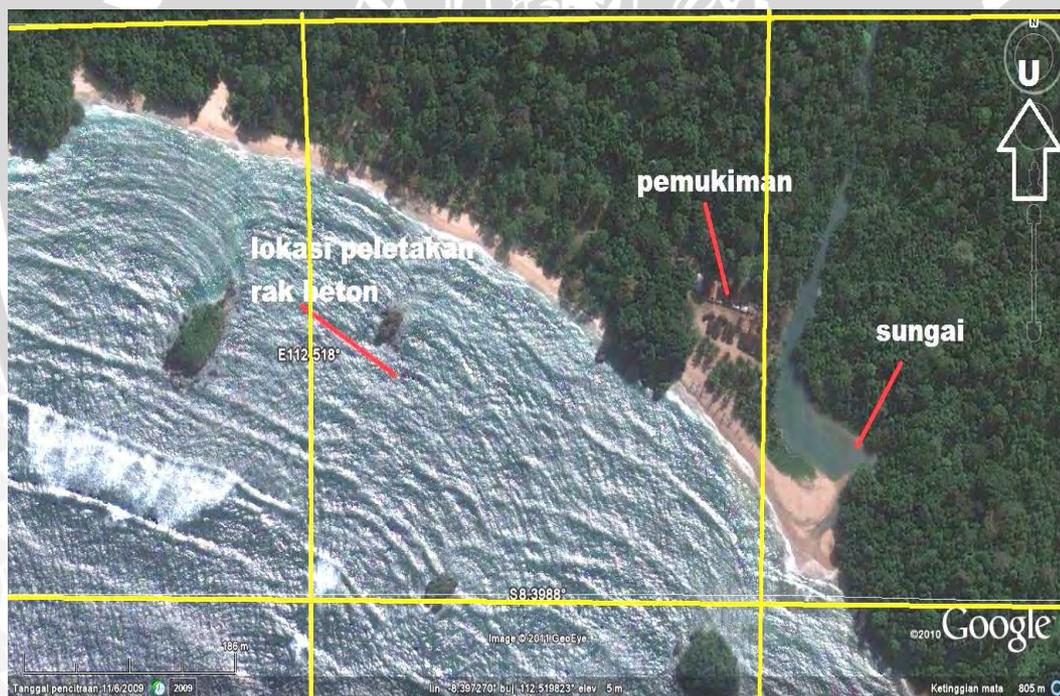
Pantai Kondang Merak merupakan pantai yang indah, berpasir putih dengan deburan ombak tidak terlalu keras menjadikan pantai ini tidak kalah dengan pantai yang terkenal lainnya. Daerah pantai yang teduh dengan pepohonan rindang dan suara kicauan burung yang merdu membuat pantai ini semakin menarik. Pantai Kondang Merak dapat menghasilkan kontribusi bagi pendapatan daerah melalui hasil tangkapan ikan walaupun tidak sebanyak pantai lain di sekitar kawasan Malang. Foto keindahan Pantai Kondang Merak dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 10. Peta Pantai Kondang Merak.



Kondisi Pantai Kondang Merak masih alami, untuk menuju ke pantai ini hanya ada jalan tanah berbatu sejauh kurang lebih empat kilometer menyimpang kearah barat dari jalan utama menuju Pantai Balekambang, Kabupaten Malang. Akses yang cukup sulit serta keberadaan hutan yang masih cukup lebat membuat Pantai Kondang Merak seakan terisolir dan jarang dikunjungi wisatawan. Pada saat musim hujan jalanan sekitar hutan sangat sulit dilewati karena jalan menjadi becek dan tanah liat yang tadinya keras menjadi lumpur. Akses jalan tersebut untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 11. Foto udara Pantai Kondang Merak, Skala 1:186 m (GeoEye, 2011).



Gambar 12. Pantai Kondang Merak.

Warga perkampungan di sekitar Pantai hanya berjumlah 30 kepala keluarga dengan mayoritas penduduknya bergantung pada sumberdaya alam sekitar pantai. Pantai Kondang Merak dibuka sebagai tempat wisata sekitar akhir 90-an dan dikelola oleh pemerintah daerah bekerjasama dengan Perhutani wilayah Malang. Kondisi perkampungan warga dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 13. Kondisi jalan pada saat hujan.

Kondisi keseharian warga di daerah ini berada dalam keadaan yang kurang baik karena tidak adanya fasilitas yang memadai seperti listrik. Sehari-hari warga mengandalkan mesin diesel untuk penerangan tetapi saat ini Pemerintah Kabupaten (Pemkab) Malang memberi bantuan berupa seperangkat *solar cell* yang diberikan per kepala keluarga untuk menambah kebutuhan listrik rumah tangga.



Gambar 14. Kondisi perkampungan warga.

Pengelolaan lingkungan kelautan di Pantai Kondang Merak sampai saat ini belum optimal. Para peneliti maupun Pemerintah Daerah kurang memberi perhatian untuk menangani secara optimal sumberdaya alam pantai ini. Pantai Kondang Merak mempunyai sumberdaya laut yang dapat digunakan untuk

berbagai penelitian khususnya dalam bidang perikanan dan kelautan yaitu berupa adanya ekosistem terumbu karang, kegiatan penangkapan ikan dan estuaria (Prasetya, 2009).

#### 4.1.2 Kondisi Ekosistem Terumbu Karang

Pantai Kondang Merak saat ini dikelola oleh Perhutani Kabupaten Malang meliputi pengelolaan akses jalan menuju pantai, wilayah wisata pantai dan penjagaan keamanan sekitar pantai. Kondisi wilayah pantai untuk kepentingan wisata terus di kembangkan seiring bertambahnya waktu. Para wisatawan terus berdatangan dan cenderung semakin banyak dari waktu ke waktu walaupun dengan medan yang masih sulit.

Wisatawan yang datang cenderung tidak bertanggungjawab dan sifatnya merusak. Kondisi tersebut terlihat dari wisatawan yang menginjak – injak karang hanya untuk melihat tebing di sekitar perairan. Banyaknya patahan karang yang terdapat di sekitar pantai dapat juga membuktikan perilaku tersebut. Kegiatan membuang sampah sembarangan di sekitar perairan juga menambah kerusakan ekosistem. Pada saat penelitian berlangsung terdapat sekelompok orang yang mengambil karang, pasir, ikan karang, dan air laut untuk kepentingan pembuatan akuarium.

Pengelola pantai dan masyarakat sekitar hanya membiarkan hal tersebut terjadi, tidak ada peringatan yang diberikan jika ada wisatawan yang menuju perairan dengan kegiatan yang sifatnya dapat merusak karang. Tidak adanya peraturan yang dibuat untuk melindungi ekosistem karang di Pantai Kondang Merak juga mendorong terus terjadinya kerusakan karang. Kondisi kerusakan akibat manusia tersebut jika dibiarkan terus menerus akan mengancam

kelestarian ekosistem terumbu karang. Mengingat ekosistem terumbu karang sudah mengalami kerusakan akibat faktor alam maka tidak menutup kemungkinan jika kerusakan akibat manusia dibiarkan maka ekosistem terumbu di pantai ini akan hilang kelestariannya.

#### 4.1.3 Kondisi Perikanan dan Keterkaitannya dengan Ekosistem Terumbu

##### Karang

Masyarakat di wilayah pesisir Pantai Kondang Merak mayoritas bermata pencaharian sebagai nelayan dalam skala perikanan tradisional. Jumlah armada penangkapan sebanyak 7 buah. Hampir semua nelayan di Pantai Kondang Merak termasuk nelayan musiman karena biasanya melaut berdasarkan musim angin dan penanggalan Jawa (Samuel, 2010). Kondisi armada kapal nelayan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Armada Kapal Nelayan Pantai Kondang Merak.

Hasil tangkapan nelayan antara lain kerang mata tujuh (*Haliotis abalone*), ikan kakatua (*Scarus sp*), ikan kakap merah (*Later carcarifer*), ikan kerapu (*Plectropomus sp*) dan lobster (Samuel, 2010). Kondisi saat ini (pada saat PKL dilakukan), ketersediaan lobster di Pantai Kondang Merak menurun sangat tajam bahkan jarang ditemui lagi. Hal tersebut berkaitan dengan penangkapan yang tidak ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan *potassium sianida* dan tombak yang merusak karang. Menurut data yang diperoleh dari Kantor Kecamatan Bantur Tahun 2009, total hasil tangkapan nelayan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Total Hasil Tangkapan Tahun 2009 di Pantai Kondang Merak dalam satuan ton serta nilai rupiah (Kecamatan Bantur, 2009)

No	Jenis Perikanan	Ton/Th	Rupiah
1.	<b>Perikanan Laut</b>	6 ton	42.000.000,-
	a. Tongkol		
	b. Tengiri		
	c. Kakap		
	d. Kembung		
	e. Kerang / Sejenisnya		
	f. Rumput Laut		
	g. Cumi – cumi	0.5 ton	5.000.000,-
	h. Tripang		
	i. Udang		
	j. Lain – lain		3.500.000,-
2.	<b>Perikanan Darat / Air Tawar</b>		

a. Mas		
b. Mujair		
c. Lele		
d. Bandeng		
e. Lain – lain		
<b>Total Hasil Tangkapan</b>	8 ton	50.500.000,-

Nelayan Pantai Kondang Merak dikenal juga sebagai nelayan penyelam kompressor. Nelayan ini sudah ada sekitar 6 tahun yang lalu, sesuai namanya peralatan yang digunakan berupa kompressor, selang udara serta *mouth piece* dan alat untuk menangkap berupa tombak sederhana serta *spear gun*. Para penyelam tersebut berisiko tinggi terkena penyakit seperti paru-paru karena udara yang di hirup bukan udara bersih melainkan udara yang terkontaminasi (tidak ada filter udara) dari luar dan karat besi tabung kompressor. Penyelam biasa menggunakan bubuk kopi yang dicampurkan dalam tabung kompressor untuk menghilangkan bau dan rasa udara yang dihirup.

Penggunaan *potassium sianida* untuk mencari lobster maupun ikan karang dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem terumbu karang. Bahan tersebut membuat karang memutih (*bleaching*) sehingga dapat mematikan karang. Penggunaan *spear gun* untuk menangkap ikan juga dapat merusak karang karena tombak yang dipergunakan dapat menghancurkan karang. Nelayan yang mencari ikan di sekitar karang pasti akan menginjak – injak maupun mendongkel karang karena ikan yang mereka cari berada di sela-sela karang. Pemancing yang melakukan kegiatan

Kerusakan oleh aktifitas penangkapan ikan menambah kerusakan ekosistem terumbu karang yang disebabkan oleh aktifitas manusia di Pantai Kondang Merak disamping faktor yang lain seperti di jelaskan pada bab 4.1.2. Oleh karena itu upaya untuk mengembalikan kondisi ekosistem terumbu karang atau rehabilitasi terumbu karang perlu ditingkatkan agar ekosistem ini tidak hilang kelestariannya.

#### 4.2. Identifikasi Karang

Penelitian yang telah dilakukan di wilayah Pantai Kondang Merak melalui pengamatan secara langsung didapat hasil yaitu identifikasi karang yang ditanam pada rak beton, faktor pembatas pertumbuhan karang berupa data suhu permukaan air laut dan analisa data pertumbuhan karang.

Identifikasi karang yang ditanam pada rak beton diidentifikasi berdasarkan pengamatan secara langsung, pengambilan foto *underwater* dan dengan perbandingan pustaka berupa buku identifikasi karang karya Suharsono (2010) dan Veron (1986). Hasil penelitian diperoleh tujuh spesies karang yang seluruhnya merupakan karang hermatipik (karang pembentuk terumbu) untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Karang yang diidentifikasi merupakan spesies dari suku *Acroporidae*, marga *Acropora* dan *Montipora* diantaranya yaitu *Acropora palifera*, *Acropora aspera*, *Acropora millepora*, *Montipora danae*, *Montipora verrucosa*, *Montipora digitata*. Terdapat juga karang yang berasal dari suku *Pocilloporidae*, marga *Pocillopora* yaitu *Pocillopora damicornis*. Karakteristik masing – masing spesies tersebut Menurut Suharsono (2010) dan Veron (1986) yaitu sebagai berikut :

a. *Acropora palifera*

Percabangan koloni berupa lempengan – lempengan atau pilar – pilar yang tegak lurus. Jenis ini sangat khas yaitu tidak mempunyai axial koralit sedangkan radial koralit tersebar tidak beraturan. Warna dari jenis ini adalah dominan coklat dengan ujung yang memutih. Jenis yang mirip yaitu *Acropora cuneata* yang mempunyai percabangan *encrusting*. Jenis karang ini tersebar di seluruh perairan Indonesia, umumnya di bagian timur pada tempat dangkal dan dengan perairan yang jernih. Gambar karang dapat dilihat pada Tabel 3.

b. *Acropora aspera*

Koloni berupa korimbosa dengan ukuran cabang sedang. Ukuran cabang bervariasi tergantung dari tempat hidupnya. Jenis ini mempunyai axial koralit kecil dan radial koralit dengan ukuran besar dan kecil seperti sisik ikan. Warna dominan yaitu coklat gelap atau keabu – abuan. Jenis yang mirip yaitu *Acropora millepora*, *Acropora pulchra* yang mempunyai radial koralit yang hampir sama. Jenis ini tersebar di seluruh perairan Indonesia umumnya pada daerah sekitar tubir. Gambar karang dapat dilihat pada Tabel 3.

c. *Acropora millepora*

Koloni berupa korimbosa dengan percabangan tegak pendek. Jenis ini mempunyai axial koralit bentuk tabung pendek dengan bukaan kecil dan radial koralit membentuk roset yang teratur dan

seragam. Radial koralit mempunyai bukaan relatif besar seperti sarang lebah dan konesteum retikulit. Warna karang ini bermacam – macam mulai dari hijau, putih, kemerahan dan coklat muda. Jenis karang yang mirip yaitu *Acropora specifera* dengan percabangan kapitosa dan *Acropora spathulata* yang mempunyai bentuk percabangan sekunder gemuk pendek. Jenis ini umumnya hidup ditempat dangkal atau daerah tubir dengan arus yang relatif tenang. Gambar karang dapat dilihat pada Tabel 3.

d. *Montipora danae*

Koloni berupa lembaran yang tidak rata atau membentuk kubah dengan tonjolan yang tersebar tidak teratur. Karang ini mempunyai koralit relatif kecil yang bergerombol di antara tonjolan – tonjolan. Tonjolan pada karang jenis ini relatif kecil dibandingkan dengan *Montipora verrucosa*. Warna karang ini coklat pucat kadang kekuningan atau putih. Jenis karang ini mirip dengan *Montipora verrucosa*, *Montipora undata* yang mempunyai koloni lebih seragam. Karang jenis ini tersebar di seluruh perairan indonesia pada kedalaman 1 sampai 3 meter dan sangat melimpah pada daerah tubir. Gambar karang dapat dilihat pada Tabel 3.

e. *Montipora verrucosa*

Koloni berupa submassive atau berupa lembaran dengan permukaan terdapat tonjolan merata. Karang jenis ini mempunyai koralit agak tenggelam dan tersebar diantara tonjolan. Warna karang

ini coklat dengan pinggiran karang pada umumnya kuning memucat.

Gambar karang dapat dilihat pada Tabel 3.

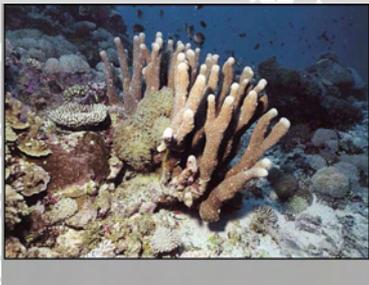
f. *Montipora digitata*

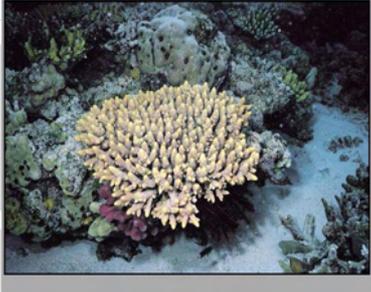
Koloni berbentuk digitata atau arboresen dan mempunyai percabangan ke atas. Karang jenis ini mempunyai koralit kecil dan pada umumnya dipengaruhi oleh tempat hidup. Jenis ini sangat khas dan banyak ditemui di perairan dangkal. Warna dari karang ini yaitu dominan coklat ataupun coklat muda. Gambar karang dapat dilihat pada Tabel 3.

g. *Pocillopora damicornis*

Koloni bercabang dengan ukuran cabang yang kecil sehingga seolah menyatu dan membentuk percabangan itu sendiri. Adanya tonjolan kecil diseluruh percabangan memberi kesan percabangan berlekuk-lekuk, ujung percabangan tumpul. Koralit tidak tersebar merata, dengan ukuran yang relatif seragam. Warna pada umumnya kuning muda sampai coklat, pada pangkal koloni biasanya berwarna coklat. Distribusinya tersebar diseluruh perairan Indonesia, dan mempunyai kelimpahan yang tinggi. Mudah dijumpai pada koloni yang relatif berarus dan berombak. Gambar karang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesies Karang pada Rak Beton

No	Spesies Karang	Gambar Hasil Pengamatan	Gambar Pustaka	Σ
1	<i>Pocillopora damicornis</i>		 <p data-bbox="1054 779 1238 813">(Veron, 1986)</p>	3
2	<i>Acropora palifera</i>		 <p data-bbox="1023 1193 1270 1227">(Suharsono, 2010)</p>	13
3	<i>Montipora danae</i>		 <p data-bbox="1054 1597 1238 1630">(Veron, 1986)</p>	2

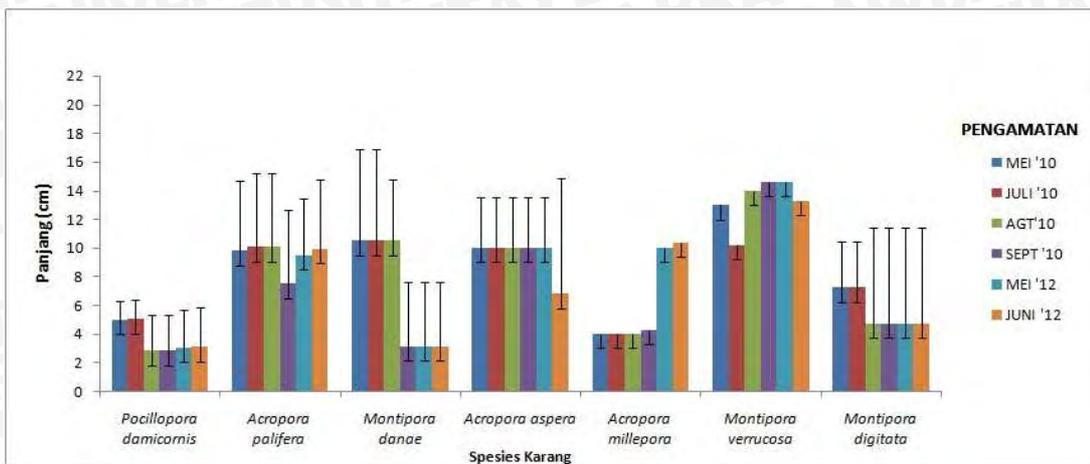
4	<i>Acropora aspera</i>		 <p>(Suharsono, 2010)</p>	2
5	<i>Acropora millepora</i>		 <p>(Veron, 1986)</p>	1
6	<i>Montipora verrucosa</i>		 <p>(Suharsono, 2010)</p>	1
7	<i>Montipora digitata</i>		 <p>(Suharsono, 2010)</p>	2

### 4.3 Data Pertumbuhan Karang

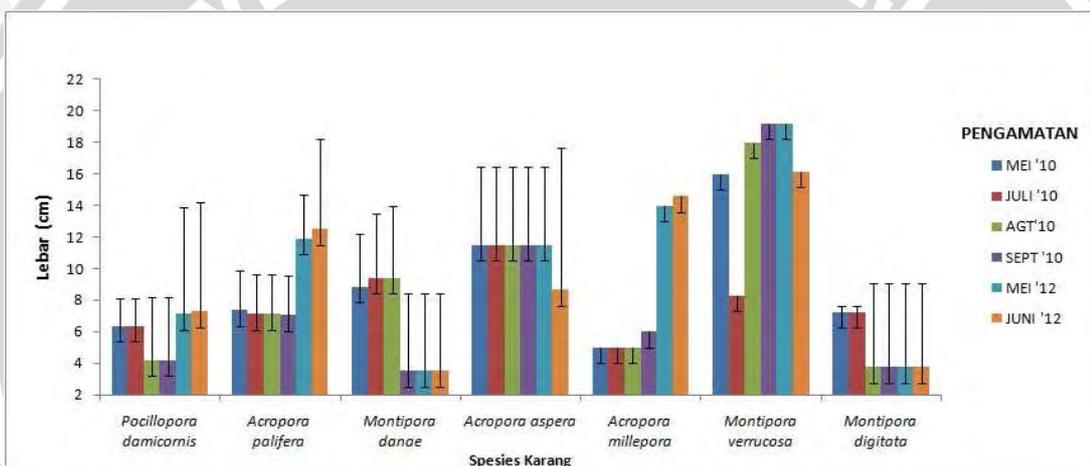
Pengukuran pertumbuhan karang dilakukan sebanyak 6 kali selama kurun waktu 3 tahun yaitu 2010, 2011 dan 2012. Pengukuran tersebut secara berurutan dilakukan pada bulan Mei, Juli, Agustus, September tahun 2010 serta bulan Mei dan Juni tahun 2012. Pada tahun 2011 peneliti menghadapi beberapa kendala seperti cuaca yang tidak menentu yaitu intensitas hujan tinggi menyebabkan akses jalan sulit dilewati, gelombang tinggi, ketersediaan alat laboratorium yang terbatas dan faktor lain yang menghambat sehingga tidak mendukung untuk pengambilan data. Hasil pengukuran karang pada masing – masing jenis karang dari setiap parameter yaitu panjang, lebar dan tinggi fragmen karang yang ditanam pada rak beton secara umum didapatkan rata – rata pertumbuhan yang dimuat dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 16, 17 dan 18.

Grafik rata – rata pertumbuhan fragmen karang didapatkan dari perhitungan rata – rata jumlah karang per spesies yang ditanam pada rak beton. Jumlah karang yang ditanam pada masing – masing jenis karang juga berbeda yaitu jenis karang *Pocillopora damicornis* ditanam sebanyak 3 fragmen, *Acropora palifera* ditanam sebanyak 13 fragmen, *Montipora danae*, *Montipora digitata* dan *Acropora aspera* masing – masing ditanam sebanyak 2 fragmen, serta *Acropora millepora* dan *Montipora verrucosa* masing – masing 1 fragmen. Data rata – rata pertumbuhan seluruh fragmen karang yang didapat dari perhitungan pada rumus 1, 2 dan 3 terdapat pada Tabel 4.

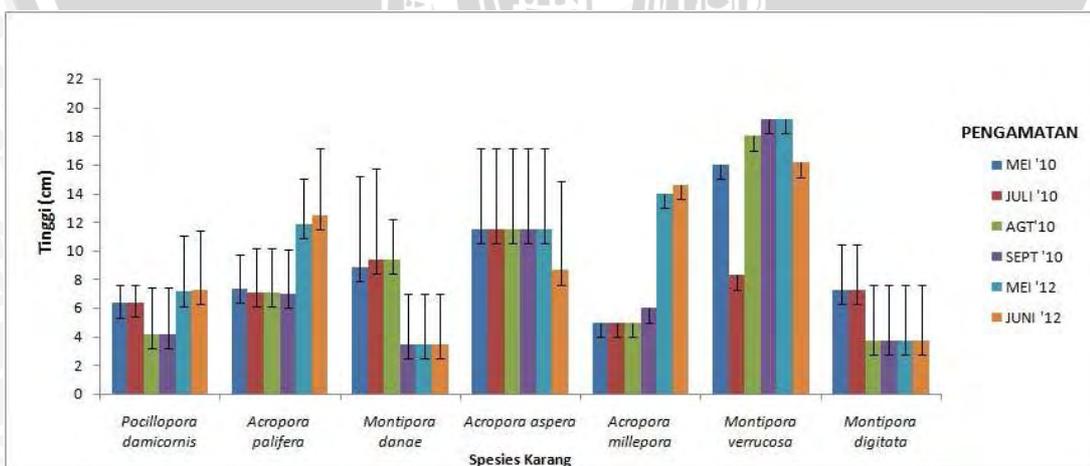




Gambar 16. Grafik rata-rata pertumbuhan panjang fragmen karang tiap pengamatan.



Gambar 17. Grafik rata-rata pertumbuhan lebar fragmen karang tiap pengamatan.



Gambar 18. Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi fragmen karang tiap pengamatan.

Pada Gambar 16, 17, 18 terlihat bahwa terdapat pertumbuhan panjang, lebar dan tinggi fragmen karang yang konstan maupun naik turun. Pertumbuhan yang konstan pada grafik menandakan bahwa tidak terdapat penambahan pertumbuhan pada fragmen karang. Dinamika pertumbuhan tersebut disebabkan oleh beberapa hal misalnya karena karang mengalami kondisi memutih (*bleaching*) atau polip yang tertutup dengan pasir (sedimentasi), lumut atau alga sehingga menyebabkan karang mati. Pertumbuhan pada kondisi menurun dapat disebabkan oleh karang yang patah karena faktor alam maupun manusia atau karang yang mati kemudian mengalami pemulihan (*recovery*) sehingga ukuran terpanjangnya berubah. Pertumbuhan karang yang naik menandakan terjadinya pertumbuhan pada karang. Hal tersebut dapat disebabkan karena karang yang dari awal tumbuh dengan baik atau terdapat karang yang mengalami pemulihan (*recovery*) kemudian tumbuh. Untuk lebih jelasnya dapat dijelaskan pada kondisi masing – masing karang pada sub bab 4.5.

Tabel 4. Data Rata – Rata Pertumbuhan Karang pada Rak Beton

NO	SPESES KARANG	P (cm)	L (cm)	T (cm)	stdev panjang	stdev lebar	stdev tinggi
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	3,64	5,92	4,49	1,07	1,38	0,83
2	<i>Acropora palifera</i>	9,48	8,83	7,87	0,99	2,62	1,92
3	<i>Montipora danae</i>	6,83	6,36	5,5	4,03	3,14	3,29
4	<i>Acropora aspera</i>	9,47	11,03	7,93	1,31	1,16	0,16
5	<i>Acropora millepora</i>	6,12	8,27	8,48	3,17	4,69	5,91
6	<i>Montipora verrucosa</i>	13,28	16,14	12,20	1,65	4,09	0,37
7	<i>Montipora digitata</i>	5,58	4,92	4,42	1,29	1,81	2,58

Data rata – rata pertumbuhan karang yang disajikan pada Tabel 4 berbeda pada setiap spesiesnya. Hal tersebut dikarenakan ketahanan masing – masing fragmen karang untuk tumbuh terhadap faktor fisika maupun kimia pada habitat berbeda walupun jenis karangnya sama. Variasi jenis karang yang ditanam pada rak beton dapat menunjukkan juga keanekaragaman jenis karang di perairan Pantai Kondang Merak.

Pada Tabel 4 dapat diketahui nilai standar deviasinya yaitu lebih dari 0 atau lebih besar dari nilai rataannya dengan konsistensi 0,83 cm sampai 5,91 cm. Hal tersebut menunjukkan bahwa data yang ada berbeda satu dengan yang lain atau dapat dikatakan bervariasi. Jika nilai standar deviasi tinggi menandakan bahwa jumlah fragmen karang yang ditanam pada rak beton sedikit sehingga jumlah pembagiannya sedikit. Menurut Salkind (2007) standar deviasi menunjukkan variasi pada data yang diteliti atau dapat dikatakan sebagai jumlah rata-rata variabilitas di dalam satu set data pengamatan. Jika nilai standar deviasi 0 (nol) menunjukkan data pengamatan yang homogen yaitu semua data memiliki nilai yang identik. Semakin besar nilai standar deviasi, menandakan semakin menyebar data pengamatan dan memiliki kecenderungan setiap data berbeda satu sama lain.

#### **4.4 Keterkaitan Pertumbuhan Karang dan Faktor Pembatasnya**

Pertumbuhan karang, keanekaragaman dan penyebaran sangat tergantung pada kondisi lingkungannya. Kondisi lingkungan selalu berubah karena dipengaruhi faktor alam maupun manusia. Faktor alam yang mempengaruhi meliputi faktor fisika, kimia maupun biologi diantaranya yaitu cahaya matahari, suhu, salinitas, sedimen dan pergerakan massa air. Suhu merupakan salah satu

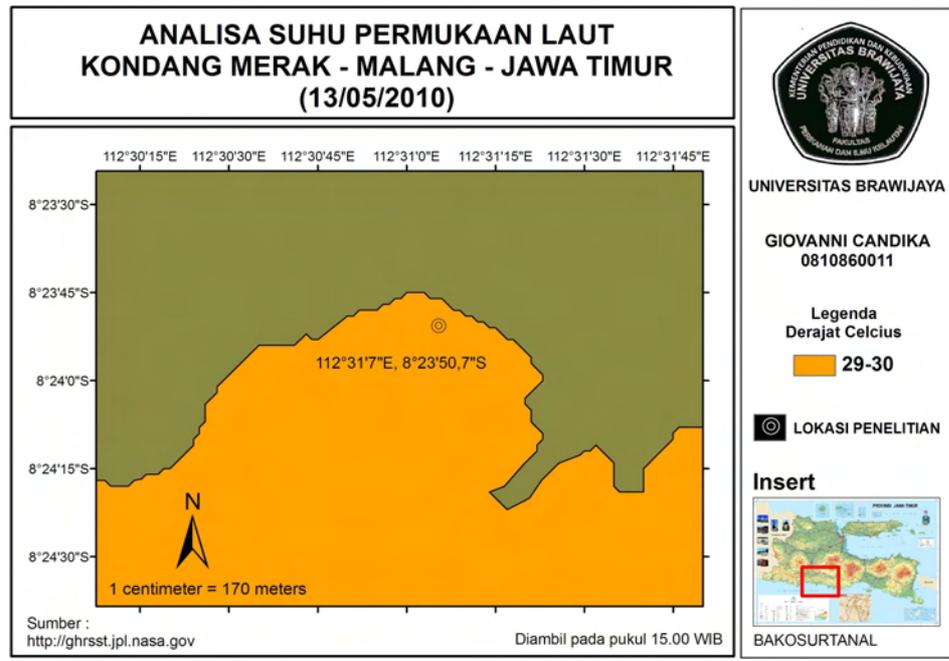
faktor yang sangat penting karena suhu sangat berpengaruh pada perubahan fisika maupun kimia biota yang terdapat dalam air (Supriharyono, 2000).

Pada penelitian ini diambil parameter fisika – kimia perairan yang berupa data suhu. Dalam keterkaitannya dengan penelitian ini suhu menjadi parameter yang sangat penting (utama) untuk menentukan perubahan pertumbuhan biota khususnya terumbu karang. Banyaknya kendala pada saat pengambilan data seperti kondisi cuaca tidak menentu, gelombang tinggi dan berbagai faktor di lapangan lainnya menyebabkan pengambilan data suhu insitu sulit dilakukan sehingga hanya beberapa data suhu insitu yang dapat diukur.

Data suhu tersebut untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5. Untuk melengkapi analisis suhu perairan maka data Suhu Permukaan Laut (SPL) satelit digunakan sebagai pembanding dengan mempertimbangkan faktor kesalahan melalui analisis regresi. Menurut Sartimbul *et al.* (2010) dideteksi variasi warna permukaan laut di Indonesia khususnya di Pulau Jawa bagian selatan yang terdapat pada data satelit Aqua – MODIS disebabkan karena adanya sirkulasi angin muson barat laut (Desember – Januari) yang mempunyai karakteristik konsentrasi klorofil – a rendah dan angin muson tenggara (April – Oktober) yang mempunyai karakteristik konsentrasi klorofil – a tinggi. Sirkulasi angin tersebut juga berhubungan erat dengan terjadinya fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD), ENSO dan *upwelling*. Variasi SPL di perairan laut selatan Jawa dan Sumatra pada satelit yaitu lebih dari 4°C

Data satelit diperoleh dari sumber resmi untuk satelit Aqua – MODIS yaitu <http://ghrsst.jpl.nasa.gov> kemudian diolah dengan menggunakan *software* ArcGIS, salah satu analisa datanya dapat dilihat pada Gambar 19. Data yang

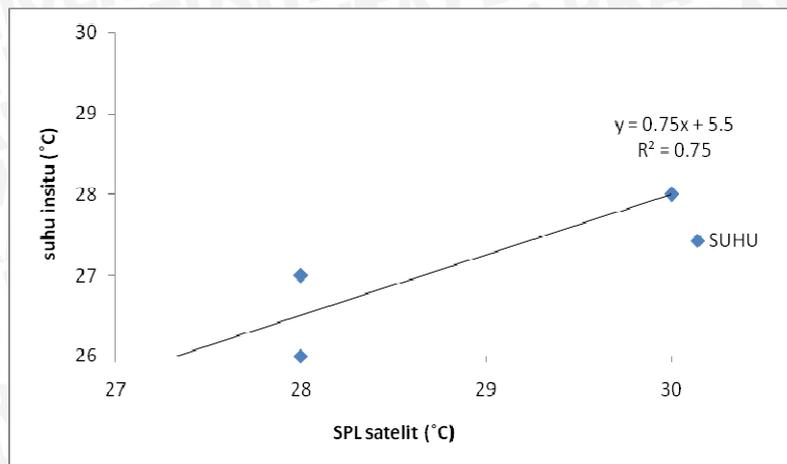
diperoleh dari satelit diambil pada jam yang sama seperti pada saat pengambilan data suhu insitu yaitu pada pukul 15.00 WIB. Perbandingan suhu tersebut disajikan pada Tabel 5 dan grafik perbandingannya disajikan pada Gambar 20.



Gambar 19. Analisa Suhu Permukaan Laut (SPL) menggunakan satelit Aqua – MODIS (NASA, 2012).

Tabel 5. Data Perbandingan Suhu Perairan Pantai Kondang Merak

PENGAMATAN	SPL SATELIT (°C)	SUHU INSITU (°C)
MEI '10	30	28
JULI '10	28	26
AGT'10	27	-
SEPT '10	28	27
MEI '12	30	-
JUNI '12	29	-



Gambar 20. Grafik Perbandingan Data Suhu Perairan Pantai Kondang Merak.

Pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa untuk pengamatan insitu data hanya dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada bulan Mei, Juli dan September 2010. Hal tersebut terjadi karena ketersediaan alat laboratorium yang terbatas sehingga menyebabkan peneliti tidak bisa mengambil data suhu insitu perairan pada saat pengamatan. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan data pembanding berupa data Suhu Permukaan Laut (SPL) yang diperoleh dari satelit Aqua – MODIS yang diambil pada tanggal dan jam yang sama sesuai dengan pengambilan data insitu. Terdapat perbedaan sekitar 2 °C antara data suhu insitu dan data SPL satelit. Data yang diperoleh kemudian diolah untuk mengetahui hubungan atau korelasi pada data sehingga nantinya data SPL satelit dapat digunakan untuk menggantikan data suhu insitu. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 20.

Gambar 20 menunjukkan bahwa terdapat hubungan atau korelasi yang ditunjukkan dengan persamaan  $y = 0,75x + 5,5$  dan  $R^2 = 0,75$ . Menurut Salkind (2007) koefisien determinasi ( $R^2$ ) merupakan besaran yang menunjukkan suatu ukuran untuk menyatakan seberapa baik garis regresi sampel mencocokkan

data. Nilai  $R^2$  merupakan besaran non negatif dengan batas yaitu  $0 \leq R^2 \leq 1$ . Jika nilai  $R^2$  adalah 1 dapat diartikan suatu data mempunyai kecocokan yang sempurna, sedangkan bernilai 0 dapat diartikan tidak ada hubungan antara variabel bebas dengan variabel yang menjelaskan.

Grafik pada Gambar 20 terlihat bahwa nilai  $R^2$  sebesar 0,75 sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan antara data suhu insitu dan SPL satelit sebesar 75% kepercayaan dengan perkiraan regresi SPL satelit sebesar  $0,75^\circ\text{C}$ . Berdasarkan hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa data SPL satelit mendekati nilai 1 sehingga dapat digunakan sebagai pengganti data insitu untuk melengkapi data analisa pertumbuhan karang.

Metode analisa data fisika oseanografi tersebut sama halnya dilakukan oleh Maul dan Bravo (1983) dalam Emery dan Thompson (1997) pada saat melakukan analisa *Visible Infrared Spin Scan Radiometer* (VISSR) yang dibawa oleh *Geostationary Orbiting Earth Satellite* (GOES) dengan SPL yang didapat dari data insitu. Regresi yang terdapat antara data satelit dan data insitu diperoleh dari persamaan melalui perbandingan transfer radiatif. Regresi tersebut menghasilkan perkiraan satelit SPL dengan nilai tidak lebih dari  $0,9^\circ\text{C}$ . Pada umumnya akurasi perkiraan data SPL satelit hanya sampai kurang lebih sebesar  $1,3^\circ\text{C}$ .

Suhu Permukaan Laut menurut pengamatan satelit berada pada angka  $27^\circ\text{C}$  dan pada pengamatan secara langsung berada pada angka  $26^\circ\text{C}$ . Suhu pada saat pengamatan dapat dikatakan tidak pada kondisi normal, karena suhu air laut rata – rata di perairan Pantai Kondang Merak berada pada kisaran  $29 - 31^\circ\text{C}$  (Prasetya, 2009). Kondisi suhu perairan untuk pertumbuhan karang yang baik

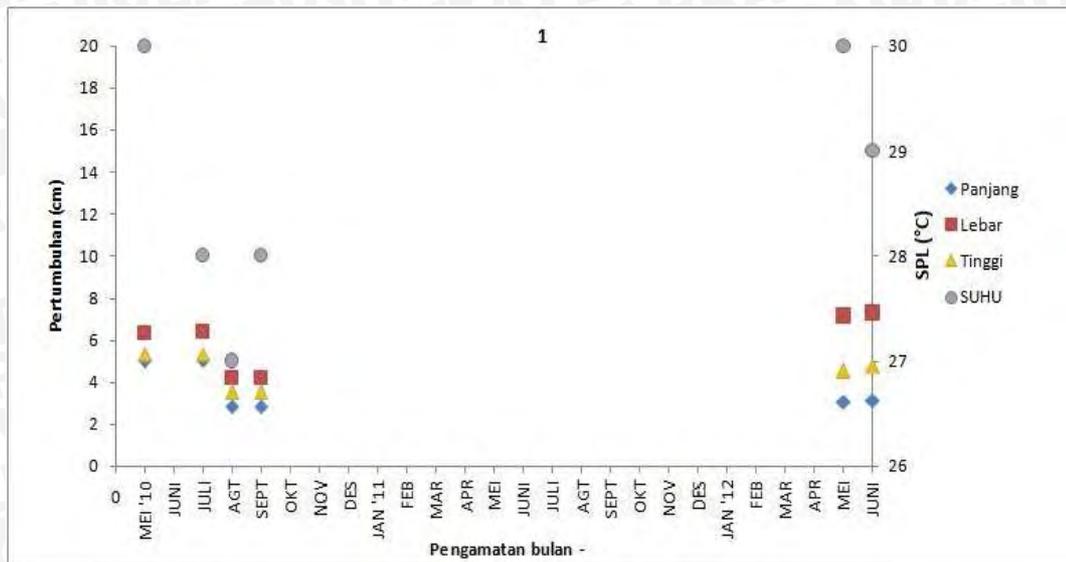
menurut Suharsono (2010) yaitu sebesar 29 – 32 °C. Suhu air laut yang tidak normal dan tingginya tingkat ultraviolet dapat menyebabkan karang mengalami pemutihan (*bleaching*) yaitu karang kehilangan pewarna jaringannya (*zooxanthellae*) dan memudar (Westmacoot *et al.*, 2000).

Kejadian pemutihan karang (*bleaching*) karena pengaruh dinamika suhu diperkuat dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sartimbul dan Suprayitno (2010) yaitu terancamnya berbagai biota di daerah intertidal, seperti terjadinya pemutihan karang (*bleaching*) khususnya di pantai-pantai daerah Malang Selatan meliputi Danau Segara Anakan (Pulau Sempu), Pantai Sendang Biru dan Pantai Kondang Merak karena adanya perubahan iklim yang disebabkan oleh dinamika suhu yang menyebabkan terjadinya fenomena ENSO *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). Bahkan pada tahun 2006 terjadinya ENSO tersebut diperkuat dengan adanya *Indian Ocean Dipole* (IOD) yaitu fenomena terjadinya peningkatan suhu permukaan laut di wilayah Afrika dan penurunan suhu permukaan di wilayah selatan Indonesia yang bernilai positif.

#### **4.5 Analisa Data Pertumbuhan Karang**

##### **4.5.1 Pertumbuhan Karang *Pocillopora damicornis***

Hasil pengukuran rata – rata pertumbuhan karang yang dihitung berdasarkan rumus 1,2 dan 3 pada spesies *Pocillopora damicornis* yang ditanam pada rak beton didapatkan hasil yaitu grafik rata – rata pengukuran pertumbuhan karang yang dapat dilihat pada Gambar 21. Grafik tersebut juga disertai dengan data SPL perairan Pantai Kondang Merak sehingga dapat digunakan untuk mengetahui dinamika perubahan yang berhubungan erat dengan kondisi fragmen karang pada rak beton.



Gambar 21. Grafik Rata - Rata Pertumbuhan Karang *Pocillopora damicornis*

Pada Gambar 21 dapat dilihat bahwa terjadi pertumbuhan karang pada bulan Mei dan Juli tahun 2010 dan kemudian mengalami penurunan laju pertumbuhan pada bulan Agustus. Pada karang jenis ini dari 3 karang yang ditanam terdapat 1 karang yang hilang sehingga menyebabkan nilai rataannya menurun. Penurunan laju pertumbuhan karang dapat dikaitkan dengan penurunan suhu dari 28°C menjadi 27°C sehingga pertumbuhan karang tidak optimal. Pada saat pengamatan, penurunan suhu tersebut menyebabkan karang terlihat memutih (*bleaching*) sehingga dapat dikatakan karang tersebut mati. Disamping memutih, polip karang juga terlihat tertutup lumut atau alga sehingga pengukuran pertumbuhan terpanjang berubah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 22. Penyebab *bleaching* pada karang disebabkan polip karang ditinggalkan oleh *zooxanthellae* sehingga karang tidak dapat melakukan proses fotosintesis untuk pertumbuhannya. Ketika karang tersebut

memutih, polip karang yang mati dan *zooxanthellae* tidak kembali bersimbion dengan polip maka fragmen karang akan ditumbuhi dengan lumut atau alga.

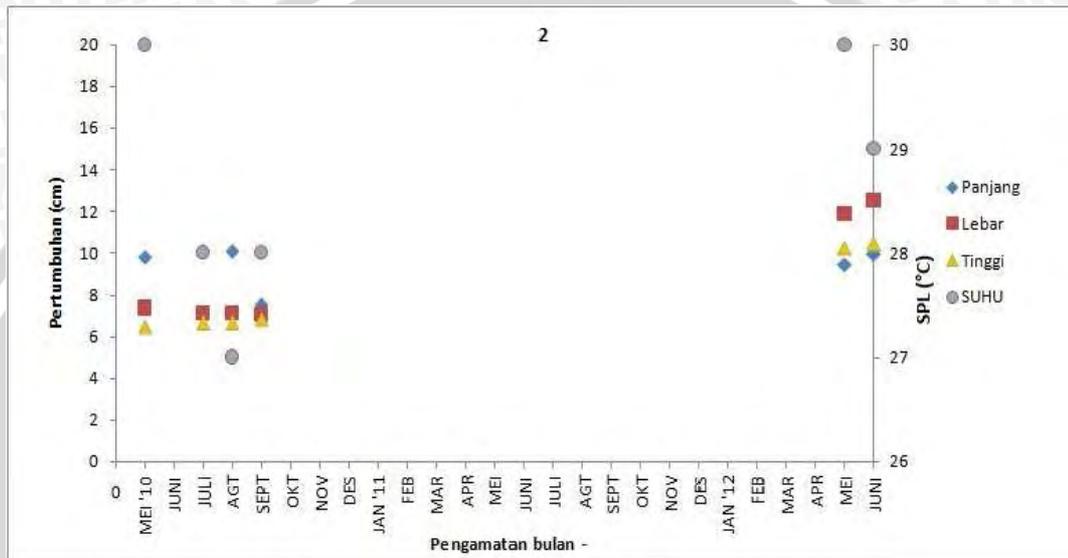
Pada bulan September 2010 terlihat tidak terjadi pertumbuhan karang karena titik pada grafik berada pada kondisi konstan sehingga G (pertumbuhan) bernilai 0. Pada saat pengamatan bulan Mei dan Juni 2012 karang sudah mengalami pemulihan (*recovery*) yaitu kembalinya *zooxanthellae* pada polip karang sehingga karang dapat melakukan proses fotosintesis kemudian tumbuh dan berkembang pada kondisi normal. Pemulihan pertumbuhan tersebut berkisar antara 0,1 cm sampai 0,27 cm.



Gambar 22. Kondisi karang *Pocillopora damicornis* yang mengalami pemutihan

#### 4.5.2 Pertumbuhan Karang *Acropora palifera*

Pada spesies *Acropora palifera* yang ditanam pada rak beton didapatkan hasil pengukuran rata – rata pertumbuhan karang tiap pengamatan yang dihitung berdasarkan pada rumus 1,2, dan 3 dapat dilihat pada grafik Gambar 23.



Gambar 23. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Acropora palifera*

Pada Gambar 23 dapat dijelaskan bahwa karang jenis *Acropora palifera* pada pengamatan bulan Juli 2010 sudah mengalami penurunan laju pertumbuhan sehingga pertumbuhan (G) bernilai negatif. Pada bulan Juli 2010 terlihat tinggi karang mengalami penurunan yang disebabkan oleh adanya karang yang patah dan ada pula karang yang berubah tinggi terpanjangnya karena tertutup pasir ataupun lumut. Dari 13 karang yang ditanam pada rak beton 7 karang diantaranya mengalami hal tersebut. Pada bulan Agustus 2010 karang tidak mengalami pertumbuhan yang disebabkan karena karang pada kondisi memutih (*bleaching*). Terlihat pada suhu perairan yang berada pada

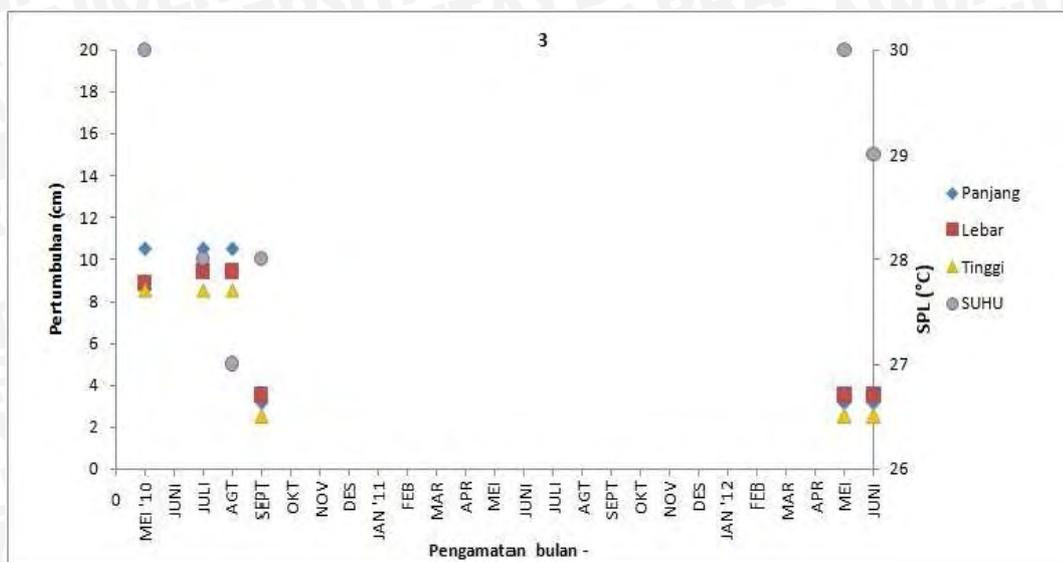
angka 27°C atau menurun dari suhu normalnya. Ukuran karang yang kembali menurun pada bulan September 2010 disebabkan oleh adanya karang yang patah maupun karang yang mati karena bleaching dan kemudian polip tertutup alga maupun lumut. Kondisi karang yang tertutup lumut atau alga dapat dilihat pada Gambar 24. Karang jenis *Acropora palifera* mengalami *recovery* pada bulan Mei dan juni 2012 yang ditandai dengan bertambahnya ukuran karang dan kembalinya suhu perairan ke suhu normal.



Gambar 24. Karang jenis *Acropora palifera* tertutup lumut atau alga.

#### 4.5.3 Pertumbuhan karang *Montipora danae*

Hasil pengukuran pertumbuhan karang (G) dan rata – rata pertumbuhan karang tiap pengamatan pada spesies *Montipora danae* yang ditanam pada rak beton didapatkan hasil yaitu grafik rata – rata pengukuran pertumbuhan karang yang dapat dilihat pada pada Gambar 23.



Gambar 25. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Montipora danae*.

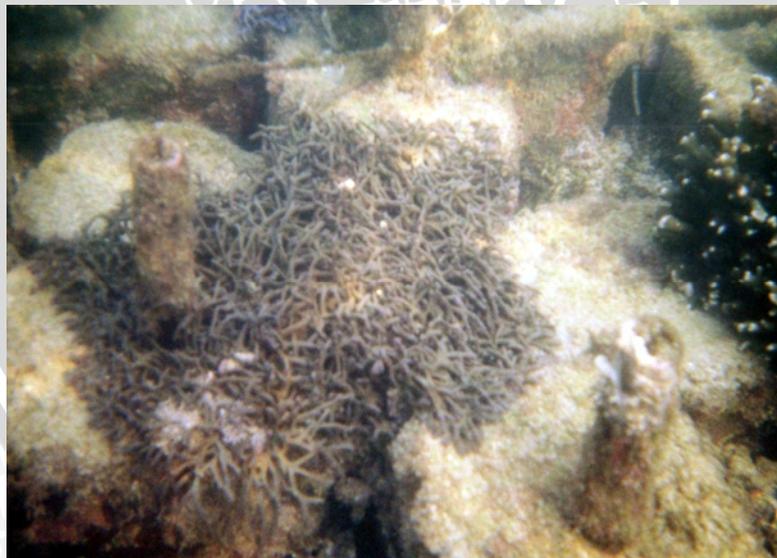
Pada Gambar 25 dapat dilihat bahwa karang mengalami pertumbuhan mulai dari awal pengamatan bulan Mei 2010. Karang mengalami pertumbuhan tinggi sebesar 0,28 cm sedangkan panjang dan lebar karang tidak mengalami perubahan. Pada pengamatan bulan Juli menuju Agustus 2010 terjadi penurunan suhu perairan sehingga karang mengalami pemutihan (*bleaching*). Pada bulan September 2010 laju pertumbuhan karang (G) baik panjang, lebar maupun tinggi menurun dengan tajam yaitu masing – masing sebesar 3,68 cm, 2,95 dan 3 cm. Hal tersebut disebabkan karena dari 2 karang yang ditanam 1 karang terlepas dari rak beton dan 1 karang kondisinya patah di ujungnya. Penyebab patahnya karang ini yaitu oleh adanya wisatawan yang tidak sengaja menyanggol karang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 26.

Pada pengamatan bulan Mei dan Juni tahun 2012 pertumbuhan karang berada pada kondisi konstan atau tidak terjadi pertumbuhan dan nilai G karang pada angka 0. Kondisi karang yang tertutup dengan lumut atau alga menjadi

penyebab utamanya. Pada pipa penyangga tempat karang yang telah hilang saat ini ditumbuhi oleh biota lain yaitu *sponge*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 27.



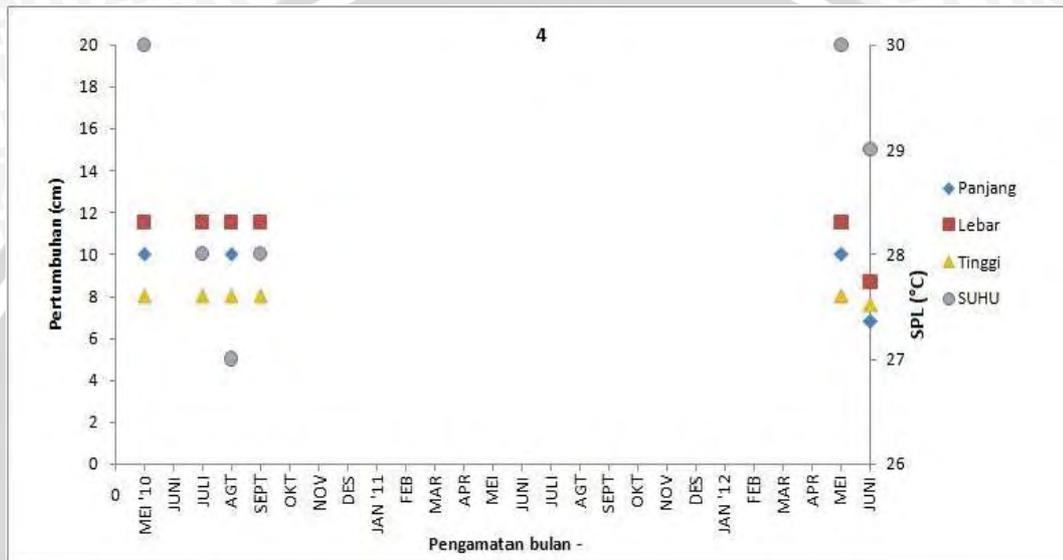
Gambar 26. Kondisi karang *Montipora danae* yang patah.



Gambar 27. *Sponge* yang tumbuh pada rak beton.

#### 4.5.4 Pertumbuhan Karang *Acropora aspera*

Hasil pengukuran rata – rata pertumbuhan karang yang dihitung berdasarkan rumus 1,2 dan 3 pada spesies *Acropora aspera* yang ditanam pada rak beton didapatkan hasil yaitu grafik rata – rata pengukuran pertumbuhan karang yang dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Acropora aspera*.

Grafik rata – rata pertumbuhan karang tiap pengamatan pada Gambar 28 dapat dijelaskan bahwa pertumbuhan karang dalam kondisi konstan. Kondisi konstan berlangsung dari awal pengamatan pada bulan Mei 2010 sampai pada bulan Mei 2012. Hal tersebut dapat diketahui dari titik pada grafik pertumbuhan baik panjang, lebar, dan tinggi yang terletak pada angka yang sama yaitu masing – masing sebesar 10 cm, 11,5 cm dan 8 cm. Pertumbuhan karang yang konstan menyebabkan nilai G berada pada angka 0 cm.

Kondisi pertumbuhan karang yang konstan dapat disebabkan oleh karang yang tidak bisa beradaptasi dengan kondisi lingkungan di sekitar rak beton.

Karang jenis ini mengalami stress dalam pertumbuhannya dengan ditandai dengan kondisi pemutihan karang pada saat pengamatan bulan Juli 2010. Fragmen karang yang ditanam sebanyak 2 fragmen dan keduanya mengalami kondisi yang sama. Kondisi karang yang memutih dan tidak bisa *recovery* tersebut membuat polip tertutup alga atau lumut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 29. Hal tersebut juga dapat dikaitkan dengan kondisi suhu perairan yang menurun pada bulan Agustus 2010 sehingga karang tidak dapat tumbuh dengan normal.

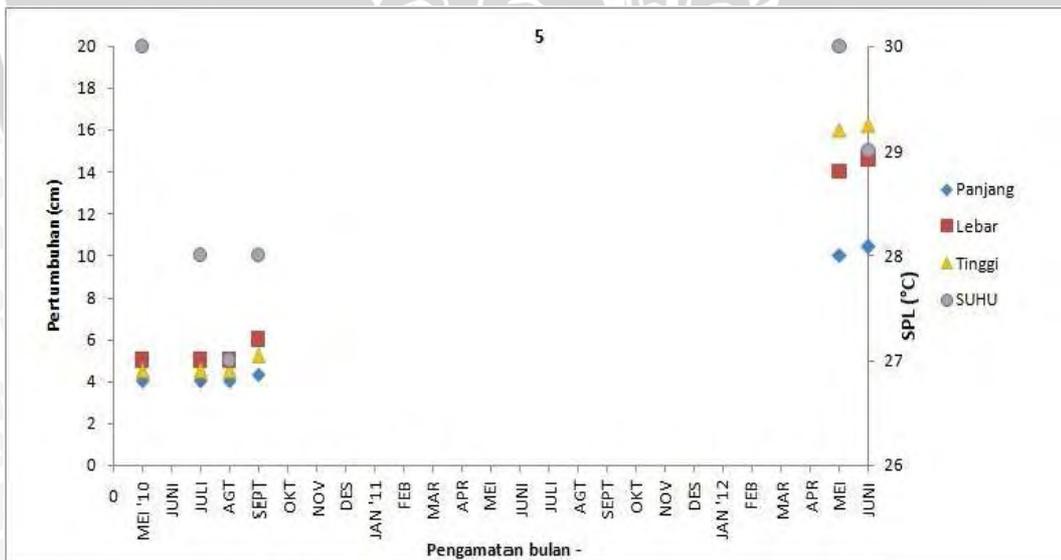
Pada pengamatan bulan Juli 2010 terlihat terjadi penurunan pertumbuhan karang dengan nilai penurunan panjang sebesar 3,20cm, lebar sebesar 2,85cm dan tinggi sebesar 0,40 cm. Hal tersebut terjadi karena 1 fragmen karang mengalami *recovery* yaitu kondisi dimana polip karang dapat menempel kembali pada rangka kapur (skeleton) dan bersimbion dengan *zooxanthellae* sehingga dapat tumbuh dengan normal. Kondisi suhu perairan yang normal yaitu pada suhu 29°C sampai 30°C dapat dikaitkan sebagai faktor untuk mendukung terjadinya proses *recovery*. Polip karang yang tumbuh tidak keseluruhan berkoloni seperti pada awal pengamatan tetapi merupakan polip karang yang membentuk koloni baru.



Gambar 29. Kondisi karang *Acropora aspera* yang tertutup lumut atau alga.

#### 4.5.5 Pertumbuhan Karang *Acropora millepora*

Pada spesies karang *Acropora millepora* yang ditanam pada rak beton didapatkan hasil pengukuran rata – rata pertumbuhan karang tiap pengamatan yang dihitung berdasarkan rumus 1,2, dan 3 dapat dilihat pada grafik Gambar 30.



Gambar 30. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Acropora millepora*.

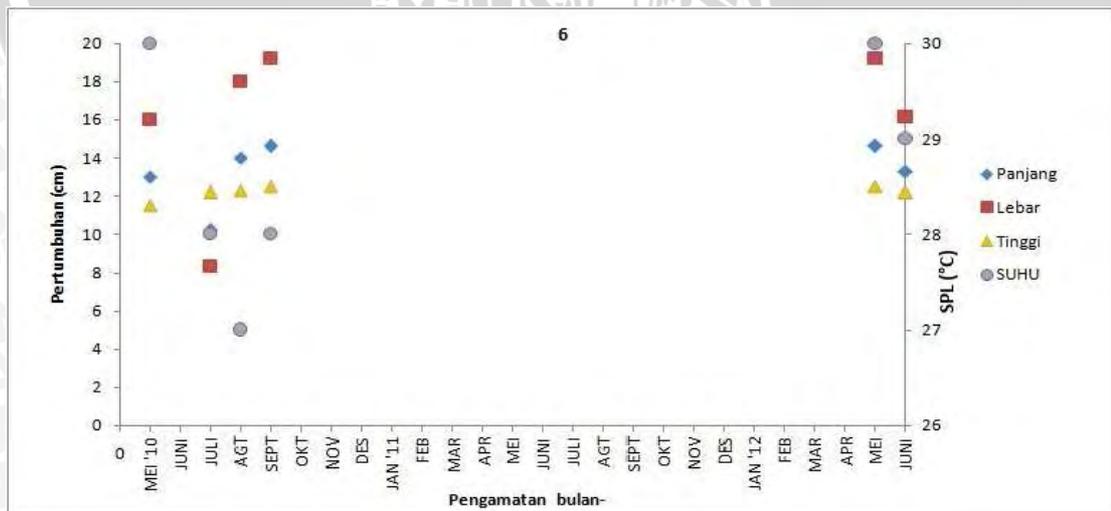
Pada Gambar 30 dapat dilihat bahwa karang tidak mengalami pertumbuhan dengan titik pada grafik dalam kondisi konstan. Pertumbuhan karang jenis ini dapat dilihat dengan baik perkembangan pertumbuhannya karena pada rak beton hanya ditanam 1 fragmen karang. Pertumbuhan karang (G) pada karang *Acropora millepora* dari awal pengamatan bulan Mei sampai Juli 2010 berada pada angka 0. Hal tersebut dapat disebabkan karena karang jenis ini mengalami stress dalam pertumbuhannya sehingga tidak dapat tumbuh normal. Kondisi suhu yang tidak normal sangat berkaitan dengan pertumbuhan karang. Pada pengamatan bulan Juli menuju Agustus 2010 terjadi penurunan suhu perairan sehingga karang mengalami pemutihan (*bleaching*). Pada pengamatan bulan September seiring dengan naiknya suhu menjadi 28 °C karang mengalami *recovery* dan tumbuh dengan baik. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 31. Pertumbuhan karang ini terus berlangsung sampai pengamatan bulan Mei 2012 dengan pertumbuhan (G) panjang sebesar 0,29 cm , lebar 0,4 cm dan tinggi 0,54 cm. Pada bulan Juni 2012 karang mengalami pertumbuhan panjang, lebar maupun tinggi masing – masing sekitar 0,2 cm.



Gambar 31. Kondisi karang *Acropora millepora* pada rak beton.

#### 4.5.6 Pertumbuhan karang *Montipora verrucosa*

Hasil pengukuran rata – rata pertumbuhan karang yang dihitung berdasarkan rumus 1,2 dan 3 pada spesies *Montipora verrucosa* yang ditanam pada rak beton didapatkan hasil yaitu grafik rata – rata pengukuran pertumbuhan karang yang dapat dilihat pada Gambar 32.



Gambar 32. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Montipora verrucosa*.

Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Montipora verrucosa* pada Gambar 32 dapat dijelaskan bahwa terdapat pertumbuhan karang (G) yang bervariasi. Sama halnya dengan karang *Acropora millepora*, pertumbuhan karang jenis ini dapat dilihat dengan baik perkembangan pertumbuhannya karena pada rak beton hanya ditanam 1 fragmen karang. Pada pertumbuhan (G) awal yaitu bulan Juli 2010 fragmen karang mengalami penurunan pertumbuhan panjang, lebar dan tinggi masing – masing sebesar 1,4 cm, 3,85 cm dan 0,35 cm. Hal tersebut dikarenakan polip karang tertutup dengan pasir sehingga karang tidak dapat tumbuh optimal. Karang yang tertutup pasir mengurangi pengukuran panjang, lebar dan tinggi terpanjangnya sehingga pertumbuhannya menurun.

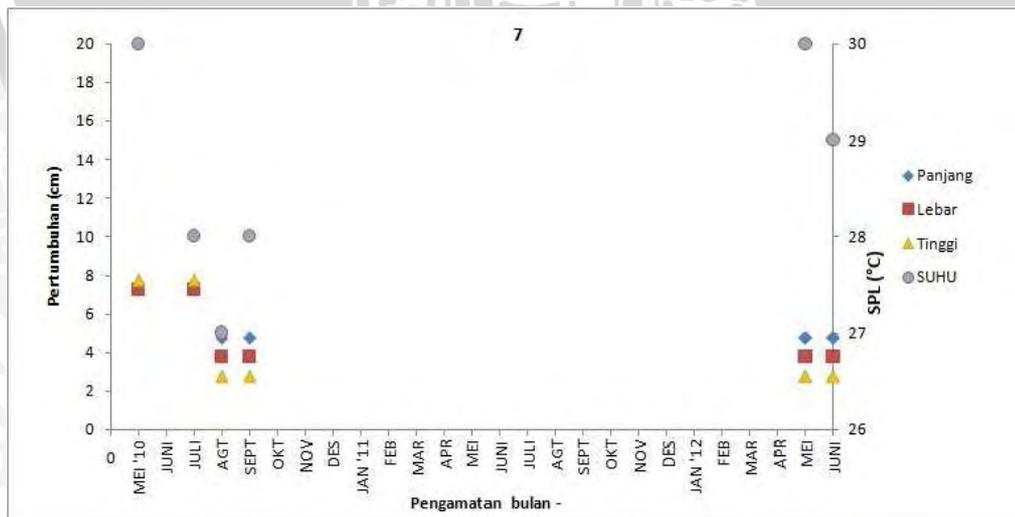
Pada pertumbuhan bulan Agustus karang tercatat mengalami kenaikan pertumbuhan walaupun terjadi penurunan suhu perairan dan karang ini mengalami *bleaching*. Penyebab naiknya pertumbuhan yaitu sebelum pengamatan dilakukan pada bulan Agustus 2010, karang ini telah tumbuh dengan baik (selama bulan Juli) kemudian mengalami *bleaching* sehingga pertumbuhannya terhenti. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 33. Kondisi ketahanan pertumbuhan karang yang relatif kuat dan karang cepat beradaptasi kembali menyebabkan karang mengalami *recovery* dengan cepat sehingga nilai G bertambah baik pada pertumbuhan panjang, lebar dan tinggi. Kenaikan pertumbuhan berlangsung sampai bulan pada bulan Mei 2012. Pada bulan Juni 2012 karang mengalami penurunan kembali karena terdapat bagian karang yang *bleaching* (tidak keseluruhan) dan tertutup dengan pasir sehingga pengukuran kembali berubah.



Gambar 33. Kondisi karang *Montipora verrucosa* mengalami pemutihan (sebelah kiri).

#### 4.5.7 Pertumbuhan Karang *Montipora digitata*

Pada spesies karang *Montipora digitata* yang ditanam pada rak beton didapatkan hasil pengukuran rata – rata pertumbuhan karang tiap pengamatan yang dihitung berdasarkan rumus 1,2, dan 3 dapat dilihat pada grafik Gambar 34.



Gambar 34. Grafik Rata- Rata Pertumbuhan Karang *Montipora digitata*.

Pada Gambar 34 dapat dijelaskan bahwa karang mengalami kondisi pertumbuhan yang konstan kemudian menurun dengan tajam dan kembali konstan hingga akhir pengamatan. Kondisi konstan pada awal pengamatan yaitu bulan Mei dan Juli 2010 terjadi karena karang jenis ini mengalami stress dan tidak bisa beradaptasi di lingkungan rak beton dengan cepat sehingga tidak dapat tumbuh. Pada bulan Agustus 2010 seiring berkurangnya suhu perairan, maka karang jenis ini mengalami hal yang sama dengan karang jenis lain yaitu pemutihan karang (*bleaching*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 35. Namun pada saat pengamatan berlangsung, dari 2 karang yang ditanam 1 diantaranya hilang atau terlepas dari ikatan pada pipa penyangganya. Hal tersebut kemungkinan besar diakibatkan oleh kencangnya arus di perairan Pantai Kondang Merak dan ikatan karang yang kurang kuat. Kondisi hilangnya 1 fragmen karang menyebabkan nilai G menurun dengan tajam yaitu pertumbuhan panjangnya sebesar 2,5 cm, lebar 3,5 cm dan tinggi 5 cm.

Pada pengamatan bulan September sampai Juni 2012 karang tidak mengalami pertumbuhan atau dapat dikatakan mati. Kondisi karang yang tertutup dengan lumut atau alga dan sedimen berupa pasir menyebabkan hal tersebut terjadi.



Gambar 35. Kondisi karang *Montipora digitata* mengalami pemutihan (sebelah kiri).

#### 4.6 Tingkat Keberhasilan Pertumbuhan Karang pada Rak Beton

Pada penelitian tentang laju pertumbuhan karang pada budidaya karang rak beton di Pantai Kondang Merak telah didapatkan hasil analisa data yang dijelaskan pada sub bab 4.5. Hasil analisa yang telah didapatkan digunakan untuk menentukan persentase tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*) fragmen karang untuk mengetahui keberhasilan pertumbuhan karang yang dihitung menggunakan formula pada rumus 4.

Tingkat kelangsungan hidup merupakan suatu kondisi yang menunjukkan masih dan tetap aktifnya suatu organisme secara fisika dan biologi dalam waktu tertentu. Tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*) karang pada rak beton dipengaruhi oleh kemampuan fragmen karang tersebut beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Tingkat kelangsungan hidup bergantung pada ketepatan metode khususnya dalam perlakuan fragmen, faktor biologis seperti fisiologi

karang yang ditransplantasikan dan respon fragmen terhadap kondisi lingkungannya (Clark dan Edward, 1995).

Perhitungan persentase kelangsungan hidup tersebut didasarkan pada jumlah karang yang tumbuh (hidup) pada awal pengamatan dan karang yang tumbuh (hidup) pada akhir pengamatan. Didapatkan hasil formula pada rumus 4 yaitu sebagai berikut :

$N_0$  : 24 fragmen karang

$N_t$  : 10 fragmen karang

Rumus 4 :

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

,kemudian dimasukkan nilai  $N_0$  dan  $N_t$

$$SR = \frac{10}{24} \times 100 \%$$

$$SR = 41,67 \sim 42 \%$$

Dimana : SR : Tingkat kelangsungan hidup dalam %

$N_t$  : Jumlah individu yang hidup pada akhir penelitian

$N_0$  : Jumlah individu pada awal penelitian

Hasil yang didapatkan pada rumus 4 yaitu SR atau persentase tingkat kelangsungan hidup fragmen karang pada rak beton yaitu sebesar 42 %. Tingkat keberhasilan transplantasi atau fragmentasi di wilayah perairan Pantai Kondang Merak dapat dikatakan tidak berhasil karena tidak sampai pada angka yang diinginkan yaitu 50 %. Menurut Harriot dan Fisk (1988) bahwa kegiatan

transplantasi dapat dikatakan berhasil apabila jumlah karang yang hidup dari keseluruhan fragmen karang yang ditransplantasikan lebih besar dari 50 %. Kondisi alam menjadi faktor utama tidak berhasilnya penelitian seperti tertutupnya polip oleh lumut atau alga, sedimentasi berupa pasir, dinamika perubahan suhu, arus perairan yang relatif kuat dan cuaca yang tidak menentu.

Edwards *et al.* (2008) menyatakan bahwa kesuburan perairan yang ditandai dengan banyaknya alga (*turf algae*) dapat menyebabkan kompetisi ruang bagi karang sehingga menyebabkan pertumbuhannya terganggu. Faktor perubahan iklim yang dijelaskan pada sub bab 4.4 juga menjadi faktor pembatas yang sangat mempengaruhi pada laju pertumbuhan karang. Disamping faktor alam yang menyebabkan tidak berhasilnya penelitian, terdapat juga faktor manusia sebagai penghambat seperti kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya ekosistem terumbu karang, wisatawan dengan perilaku yang tidak bertanggungjawab dan kurangnya pengawasan dari pengelola Pantai Kondang Merak.

## 5. KESIMPULAN dan SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai Laju Pertumbuhan Karang pada Budidaya Karang Rak beton dalam Upaya Perbaikan Ekosistem Pantai Kondang Merak, Malang Selatan dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Fragmen karang yang ditanam pada rak beton berdasarkan hasil identifikasi karang yaitu berasal dari jenis karang *Pocillopora damicornis* yang ditanam sebanyak 3 fragmen, *Acropora palifera* ditanam sebanyak 13 fragmen, *Montipora danae*, *Montipora digitata* dan *Acropora aspera* masing – masing ditanam sebanyak 2 fragmen, serta *Acropora millepora* dan *Montipora verrucosa* masing – masing 1 fragmen.
2. Laju pertumbuhan karang (G) yang terdapat pada masing – masing jenis karang berbeda pada tiap pengamatan. Perbedaan tersebut bergantung pada faktor pembatas pertumbuhan karang yaitu faktor alam dan faktor manusia. Pengamatan dilakukan sebanyak 6 kali yaitu pada bulan Mei, Juli, Agustus, September tahun 2010 dan Mei serta Juni Tahun 2012. Pertumbuhan karang jenis *Acropora palifera* dan *Acropora millepora* dapat dikatakan baik sehingga cocok jika ditanam di sekitar perairan Pantai Kondang Merak.
3. Terdapat 2 faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan karang yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam diantaranya yaitu tertutupnya polip oleh lumut atau alga, sedimentasi berupa pasir, dinamika perubahan suhu, arus perairan yang relatif kuat, cuaca yang tidak menentu dan letak

geografis lokasi penelitian. Faktor manusia diantaranya yaitu kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya ekosistem terumbu karang, wisatawan dengan perilaku yang tidak bertanggungjawab dan kurangnya pengawasan dari pengelola Pantai Kondang Merak.

4. Persentase Tingkat kelangsungan hidup fragmen karang (*Survival Rate*) digunakan untuk mengetahui keberhasilan pertumbuhan karang yang dihitung menggunakan formula pada rumus 4. Didapatkan hasil SR sebesar 42% sehingga keberhasilan pertumbuhan karang pada rak beton dapat dikatakan tidak berhasil. Dari 24 fragmen karang hanya 10 karang yang berhasil tumbuh dengan baik sampai akhir pengamatan. Nilai keberhasilan pertumbuhan fragmen karang yang difragmentasikan menurut Harriot dan Fisk (1988) harus lebih dari 50%.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat diberikan saran sebagai berikut :

1. Peneliti sebaiknya dapat memprediksi cuaca dengan baik. Jika kondisi pantai buruk atau terbatasnya waktu pengamatan maka kegiatan pengamatan sebaiknya dilakukan pada keesokan harinya mengingat kondisi alam yang tidak menentu sehingga pengamatan dapat dilangsungkan dengan konsisten.
2. Monitoring karang seperti pembersihan rak beton maupun fragmen karang dari alga atau lumut, pengecekan pengikat karang dan pengambilan sudut foto *underwater* harus diperhatikan agar nanti tidak

menyulitkan peneliti untuk melakukan analisa. Jika tidak diperhatikan maka akan dapat menjadikan faktor tersebut sebagai faktor pembatas pertumbuhan karang.

3. Kurangnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya ekosistem terumbu karang, wisatawan dengan perilaku yang tidak bertanggungjawab dan kurangnya pengawasan dari pengelola Pantai Kondang Merak harus diperbaiki. Diperlukan manajemen manusia untuk mengatasi hal tersebut.
4. Faktor pembatas berupa faktor alam dan manusia harus diperhatikan. Jika perlakuan pada karang lebih diperhatikan tidak menutup kemungkinan pada penelitian selanjutnya upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang di Pantai Kondang Merak akan mendapatkan hasil sesuai yang diinginkan.
5. Pada peneliti berikutnya, diharapkan dapat melanjutkan kembali upaya yang sudah dilakukan peneliti sebelumnya. Fragmen karang yang sudah mati dapat diganti dengan fragmen karang yang masih hidup (kondisi sehat) agar dapat dibandingkan dan diketahui keberhasilan pertumbuhannya.
6. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penanaman pada jenis karang yang lain seperti karang masif (*Favia* dan *Favites*) ataupun jenis *Stylopora*, agar diketahui parameter lain yang mempengaruhi pertumbuhan karang dan selanjutnya dapat digunakan untuk perbandingan laju pertumbuhan masing – masing jenis karang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amaryllia, S., M.I Yosephine T., S. Harminto., 2003. Transplantasi Karang *Acropora Formosa* dan *Hydnopora rigida* Dana: Laju Pertumbuhan Induk Karang dan Induk Hasil Transplantasi serta Persentase Keberhasilan Hidup Fragmen. Buku Panduan dan Kumpulan Abstrak Seminar Riptek Kelautan Nasional BPPT. Jakarta.
- Clark, S. dan A. J. Edwards. 1995. Coral Transplantation as aid to reef rehabilitation: Evaluation of Case Study in the Maldive Islands. University of New Castle 14: 201 212 p. [http://reffbase.org/Coral transplantation](http://reffbase.org/Coral_transplantation). Diakses pada tanggal 1 Mei 2012.
- Coremap, 2006. Modul Transplantasi Karang Secara Sederhana – Pelatihan Ekologi Terumbu Karang. [http://regional.coremap.or.id/downloads/modul transplantasi TK.pdf](http://regional.coremap.or.id/downloads/modul_transplantasi_TK.pdf). Diakses pada tanggal 1 Mei 2012.
- Dirjen Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. 2005. Pedoman Pengelolaan Terumbu Buatan dan Transplantasi Karang. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 93 hlm.
- Dirjen Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam. 2008. Pedoman Penangkaran atau Transplantasi Karang Hias yang Diperdagangkan. Departemen Perikanan dan Kelautan. Jakarta: hlm 1-18.
- Edwards, A.J. & Gomez, E.D. 2008. Konsep dan panduan restorasi terumbu: membuat pilihan bijak di antara ketidakpastian. Terjemahan oleh Yusri, S., Estradivari, N. S. Wijoyo, & Idris. 2008. Reef Restoration Concepts and Guidelines: Making Sensible Management Choices In The Face Of Uncertainty. Yayasan TERANGI, Jakarta: iv + 38 hlm. <http://terangi.or.id>. Diakses pada tanggal 24 januari 2011.
- Emery, W. J dan R. E. Thompson. 1997. Data Analysis Methods in Physical Oceanography. Pergamon. Elsevier Science. New York : xvi + 634 pp.
- Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. 2008. Pedoman Penulisan: Usulan dan Laporan Skripsi, Praktek Kerja Lapang dan Praktek Tugas Akhir. Universitas Brawijaya. Malang.
- GeoEye, 2011. Tele Atlas Image 2011 Europa Technologies : Tanggal pencitraan 11 Juni 2009. Google Earth. Diakses pada tanggal 20 September 2011.
- Harriot, V. J. dan D. A. Fisk. 1988. Coral Transplantation as a Reef Management Option. Proceeding of The 6th International Coral Reef Symposium, Australia. Volume 2. [http://reffbase.org/CoralReef transplantation management](http://reffbase.org/CoralReef_transplantation_management). Diakses pada tanggal 1 Mei 2012.

- Hoegh-Guldberg, Ove. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *CSIO. Mar. Freshwater Res.* **50** : 839-66. <http://www.reef.edu.au/climate/Hoegh-Guldberg%201999.pdf>. Diakses pada tanggal 26 Mei 2012.
- Johan, Ofri. 2008. Tingkat Pertumbuhan Karang Batu Pada Lokasi Berbeda di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. *J. Ris. Aquakultur* **3(2)** : 289-300. <http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/3208289300.pdf>. Diakses pada tanggal 1 Mei 2012.
- Kecamatan Bantur, 2009. Data Dasar Profil Desa / Kelurahan. Pemerintah Kabupaten Malang
- Kinsman, D.J.J. 1964. Reef Coral Tolerance Of High Temperatures and Salinities. *Nature* **202** : 1280-1282.
- Kordi K., M. Ghufuran H. 2010. Ekosistem Terumbu Karang: potensi, fungsi dan pengelolaan. Rineka Cipta. Jakarta. 212 hlm.
- Maul, E dan N.J Bravo. 1983. Fitting of Satellite and Insitu Ocean Surface Temperatures : Result For Polymode During The Winter of 1977 – 1978. *F. Geophys. Res* : 9605 - 9616
- Mawardi, Wazir. 2003. Ekosistem Terumbu Karang Peranan, Kondisi dan Konservasinya. Makalah Falsafah Sains PPs 702. [http://repository.ipb.ac.id/Ekosistem\\_Terumbu\\_Karang...](http://repository.ipb.ac.id/Ekosistem_Terumbu_Karang...) Diakses Pada tanggal 21 Maret 2011.
- Munasik. 2008. Kondisi Terumbu Buatan Berbahan Beton Pada Beberapa Perairan di Indonesia. Prosiding Musyawarah Terumbu Karang Nasional II di Jakarta tanggal 20 November 2008. <http://eprints.undip.ac.id/>. Diakses pada tanggal 20 Mei 2012.
- NASA, 2012. MODIS Sea Surface Temperature Data. <http://ghrsst.jpl.nasa.gov>. Diakses pada tanggal 10 Juli 2012.
- Nontji, Anugerah. 2007. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta. 372 hlm.
- Nybakken, J.W., 1992. Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologi. Terjemahan oleh Eidman, M., D. G. Bengen, Koesoebiono, M. Hutomo dan Sukristijono. PT. Gramedia Jakarta. 459 p.
- Prasetya, Lukman. 2009. Studi Tentang Keanekaragaman Karang Jenis Hermatypic (*Hermatypic coral*) di Pantai Kondang Merak Kabupaten Malang Propinsi Jawa Timur. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.
- Rani, Chair. 2002. Reproduksi Seksual Karang: Suatu Peluang dan Tantangan dalam Penelitian Biologi Laut di Indonesia. *Hayati* **9 (2)** : 62-66. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/hayati/article/viewFile/1849/796>. Diakses pada tanggal 26 Mei 2012.

- Salkind, Neil J. 2007. Encyclopedia of Measurement and Statistics, Volume 1. SAGE Publications Inc. University of Michigan. USA.
- Samuel, P. D. 2010. Struktur Komunitas Karang Keras (*Scleractinia*) Pada Mikro Atol Di Perairan Kondang Merak, Kabupaten Malang. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang
- Sartimbul, A., E. Rohadi, H.P. Kadarisman. 2009. Climate Change Impacts on Sea Surface Temperature Variability around Panjang Coast, South of Malang, Indonesia. Prosiding International World Ocean Conference (WOC)- HATHI ISOCCI 2009, Manado, Indonesia.
- Sartimbul, A., E. Suprayitno. 2010. Climate Change Impacts on Coastal Ecosystem: study case in East Java. Proc. COP 15, 2010, PPLH, Batu, Indonesia.
- Sartimbul, A., H. Nakata, I. Perry, E. Rohadi, B. Yusuf, 2010. The dynamics of chlorophyll-a concentration due to climate change and its possible impact on *Sardinella lemuru* at Bali Strait, Indonesia. *Proc. of 3<sup>rd</sup> GLOBEC OSM Marine ecosystems: from function to prediction*, Canada : pp. 168 – 174.
- Subana, M. Dan Sudrajat. 2005. Dasar - Dasar Penelitian Ilmiah. Pustaka Setia. Bandung.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung. 334 hlm.
- Suharsono. 2010. Jenis-Jenis Karang di Indonesia. LIPI Press. Jakarta. 344 hlm.
- Sumedi, Nur. 1998. Strategi Perkembangbiakan Berbagai Jenis Karang. *EBONI* (1) : 19-29. <http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/1981929.pdf>. Diakses pada tanggal 10 Mei 2012.
- Supriharyono. 2000. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang. Djambatan. Jakarta. 108 hlm.
- Timotius, S. 2003. Biologi Terumbu Karang. Makalah pada Training Course Yayasan Terumbu Karang Indonesia (Terangi): Karakteristik Biologi Karang di Jakarta, 7-12 Juli 2003. [www.terangi.or.id/publications/pdf/biologi\\_karang.web.pdf](http://www.terangi.or.id/publications/pdf/biologi_karang.web.pdf). Diakses pada tanggal 21 Maret 2011.
- Veron, J. E. N. 1986. Corals of Australia and The Indo Pacific. Angus and Robertson Publishers. Sydney Australia, 644 pp.
- Westmacott, S., Teleki, K., Wells, S. dan West. J. M. 2000. Pengelolaan terumbu karang yang telah memutih dan rusak kritis. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. vii + 36 pp. Terjemahan oleh Jan Henning Steffen dan TERANGI. 2000. Jakarta. <http://www.iucn.org>. Diakses pada tanggal 21 Maret 2011.

Yudadharma, G.C., A. Satrio, W.K Sari, A. Sartimbul., 2010. Budidaya Karang  
Desain Rak Beton dalam Upaya Perbaikan Pantai Kondang Merak, Malang  
Selatan. Abstrak PIT ISOI (7).



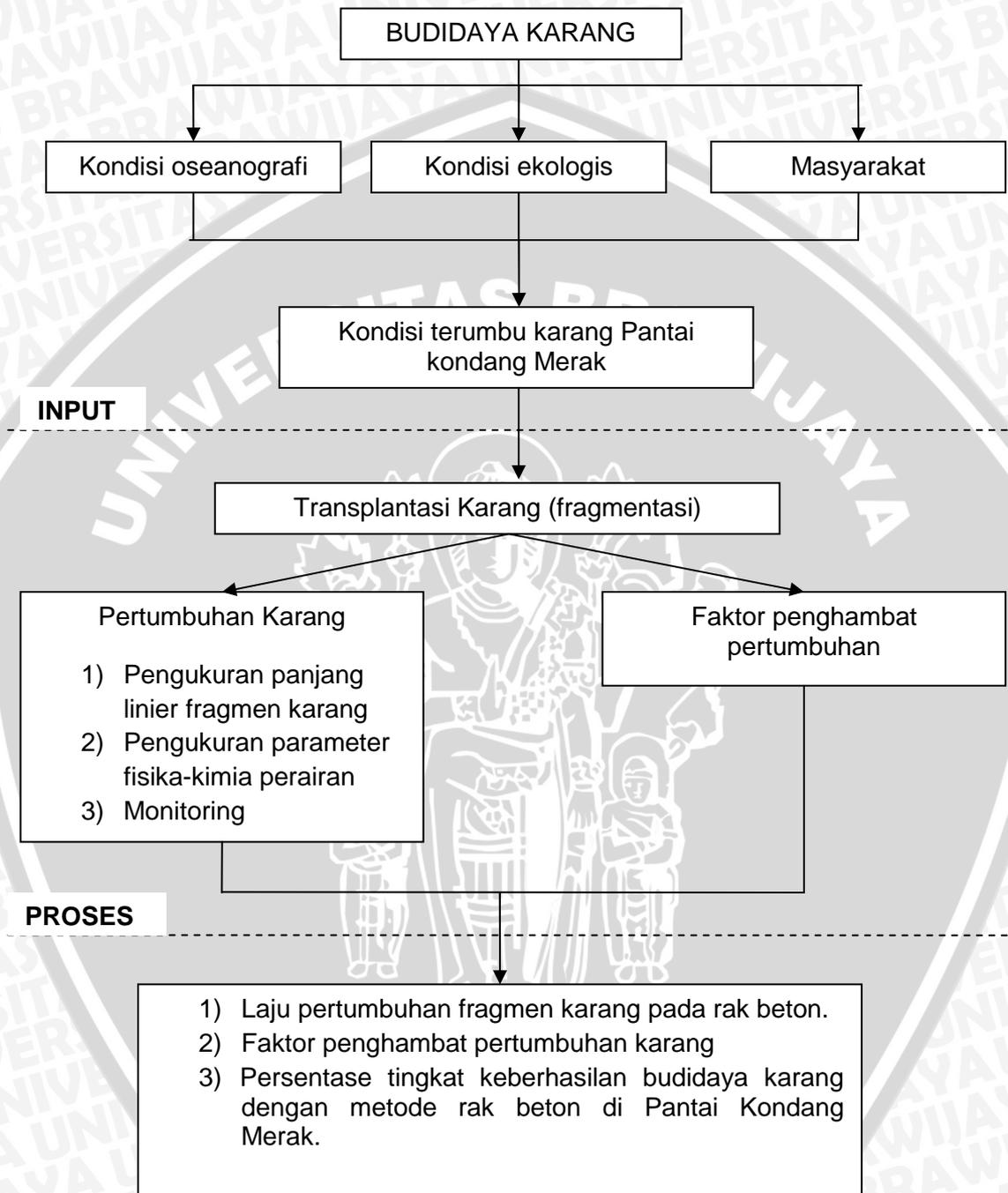
## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Daftar Pertanyaan Wawancara.

Pertanyaan ditujukan untuk Ketua RT, Ketua Kelompok Nelayan dan 5 orang masyarakat setempat:

1. Bagaimana kondisi pantai Kondang Merak?
2. Bagaimana kondisi pasang surut di pantai ini?
3. Bagaimana kondisi arus di pantai ini?
4. Bagaimana kondisi terumbu karang di kondang Merak?
5. Bagaimana kerusakan terumbu karang di pantai ini?
6. Apa yang menyebabkan kerusakan terumbu karang di pantai ini?
7. Bagaimana kondisi masyarakat disini?
8. Berapa jumlah penduduk dan apa saja pekerjaan masyarakat disini?
9. Apa masyarakat juga ikut mengambil karang di pantai?
10. Kegiatan apa saja yang mereka lakukan di pantai ini (warga) dan apa ada indikasi perusakan karang oleh mereka (warga)?
11. Apa yang anda ketahui tentang budidaya karang (transplantasi)?
12. Apa anda sudah mengenal sistem rak beton, jika sudah, sejak kapan?
13. Apa sudah pernah ada yang melakukan penelitian karang disini?
14. Berapa jumlah rata-rata pengunjung pantai ini?
15. Kegiatan apa saja (yang diketahui) yang mereka lakukan di pantai ini (wisatawan) dan apa ada indikasi perusakan karang oleh mereka (wisatawan) ?

Lampiran 2. Alur Pelaksanaan Penelitian di Pantai Kondang Merak.



Lampiran 3. Data Awal Pengukuran Pertumbuhan Karang pada Rak Beton

1. Data pertumbuhan karang tanggal 13 Mei 2010

NO	JENIS KARANG	PENGUKURAN (cm)		
		P	L	T
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	4	8	6,5
2	<i>Acropora palifera</i>	3	5,5	10,5
3	<i>Acropora palifera</i>	4	3	5
4	<i>Montipora danae</i>	15	11,2	13
5	<i>Acropora palifera</i>	16	7	8
6	<i>Acropora palifera</i>	15	11	11
7	<i>Acropora palifera</i>	19,5	5	5
8	<i>Pocillopora damicornis</i>	4,5	4,5	4
9	<i>Pocillopora damicornis</i>	6,5	6,5	5,5
10	<i>Acropora millepora</i>	4	5	4,5
11	<i>Acropora palifera</i>	9,5	9	6
12	<i>Acropora palifera</i>	7,5	5	3
13	<i>Montipora digitata</i>	5	7	10
14	<i>Acropora palifera</i>	6	7,5	6
15	<i>Acropora palifera</i>	9,5	7,5	5,5
16	<i>Montipora digitata</i>	9,5	7,5	5,5
17	<i>Acropora aspera</i>	7,5	8	4
18	<i>Acropora palifera</i>	6,5	7	4
19	<i>Acropora palifera</i>	12	9	8,3
20	<i>Montipora verrucosa</i>	13	16	11,5
21	<i>Montipora danae</i>	6	6,5	4
22	<i>Acropora palifera</i>	7	7	4,5
23	<i>Acropora palifera</i>	12	12	7
24	<i>Acropora aspera</i>	12,5	15	12

## 2. Data pertumbuhan karang tanggal 15 Juli 2010

NO	JENIS KARANG	PENGUKURAN (cm)		
		P	L	T
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	4	8	6,5
2	<i>Acropora palifera</i>	3	5,5	10,5
3	<i>Acropora palifera</i>	4	3	5
4	<i>Montipora danae</i>	15	12,3	13
5	<i>Acropora palifera</i>	16	7	8
6	<i>Acropora palifera</i>	15	7	11
7	<i>Acropora palifera</i>	19,5	5	5
8	<i>Pocillopora damicornis</i>	4,5	4,6	4
9	<i>Pocillopora damicornis</i>	6,6	6,5	5,5
10	<i>Acropora millepora</i>	4	5	4,5
11	<i>Acropora palifera</i>	9,5	9	6
12	<i>Acropora palifera</i>	7,5	5	3
13	<i>Montipora digitata</i>	5	7	10
14	<i>Acropora palifera</i>	6	7,5	6
15	<i>Acropora palifera</i>	9,5	7,5	5,5
16	<i>Montipora digitata</i>	9,5	7,5	5,5
17	<i>Acropora aspera</i>	7,5	8	4
18	<i>Acropora palifera</i>	6,5	7	4
19	<i>Acropora palifera</i>	12	12	13,7
20	<i>Montipora verrucosa</i>	10,2	8,3	12,2
21	<i>Montipora danae</i>	6	6,5	4
22	<i>Acropora palifera</i>	7	7	4,5
23	<i>Acropora palifera</i>	12	12	7
24	<i>Acropora aspera</i>	12,5	15	12

## 3. Data pertumbuhan karang tanggal 27 Agustus 2010

NO	JENIS KARANG	PENGUKURAN (cm)			KET
		P	L	T	
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	4	8	6,5	alga/lumut
2	<i>Acropora palifera</i>	3	5,5	10,5	
3	<i>Acropora palifera</i>	4	3	5	alga/lumut
4	<i>Montipora danae</i>	hilang	hilang	hilang	hilang
5	<i>Acropora palifera</i>	16	7	8	alga/lumut
6	<i>Acropora palifera</i>	15	7	11	
7	<i>Acropora palifera</i>	19,5	5	5	
8	<i>Pocillopora damicornis</i>	4,5	4,6	4	alga/lumut
9	<i>Pocillopora damicornis</i>	hilang	hilang	hilang	hilang
10	<i>Acropora millepora</i>	4	5	4,5	tumbuh
11	<i>Acropora palifera</i>	9,5	9	6	alga/lumut
12	<i>Acropora palifera</i>	7,5	5	3	alga/lumut
13	<i>Montipora digitata</i>	hilang	hilang	hilang	hilang
14	<i>Acropora palifera</i>	6	7,5	6	alga/lumut
15	<i>Acropora palifera</i>	9,5	7,5	5,5	alga/lumut
16	<i>Montipora digitata</i>	9,5	7,5	5,5	alga/lumut
17	<i>Acropora aspera</i>	7,5	8	4	alga/lumut
18	<i>Acropora palifera</i>	6,5	7	4	
19	<i>Acropora palifera</i>	12	12	13,7	
20	<i>Montipora verrucosa</i>	10,2	8,3	12,2	
21	<i>Montipora danae</i>	6	6,5	4	alga/lumut
22	<i>Acropora palifera</i>	7	7	4,5	alga/lumut
23	<i>Acropora palifera</i>	12	12	7	alga/lumut
24	<i>Acropora aspera</i>	12,5	15	12	alga/lumut

## 4. Data pertumbuhan karang tanggal 25 September 2010

NO	JENIS KARANG	PENGUKURAN (cm)			KET
		P	L	T	
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	4	8	6,5	
2	<i>Acropora palifera</i>	3,5	5,6	10,7	
3	<i>Acropora palifera</i>	4	3	5	lumut
4	<i>Montipora danae</i>	hilang	hilang	hilang	
5	<i>Acropora palifera</i>	16	7	8	lumut
6	<i>Acropora palifera</i>	3,7	3,2	5,5	
7	<i>Acropora palifera</i>	1,4	5,5	6,7	
8	<i>Pocillopora damicornis</i>	4,5	4,6	4	lumut
9	<i>Pocillopora damicornis</i>	hilang	hilang	hilang	
10	<i>Acropora millepora</i>	4,3	6	5,2	
11	<i>Acropora palifera</i>	9,5	9	6	lumut
12	<i>Acropora palifera</i>	7,5	5	3	lumut
13	<i>Montipora digitata</i>	hilang	hilang	hilang	
14	<i>Acropora palifera</i>	6	7,5	6	lumut
15	<i>Acropora palifera</i>	9,5	7,5	5,5	lumut
16	<i>Montipora digitata</i>	9,5	7,5	5,5	lumut
17	<i>Acropora aspera</i>	7,5	8	4	lumut
18	<i>Acropora palifera</i>	6,5	7	4	lumut
19	<i>Acropora palifera</i>	12	12	13,7	lumut
20	<i>Montipora verrucosa</i>	14	18	12,3	
21	<i>Montipora danae</i>	6,3	7	5	
22	<i>Acropora palifera</i>	7	7	4,5	lumut
23	<i>Acropora palifera</i>	12	12	7	lumut
24	<i>Acropora aspera</i>	12,5	15	12	lumut

## 5. Data pertumbuhan karang tanggal 6 Mei 2012

NO	JENIS KARANG	PENGUKURAN (cm)			KET
		P	L	T	
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	4	8	6,5	
2	<i>Acropora palifera</i>	18	22	16,9	
3	<i>Acropora palifera</i>	5,1	10	8	
4	SPONGE	30	19		
5	<i>Acropora palifera</i>	11	19,8	15,1	
6	<i>Acropora palifera</i>	12	13	15	
7	<i>Acropora palifera</i>	13	17	15,2	
8	<i>Pocillopora damicornis</i>	5,1	13,4	7	
9	<i>Pocillopora damicornis</i>	hilang	hilang	hilang	
10	<i>Acropora millepora</i>	10	14	16	
11	<i>Acropora palifera</i>	9,5	9	6	lumut
12	<i>Acropora palifera</i>	4	12,7	12,1	
13	<i>Montipora digitata</i>	hilang	hilang	hilang	
14	<i>Acropora palifera</i>	6	7,5	6	lumut
15	<i>Acropora palifera</i>	9,5	7,5	5,5	lumut
16	<i>Montipora digitata</i>	9,5	7,5	5,5	lumut
17	<i>Acropora aspera</i>	7,5	8	4	lumut
18	<i>Acropora palifera</i>	4	5	8	
19	<i>Acropora palifera</i>	12	12	13,7	lumut
20	<i>Montipora verrucosa</i>	14,6	19,2	12,5	bleaching
21	<i>Montipora danae</i>	6,3	7	5	lumut
22	<i>Acropora palifera</i>	7	7	4,5	lumut
23	<i>Acropora palifera</i>	12	12	7	lumut
24	<i>Acropora aspera</i>	12,5	15	12	lumut

## 6. Data pertumbuhan karang tanggal 7 Juni 2012

NO	JENIS KARANG	PENGUKURAN			KET
		P	L	T	
1	<i>Pocillopora damicornis</i>	4	8	6,5	
2	<i>Acropora palifera</i>	22	25,6	17,3	
3	<i>Acropora palifera</i>	5,4	10,6	8,3	
4	SPONGE	38	28		
5	<i>Acropora palifera</i>	11,8	20,1	15,6	
6	<i>Acropora palifera</i>	12	14,3	15,2	
7	<i>Acropora palifera</i>	13,2	17,4	15,4	
8	<i>Pocillopora damicornis</i>	5,3	13,8	7,8	
9	<i>Pocillopora damicornis</i>	hilang	hilang	hilang	hilang
10	<i>Acropora millepora</i>	10,4	14,6	16,2	
11	<i>Acropora palifera</i>	9,5	9	6	lumut
12	<i>Acropora palifera</i>	4,2	13,4	12,6	
13	<i>Montipora digitata</i>	hilang	hilang	hilang	hilang
14	<i>Acropora palifera</i>	6	7,5	6	lumut
15	<i>Acropora palifera</i>	9,5	7,5	5,5	lumut
16	<i>Montipora digitata</i>	9,5	7,5	5,5	lumut
17	<i>Acropora aspera</i>	1,1	2,3	3,2	
18	<i>Acropora palifera</i>	4,4	6,2	8,8	
19	<i>Acropora palifera</i>	12	12	13,7	lumut
20	<i>Montipora verrucosa</i>	14,6	19,2	12,5	lumut
21	<i>Montipora danae</i>	6,3	7	5	lumut
22	<i>Acropora palifera</i>	7	7	4,5	lumut
23	<i>Acropora palifera</i>	12	12	7	lumut
24	<i>Acropora aspera</i>	12,5	15	12	lumut

Lampiran 4. Data Perhitungan Pertumbuhan (G) Tiap Spesies.

1. Data Pertumbuhan Karang *Pocillopora damicornis*

PENGA-MATAN	P (cm)	L (cm)	T (cm)	JANGKA WAKTU(BLN)	dL panjang	dL lebar	dL Tinggi	G panjang	G lebar	G tinggi
MEI '10	5	6,33	5,33	0	0	0	0	0	0	0
JULI '10	5,03	6,37	5,33	2	0,03	0,03	0	0,02	0,02	0
AGT'10	2,83	4,2	3,5	1	-2,2	-2,17	-1,83	-2,20	-2,17	-1,83
SEPT '10	2,83	4,2	3,5	2	0	0,00	0	0,00	0,00	0
MEI '12	3,03	7,13	4,50	20	0,2	2,93	1	0,01	0,15	0,05
JUNI '12	3,10	7,27	4,77	1	-0,07	0,13	0,27	0,07	0,13	0,27
RATA2	3,64	5,92	4,49							
stdev	1,07	1,38	0,83							

2. Data Pertumbuhan Karang *Acropora palifera*

PENGA-MATAN	P (cm)	L (cm)	T (cm)	JANGKA WAKTU(BLN)	dL panjang	dL lebar	dL Tinggi	G panjang	G lebar	G tinggi
MEI '10	9,81	7,35	6,45	0	0	0	0	0	0	0
JULI '10	10,08	7,12	6,63	2	0,27	-0,23	0,18	0,13	-0,12	0,09
AGT'10	10,08	7,12	6,63	1	0	0	0	0	0	0
SEPT '10	7,51	7,02	6,82	2	-2,57	-0,09	0,18	-1,28	-0,05	0,09
MEI '12	9,47	11,88	10,23	20	1,96	4,86	3,42	0,10	0,24	0,17
JUNI '12	9,92	12,51	10,45	1	0,45	0,62	0,22	0,45	0,62	0,22
RATA2	9,48	8,83	7,87							
stdev	0,99	2,62	1,92							

3. Data Pertumbuhan Karang *Montipora danae*

PENGA-MATAN	P (cm)	L (cm)	T (cm)	JANGKA WAKTU(BLN)	dL panjang	dL lebar	dL Tinggi	G panjang	G lebar	G tinggi
MEI '10	10,5	8,85	8,5	0	0	0	0	0	0	0
JULI '10	10,5	9,4	8,5	2	0	0,55	0	0	0,28	0
AGT'10	10,5	9,4	8,5	1	0	0	0	0	0	0
SEPT '10	3,15	3,5	2,5	2	-7,35	-5,9	-6	-3,68	-2,95	-3
MEI '12	3,15	3,5	2,5	20	0	0	0	0	0	0
JUNI '12	3,15	3,5	2,5	1	0	0	0	0	0	0
RATA2	6,83	6,36	5,5							
stdev	4,03	3,14	3,29							

4. Data Pertumbuhan Karang *Acropora aspera*

PENGA-MATAN	P (cm)	L (cm)	T (cm)	JANGKA WAKTU(BLN)	dL panjang	dL lebar	dL Tinggi	G panjang	G lebar	G tinggi
MEI '10	10	11,5	8	0	0	0	0	0	0	0
JULI '10	10	11,5	8	2	0	0	0	0	0	0
AGT'10	10	11,5	8	1	0	0	0	0	0	0
SEPT '10	10	11,5	8	2	0	0	0	0	0	0
MEI '12	10	11,5	8	20	0	0	0	0	0	0
JUNI '12	6,8	8,65	7,6	1	-3,2	-2,85	-0,4	-3,20	-2,85	-0,4
RATA2	9,47	11,03	7,93							
stdev	1,31	1,16	0,16							

5. Data Pertumbuhan Karang *Acropora millepora*

PENGA-MATAN	P (cm)	L (cm)	T (cm)	JANGKA WAKTU(BLN)	dL panjang	dL lebar	dL Tinggi	G panjang	G lebar	G tinggi
MEI '10	4	5	4,5	0	0	0	0	0	0	0
JULI '10	4	5	4,5	2	0	0	0	0	0	0
AGT'10	4	5	4,5	1	0	0	0	0	0	0
SEPT '10	4,3	6	5,2	2	0,3	1	0,7	0,15	0,5	0,35
MEI '12	10	14	16	20	5,7	8	10,8	0,29	0,4	0,54
JUNI '12	10,4	14,6	16,2	1	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2
RATA2	6,12	8,27	8,48							
stdev	3,17	4,69	5,91							

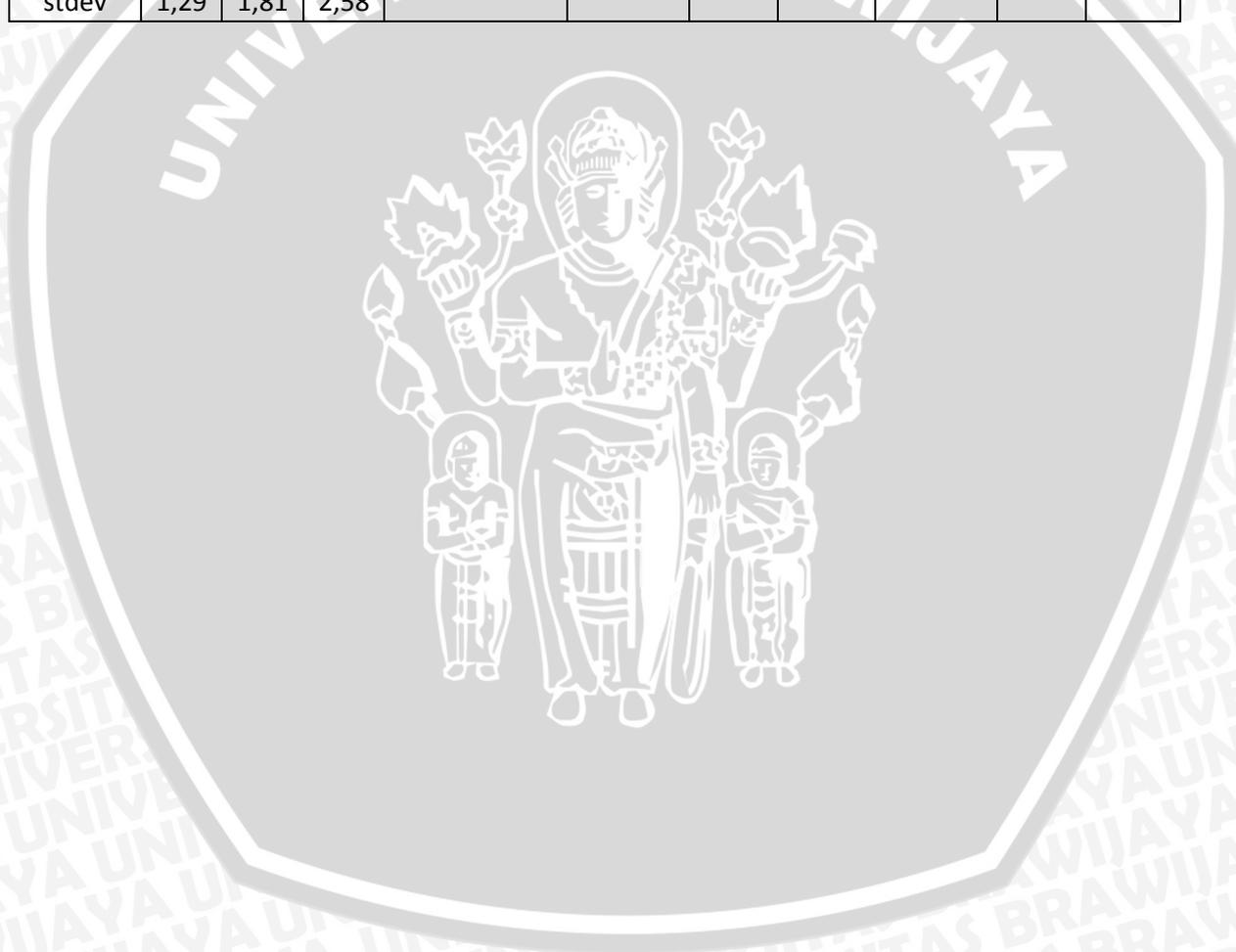
6. Data Pertumbuhan Karang *Montipora verrucosa*

PENGA-MATAN	P (cm)	L (cm)	T (cm)	JANGKA WAKTU(BLN)	dL panjang	dL lebar	dL Tinggi	G panjang	G lebar	G tinggi
MEI '10	13	16	11,5	0	0	0	0	0	0	0
JULI '10	10,2	8,3	12,2	2	-2,8	-7,7	0,7	-1,4	-3,85	0,35
AGT'10	14	18	12,3	1	3,8	9,7	0,1	3,8	9,7	0,1
SEPT '10	14,6	19,2	12,5	2	0,6	1,2	0,2	0,3	0,6	0,1
MEI '12	14,6	19,2	12,5	20	0	0	0	0	0	0
JUNI '12	13,28	16,14	12,2	1	-1,32	-3,06	-0,3	-1,32	-3,06	-0,3
RATA2	1,84	4,57	0,41							
stdev	1,65	4,09	0,37							

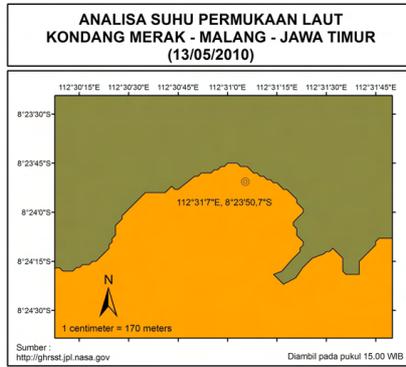


7. Data Pertumbuhan Karang *Montipora digitata*

PENGA-MATAN	P (cm)	L (cm)	T (cm)	JANGKA WAKTU(BLN)	dL panjang	dL lebar	dL Tinggi	G panjang	G lebar	G tinggi
MEI '10	7,25	7,25	7,75	0	0	0	0	0	0	0
JULI '10	7,25	7,25	7,75	2	0	0	0	0	0	0
AGT'10	4,75	3,75	2,75	1	-2,5	-3,5	-5	-2,5	-3,5	-5
SEPT '10	4,75	3,75	2,75	2	0	0	0	0	0	0
MEI '12	4,75	3,75	2,75	20	0	0	0	0	0	0
JUNI '12	4,75	3,75	2,75	1	0	0	0	0	0	0
RATA2	5,58	4,92	4,42							
stdev	1,29	1,81	2,58							



Lampiran 5. Analisa Suhu Permukaan Laut (SPL) di perairan Pantai Kondang Merak (diambil pada jam 15.00 WIB).



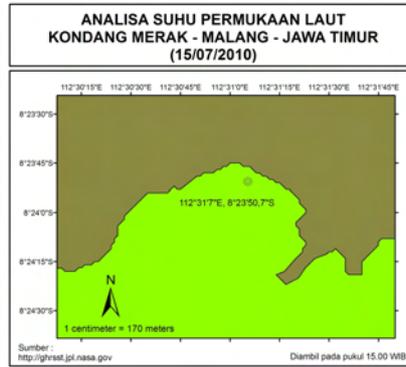
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
GIOVANNI CANDIKA  
0810860011

Legenda Derajat Celcius  
29-30

LOKASI PENELITIAN

Insert

BAKOSURTANAL



UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
GIOVANNI CANDIKA  
0810860011

Legenda Derajat Celcius  
27-28

LOKASI PENELITIAN

Insert

BAKOSURTANAL



UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
GIOVANNI CANDIKA  
0810860011

Legenda Derajat Celcius  
26-27

LOKASI PENELITIAN

Insert

BAKOSURTANAL



UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
GIOVANNI CANDIKA  
0810860011

Legenda Derajat Celcius  
26-27

LOKASI PENELITIAN

Insert

BAKOSURTANAL



UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
GIOVANNI CANDIKA  
0810860011

Legenda Derajat Celcius  
27-28

LOKASI PENELITIAN

Insert

BAKOSURTANAL



UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
GIOVANNI CANDIKA  
0810860011

Legenda Derajat Celcius  
28-29

LOKASI PENELITIAN

Insert

BAKOSURTANAL

Lampiran 6. Proses Pembuatan Rak beton



1. Pembuatan cetakan dan kerangka



2. Kerangka dimasukkan ke cetakan



4. Proses pengecoran



3. Persiapan pengecoran (membuat adonan cor)



5. Proses pelepasan cetakan



6. Proses pengeringan beton

Lampiran 7. Proses Penanaman Rak Beton



1. Rak beton dibawa menuju lokasi



2. Beton diturunkan di perairan



4. Beton dibawa menuju lokasi pemasangan



3. Beton dinaikkan ke atas pelampung agar mudah dibawa



5. Proses penyusunan rak beton



6. Proses pengikatan rak beton

Lampiran 8. Gambar Fragmen Karang Pada Awal Sampai Akhir Penelitian

1. Fragmen karang pada bulan Mei 2010



2. Fragmen karang pada bulan Juli 2010



3. Fragmen karang pada bulan Agustus 2010



4. Fragmen karang pada bulan September 2010



5. Fragmen karang pada bulan Juni 2012

