

**LAJU PERTUMBUHAN KARANG TRANSPLAN PADA KEDALAMAN YANG
BERBEDA DENGAN MENGGUNAKAN *IMAGE-J*
DI PERAIRAN SENDANG BIRU, MALANG SELATAN**

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

Oleh :

NOVITA NURMALASARI

NIM. 105080601111045



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

**LAJU PERTUMBUHAN KARANG TRANSPLAN PADA KEDALAMAN YANG
BERBEDA DENGAN MENGGUNAKAN *IMAGE-J*
DI PERAIRAN SENDANG BIRU, MALANG SELATAN**

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

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

Oleh :

NOVITA NURMALASARI

NIM. 105080601111045



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

LAJU PERTUMBUHAN KARANG TRANSPLAN PADA KEDALAMAN YANG
BERBEDA DENGAN MENGGUNAKAN *IMAGE-J*
DI PERAIRAN SENDANG BIRU, MALANG SELATAN

Oleh :
NOVITA NURMALASARI
NIM. 105080601111045

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal _____
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

Dr. Feni Iranawati, S.Pi, M.Si
NIP. 19740812 200312 2 001
Tanggal :

Ir. Aida Sartimbul, M.Sc, Ph.D
NIP. 19680901 199403 2 001
Tanggal :

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

Dwi Candra Pratiwi, S.Pi, M.Sc
NIK. 860115 08120318

Oktiyas Muzaky Luthfi, ST, M.Sc
NIP. 19791031 200801 1 007
Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP
NIP. 19630608 198703 1 003
Tanggal :

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Novita Nurmalasari

NIM : 105080601111045

Prodi : Ilmu Kelautan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya 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 dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 20 Oktober 2014

Penulis

Novita Nurmalasari

NIM. 105080601111045

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulisan laporan penelitian skripsi ini tidak dapat terlepas dari bantuan berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayahNya.
2. Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS., selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang
3. Dr. Ir. Daduk Setyohadi, M.P, selaku Ketua Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang
4. Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang
5. Ir. Aida Sartimbul, M.Sc, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Skripsi I yang memberi masukan, bimbingan dan arahan selama proses penyusunan laporan.
6. Oktiyas Muzaky Luthfi, ST, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberi arahan, semangat, dan bimbingan selama proses penelitian skripsi hingga penyusunan laporan.
7. Fery Megayanto (Papa), Ririn Rindrawati (Mama), M. Arif Rachman Indrayanto, Rahmad Kurniawan dan seluruh keluarga yang tidak bisa disebutkan satu persatu karena selalu ada untuk mendukung, memotivasi dan memberikan doa restu.
8. Dwi Guritno Angling Kusuma untuk bantuan yang tidak terhitung banyaknya dan selalu memberikan masukan, dorongan, motivasi,

semangat mulai dari proses penelitian sampai dengan penyusunan laporan selesai.

9. Si Berat Grup (Rama, Sonta, Inez, Vindi, Heri, Rey) yang selalu setia setiap saat dan selalu memberikan dukungan.
10. Para Dosen Ilmu Kelautan yang telah membimbing saya selama masa perkuliahan dengan pengetahuan dan pengalaman yang luar biasa.
11. Teman-teman MARCOPOLO (Ilmu Kelautan 2010) dan semua warga Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, baik kakak tingkat dan adik tingkat, atas bantuan, dukungan, motivasi, saran, dan pengalaman yang telah diberikan.

Malang, 20 Oktober 2014

Penulis



RINGKASAN

NOVITA NURMALASARI. Laju Pertumbuhan Karang Transplan pada Kedalaman yang Berbeda dengan Menggunakan *Image-J* di Perairan Sendang Biru, Malang Selatan (dibawah bimbingan **AIDA SARTIMBUL** dan **OKTIYAS MUZAKY LUTHFI**).

Perairan Sendang Biru terletak kurang lebih 30 km di bagian selatan kota Malang. Perairan ini dahulu dikenal sebagai perairan yang kaya terumbu karang, namun semakin lama keindahan terumbu karang tersebut semakin menurun. Hal tersebut disebabkan oleh rusaknya terumbu karang yang dikarenakan eksploitasi secara terus menerus oleh masyarakat sekitarnya sehingga makin tingginya tingkat kerusakan karang.

Kerusakan terumbu karang yang telah terjadi di beberapa stasiun pantai di Indonesia menjadi keprihatinan banyak pihak akan keberlanjutan fungsi dari ekosistem tersebut. Salah satu cara untuk mengatasi kerusakan terumbu karang adalah dengan metode transplantasi karang. Transplantasi karang yaitu suatu teknik penanaman koloni karang dengan metode fragmentasi, dimana koloni tersebut diambil dari koloni tertentu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan karang transplan selama 9 bulan, hubungan kedalaman dan pertumbuhan karang transplan, dan kesesuaian parameter lingkungan dengan pertumbuhan karang transplan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dari hasil pengolahan data *image-j*.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dari 24 karang yang ditransplan hanya 18 yang masih dapat bertahan di media transplan, 10 *life form* bercabang dan 8 *life form foliose*. Rerata pertambahan luasan karang bercabang yang paling cepat yaitu pada kedalaman pertama 56,91 cm² sedangkan karang *foliose* yang paling cepat pada kedalaman kedua 54,13 cm². Rerata pertambahan percabangan karang bercabang yang paling tinggi pada kedalaman pertama yaitu 55 cabang dan rerata pertambahan polip karang *foliose* yang paling banyak pada kedalaman yang kedua yaitu 561 polip. Parameter fisika kimia yang di dapatkan memiliki kisaran suhu 27,42 – 28,41 °C, salinitas 34,10 – 34,20 ‰, pH 8,43 – 8,5, DO 8,86 – 9,13 mg/l, kecerahan 6,27 – 6,97 meter, dan kecepatan arus 0,10 – 0,26 m/s.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah laju pertumbuhan karang selaman 9 bulan memiliki variasi pertumbuhan karang yang berbeda-beda, laju pertumbuhan karang bercabang 5,23 cm²/bulan dan karang *foliose* 4,84 cm²/bulan. Tidak didapatkan perbedaan yang nyata pada laju pertumbuhan karang di setiap kedalaman pada penelitian ini dikarenakan jumlah data yang terlalu sedikit. Kondisi lingkungan perairan di lokasi penelitian mendukung bagi pertumbuhan dan perkembangan fragmen karang yang ditransplantasikan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya laporan skripsi dengan judul “Laju Pertumbuhan Karang Transplan Pada Kedalaman yang Berbeda dengan Menggunakan *Image-Jdi* Perairan Sendang Biru, Malang Selatan” dapat terselesaikan dengan baik di waktu yang tepat.

Laporan skripsi ini membahas laju pertumbuhan karang transplan pada kedalaman yang berbeda di Perairan Sendang Biru Malang. Pada penelitian ini dilakukan transplantasi karang pada tiga kedalaman yang berbeda, pengukuran karang transplan pada bulan September 2013 - Juni 2014, dan pengukuran parameter lingkungan lokasi penelitian. Diharapkan topik penelitian ini mampu memberi informasi laju pertumbuhan karang transplan di kedalaman yang berbeda.

Tentu saja masih terdapat kekurangan dalam penulisan laporan skripsi ini, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan dapat menyempurnakan laporan ini sehingga nantinya bermanfaat bagi pembaca. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan informasi yang berguna bagi pembaca.

Malang, Oktober 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Kegunaan	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Terumbu Karang.....	4
2.2. Reproduksi Karang.....	4
2.3. Kalsifikasi Karang	6
2.4. Struktur Kerangka karang.....	7
2.5. Pertumbuhan Karang	8
2.6. Faktor-Faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan	9
2.7. <i>Life form</i> Karang	12
2.8. Transplantasi.....	15
2.9. <i>Image-J</i>	16
3. METODE PENELITIAN	20
3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian	20
3.1.1. Penentuan Lokasi Tempat Transplan	20
3.2. Bagan Penelitian	20
3.3. Alat dan Bahan.....	22
3.4. Metode Pengambilan Data	22
3.4.1. Persiapan Media Transplan.....	22
3.4.2. Peletakan Media Transplan	23
3.4.3. Proses Transplantasi Karang	24
3.4.4. Pengamatan Pertumbuhan Karang	27

3.4.5.	Pengukuran Parameter Lingkungan	29
3.5.	Metode Analisa Data	31
3.5.1.	Pengukuran Pertumbuhan Karang	31
3.5.2.	<i>Image-j</i>	31
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1.	Hasil	33
4.1.1.	Kondisi Umum Lokasi Penelitian	33
4.1.2.	Transplantasi Karang	33
4.1.3.	Pertumbuhan Karang Bercabang (Acropora dan Non-Acropora).....	39
4.1.4.	Pertumbuhan Karang Foliose	43
4.1.5.	Laju Pertumbuhan Karang Bercabang (Acropora dan Non-Acropora) ..	46
4.1.6.	Laju Pertumbuhan Karang <i>Foliose</i>	47
4.1.7.	Perbandingan Pertumbuhan Karang di Setiap Kedalaman.....	49
4.1.8.	Kondisi Fisika Kimia Perairan	51
4.2.	Pembahasan	55
4.2.1.	Perbedaan Pertumbuhan Karang pada Kedalaman yang Sama	55
4.2.2.	Perbedaan Pertumbuhan Karang pada Kedalaman yang Berbeda	57
4.2.3.	Perbedaan Kecepatan Pertumbuhan Karang	59
4.2.4.	Perbandingan Pertumbuhan Karang di Setiap Kedalaman.....	61
4.2.5.	Kesesuaian Kondisi Fisika Kimia Perairan.....	61
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1.	Kesimpulan.....	64
5.2.	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		68

DAFTAR TABEL

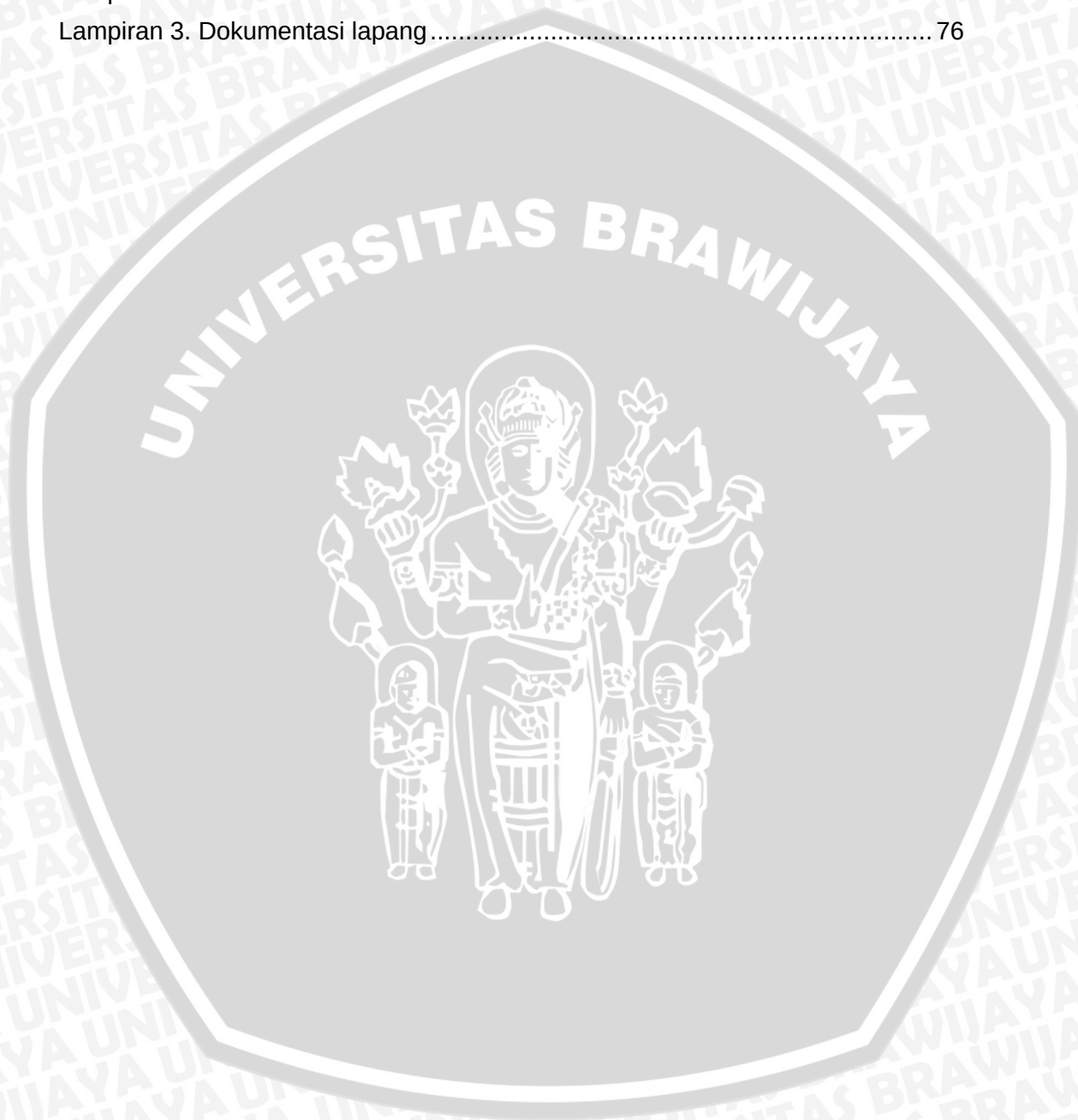
Tabel	Halaman
Tabel 1. Alat dan Bahan	22
Tabel 2. Parameter lingkungan yang diukur, satuan dan alat yang digunakan	30
Tabel 3. Data hasil seluruh transplantasi karang bulan September 2013 – Juni 2014	35
Tabel 4. Pertambahan luasan karang bercabang	40
Tabel 5. Rerata pertambahan luasan karang bercabang di setiap kedalaman	41
Tabel 6. Pertambahan percabangan karang <i>Acropora</i> dan Non- <i>Acropora</i>	41
Tabel 7. Rerata pertambahan cabang karang <i>Acropora</i> dan Non- <i>Acropora</i>	42
Tabel 8. Pertambahan luasan karang <i>foliose</i>	44
Tabel 9. Rerata pertambahan luasan karang di setiap kedalaman	44
Tabel 10. Pertambahan polip karang <i>foliose</i>	45
Tabel 11. Rerata pertambahan polip karang <i>foliose</i>	45
Tabel 12. Laju pertumbuhan karang <i>Acropora</i> dan Non- <i>Acropora</i>	46
Tabel 13. Rerata laju pertumbuhan karang di setiap kedalaman	47
Tabel 14. Laju pertumbuhan karang <i>foliose</i>	47
Tabel 15. Rerata laju pertumbuhan karang <i>foliose</i> di setiap kedalaman	48
Tabel 16. Uji normalitas	49
Tabel 17. Uji homogenitas	49
Tabel 18. Deskriptif rerata laju pertumbuhan karang	50
Tabel 19. Uji Anova	50
Tabel 20. Parameter fisika dan kimia perairan Sendang Biru Malang Selatan ...	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Reproduksi seksual karang	5
Gambar 2. Reproduksi aseksual karang	6
Gambar 3. Struktur kerangka karang	8
Gambar 4. Bentuk pertumbuhan karang.	14
Gambar 5. Tampilan utama <i>image-j</i>	16
Gambar 6. Tahap <i>open file</i>	17
Gambar 7. Pengaturan skala ukuran	18
Gambar 8. <i>Polygon selections</i>	18
Gambar 9. Hasil gambar yang telah didigitasi	19
Gambar 10. Peta lokasi penelitian	20
Gambar 11. Bagan penelitian skripsi	21
Gambar 12. Peletakan media transplan	24
Gambar 13. Media transplantasi karang terbuat dari besi ulir	26
Gambar 14. Contoh foto karang transplan	27
Gambar 15. Pengukuran pertumbuhan karang bercabang	28
Gambar 16. Pengukuran pertumbuhan karang <i>foliose</i>	29
Gambar 17. Transplantasi karang pada kerangka besi	34
Gambar 18. Dokumentasi hasil transplantasi karang pada kedalaman pertama	36
Gambar 19. Dokumentasi hasil transplantasi karang pada kedalaman kedua ...	37
Gambar 20. Dokumentasi hasil transplantasi karang pada kedalaman ketiga	38
Gambar 21. Karang transplan yang hilang	39
Gambar 22. Grafik pertumbuhan karang bercabang bulan September 2013 – Juni 2014	40
Gambar 23. Grafik pertumbuhan karang <i>foliose</i>	43
Gambar 24. Grafik perubahan suhu perairan	52
Gambar 25. Grafik perubahan salinitas	52
Gambar 26. Grafik perubahan pH	53
Gambar 27. Grafik perubahan oksigen terlarut (DO)	53
Gambar 28. Grafik perubahan kecerahan	54
Gambar 29. Grafik perubahan kecepatan arus	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Karang transplan	68
Lampiran 2. Gambar alat dan bahan	72
Lampiran 3. Dokumentasi lapang	76



1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kerusakan terumbu karang yang telah terjadi di beberapa kawasan pantai di Indonesia menjadi keprihatinan banyak pihak akan keberlanjutan fungsi dari ekosistem tersebut. Kerusakan ekosistem terumbu karang terjadi karena faktor-faktor alam, akan tetapi pencemaran mempunyai andil yang besar. Menurut Garces (1992), sumber-sumber kerusakan karang dapat dikelompokkan sebagai aktivitas ekonomi yang terdiri dari kegiatan perikanan, pembangunan di wilayah pesisir dan rekreasi serta pariwisata. Salah satu cara untuk mengatasi kerusakan terumbu karang adalah dengan metode transplantasi karang.

Tranplantasi karang yaitu suatu teknik penanaman koloni karang dengan metode fragmentasi, dimana koloni tersebut diambil dari koloni tertentu (Aziz, 2002). Kegiatan transplantasi karang merupakan salah satu usaha pengembangan populasi untuk tujuan restorasi atau pemulihan dan pembentukan terumbu karang alami dan karang-karang yang telah ditransplan selanjutnya dipindahkan di tempat yang mengalami kerusakan. Kesuksesan transplantasi karang dapat dinilai melalui laju pertumbuhan dari karang transplan tersebut.

Pengukuran pertumbuhan karang dapat diukur dengan menggunakan *software image-j*. *Software* ini digunakan untuk pengolahan gambar digital berbasis pemrograman java yang dibuat oleh Wayne Rasband dari Research Services Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA. Hasil dari penelitian Kurniawan (2011), hasil analisis partikel menggunakan *image-j* menunjukkan bahwa tingkat akurasi yang didapatkan 88% sehingga

dapat dikatakan bahwa analisis menggunakan *image-j* cukup relevan untuk digunakan sebagai media pengolahan data.

Pantai Sendang Biru adalah pantai yang terletak di Kecamatan Sumbermanjing Wetan Kabupaten Malang, tepatnya di 30 km bagian selatan Malang. Perairan Sendang Biru dahulu dikenal sebagai perairan yang kaya terumbu karang, namun semakin lama keindahan terumbu karang tersebut semakin menurun, hal tersebut disebabkan oleh rusaknya terumbu karang yang dikarenakan eksploitasi secara terus menerus oleh masyarakat sekitarnya sehingga makin tingginya tingkat kerusakan karang. Seperti kegiatan penangkapan yang tidak ramah lingkungan, dibukanya Pulau Sempu sebagai daerah wisata, serta belum dibentuknya kawasan perlindungan laut di daerah tersebut (Sukmana, 2011).

Laju pertumbuhan karang transplan sebelumnya telah dilakukan di Kepulauan Seribu oleh beberapa penelitian antara lain (Yarmanti, 2002; Prastiwi, 2011; Aziz, 2002; Haris, 2001; Yudasakti, 2010). Namun demikian penelitian sejenis belum pernah dilakukan di Perairan Sendang Biru, Malang Selatan. Hal inilah yang mendasari penelitian ini dilakukan.

1.2. Perumusan Masalah

Terumbu karang di perairan Sendang Biru dalam kondisi tertekan baik secara alamiah maupun karena faktor antropogenik (Luthfi dan Jauhari, 2013). 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. Salah satu cara agar kondisi terumbu karang tersebut berangsur membaik yaitu dengan metode transplantasi karang. Transplantasi karang telah banyak dilakukan di banyak tempat di laut Indonesia namun untuk

wilayah perairan laut Malang Selatan jarang dilakukan karena arus yang kencang. Inilah yang mendasari peneliti untuk melakukan penelitian di lokasi tersebut.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui:

1. Laju pertumbuhan karang transplan selama 9 bulan di perairan Sendang Biru
2. Hubungan antara kedalaman dan laju pertumbuhan karang transplan di perairan Sendang Biru
3. Kesesuaian parameter lingkungan dengan pertumbuhan karang transplan di perairan Sendang Biru

1.4. Kegunaan

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini nantinya diharapkan dapat menjadi salah satu data dasar rehabilitasi karang yang terdapat di Perairan Sendang Biru. Dapat pula penelitian ini sebagai salah satu literatur tambahan tentang pertumbuhan karang dan penelitian ini dapat berkelanjutan untuk terus memantau keadaan terumbu karang yang terdapat di perairan tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Terumbu Karang

Terumbu karang (coral reef) merupakan ekosistem pantai yang khas di daerah tropis dan mempunyai produktivitas primer serta keragaman biota yang tinggi. Diperkirakan produktivitas primer di ekosistem terumbu karang mencapai 3000-5000 gC/m²/tahun, sehingga menjadikannya sebagai tempat *spawning ground*, *feeding ground* dan *nursery ground* bagi berbagai biota laut (Suprihayono, 2000).

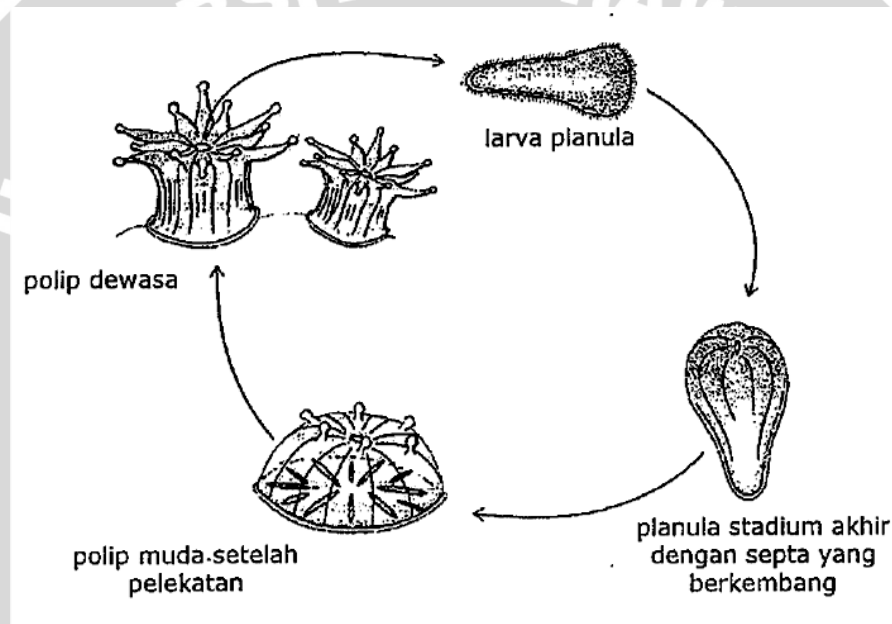
Wallace (1998), mengemukakan bahwa ekosistem terumbu karang adalah unik karena umumnya hanya terdapat di perairan tropis, sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan hidupnya terutama suhu, salinitas, sedimentasi, eutrofikasi dan memerlukan kualitas perairan alami. Demikian halnya dengan perubahan suhu lingkungan akibat pemanasan global yang melanda perairan tropis di tahun 1998 telah menyebabkan pemutihan karang (coral bleaching) yang diikuti dengan kematian massal mencapai 90-95%. Menurut Suharsono (1999), mencatat selama peristiwa pemutihan tersebut, rata-rata suhu permukaan air di perairan Indonesia adalah 2-3°C diatas suhu normal.

Luas terumbu karang Indonesia diperkirakan berkisar 85.700 km² atau sekitar 14% dari total penutupan dunia. Namun demikian, sekitar 60-70% telah mengalami kerusakan yang sangat serius dan hanya 5% saja yang masih dalam kondisi baik (Tomascik *et al.*, 1997).

2.2. Reproduksi Karang

Hewan karang bereproduksi dengan dua cara yaitu secara seksual dan aseksual. Menurut Sammarco (1996), reproduksi seksual dapat terjadi

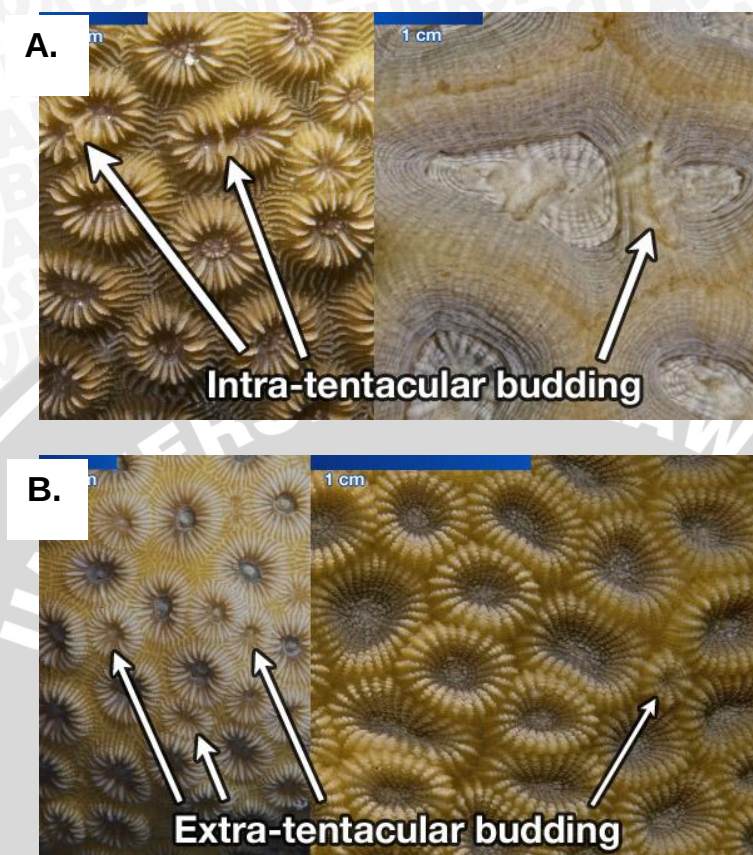
dengan dua cara yaitu *free spawners* dan *brooders*. Reproduksi seksual karang dengan cara *free spawners* ialah dimana pembuahan serta perkembangan larva terjadi di luar polip atau koloni, sedangkan untuk cara *brooders* ialah dimana pembuahan dan perkembangan larva terjadi di dalam polip. Proses pembuahan yang terjadi di dalam polip menurut Nybakken (1988), umumnya terjadi di dalam ruang gastrovaskuler induk betina, telur-telur yang telah dibuahi biasanya ditahan sampai perkembangannya mencapai stadium larva planula, selanjutnya planula akan dilepaskan ke perairan hingga menetap di suatu tempat (Gambar 1).



Gambar 1. Reproduksi seksual karang (Nybakken, 1988)

Reproduksi aseksual pada karang dilakukan dengan cara membentuk tunas yang akan menjadi individu baru pada induk dan pembentukan tunas yang terus menerus ini merupakan mekanisme untuk menambah ukuran koloni (Nybakken, 1988). Pertunasan ada dua macam yaitu pertunasan intratentakuler (Gambar 2A) dan pertunasan ekstratentakular (Gambar 2B) (Suharsono, 1984; Tomascik *et al.*, 1997). Pertunasan intratentakuler ialah pembentukan individu baru di dalam individu lama yaitu dimana mulut baru terbentuk di dalam lingkaran tentakel individu lama melalui invaginasi lempeng oral, sedangkan pertunasan

ekstratentakuler ialah pembentukan individu baru di luar individu lama yaitu dimana koralit baru tumbuh di *coenosarcs* diantara koralit dewasa.



Gambar 2. Reproduksi aseksual karang. (A) Pembelahan intratentakular; (B) Pembelahan ekstratentakular (Sumber: www.coralhub.info)

2.3. Kalsifikasi Karang

Proses kalsifikasi adalah proses mineralisasi kalikoblast epidermis. Bahan utama yang digunakan dalam proses kalsifikasi sebenarnya merupakan suatu hasil sekresi metabolisme. Pembentukan CaCO_3 tergantung kepada kecepatan pemindahan asam karbonat pada proses kalsifikasi (Suharsono, 1984).



CaCO_3 (organit kristal) inilah yang mengendap dan membentuk karang (Sya'rani, 1982).

Asam karbonat (H_2CO_3) berubah menjadi ion Hidrogen (H^+) dan Karbonat (HCO_3^-) yang cenderung berubah menjadi H_2O dan CO_2 . Semua reaksi ini terjadi di dalam tubuh karang. *Zooxanthellae* memanfaatkan hasil metabolisme dari terumbu karang yang berupa bahan-bahan organik dan respirasi (CO_2) dari terumbu karang, yang digunakan untuk proses fotosintesis. Di dalam air CHO tidak stabil dalam bentuk 2HCO_3^- , yang kemudian mengikat kalsium (Ca^{2+}) dari perairan yang akan membentuk $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ yang berada dalam keadaan stabil (Suharsono, 1984).

2.4. Struktur Kerangka karang

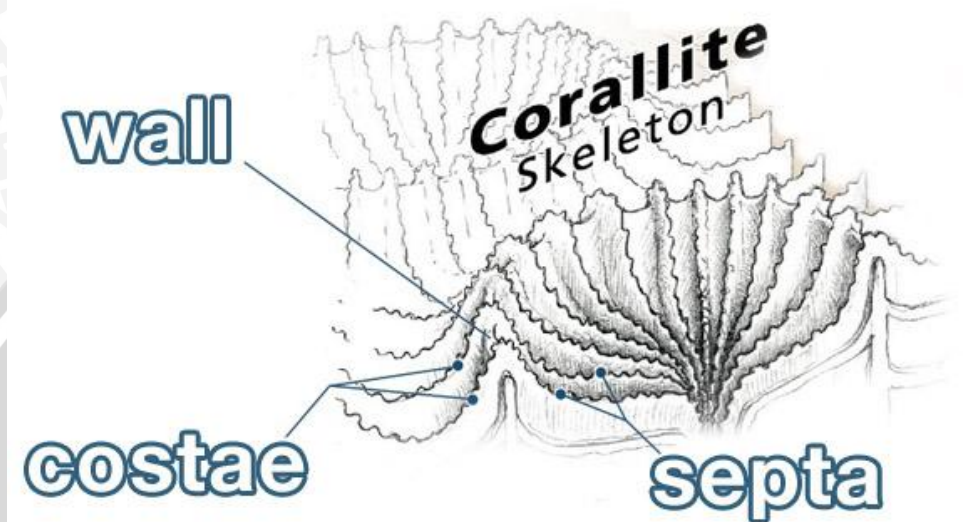
Tegaknya seluruh jaringan, polip didukung oleh kerangka kapur (CaCO_3) sebagai penyangga. Kerangka kapur ini berupa lempengan-lempengan yang tersusun secara radial dan berdiri tegak pada lempeng dasar (Suharsono, 1996).

Keseluruhan kerangka dari satu polip disebut koralit, berbentuk tabung yang mengandung lempeng vertikal, disebut septa, yang tersusun secara radial dari tengah tabung. Koralit-koralit itu dihubungkan oleh suatu lempeng horizontal yang disebut konesteum. Suatu koloni dapat terbentuk dari proses *budding* (percabangan) dari karang, intratentakular *budding*, dimana polip baru terbentuk dari membelahnya polip induk menjadi satu atau dua polip dan ekstratentakular *budding*, dimana polip baru terbentuk di luar tubuh (koralit) induk (Veron, 1986).

Septa melekat pada dinding yang disebut epiteka (Suharsono, 1996). Menurut Wood (1983), septa dibedakan atas: insert septa yaitu apabila tinggi septa lebih rendah daripada tinggi dinding polip dan eksert septa yaitu apabila tinggi septa lebih tinggi dari pada tinggi dinding polip.

Keseluruhan skeleton yang dibentuk oleh keseluruhan polip dalam satu individu atau satu koloni disebut koralum. Permukaan koralit yang terbuka

disebut kalik. Septa yang tumbuh hingga mencapai dinding luar dari koralit disebut sebagai kosta. Sedangkan struktur yang berada di dasar dan di tengah koralit yang merupakan kelanjutan dari septa disebut kolumela (Suharsono, 1996).



Gambar 3. Struktur kerangka karang(www.coralhub.info)

2.5. Pertumbuhan Karang

Kebutuhan utama untuk aktifnya pertumbuhan karang adalah cahaya. Kebutuhan akan cahaya ini tidak diragukan lagi adalah untuk kepentingan *zooxanthellae* dalam berfotosintesis. *Zooxanthellae* dapat meningkatkan laju proses mengeras menjadi kapur (kalsifikasi) yang dilakukan oleh karang dan dalam laju pertumbuhan koloni karang (Nybakken, 1982).

Kordi (2010), menyatakan bahwa laju pertumbuhan pada koloni-koloni karang dapat berbeda satu sama lainnya. Hal ini disebabkan adanya perbedaan spesies, umur, koloni dan daerah suatu terumbu karang. Koloni yang muda dan kecil cenderung tumbuh lebih cepat daripada koloni-koloni yang lebih tua. Koloni-koloni yang besar dan bercabang-cabang atau karang yang menyerupai daun cenderung untuk tumbuh lebih cepat daripada karang masif (karang otak) (Nybakken, 1988).

Karang dengan kerangka berongga memiliki pertambahan ukuran lebih cepat daripada karang yang padat. Walaupun rangka yang padat menempati ruang yang lebih sempit, namun bobotnya mungkin melebihi rangka *porous* dalam perbandingan umur. Penelitian di *Great Barrier Reef* telah menunjukkan bahwa perbedaan dapat mencapai 10 kali lebih cepat. Jenis *Acropora* merupakan salah satu jenis karang dengan pertumbuhan tercepat, dengan kecepatan tumbuh 15 cm/tahun. Sebaliknya karang masif tumbuh hanya sekitar 1,0 cm/tahun (Veron, 1993).

2.6. Faktor-Faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan

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, sedimen, kedalaman dan arus. Faktor biologi yang mempengaruhi yaitu berupa predator atau pemangsa dari hewan karang itu sendiri (Supriharyono, 2000). Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang:

1. Cahaya Matahari

Kebutuhan akan cahaya matahari merupakan hal yang sangat penting dalam pertumbuhan karang, khususnya dalam proses fotosintesis yang dilakukan oleh *zooxanthellae* (Nybakken, 1992). Dalam hal ini, *zooxanthellae* memiliki peranan yang sangat penting dalam kehidupan karang. Goreau (2000), menjelaskan bahwa *zooxanthellae* dapat meningkatkan laju proses mengeras menjadi kapur (kalsifikasi) yang dilakukan oleh karang dan dalam laju pertumbuhan koloni karang. Bagaimana cara *zooxanthellae* dapat meningkatkan laju pertumbuhan kerangka, sampai sekarang belum diketahui, akan tetapi peranan *zooxanthellae* dalam ekosistem terumbu karang, dimana kalsifikasi yang

cepat diperlukan untuk menjaga terumbu dari berbagai tenaga yang dapat merusaknya.

2. Suhu

Suhu yang dibutuhkan untuk pembentukan terumbu karang adalah sekitar 25-29°C. Oleh karena itu terumbu karang tidak ditemukan di daerah ughari (temperate) apalagi di daerah dingin. Temperatur dibawah 18°C dapat menghambat pertumbuhan karang bahkan dapat mengakibatkan kematian. Temperatur diatas 33°C dapat menyebabkan gejala pemutihan (*bleaching*), yaitu keluarnya *zooxanthellae* dari polip karang dan akibat selanjutnya dapat mematikan karang (Sorokin, 1993). Menurut Effendi (2003), suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (*latitude*), ketinggian dari permukaan laut (*altitude*), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air.

3. Salinitas

Secara fisiologis, salinitas mempengaruhi kehidupan hewan karang karena adanya tekanan osmosis pada jaringan hidup. Salinitas optimal bagi kehidupan karang berkisar 30-35 ppt. Karena itu karang jarang ditemukan hidup di daerah muara sungai besar, bercurah hujan tinggi atau perairan dengan salinitas yang tinggi (Coremap, 2008).

4. Arus

Arus diperlukan oleh karang untuk mendatangkan makanan berupa plankton. Disamping itu juga untuk membersihkan diri dari endapan-endapan dan untuk mensuplai oksigen dari laut lepas. Oleh karenanya pertumbuhan karang di tempat yang airnya selalu teraduk oleh arus dan ombak, lebih baik daripada di perairan yang tenang dan terlindung (Nontji, 1993).

Arus juga bermanfaat untuk pemindahan nutrien, larva dan sedimen. Arus juga berguna untuk menghalau dan membersihkan sampah. Selain itu kecepatan air dan turbulensi juga memiliki pengaruh kuat terhadap morfologi umum dan komposisi taksonomi dari ekosistem terumbu karang (Tomascik *et al.*, 1997).

5. Gelombang

Rachmawati (2001), menyatakan bahwa gelombang yang cukup kuat akan menghalangi pengendapan sedimen pada koloni karang. Struktur terumbu karang yang masif, cukup kuat menahan gelombang yang besar. Pada daerah yang terkena gelombang yang cukup kuat, bagian ujung sebelah luar terumbu akan membentuk karang masif atau bentuk bercabang dengan cabang yang sangat tebal dan ujung yang datar. Sebaliknya pada perairan yang lebih tenang, akan terbentuk koloni yang berbentuk memanjang dan bercabang dengan cabang yang lebih ramping.

6. 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).

Laju sedimentasi digolongkan kedalam tiga kategori, yaitu kecil, bila laju kurang dari 10 mg/cm²/hari, memberikan dampak dalam penurunan regenerasi, kelimpahan, dan keragaman spesies. Termasuk kedalam kategori sedang bila laju sedimentasi 10 – 50 mg/cm²/hari, dapat dianggap berbahaya karena terjadi proses destruktif secara besar-besaran. Bila laju telah melebihi 50

mg/cm²/hari dapat menimbulkan kematian komunitas karang dan kerusakan terumbu karang (Rachmawati, 2001).

7. Kedalaman

Kedalaman air juga diketahui mempengaruhi pertumbuhan karang. Pengaruh kedalaman biasanya berhubungan dengan faktor lingkungan lainnya, seperti penetrasi cahaya, pergerakan air, suhu dan salinitas. Pertumbuhan optimum karang pada umumnya terjadi pada kedalaman di bawah permukaan karena terkait dengan cahaya. Semakin dalam laju pertumbuhan karang semakin turun. Secara umum kedalaman yang masih layak untuk pertumbuhan karang adalah berkisar antara 10-15 meter. Terumbu karang tidak berkembang di perairan yang lebih dalam dari 50-70 meter (Suprihayono, 2000).

8. pH (Derajat Keasaman)

Menurut Tomascik *et al.* (1997), derajat keasaman 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.

9. DO (Oksigen Terlarut)

Oksigen terlarut merupakan salah satu unsur kimia penunjang utama kehidupan. Dalam air laut oksigen dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk proses respirasi dan menguraikan zat organik oleh mikroorganisme (Harvey, 1976).

2.7. Life form Karang

Pembentukan terumbu karang merupakan proses yang lama dan kompleks. Berkaitan dengan pembentukan terumbu karang terbagi atas dua kelompok yaitu karang yang membentuk terumbu (karang hermatipik) dan karang yang tidak dapat membentuk terumbu (karang ahermatipik). Kelompok pertama

dalam prosesnya bersimbiosis dengan *zooxanthella* dan membutuhkan sinar matahari untuk membentuk bangunan kapur yang kemudian dikenal *reef building corals*, sedangkan kelompok kedua tidak dapat membentuk bangunan kapur sehingga dikenal dengan *non-reef building corals* yang secara normal hidupnya tidak tergantung pada sinar matahari (Veron, 1986).

Berdasarkan bentuk pertumbuhannya (*life form*), karang batu dapat dibagi atas karang *Acropora* dan karang non-*Acropora* (English et al., 1994). Bentuk pertumbuhan karang *Acropora* terdiri atas :

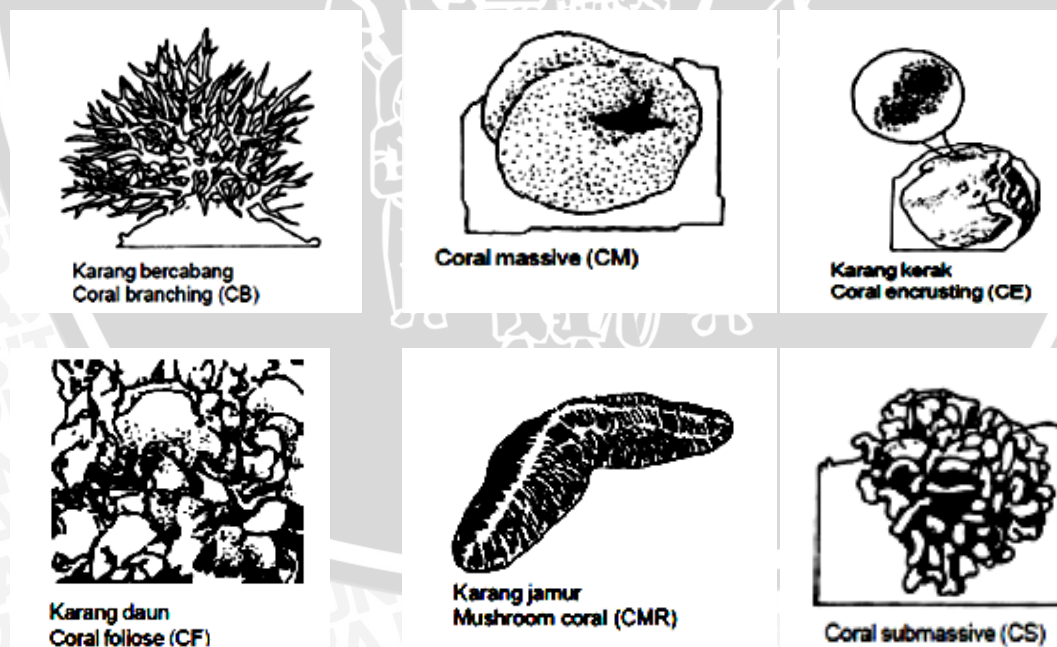
1. *Acropora Branching* (ACB) : merupakan jenis bercabang, paling sedikit mempunyai percabangan ke-2, misalnya *Acropora grandis*, *Acropora formosa*.
2. *Acropora Encrusting* (ACE) : berbentuk pipih / merayap, biasanya lapisan dasarnya (piringannya) dari bentuk-bentuk *Acropora* yang belum dewasa, misalnya *Acropora palifera*, *Acropora cuneata*, *Montipora*.
3. *Acropora Submassive* (ACS) : memiliki cabang pendek dan gemuk, bulat panjang dengan penampakan seperti tombol atau pejal padat terdapat tonjolan, misalnya *Acropora palifera*.
4. *Acropora Digitate* (ACD) : berbentuk menjari dengan dua percabangan seperti jari tangan, tipe ini termasuk *Acropora humilis*, *Acropora digitifera*, *Acropora gemmifera*.
5. *Acropora Tabulate* (ACT) : berbentuk seperti meja atau berupa lempengan datar horizontal, tampak seperti meja, misalnya *Acropora hyacinthus*.

Karang non-*Acropora* terdiri atas :

1. *Coral branching* (CB) : bentuknya bercabang menyerupai ranting pohon. Karang ini memiliki cabang dengan ukuran cabang lebih panjang

dibandingkan dengan ketebalan atau diameter yang dimilikinya, misalnya *Seriatopora hystrix*.

2. *Coral massive* (CM) : bentuknya seperti batu besar / tempurung / gundukan tanah yang padat. Umumnya berbentuk bulat dengan permukaan yang halus, misalnya *Platygyra daedalea*.
3. *Coral encrusting* (CE) : memiliki bentuk yang merayap, hampir seluruh bagian menempel dan menutupi substrat. Karang ini memiliki permukaan yang kasar dan keras serta berlubang - lubang kecil. Contohnya yaitu *Porites vaughani*, *Montipora undata*.
4. *Coral foliose* (CF) : memiliki bentuk lembaran-lembaran yang menonjol pada dasar terumbu, berukuran, kecil dan membentuk lipatan atau melingkar, terutama pada lereng terumbu dan daerah-daerah yang terlindung. Bersifat memberikan perlindungan bagi ikan dan hewan lain. Contohnya yaitu *Leptoseris yabei*.



Gambar 4. Bentuk pertumbuhan karang (English et al., 1994).

2.8. Transplantasi

Transplantasi karang adalah penanaman dan penumbuhan koloni karang dengan cara memperbanyak diri dengan fragmentasi (Soedharma dan Arafat, 2007). Kegiatan transplantasi karang merupakan salah satu usaha pengembangan populasi berbasis alam di habitat alami atau habitat buatan yang dapat dipanen secara berkelanjutan.

Harriott dan Fisk (1988), menyatakan bahwa transplantasi karang dinyatakan sukses apabila tingkat ketahanan hidup yang terjadi pada banyak kasus berkisar antara 50-100 %, dimana karang ditransplantasikan pada habitat yang sama atau serupa dengan habitat awalnya. Tingkat kelangsungan hidup karang yang ditransplantasikan pada habitat yang berbeda akan dipengaruhi oleh kemampuan karang tersebut untuk beradaptasi pada lingkungannya yang baru.

Transplantasi karang telah dipelajari dan dikembangkan sebagai suatu teknologi dalam pengelolaan ekosistem terumbu karang terutama pada daerah-daerah yang bernilai ekonomi tinggi (Harriot and Fisk, 1988). Menurut Maragos (1974), karang harus dikoleksi dari habitat yang serupa dengan tempat dimana karang tersebut akan ditransplantasikan, terutama dalam hal pengaruh tingkat pergerakan air, kedalaman serta kekeruhan. Karang dari daerah tubir (*reef slope*) yang dangkal, jernih dan bergelombang tidak akan tumbuh baik pada perairan yang keruh dan tenang.

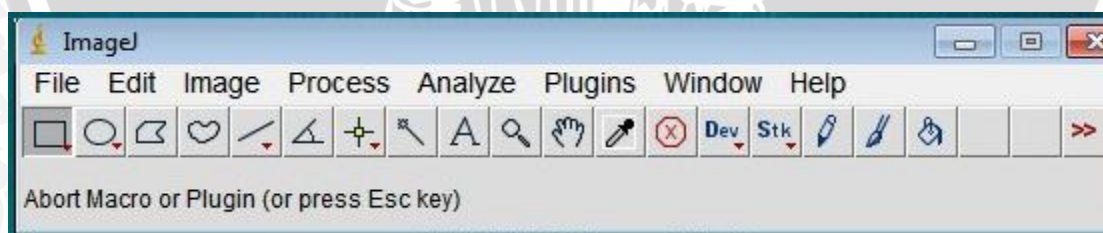
Manfaat dari transplantasi karang itu sendiri menurut (Soedharma *et al.* 2007) adalah :

1. Mempercepat regenerasi terumbu karang yang telah rusak.
2. Rehabilitasi lahan-lahan kosong atau yang rusak.
3. Menciptakan komunitas baru dengan memasukkan spesies baru kedalam ekosistem terumbu karang di daerah tertentu.

4. Konservasi plasma nutfah, disebut juga konservasi dari sumber keanekaragaman hayati.
5. Pengembangan populasi karang yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan langka.
6. Menambah karang dewasa kedalam populasi sehingga produksi larva di ekosistem karang yang rusak tersebut dapat ditingkatkan.
7. Keperluan perdagangan.

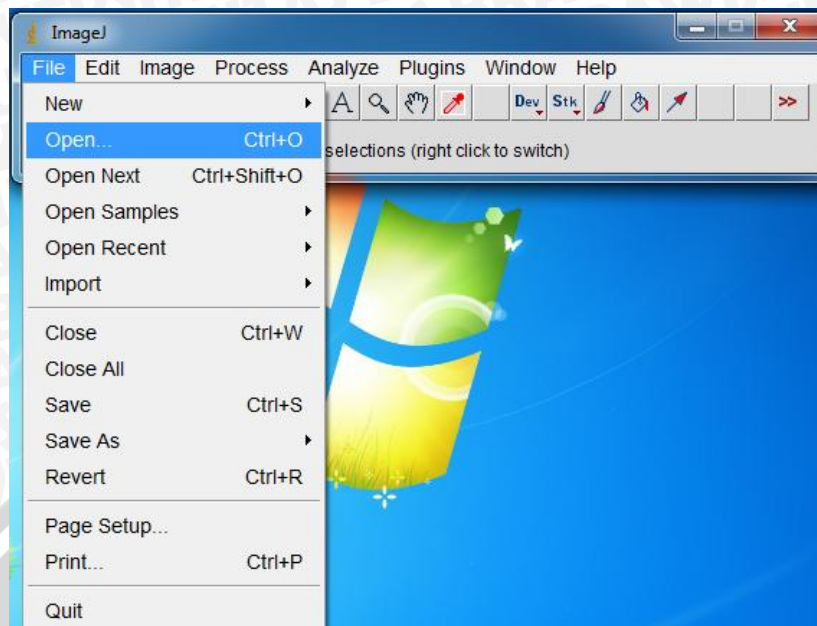
2.9. Image-J

Image-j adalah *software* untuk pengolahan gambar digital berbasis pemrograman java yang dibuat oleh Wayne Rasband dari Research Services Branch, National Institute of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA. *Software* ini salah satu peralatan analisa ambar kualitatif yang handal dan sangat berguna untuk dunia riset (Kurniawan, 2011). *Image-j* dapat membantu mengukur pertumbuhan karang dengan menggunakan skala yang terdapat pada gambar. Gambar 5 menunjukkan tampilan dari *Image-j*. Adapun metode pengolahan data menggunakan *image-j* yaitu:



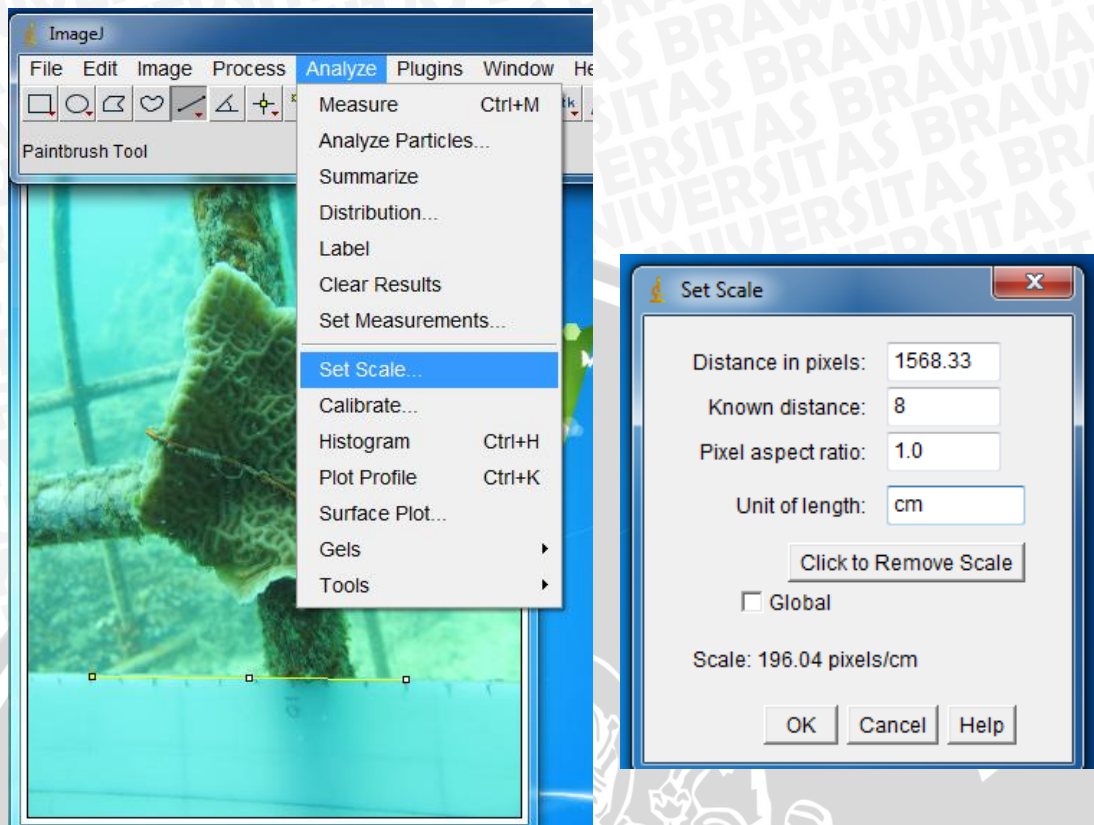
Gambar 5. Tampilan utama *image-j*

Kemudian klik *open* untuk membuka file gambar yang akan diukur (Gambar 6).



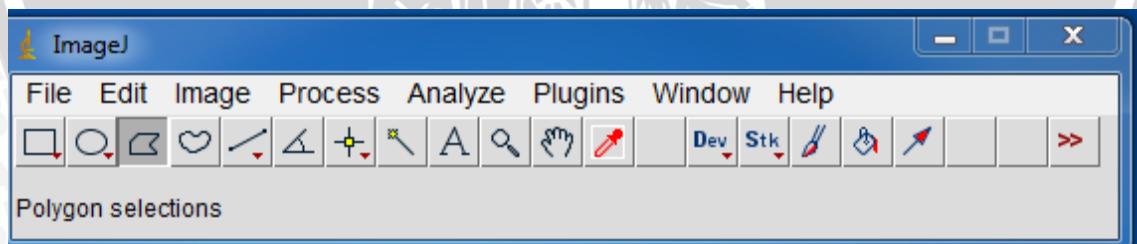
Gambar 6. Tahap *open file*

Tahap selanjutnya adalah mengatur skala pada gambar terhadap *software image-j*. Pada contoh ini proses skala acuan dilakukan terhadap penggaris, ketelitian ditentukan dengan menyesuaikan panjang karang yang terdapat pada foto. Caranya adalah membuat garis lurus terhadap gambar, kemudian klik *Analyze; Set Scale*. Pada *windows set scale* masukkan panjang garis yang telah ditentukan sesuai dengan panjang objek yang terdapat pada foto (Gambar 7).



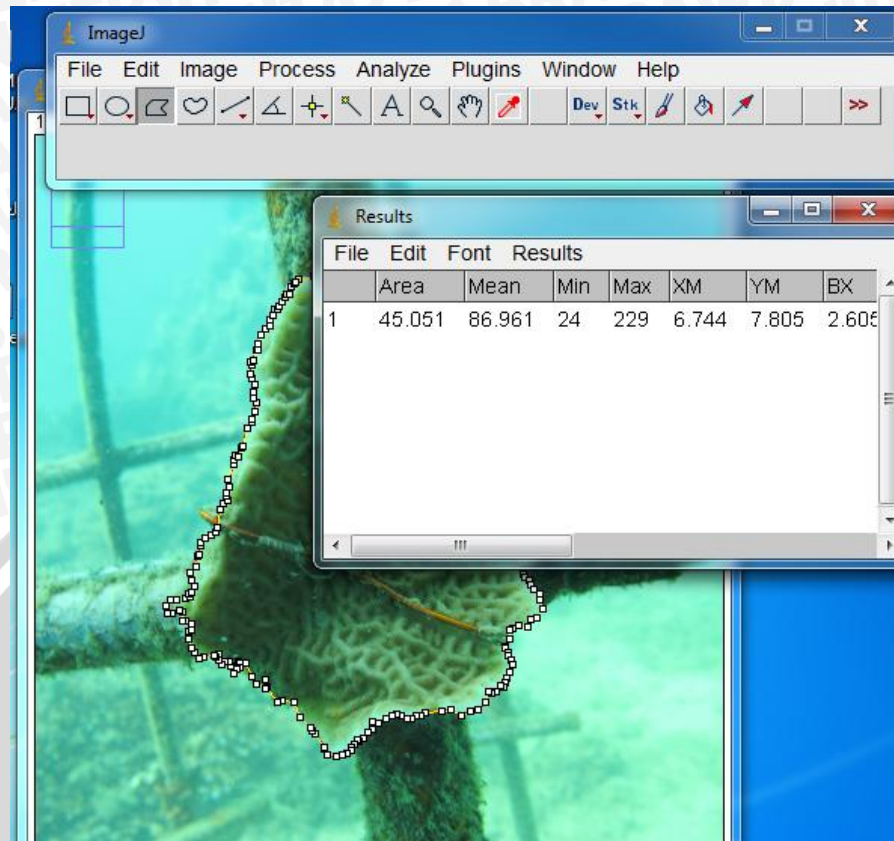
Gambar 7. Pengaturan skala ukuran

Setelah mengukur skala kemudian mendigitasi gambar dengan *polygon selections* untuk diketahui pertumbuhan karang transplan(Gambar 8).



Gambar 8. *Polygon selections*

Selesai mendigitasi gambar lalu tekan Ctrl+D kemudian akan keluar garis hasil digitasi dan tekan Ctrl+M maka akan keluar hasil pengukuran dari foto berupa Excel, setelah itu save as dengan nama yang diinginkan. Hasil foto yang telah didigitasi juga di save as dengan nama yang berbeda dari yang sebelumnya(Gambar 9).



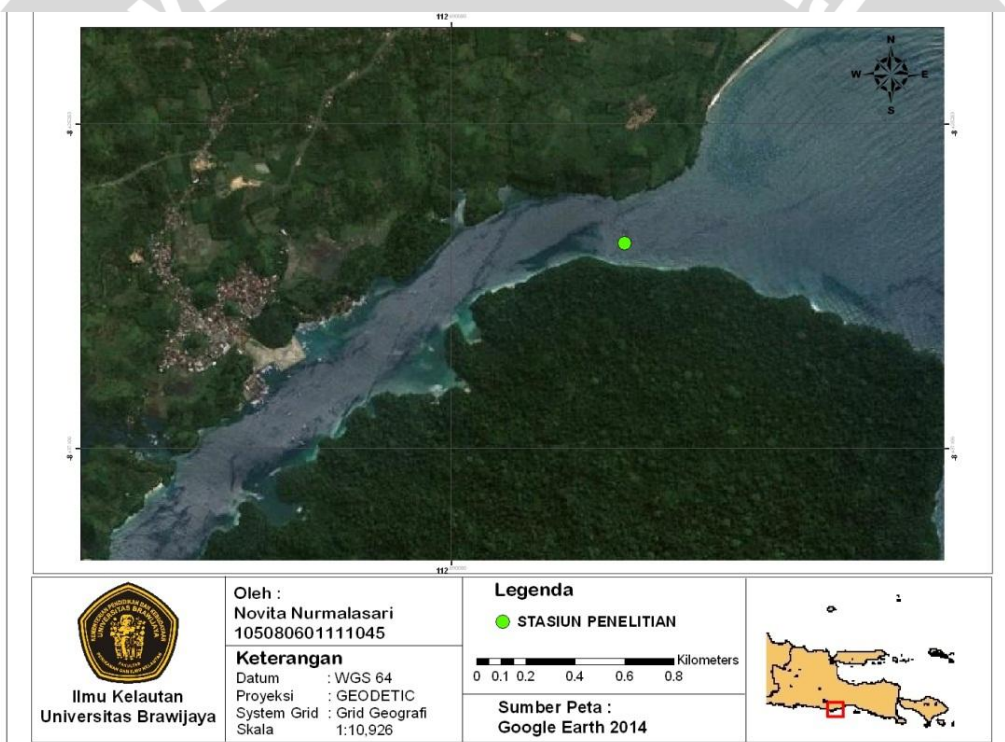
Gambar 9. Hasil gambar yang telah didigitasi

3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

3.1.1. Penentuan Lokasi Tempat Transplan

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan September 2013 – Juni 2014 di perairan Sendang Biru, Malang Selatan. Stasiun Watumejo 1 dengan koordinat $08^{\circ}25'45.4''$ LS - $112^{\circ}42'07.2''$ BT dipilih sebagai lokasi penelitian karena letaknya yang agak jauh dari aktivitas masyarakat setempat maupun wisatawan sehingga penelitian yang dilakukan tidak terganggu.

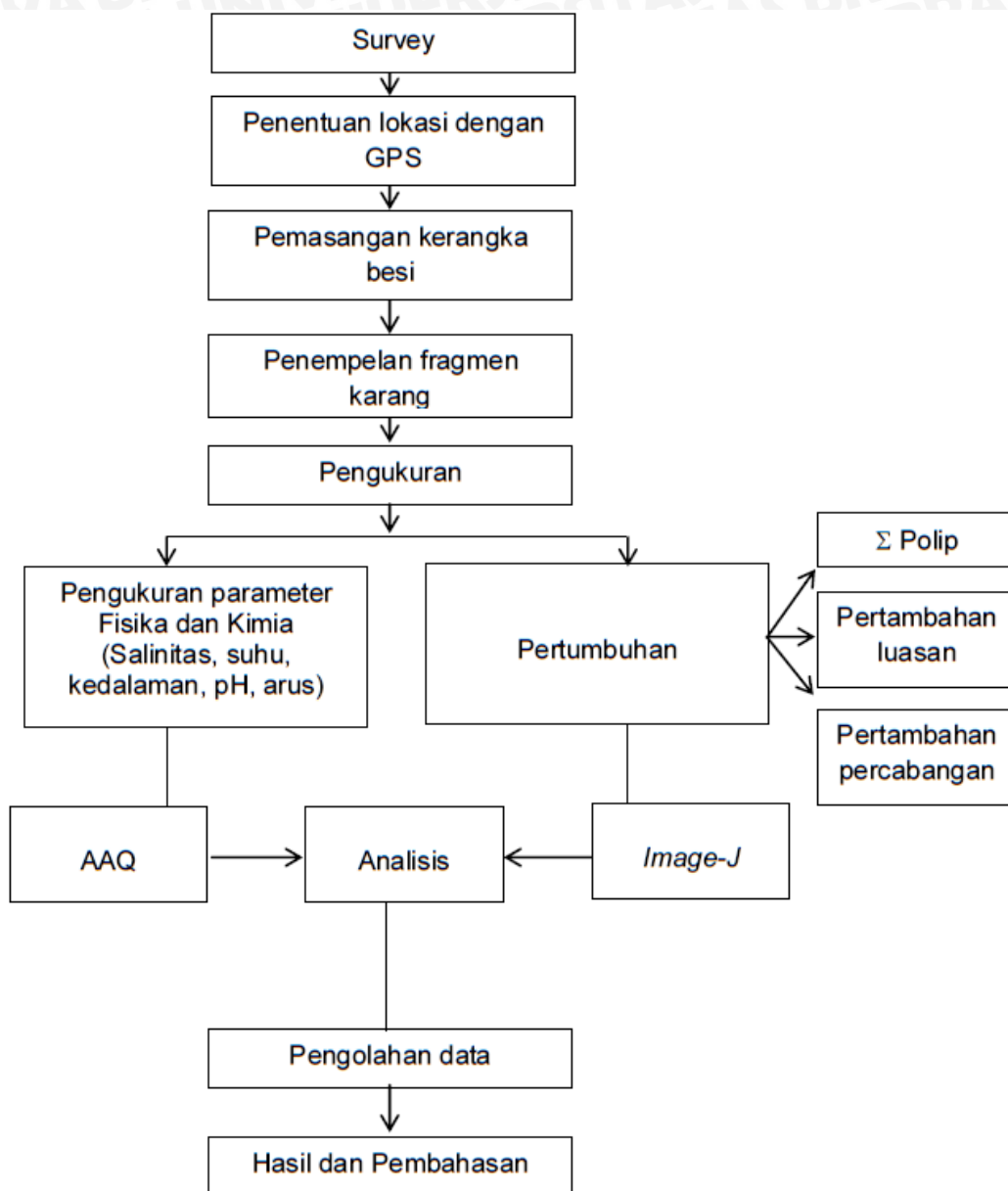


Gambar 10. Peta lokasi penelitian

3.2. Bagan Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan meliputi survey lapang untuk mengetahui kondisi umum dari lokasi penelitian. Kegiatan survey yaitu pengamatan lokasi terumbu karang, kondisi perairan dan lokasi tempat penanaman karang. Setelah melakukan kegiatan survey kemudian dilakukan

kegiatan penelitian seperti pada Gambar 11 dan data yang didapat kemudian dianalisa menggunakan uji anova.



Gambar 11. Bagan penelitian skripsi

3.3. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Keterangan
1	Scuba set	AMSCUD	Peralatan menyelam
2	Kerangka besi	19mm	Sebagai media transplantasi
3	<i>Aqua Quality</i>	AAQ 1183 (Alec, Japan)	Mengukur salinitas, suhu, DO, kedalaman, pH
4	Kamera <i>Underwater</i>	Canon G12	Dokumentasi bawah air
5	Sabak	Acrilyc	Mencatat data lapang
6	Peralatan Tulis	Sinar Dunia	Mencatat data
7	Sechi disk	Stainless steel	Mengukur kecerahan lokasi penelitian
8	GPS	Garmin	Mengetahui titik koordinat lokasi penelitian
9	Tali tampar	20m	Membantu menurunkan media ke dalam laut
10	Perahu nelayan	Kayu	Membawa peneliti menuju lokasi penelitian
11	Tang potong	Besi	Memfragmentasi karang
12	Penggaris	Plastik	Mengukur pertumbuhan karang
13	Buku identifikasi karang	Coral finder 2.0	Mengidentifikasi karang
14	<i>Current meter</i>	<i>Flowatch</i>	Mengukur arus

3.4. Metode Pengambilan Data

3.4.1. Persiapan Media Transplan

Persiapan media transplan dalam melakukan penelitian, media terbuat dari kerangka besi ulir setebal 19 mm berbentuk kubah dengan diameter 1,8 meter dan tinggi 2 meter. Ujung-ujung kaki media dibuat lancip agar mudah

ketika dipasangkan di dalam laut. Besi dipilih sebagai media karena agar kuat menahan arus pantai selatan yang kencang.

3.4.2. Peletakan Media Transplan

Peletakan media transplantasi dilakukan pada tanggal 17 September 2013 di perairan Sendang Biru. Setelah melakukan survey pada 6 stasiun yang terdapat pada perairan Sendang Biru, stasiun Watumejo 1 yang dipilih sebagai lokasi tempat transplantasi. Lokasi ini dipilih karena jauh dari aktivitas manusia dan pariwisata Sendang Biru.

Kerangka besi dibawa menggunakan perahu nelayan menuju lokasi penelitian. Peletakkan dibantu oleh teman-teman, dosen kelautan dan nelayan setempat dengan menggunakan tali tampar sepanjang 20 meter yang diikatkan pada kaki kerangka besi. Tali tampar digunakan untuk menguatkan pijakan kaki-kaki dari media transplan di dalam air agar tidak bergeser dari posisi awal. Kerangka besi dari atas perahu diturunkan ke laut dan 3 orang penyelam telah siap untuk membantu peletakkan kerangka besi di dasar laut di kedalaman kurang lebih 5 – 7 meter.

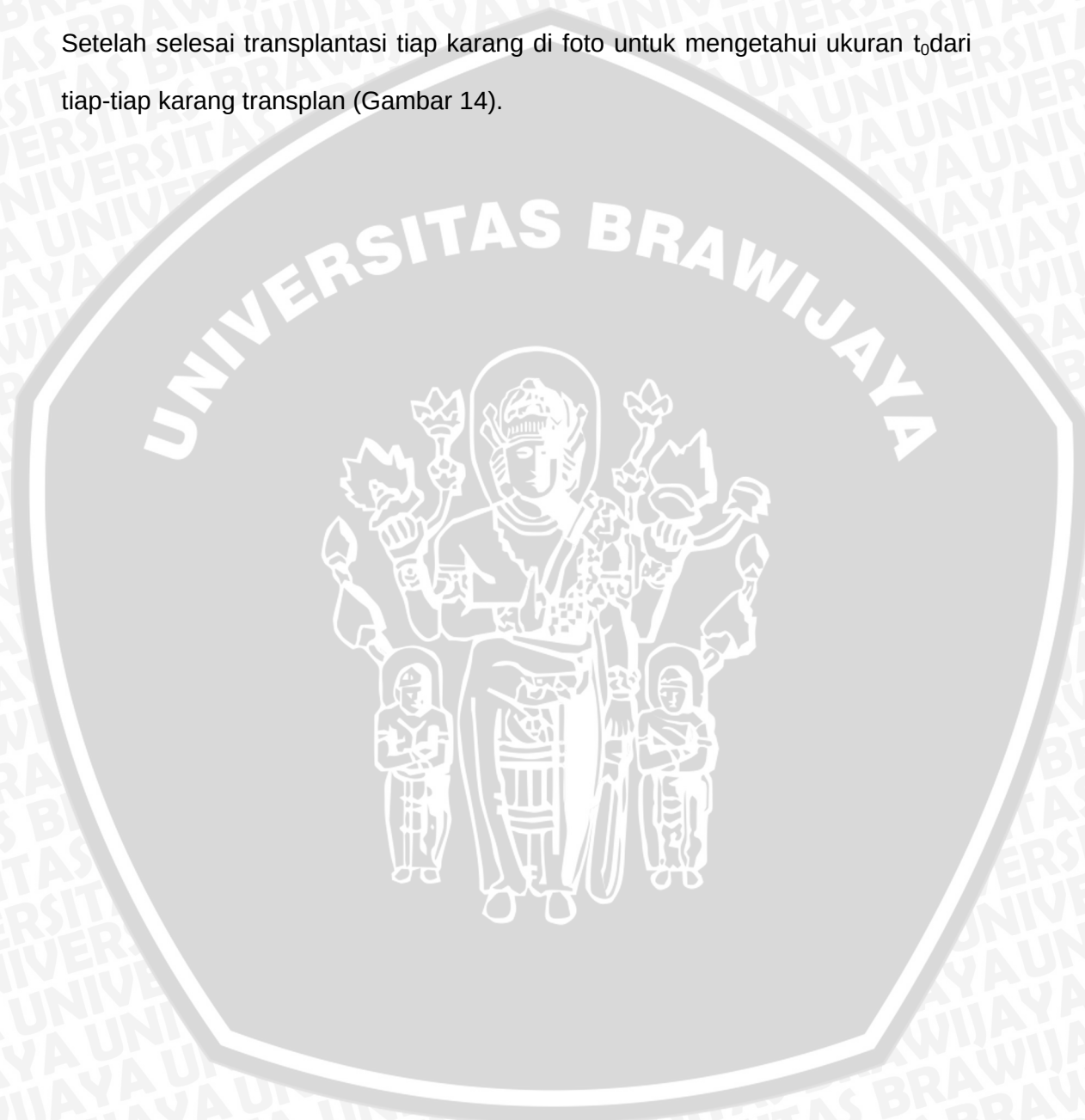


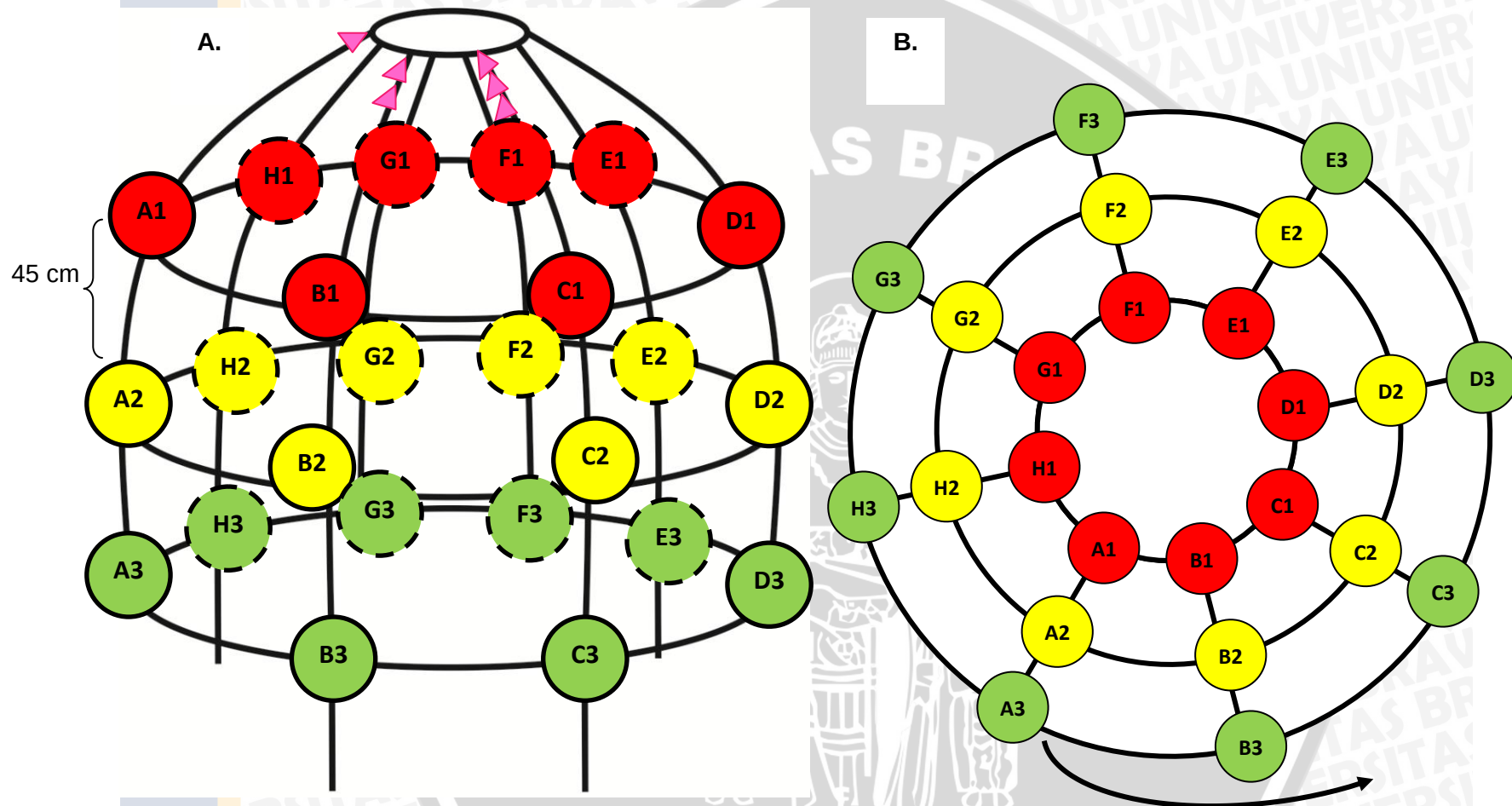
Gambar 12. Peletakan media transplant (a) penurunan kerangka besi; (b) peletakan media di dalam laut

3.4.3. Proses Transplantasi Karang

Proses transplantasi karang dilakukan setelah media kerangka besi diletakkan di dalam laut. Setelah itu mencari indukan karang yang berada disekitar lokasi penelitian. Fragmen karang diikat dengan menggunakan kawat di tiap sudut-sudut kerangka dengan total 24 indukan karang, kemudian diberi tanda 1, 2 dan 3 dengan menggunakan kabel tis di bagian atas kerangka

(Gambar 13). Pemberian tanda dengan menggunakan kabel tis tersebut kemudian menjadi kode A, B, C sampai H sesuai dengan kaki-kaki pada kerangka besi yang berjumlah 8. Untuk kedalaman diberi tanda 1 untuk kedalaman pertama, 2 untuk kedalaman kedua dan 3 untuk kedalaman ketiga. Setelah selesai transplantasi tiap karang di foto untuk mengetahui ukuran t_0 dari tiap-tiap karang transplan (Gambar 14).





Gambar 13. Media transplantasi karang terbuat dari besi ulir. (A) tampak samping; (B) tampak atas; panah untuk urutan pengukuran



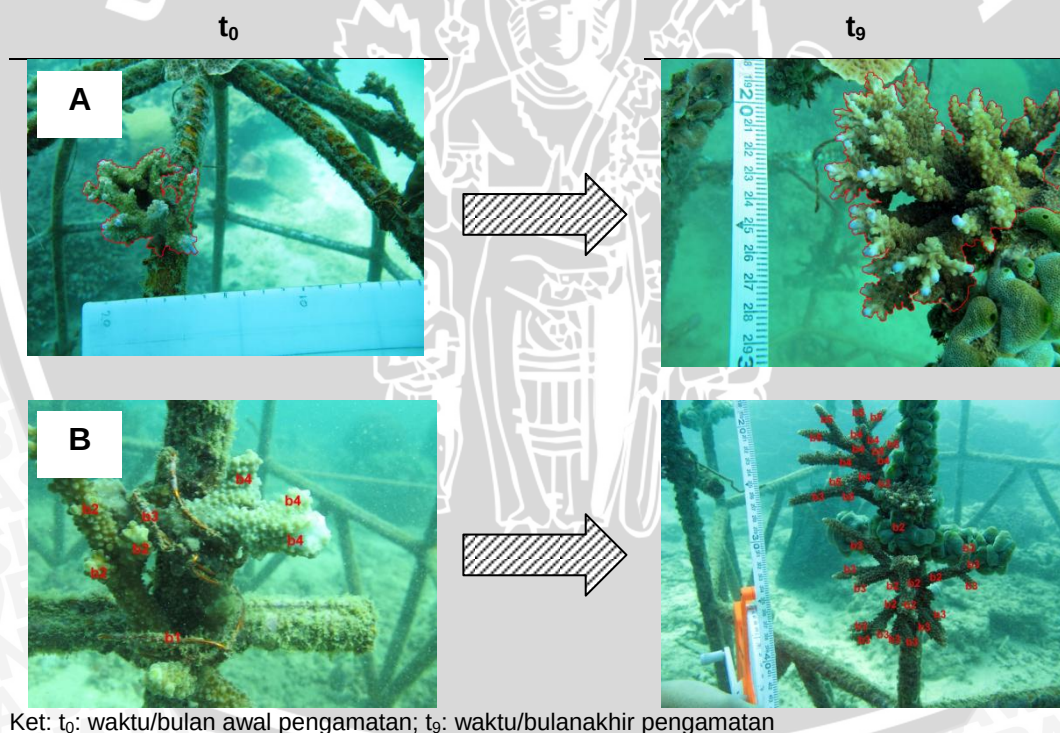
Gambar 14. Contoh foto karang transplan

3.4.4. Pengamatan Pertumbuhan Karang

Pengamatan pertumbuhan karang dilakukan pada awal dan akhir penelitian yang berjarak 9 bulan. Variabel pertumbuhan karang yang diukur adalah pertumbuhan luas area, jumlah polip dan jumlah percabangan karang transplan. Pengukuran pertumbuhan karang dilakukan dengan mengambil gambar karang transplan satu-persatu. Gambar diambil dengan cara meletakkan ukuran skala pembanding (penggaris dengan ketelitian 1 cm) di samping karang transplan. Penggaris digunakan sebagai skala pengukuran yang nantinya akan menjadi pembanding saat gambar diolah menggunakan *image-j*. Jarak pengambilan gambar antara karang transplan dan kamera *underwater* kurang lebih 20 cm agar karang transplan nampak secara keseluruhan. Sudut pengambilan gambar diupayakan sama setiap kali melakukan pengambilan data (monitoring).

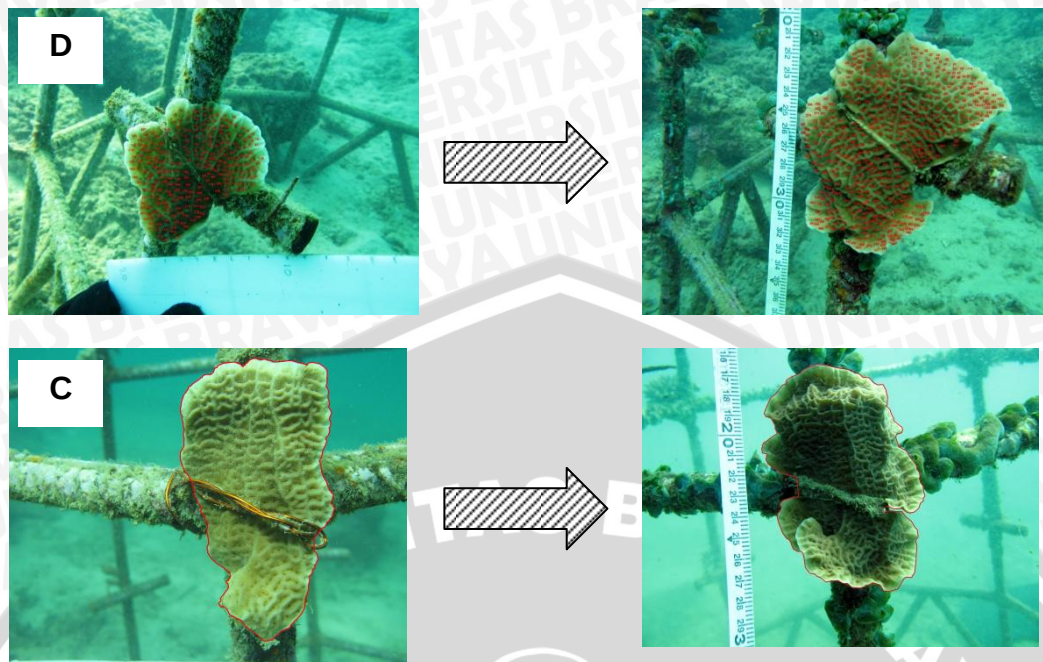
Monitoring dilakukan dua kali yaitu pada awal penanaman bulan September 2013 (t_0) dan bulan Juni 2014 (t_9). Kegiatan monitoring yang dilakukan pada bulan Juni 2014 (t_9) yaitu mengambil gambar karang transplan seperti yang dilakukan pada saat awal penanaman di bulan September 2013 (t_0) untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan karang transplan selama 9 bulan.

Pengukuran pertumbuhan karang bercabang dilakukan dengan menghitung perubahan luasan dan perubahan jumlah percabangan. Sedangkan pada karang *foliose* pengukuran pertumbuhan karang dilakukan dengan menghitung perubahan luasan dan jumlah polip karang. Contoh pengukuran karang bercabang dapat dilihat pada Gambar 15 dan pengukuran karang *foliose* pada Gambar 16.



Ket: t_0 : waktu/bulan awal pengamatan; t_9 : waktu/bulanakhir pengamatan

Gambar 15. Pengukuran pertumbuhan karang bercabang A. Pengukuran perluasan karang bercabang; B. Pengukuran percabangan



Ket: t_0 : waktu/bulan awal pengamatan; t_1 : waktu/bulan akhir pengamatan

Gambar 16. Pengukuran pertumbuhan karang *foliose* A. Pengukuran perluasan karang *foliose*; B. Pengukuran polip karang *foliose*

3.4.5. Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan secara *in situ* menggunakan *Aqua quality* (AAQ) dengan parameter yang diukur meliputi suhu, DO, salinitas dan pH. Kemudian arus menggunakan *current* meter dan kecerahan menggunakan sechi disk. Proses pengambilan data dengan menggunakan AAQ dilakukan dengan cara menyiapkan instrumen AAQ 1183 setelah itu melakukan kalibrasi terhadap sensor-sensor yang terdapat pada AAQ 1183 dan mempersiapkan alat dan bahan pendukung pengoprasian instrumen seperti laptop dengan *operating system* Windows XP, *aquades* dan tisu pembersih sensor.

Pengambilan data dilakukan diatas kapal saat tiba dilokasi penelitian, kemudian penutup sensor pada instrumen dibuka, lalu dihubungkan instrumen dengan laptop yang berisi aplikasi instrumen yang sebelumnya telah diinstal ke dalam laptop, kemudian sensor instrumen diuji ke dalam aquades untuk

memastikan bahwa sensor siap, setelah itu instrumen siap digunakan. Data diambil dengan cara memasukan instrumen ke dalam air laut, secara otomatis data-data lingkungan di stasiun tersebut akan tersimpan dalam aplikasi pada laptop.

Pengukuran kecepatan arus yaitu dengan memasukan baling-baling yang terdapat pada *current meter* ke dalam air, kemudian kecepatan arus yang diukur akan tampak pada *display*. Data kecepatan arus yang muncul pada *display* kemudian diolah dengan menggunakan *Microsoft Office Excel 2010*.

Pengukuran kecerahan perairan dengan cara merata-ratakan kedalaman saatkeping secchi pertama kali menghilang saat diturunkan (d1) dan kedalaman saatpertama kali keping secchi terlihat saat keping secchi dinaikkan (d2) kemudiandibagi dengan kedalaman perairan dan dikalikan 100 persen. Pengukuran kedalamanlokasi transplantasi karang dengan melihat *depth gauge* yang terdapat pada peralatanSCUBA.

Alat-alat yang digunakan dan pamareter yang diukur pada penelitian ini dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Parameter lingkungan yang diukur, satuan dan alat yang digunakan

Parameter	Satuan	Alat yang Digunakan
Suhu	°C	AAQ
Salinitas	‰	AAQ
Kecepatan arus	m/s	Current meter
pH	-	AAQ
Kecerahan	meter	Sechi disk
DO	mg/l	AAQ

3.5. Metode Analisa Data

3.5.1. Pengukuran Pertumbuhan Karang

Untuk menghitung pencapaian pertumbuhan karang yang ditransplantasikan dari data hasil pengukuran dilakukan dengan menggunakan rumus (Ricker 1975) :

$$\beta = Lt - Lo \dots\dots\dots (Rumus 1)$$

dimana :

β = Pertambahan panjang / tinggi fragmen karang yang ditransplantasikan

Lt = Rata-rata panjang / tinggi fragmen karang setelah bulan ke-t

Lo = Rata-rata panjang / tinggi fragmen karang pada bulan ke-0

Laju pertumbuhan karang yang ditransplantasikan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Ricker 1975) :

$$\alpha = \frac{(Lt+1) - Lt}{(ti+1) - ti} \dots\dots\dots (Rumus 2)$$

dimana :

α = Laju pertumbuhan panjang atau lebar fragmen karang transplantasi

$Lt+1$ = Rata-rata panjang atau tinggi fragmen pada waktu ke-t+1

Lt = Rata-rata panjang atau tinggi fragmen pada waktu ke-i

$ti+1$ = Waktu pengamatan ke -i +1

ti = Waktu pengamatan ke-t

3.5.2. Image-j

Pertumbuhan luasan karang yang ditransplan, pertambahan percabangan dan polip dianalisa menggunakan *software image-j*. Sistem penganalisaannya menggunakan foto karang yang didigitasi di sekitar tepian karang sehingga akan menghasilkan nilai panjang, lebar, dan luasan karang

secara otomatis. Satuan dari *image-j* telah dikalibrasi ke dalam centimeter (cm).

Data pengukuran secara manual atau langsung diolah menggunakan *Microsoft Office Excel 2010*.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Pantai Sendang Biru terletak di Kecamatan Sumbermanjing Wetan memiliki garis pantai terpanjang 85,92 km di Kabupaten Malang. Secara geografis terletak diantara 8°26'28.18"LS dan 112°40'58.33"BT (Hardono, 2014). Perairan Sendang Biru terhubung langsung dengan Samudera Hindia, sehingga secara fisika-kimia perairan masih terpengaruhi dari Samudera Hindia dan juga berbatasan dengan Pulau Sempu. Pulau yang merupakan daerah cagar alam dengan luas 980 ha. Terdapat pelabuhan perikanan nusantara Sendang Biru (PPN Sendang Biru) dan merupakan salah satu pelabuhan perikanan terbesar di selatan Jawa ini memiliki potensi sebagai tempat pariwisata dan perikanan tangkap.

Secara umum perairan Sendang Biru memiliki iklim musim penghujan dan kemarau dengan curah hujan rata-rata 1.350 mm pertahun dan suhu rata-rata 32°C. Arus di perairan Sendang Biru merupakan tipe arus yang sering disebut arus Jawa Selatan (*South Java Current*) yaitu arus yang masih dipengaruhi oleh Samudera Hindia. Kondisi topografi dasar perairan sangat bervariasi tingkat kedalaman mirip seperti perbukitan di bawah perairan laut hingga kedalaman mencapai 152,7 meter di bawah permukaan air laut (Aji, 2014).

4.1.2. Transplantasi Karang

Transplantasi karang dalam penelitian ini dilakukan di stasiun Watumejo Perairan Sendang Biru Malang Selatan. Karang yang ditransplan

diikatkan pada media kerangka besi, penampakan kerangka besi pada perairan ditunjukkan pada Gambar 17. Data hasil transplantasi karang selama September 2013 - Juni 2014 ditunjukkan pada Tabel 3.



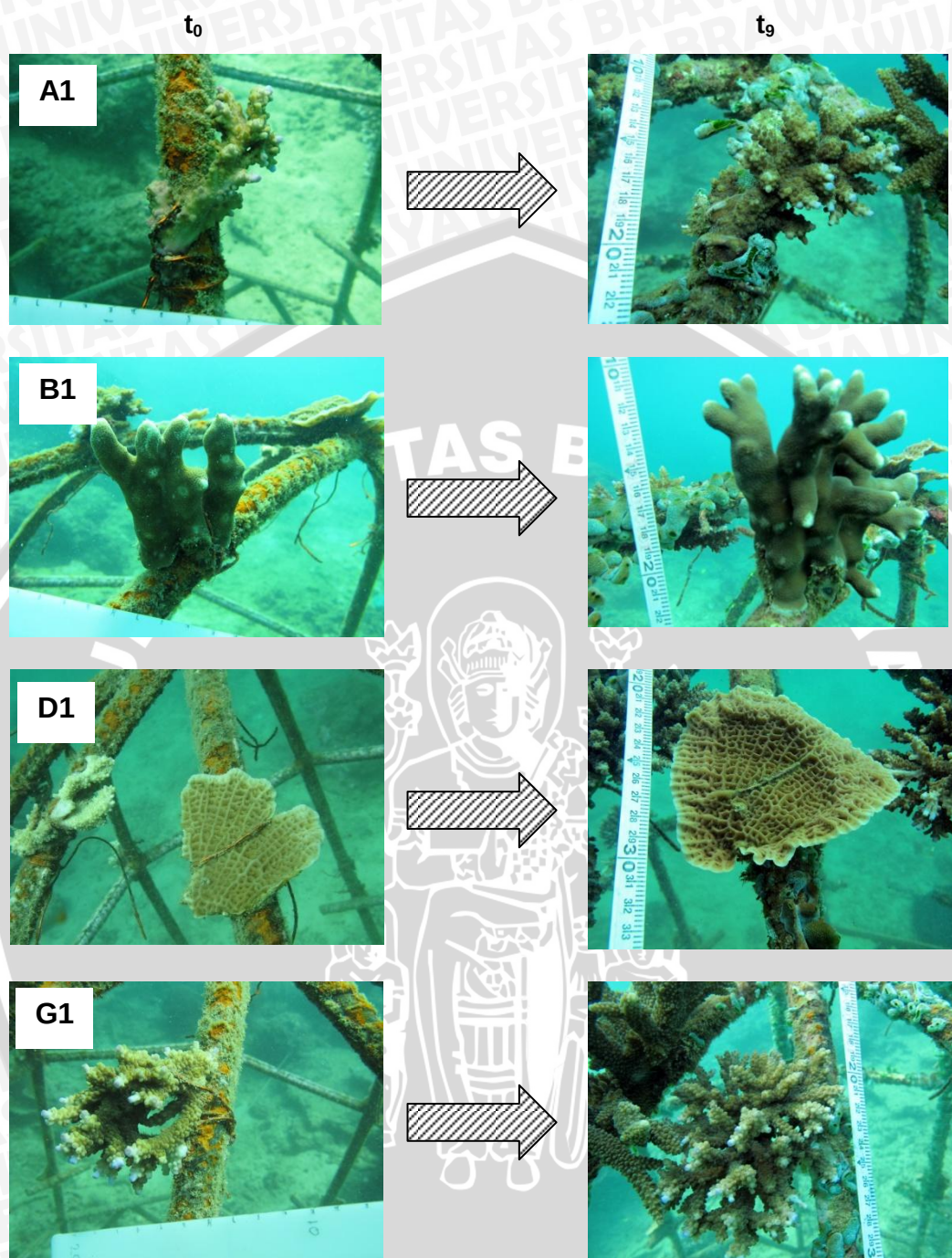
Gambar 17. Transplantasi karang pada kerangka besi

Kerangka besi diletakkan pada kedalaman ± 5 meter dari permukaan air laut, media kerangka besi ditancapkan pada substrat berpasir yang berada disekitar area yang ditutupi karang, sehingga mempermudah mendirikan media di dalam air dan mempermudah mencari fragmen karang yang akan digunakan untuk transplantasi dalam penelitian.

Tabel 3. Data hasil seluruh transplantasi karang bulan September 2013 – Juni 2014

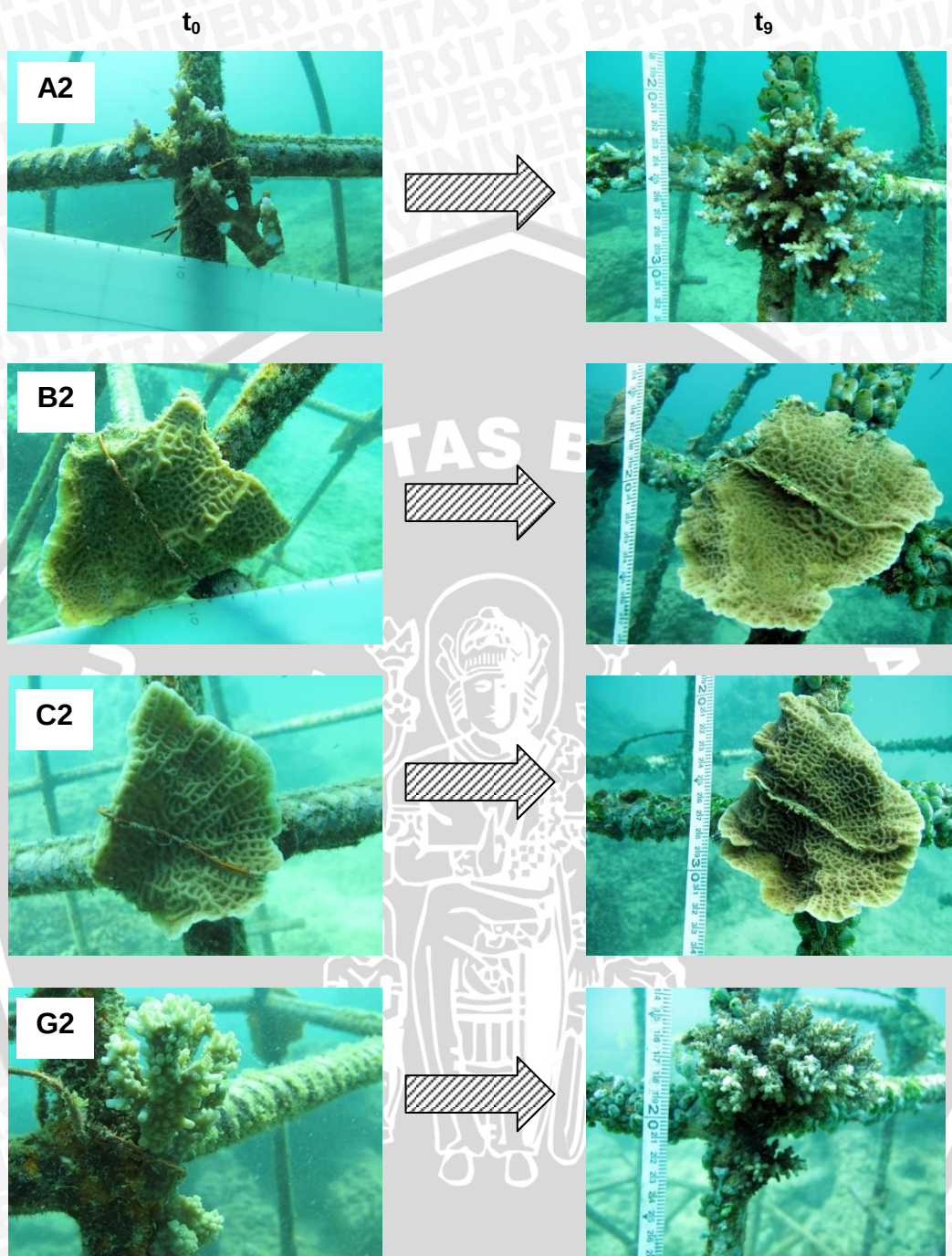
Kode	LF	Spesies	Luas (cm ²)		Σ Percabangan		Σ Polip		Keterangan
			t ₀	t ₉	t ₀	t ₉	t ₀	t ₉	
A1	ACB	<i>Acropora loripes</i>	12.33	47.33	13	36	-	-	Hilang
A2	ACB	<i>Acropora loripes</i>	25.50	63.87	20	72	-	-	
A3	ACB								
B1	CB	<i>Porites cylindrica</i>	24.41	66.62	6	21	-	-	Hilang
B2	CF	<i>Leptoseris yabei</i>	110.34	197.08	-	-	528	753	
B3	CF	<i>Leptoseris yabei</i>	51.88	87.68	-	-	317	470	
C1	ACB	<i>Acropora loripes</i>	19.33	50.54	15	63			Hilang
C2	CF	<i>Leptoseris yabei</i>	44.89	98.05	-	-	282	988	
C3	CF	<i>Leptoseris yabei</i>	43.03	81.71	-	-	230	744	
D1	CF	<i>Leptoseris yabei</i>	27.44	74.17	-	-	386	630	Hilang
D2	CF	<i>Leptoseris yabei</i>	42.81	62.04	-	-	371	692	
D3	CF	<i>Leptoseris yabei</i>	57.13	68.05	-	-	396	671	
E1	ACB	<i>Acropora formosa</i>	11.98	73.99	9	123			Hilang
E2	CF	<i>Leptoseris yabei</i>	102.89	160.27			759	1752	
E3	CF								
F1	CF								Hilang
F2	CF								Hilang
F3	ACB	<i>Acropora formosa</i>	23.29	93.23	11	36	-	-	Hilang
G1	ACB	<i>Acropora loripes</i>	28.76	78.07	31	111	-	-	
G2	ACB	<i>Acropora loripes</i>	16.34	48.35	24	80	-	-	
G3	ACB	<i>Acropora loripes</i>	20.52	25.04	14	44	-	-	Hilang
H1	ACB	<i>Acropora formosa</i>	20.92	142.67	15	62	-	-	
H2	CF								
H3	ACB								Hilang

Ket: LF= life form karang; ACB= *Acropora Branching*; CB= *Coral Branching*; CF= *Coral Foliose*; t₀= karang usia 0 bulan; t₉= karang usia 9 bulan



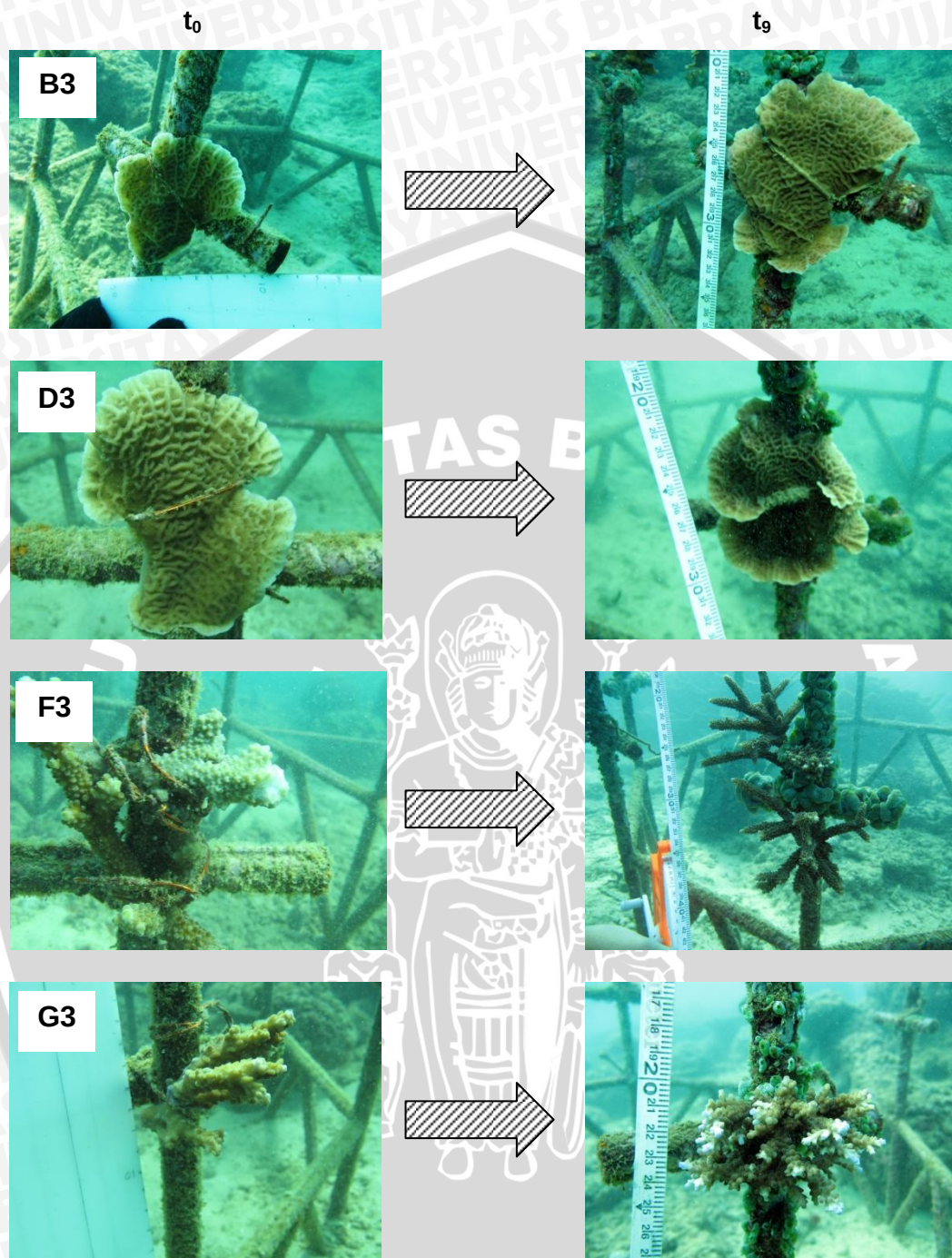
Ket: t_0 = karang usia 0 bulan; t_9 = karang usia 9 bulan

Gambar 18. Dokumentasi hasil transplantasi karang pada kedalaman pertama



Ket: t_0 = karang usia 0 bulan; t_9 = karang usia 9 bulan

Gambar 19. Dokumentasi hasil transplantasi karang pada kedalaman kedua



Ket: t_0 = karang usia 0 bulan; t_9 = karang usia 9 bulan

Gambar 20. Dokumentasi hasil transplantasi karang pada kedalaman ketiga

Hasil data karang transplan yang diperoleh selama 9 bulan dari 24 karang yang ditransplan hanya 18 karang yang masih bertahan, 6 karang lainnya hilang (Gambar 21), dari 18 karang yang masih ada diantaranya 10 *life form* bercabang dan 8 *life form* foliose.



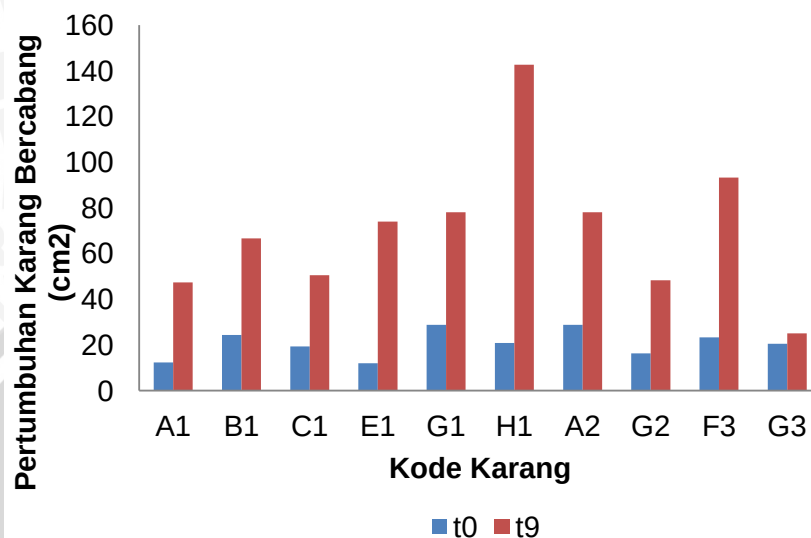
Gambar 21. Karang transplan yang hilang

4.1.3. Pertumbuhan Karang Bercabang (Acropora dan Non-Acropora)

Berdasarkan Gambar 22 perkembangan ukuran fragmen karang yang ditransplantasi menunjukkan bahwa pertambahan luasan fragmen karang berbeda-beda dari ketiga kedalaman. Pada *life form* karang bercabang (Gambar 19) karang yang terletak pada kedalaman pertamakarang H1 (*Acropora formosa*) yang paling besar jumlah pertumbuhan luasannya yaitu dari bulan September 2013 luasannya 20,92 cm² ke bulan Juni 2014 luas pertumbuhannya mencapai 142,67 cm². Luasan karang terendah pada kedalaman pertamayaitu karang C1 luas pertumbuhannya pada bulan September 2013 adalah 19,33 cm² ke bulan Juni 2014 hanya mencapai luasan 50,54 cm².

Pertumbuhan karang transplan pada kedalaman kedua, area karang yang pertumbuhannya paling cepat yaitu pada karang A2 luas area awal pada bulan September 2013 adalah 28,76 cm² ke bulan Juni 2014 mencapai luas area 78,07 cm². Luas karang terendah yaitu pada karang G2 luas area pada bulan September 2013 adalah 16,34 cm² ke bulan Juni 2014 hanya mencapai luas area 48,35 cm². Pada kedalaman ketiga area karang terluas pada karang F3 luas area awal pada bulan September 2013 adalah 23,29 cm² ke bulan Juni 2014 mencapai luas area 93,23 cm². Luas area terendah terjadi pada karang G3 luas

awal pada bulan September 2013 yaitu 20,52 cm² ke bulan Juni 2014 hanya mencapai 25,04 cm².



Gambar 22. Grafik pertumbuhan karang bercabang bulan September 2013 – Juni 2014

Tabel 4. Pertambahan luasan karang bercabang

Kode	LF	Spesies	β (cm ²)
A1	ACB	<i>A. loripes</i>	35.00
B1	CB	<i>P. cylindrical</i>	42.21
C1	ACB	<i>A. loripes</i>	31.21
E1	ACB	<i>A. loripes</i>	62.01
G1	ACB	<i>A. loripes</i>	49.31
H1	ACB	<i>A. Formosa</i>	121.75
A2	ACB	<i>A. loripes</i>	38.37
G2	ACB	<i>A. loripes</i>	32.02
F3	ACB	<i>A. formosa</i>	69.94
G3	ACB	<i>A. loripes</i>	4.53

Ket: LF= life form; CB= coral branching; ACB= *Acropora branching*; β= pertambahan luasan karang

Berdasarkan Tabel 4 pertambahan luasan karang bercabang pada kedalaman pertama yang paling tinggi yaitu pada karang H1 mencapai 121,75 cm² dan pertambahan luasan terendah terjadi pada karang C1 hanya 31,21 cm² selama kurun waktu 9 bulan (September 2013 – Juni 2014).

Pertambahan luasan karang pada kedalaman kedua yang memiliki pertambahan paling tinggi yaitu karang A2 dengan total pertambahan luasannya

38,37 cm² dan terendah pada karang G2 hanya mencapai 32,02 cm² selama 9 bulan (September 2013 – Juni 2014). Pada kedalaman ketiga pertambahan luasan karang transplan yang paling cepat yaitu pada karang F3 dengan total 69,94 cm² dan pertambahan luasan terendah pada karang G3 hanya 4,53 cm² selama 9 bulan (September 2013 – Juni 2014).

Tabel 5. Rerata pertambahan luasan karang bercabang di setiap kedalaman

Kedalaman 1		Kedalaman2		Kedalaman3	
Kode	β (cm ²)	Kode	β (cm ²)	Kode	β (cm ²)
A1	35.00	A2	38.37	F3	69.94
B1	42.21	G2	32.02	G3	4.53
C1	31.21				
E1	62.01				
G1	49.31				
H1	121.75				
Rerata	56.91		35.19		37.23

Ket: Kedalaman 1=5,45 meter; Kedalaman 2= 5,90 meter; Kedalaman 3= 6,35 meter; β= pertambahan luasan karang

Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 5 rerata pertambahan luasan karang bercabang yang paling tinggi berada pada kedalaman pertama yaitu 56,91 cm², diikuti kedalaman ketiga sebesar 37,23 cm² dan yang terendah pada kedalaman kedua yaitu 35,19 cm².

Tabel 6. Pertambahan percabangan karang *Acropora* dan Non-*Acropora*

Kode	LF	Spesies	t ₉ -t ₀
A1	ACB	<i>A. loripes</i>	23
B1	CB	<i>P. cylindrical</i>	15
C1	ACB	<i>A. loripes</i>	48
E1	ACB	<i>A. loripes</i>	114
G1	ACB	<i>A. loripes</i>	80
H1	ACB	<i>A. Formosa</i>	47
A2	ACB	<i>A. loripes</i>	52
G2	ACB	<i>A. loripes</i>	56
F3	ACB	<i>A. Formosa</i>	25
G3	ACB	<i>A. loripes</i>	30

Ket: LF= life form; CB= coral branching; ACB= *Acropora branching*; t₀= karang usia 0 bulan; t₉= karang usia 9 bulan

Tabel 6 menunjukkan pertambahan cabang karang *Acropora* dan non-*Acropora* yang paling banyak pada kedalaman pertama yaitu pada karang E1 berjumlah 114 percabangan, sedangkan karang yang memiliki percabangan paling sedikit terjadi pada karang B1 yaitu 15 percabangan. Pertambahan cabang pada kedalaman kedua yang memiliki percabangan paling banyak pada karang G2 dengan jumlah 56 percabangan dan yang paling sedikit pada karang A2 dengan jumlah 52 percabangan. Pada kedalaman ketiga pertambahan panjang yang paling banyak pada karang G3 dengan jumlah 30 percabangan dan yang paling kecil pada karang F3 yang berjumlah 25 percabangan.

Tabel 7. Rerata pertambahan cabang karang *Acropora* dan Non-*Acropora*

Kedalaman 1		Kedalaman2		Kedalaman3	
Kode	ΣPercabangan	Kode	Σ Percabangan	Kode	Σ Percabangan
A1	23	A2	52	F3	25
B1	15	G2	56	G3	30
C1	48				
E1	114				
G1	80				
H1	47				
Rerata	55		54		28

Ket: Kedalaman 1= 5,45 meter; Kedalaman 2= 5,90 meter; Kedalaman 3= 6,35 meter

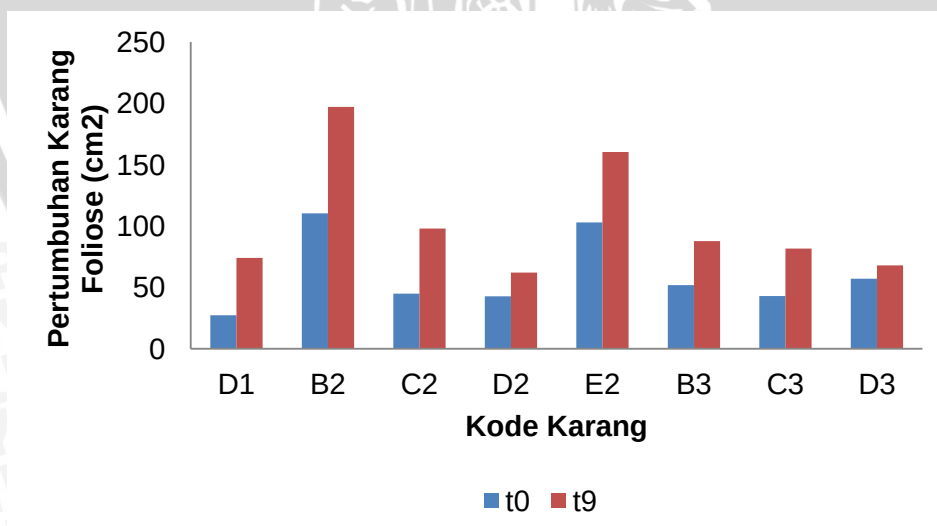
Hasil dari Tabel 7 menunjukkan rerata pertambahan cabang karang transplan yang paling banyak terjadi pada karang pada kedalaman pertama yaitu berjumlah 55 percabangan, kemudian kedalaman kedua memiliki jumlah 54 percabangan, dan kedalaman ketiga memiliki jumlah 28 percabangan. Secara umum, pertambahan bercabangan fragmen karang transplantasi di kedalaman pertama lebih banyak dibandingkan dengan kedalaman lainnya. Hal ini diduga karena disebabkan oleh kondisi perairan di kedalaman pertama lebih baik sehingga pada kondisi yang lebih baik ini memungkinkan fragmen karang untuk membentuk atau menghasilkan percabangan baru secara optimal. Perbedaan rerata pada kedalaman kedua dan ketiga yang cukup jauh disebabkan karena perbedaan spesies

karang yang ditransplan di kedua kedalaman tersebut.

4.1.4. Pertumbuhan Karang Foliose

Berdasarkan *life form foliose* (Gambar 23) pada kedalaman pertama hanya karang D1 yang dapat bertahan pada media transplan. Didapatkan data luas area awal pada bulan September 2013 yaitu 27.44 cm² ke bulan Juni 2014 mencapai luas area 74.17 cm².

Area karang pada kedalaman kedua yang terluas pada karang B2 yaitu luasan karang awal pada bulan September 2013 yaitu 110.34 cm² ke bulan Juni mencapai luas area 197.08 cm². Luas terendah pada karang D2 luas awal karang pada bulan September 2013 yaitu 42.81 cm² ke bulan Juni 2014 hanya mencapai luas 62.04 cm². Pada kedalaman ketiga area karang terluas yaitu pada karang C3 luas area awal karang pada bulan September 2013 yaitu 43.03 cm² ke bulan Juni 2014 mencapai luas area 81.71 cm². Luas area terendah yaitu karang D3 luas area awal karang pada bulan September 2013 yaitu 57.13 cm² ke bulan Juni 2014 hanya mencapai luas area 68.05 cm². Tabel 8 memperlihatkan bahwa adanya penambahan ukuran luasan karang dari ketiga kedalaman.



Gambar 23. Grafik pertumbuhan karang *foliose*

Tabel 8. Pertambahan luasan karang *foliose*

Kode	LF	Spesies	β (cm ²)
D1	CF	<i>L. yabei</i>	46.73
B2	CF	<i>L. yabei</i>	86.74
C2	CF	<i>L. yabei</i>	53.16
D2	CF	<i>L. yabei</i>	19.23
E2	CF	<i>L. yabei</i>	57.38
B3	CF	<i>L. yabei</i>	35.80
C3	CF	<i>L. yabei</i>	38.67
D3	CF	<i>L. yabei</i>	10.92

Ket: LF= *life form*; CF= *coral foliose*; β = pertambahan luasan karang

Tabel 8 menunjukkan pertambahan luasan karang *foliose* pada kedalaman pertama yaitu 46,73 cm² selama 9 bulan. Hanya terdapat satu karang *foliose* saja pada kedalaman pertama, karena fragmen karang lain yang ditransplan hilang diakibatkan kuatnya arus di lokasi penelitian sehingga fragmen lepas dari ikatan kawat

Pertambahan luasan karang pada kedalaman kedua, yang memiliki pertambahan paling cepat yaitu pada karang B2 mencapai 86,74 cm² dan terendah pada karang D2 yaitu 19,23 cm² selama 9 bulan (September 2013 – 2014). Pada kedalaman ketiga pertambahan luasan karang transplan yang paling cepat yaitu karang C3 38,67 cm² dan terendah pada karang D3 hanya 10,92 cm² selama 9 bulan (September 2013 – Juni 2014).

Tabel 9. Rerata pertambahan luasan karang di setiap kedalaman

Kedalaman 1		Kedalaman 2		Kedalaman 3	
Kode	β (cm ²)	Kode	β (cm ²)	Kode	β (cm ²)
D1	46,73	B2	86,74	B3	35,80
		C2	53,16	C3	38,67
		D2	19,23	D3	10,92
		E2	57,38		
Rerata	46,73	54,13		28,46	

Ket: Kedalaman 1= 5,45 meter; Kedalaman 2= 5,90 meter; Kedalaman 3= 6,34 meter; β = pertambahan luasan karang

Hasil dari Tabel 9 rerata pertambahan luasan karang di setiap kedalaman berbeda, pertambahan luasan paling tinggi pada kedalaman kedua

yaitu 54,13 cm², kemudian kedalaman pertama 46,63 cm², dan yang paling rendah kedalaman ketiga yaitu 28,46 cm².

Tabel 10. Pertambahan polip karang *foliose*

Kode	LF	Spesies	t ₉ -t ₀
D1	CF	<i>L. yabei</i>	244
B2	CF	<i>L. yabei</i>	225
C2	CF	<i>L. yabei</i>	706
D2	CF	<i>L. yabei</i>	321
E2	CF	<i>L. yabei</i>	993
B3	CF	<i>L. yabei</i>	153
C3	CF	<i>L. yabei</i>	514
D3	CF	<i>L. yabei</i>	275

Berdasarkan Tabel 10 pertambahan jumlah polip karang pada kedalaman pertama karang D1 berjumlah 244 polip. Kedalaman kedua pertambahan polip paling banyak terjadi pada karang E2 berjumlah 993 polip dan yang paling sedikit berjumlah 225 pada karang B2. Pada kedalaman ketiga hasil yang didapatkan dari pertambahan polip yang paling banyak pada karang C3 dengan jumlah 514 polip dan yang paling sedikit berjumlah 153 pada karang B3.

Tabel 11. Rerata pertambahan polip karang *foliose*

Kedalaman 1		Kedalaman 2		Kedalaman 3	
Kode	Σ Polip	Kode	Σ Polip	Kode	Σ Polip
D1	244	B2	225	B3	153
		C2	706	C3	514
		D2	321	D3	275
		E2	993		
Rerata	244		561		314

Ket: Kedalaman 1: 5,45 meter; Kedalaman 2: 5,90 meter; Kedalaman 3: 6,35 meter

Hasil rerata pertambahan polip pada karang *foliose* seperti pada Tabel 11 menunjukkan pertambahan polip terbanyak pada kedalaman kedua yaitu berjumlah 561 polip, kemudian dilanjutkan kedalaman ketiga berjumlah 314 polip dan yang paling rendah pertambahan jumlah polipnya pada kedalaman pertama yaitu hanya 244 polip.

4.1.5. Laju Pertumbuhan Karang Bercabang (*Acropora* dan Non-*Acropora*)

Data pertambahan luasan dari karang bercabang akan menghasilkan data laju pertumbuhan selama 9 bulan masa transplantasi karang, data laju pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Laju pertumbuhan karang *Acropora* dan Non-*Acropora*

Kode	LF	Spesies	α (cm ² /bulan)
A1	ACB	<i>A. loripes</i>	3.89
B1	CB	<i>P. cylindrica</i>	4.69
C1	ACB	<i>A. loripes</i>	3.47
E1	ACB	<i>A. loripes</i>	5.19
G1	ACB	<i>A. loripes</i>	5.48
H1	ACB	<i>A. formosa</i>	13.53
A2	ACB	<i>A. loripes</i>	4.26
G2	ACB	<i>A. loripes</i>	3.56
F3	ACB	<i>A. formosa</i>	7.77
G3	ACB	<i>A. loripes</i>	0.50
Laju pertumbuhan karang setiap bulan			5.23

Ket: LF= life form; CB= coral branching; ACB= *Acropora branching*; α = laju pertumbuhan karang

Data hasil laju pertumbuhan pada karang bercabang didapatkan laju pertumbuhan yang paling cepat pada kedalaman pertama yaitu pada karang H1 sebesar 13,53 cm²/bulan dan yang paling rendah pada karang C1 hanya 3,47 cm²/bulan. Pada kedalaman kedua laju pertumbuhan karang tercepat pada karang A2 sebesar 4,26 cm²/bulan dan yang terendah pada karang G2 yaitu 3,56 cm²/bulan sedangkan pada kedalaman ketiga yang paling cepat yaitu karang F3 sebesar 7,77 cm²/bulan dan terendah pada karang G3 yaitu 0,50 cm²/bulan. Laju pertumbuhan karang bercabang setiap bulannya yaitu 5,23 cm²/bulan. Berdasarkan data Tabel 12 didapatkan hasil rerata laju pertumbuhan dari setiap kedalaman, yang ditunjukkan pada Tabel 13i.

Tabel 13. Rerata laju pertumbuhan karang di setiap kedalaman

Kedalaman 1		Kedalaman2		Kedalaman3	
Kode	α (cm ² /bulan)	Kode	α (cm ² /bulan)	Kode	α (cm ² /bulan)
A1	3.89	A2	4.26	F3	7.77
B1	4.69	G2	3.56	G3	0.50
C1	3.47				
E1	5.19				
G1	5.48				
H1	13.53				
Rerata	6.04	3.91		4.14	

Ket: Kedalaman 1= 5,45 meter; Kedalaman 2= 5,90 meter; Kedalaman 3= 6,35 meter; α = laju pertumbuhan karang

Hasil dari rerata laju pertumbuhan karang bercabang (Tabel 13) yang memiliki pertumbuhan paling tinggi berada pada kedalaman pertama yaitu 6,04 cm²/bulan, diikuti kedalaman ketiga sebesar 4,14 cm²/bulan dan yang terendah pada kedalaman kedua sebesar 3,91 cm²/bulan Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan karang transplan paling cepat terjadi di kedalaman pertama yaitu kedalaman yang paling dangkal/rendah.

4.1.6. Laju Pertumbuhan Karang *Foliose*

Data pertambahan luasan dari karang *foliose* akan menghasilkan data laju pertumbuhan selama 9 bulan masa transplantasi karang, data laju pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Laju pertumbuhan karang *foliose*

Kode	LF	Spesies	α (cm ² /bulan)
D1	CF	<i>L. yabei</i>	5.19
B2	CF	<i>L. yabei</i>	9.64
C2	CF	<i>L. yabei</i>	5.91
D2	CF	<i>L. yabei</i>	2.14
E2	CF	<i>L. yabei</i>	6.38
B3	CF	<i>L. yabei</i>	3.98
C3	CF	<i>L. yabei</i>	4.30
D3	CF	<i>L. yabei</i>	1.21
Laju pertumbuhan setiap bulan			4.84

Ket: LF: *life form*; CF: *coral foliose*; α : laju pertumbuhan karang

Hasil laju pertumbuhan karang *foliose* yang didapatkan dari penelitian ini pada kedalaman pertama memiliki laju pertumbuhan 5,19 cm²/bulan. Karang transplan pada kedalaman kedua laju pertumbuhan paling cepat pada karang B2 sebesar 9,64 cm²/bulan dan yang paling rendah karang D2 yaitu 2,14 cm²/bulan. Pada kedalaman ketiga laju pertumbuhan yang paling cepat yaitu pada karang C3 sebesar 4,30 cm²/bulan dan terendah pada karang D3 sebesar 1,21 cm²/bulan. Laju pertumbuhan karang *foliose* setiap bulannya yaitu 4,84 cm²/bulan.

Tabel 15. Rerata laju pertumbuhan karang *foliose* di setiap kedalaman

Kedalaman 1		Kedalaman 2		Kedalaman 3	
Kode	α (cm ² /bulan)	Kode	α (cm ² /bulan)	Kode	α (cm ² /bulan)
D1	5.19	B2	9.64	B3	3.98
		C2	5.91	C3	4.30
		D2	2.14	D3	1.21
		E2	6.38		
Rerata	5.19		6.01		3.16

Ket: Kedalaman 1: 5,45 meter; Kedalaman 2: 5,90 meter; Kedalaman 3: 6,35 meter; α = laju pertumbuhan karang

Berdasarkan Tabel 15 rerata laju pertumbuhan karang *foliose* yang paling tinggi berada pada kedalaman kedua yaitu 6,01 cm²/bulan diikuti kedalaman pertama sebesar 5,19 cm²/bulan dan yang terendah pada kedalaman ketiga sebesar 3,16 cm²/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan karang transplan paling cepat terjadi di kedalaman kedua dan disusul oleh karang dengan kedalaman pertama, namun terjadi penurunan drastis pada laju pertumbuhan karang di kedalaman ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa karang dengan posisi penanaman yang paling dalam baik untuk tipe bercabang maupun *foliose* mengalami penurunan laju pertumbuhan mengikuti kedalaman tempat penanaman karang.

4.1.7. Perbandingan Pertumbuhan Karang di Setiap Kedalaman

Perbandingan laju pertumbuhan karang terhadap kedalaman tempat karang ditransplan dapat diketahui menggunakan analisis statistik One Way Anova, untuk melakukan uji ini harus dipenuhi beberapa asumsi, yaitu data harus berdistribusi normal dan varian antar kelompok harus homogen. Uji normalitas dari data laju pertumbuhan karang transplan ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Uji normalitas

Kedalaman		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Laju pertumbuhan	Kedalaman 1	.285	5	.200*	.884	5	.328
	Kedalaman 2	.200	5	.200*	.953	5	.761
	Kedalaman 3	.198	5	.200*	.933	5	.619

a. Lilliefors Significance Correction

Berdasarkan Tabel 16 hasil uji normalitas dengan SPSS menggunakan metode Lilliefors dan Shapiro Wilk, nilai Sig (p Value) dari ketiga kedalaman tersebut > 0,05 yang berarti data berdistribusi normal sehingga pengujian selanjutnya dapat dilakukan. Setelah melakukan uji normalitas selanjutnya yaitu uji homogenitas pada Tabel 17.

Tabel 17. Uji homogenitas

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Laju pertumbuhan	Based on Mean	3.180	2	12	.078
	Based on Median	2.358	2	12	.137
	Based on Median and with adjusted df	2.358	2	6.877	.166
	Based on trimmed mean	3.319	2	12	.071

Tabel 17 menunjukkan bahwa nilai Sig (p Value) pada *based on mean* 0,078 > 0,05 yang berarti varian dari ketiga kelompok kedalaman sama atau homogeny. Maka asumsi kedua yaitu homogenitas telah terpenuhi. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian One Way Anova. Tabel 18 menunjukkan rerata

nilai tengah dari sampel di setiap kedalaman dan pada Tabel 19 menunjukkan tabel hasil uji Anova.

Tabel 18. Deskriptif rerata laju pertumbuhan karang

		95% Confidence Interval for Mean						
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
Kedalaman 1	5	4.8880	.62612	.28001	4.1106	5.6654	3.89	5.48
Kedalaman 2	5	4.4500	1.73355	.77527	2.2975	6.6025	2.14	6.38
Kedalaman 3	5	3.5520	2.88678	1.29101	-.0324	7.1364	.50	7.77
Total	15	4.2967	1.91910	.49551	3.2339	5.3594	.50	7.77

Tabel 18 menunjukkan rerata dari sampel di setiap kedalaman yang paling tinggi yaitu pada kedalaman pertama sebesar 4,8880, kemudian kedalaman kedua sebesar 4,4500 dan dilanjutkan kedalaman ketiga yaitu 3,5520.

Tabel 19. Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.639	2	2.319	.593	.568
Within Groups	46.923	12	3.910		
Total	51.561	14			

Berdasarkan Tabel 19 untuk melihat perbedaannya, hasil dari kolom Sig. diperoleh nilai (p value) $0,568 > 0,05$ sehingga kesimpulan yang didapatkan adalah tidak ada perbedaan yang signifikan pada laju pertumbuhan antar kedalaman.

4.1.8. Kondisi Fisika Kimia Perairan

Kondisi fisika kimia Perairan Sendang Biru meliputi data suhu, salinitas, DO, pH, kecerahan dan kecepatan arus. Kondisi perairan lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan karang. Kondisi perairan yang baik dan sesuai akan menentukan laju pertumbuhan bagi berbagai jenis karang. Parameter lingkungan perairan baik fisika maupun kimia juga dapat mempengaruhi morfologi dan fisiologi karang yang hidup di daerah tersebut. Kombinasi dari parameter-parameter lingkungan inilah yang akan menentukan pertumbuhan karang. Berikut ini adalah data parameter fisika dan kimia perairan Sendang Biru Malang Selatan pada bulan September 2013 – Juni 2014.

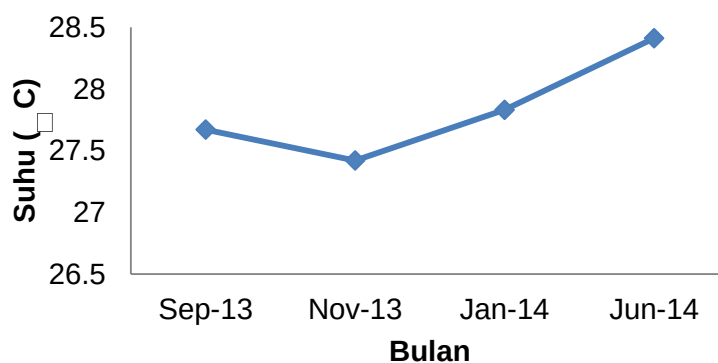
Tabel 20. Parameter fisika dan kimia perairan Sendang Biru Malang Selatan

Parameter	Satuan	September 2013	November 2013	Januari 2014	Juni 2014
Suhu	°C	27,67	27,42	27,83	28,41
Salinitas	‰	34,13	34,10	34,11	34,20
pH	-	8,43	8,50	8,40	8,35
DO	mg/l	8,92	9,13	9,07	8,86
Kecerahan	m	6,36	6,27	6,43	6,97
Kecepatan arus	m/s	0,14	0,10	0,13	0,26

Secara umum kondisi perairan di lokasi penelitian merupakan kondisi yang mendukung bagi perkembangan dan pertumbuhan karang yang ditransplan. Berdasarkan Tabel 20, lingkungan perairan Sendang Biru memiliki kisaran suhu 27,42 – 28,41°C, salinitas 34,10 – 34,20 ‰, pH 8,43 – 8,50, DO 8,86 – 9,13 mg/l, kecerahan 6,27 – 6,97 m, dan kecepatan arus 0,10 – 0,26 m/s.

4.1.8.1. Suhu Perairan

Data hasil pengukuran suhu selama 9 bulan (September 2013 – Juni 2014) disajikan dalam diagram sebagai berikut:

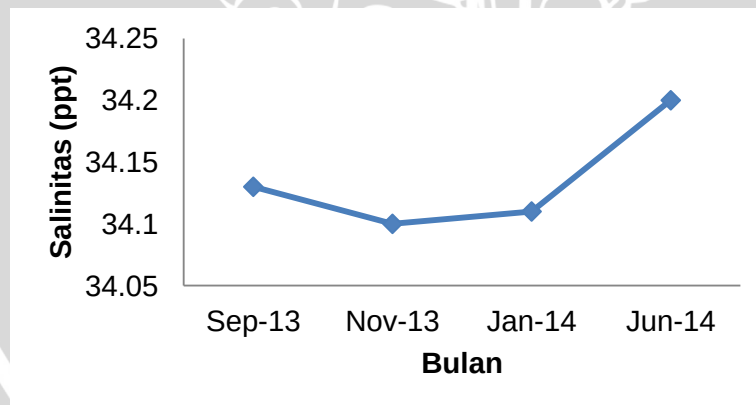


Gambar 24. Grafik perubahan suhu perairan

Kondisi suhu perairan selama berlangsungnya penelitian menunjukkan nilai yang cukup stabil berkisar antara 27,42 – 28,41°C. Suhu tertinggi terjadi pada bulan Juni 2014, sedangkan suhu terendah terjadi pada bulan November 2013.

4.1.8.2. Salinitas

Data hasil pengukuran salinitas selama 9 bulan (September 2013 – Juni 2014) disajikan dalam diagram sebagai berikut:

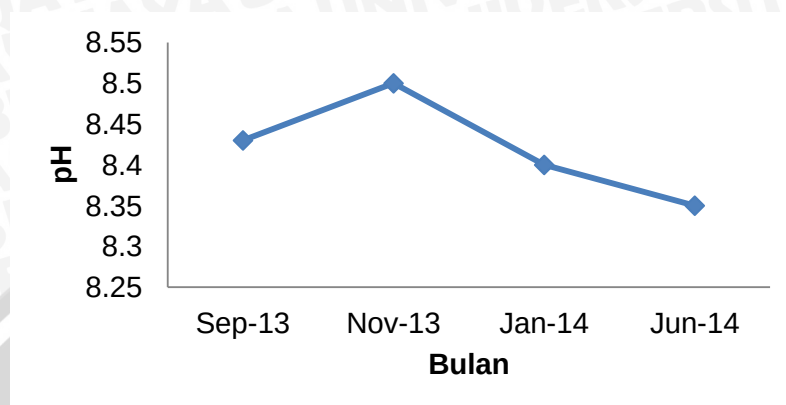


Gambar 25. Grafik perubahan salinitas

Dari data diatas dapat dilihat bahwa salinitas berkisar antara 34,10 – 34,20‰. Salinitas tertinggi terjadi pada bulan Juni 2014, sedangkan terendah terjadi pada bulan November 2014.

4.1.8.3. Derajat Keasaman (pH)

Data hasil pengukuran pH selama 9 bulan (September 2013 – Juni 2014) disajikan dalam diagram sebagai berikut:

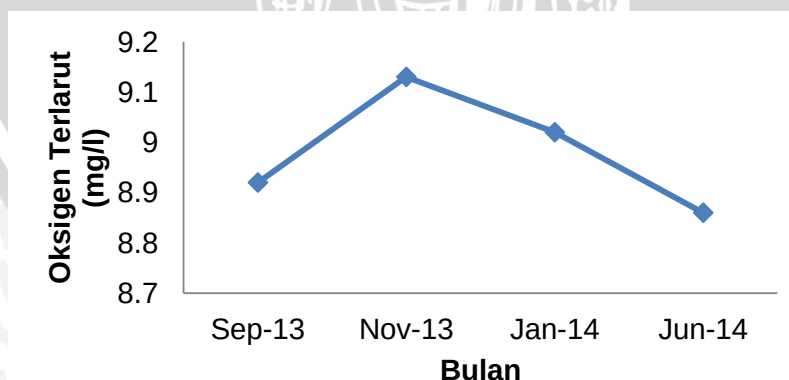


Gambar 26. Grafik perubahan pH

Kondisi pH yang terdapat di lokasi penelitian relatif stabil, tidak mengalami penurunan atau kenaikan yang tinggi dengan nilai pH berkisar antara 8,35 – 8,5. pH terendah terjadi pada bulan Januari 2014 dan pH tertinggi pada bulan November 2013.

4.1.8.4. Oksigen Terlarut (DO)

Data hasil pengukuran DO selama 9 bulan (September 2013 – Juni 2014) disajikan dalam diagram sebagai berikut:

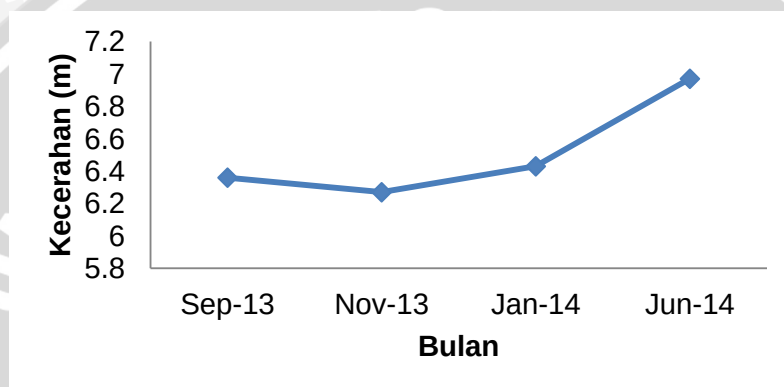


Gambar 27. Grafik perubahan oksigen terlarut (DO)

Kondisi DO di lokasi penelitian yaitu berkisar antara 8,86 – 9,13 mg/l. Jumlah DO terendah terjadi pada bulan Juni 2014 dan tertinggi terjadi pada bulan November 2013.

4.1.8.5. Kecerahan

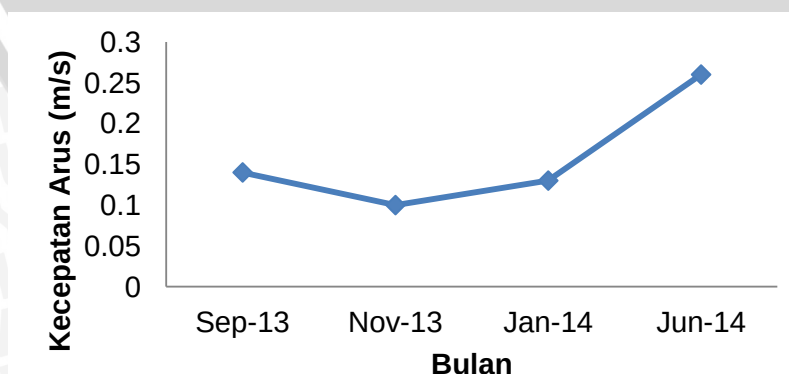
Data hasil pengukuran kecerahan selama 9 bulan (September 2013 – Juni 2014) disajikan dalam diagram sebagai berikut:



Gambar 28. Grafik perubahan kecerahan

Dari data diatas dapat dilihat bahwa kecerahan di lokasi penelitian berkisar antara 6,27 – 6,97meter. Kecerahan dengan angka terendah terjadi pada bulan November 2013 dan kecerahan tertinggi terjadi pada bulan Juni 2014.

4.1.8.6. Kecepatan Arus



Gambar 29. Grafik perubahan kecepatan arus

Data pada Gambar 24 menunjukkan bahwa kecepatan arus berkisar antara 0,10 – 0,26 m/s. Kecepatan arus di terendah lokasi penelitian terjadi pada bulan November 2013, sedangkan kecepatan arus tertinggi terjadi pada bulan Juni 2014.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Perbedaan Pertumbuhan Karang pada Kedalaman yang Sama

Perbedaan pertumbuhan karang pada kedalaman yang sama dibagi menjadi 3 yaitu antar fragmen karang bercabang, antar fragmen karang *foliose* dan antar fragmen karang bercabang dengan *foliose*.

1. Fragmen Karang Bercabang (Acropora dan Non-Acropora)

Fragmen karang bercabang pada penelitian ini terdapat karang *Acropora* dan non-*Acropora*. Karang non-*Acropora* pada penelitian ini hanya terdapat 1 karang dan pada kedalaman pertama, sehingga pada penelitian ini karang non-*Acropora* tidak bisa dibandingkan pertumbuhannya (Tabel 4).

Pada penelitian ini terdapat dua jenis spesies karang *Acropora* (*A. formosa* dan *A. loripes*). Perbandingan pertumbuhan karang *Acropora* pada kedalaman pertama menunjukkan jarak pertumbuhan yang cukup besar, sedangkan pada kedalaman kedua perbandingan pertumbuhan tidak menunjukkan jarak yang terlalu berbeda antara satu sama lain, pada kedalaman ketiga jarak pertumbuhan antar karang menunjukkan perbedaan yang sangat jauh, kemungkinan perbedaan pertumbuhan pada kedalaman yang sama ini terjadi karena perbedaan spesies atau fragmen indukan dari karang tersebut.

Menurut Yarmanti (2002), hasil analisis ragam terhadap pertumbuhan di kedalaman yang sama menunjukkan bahwa perbedaan spesies tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat pertumbuhan. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil penelitian ini. Pada karang *A. formosa* pertumbuhannya lebih cepat

dibandingkan dengan karang *A. loripes*. Kemungkinan lain terjadinya perbedaan pertumbuhan pada kedalaman yang sama ini diakibatkan oleh perbedaan fragmen. Perbedaan ukuran fragmen karang transplan memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan karang, ukuran fragmen karang yang lebih besar memiliki pertumbuhan karang yang lebih cepat dari pada ukuran fragmen karang yang kecil (Herdiana, 2001).

2. Fragmen Karang Foliose

Fragmen karang *foliose* pada kedalaman pertama hanya berjumlah satu karang sehingga karang ini tidak memiliki perbandingan pertumbuhan (Tabel 8). Pada kedalaman kedua terdapat 4 karang *foliose* yang ditransplan. Keempat karang tersebut memiliki variasi pertumbuhan yang berbeda, pada karang C2 dan E2 memiliki pertumbuhan yang hampir sama, namun pada karang B2 dan D2 menunjukkan perbedaan pertumbuhan yang jauh berbeda. Pada kedalaman ketiga terdapat 3 karang *foliose*, pertumbuhan pada karang D3 berbeda jauh dibandingkan dengan karang B3 dan C3 yang memiliki pertumbuhan yang hampir sama. Kesimpulan dari pembahasan tersebut terdapat fragmen karang yang memiliki pertumbuhan yang hampir sama di setiap kedalaman (kedua dan ketiga). Ukuran dan posisi penanaman memiliki pengaruh yang nyata terhadap tingkat pertambahan luasan area fragmen karang yang ditransplantasikan (Yarmanti, 2002), sehingga adanya beberapa perbedaan pertumbuhan pada kedalaman yang sama di kerangka besi bisa dipegaruhi hal tersebut.

3. Fragmen Karang Bercabang (Acropora dan Non-Acropora) dengan Karang *Foliose*

Perbedaan pertumbuhan pada kedalaman yang sama antara karang bercabang dan karang foliose menunjukkan pada kedalaman pertama karang bercabang memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dari karang *foliose*, pada kedalaman kedua karang bercabang memiliki pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan karang *foliose*, dan pada kedalaman ketiga pertumbuhan karang bercabang lebih tinggi dari karang *foliose*. Berdasarkan pembahasan tersebut pada kedalaman yang sama karang bercabang menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat dari pada karang *foliose*. Hal ini dikarenakan karang bercabang memiliki pertumbuhan yang cenderung berongga dan memiliki dimensi panjang, lebar, tinggi. Sedangkan pada karang *foliose* pertumbuhannya cenderung memiliki dimensi panjang dan lebar saja serta bentuknya seperti lembaran daun (Giyanto dan Budiyo, 2008), sehingga pada pengukuran yang dilakukan menggunakan *image-j* karang bercabang cenderung menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi.

Kedua jenis karang yang berada di kedalaman yang sama memiliki tingkat pencapaian pertumbuhan yang berbeda. Goreau *et al.* (1982), menyatakan bahwa walaupun pada temperatur, intensitas cahaya dan sirkulasi air yang cukup seragam, ternyata dengan spesies yang berbeda memperlihatkan kecepatan pertumbuhan yang berbeda pula.

4.2.2. Perbedaan Pertumbuhan Karang pada Kedalaman yang Berbeda

Perbedaan pertumbuhan karang pada kedalaman yang berbeda dibagi menjadi 3 yaitu antar fragmen karang bercabang, antar fragmen karang *foliose* dan antar fragmen karang bercabang dengan *foliose*

1. Fragmen Karang Bercabang (Acropora dan Non-Acropora)

Perbedaan pertumbuhan karang bercabang pada kedalaman yang berbeda menunjukkan kedalaman pertama pertumbuhan lebih tinggi dari pada kedalaman lainnya (59,85 cm²). Kedalaman kedua dan ketiga menunjukkan pertumbuhan yang hampir sama yaitu 35,19 cm² dan 37,23 cm². Supriharyono (2000), menyatakan bahwa semakin dalam perairan, maka laju pertumbuhan karang semakin menurun. Hal ini disebabkan karena adanya kebutuhan *zooxanthellae* pada karang akan cahaya, sehingga pada kedalaman yang lebih dalam ini jumlah cahaya yang dapat diterima *zooxanthellae* berkurang dan bersamaan dengan itu jumlah kalsium karbonat yang berguna bagi pembentukan terumbu akan berkurang pula (Nybakken, 1988).

2. Fragmen Karang *Foliose*

Perbedaan pertumbuhan karang *foliose* pada kedalaman yang berbeda, rerata pertumbuhan yang paling tinggi terjadi pada karang di kedalaman kedua, disusul kedalaman pertama dan kedalaman ketiga. Pada kedalaman pertama fragmen karang transplan hanya terdapat 1 karang, sedangkan pada kedalaman kedua dan ketiga fragmen karang memiliki pembandingan pertumbuhan. Kedalaman pertama menunjukkan pertumbuhan yang lebih rendah dari kedalaman kedua bisa dikarenakan tidak adanya pembandingan pada kedalaman tersebut. Namun, pada karang *foliose* juga menunjukkan bahwa karang yang terdapat pada kedalaman yang lebih dalam memiliki pertumbuhan yang lebih rendah (kedalaman kedua dibanding kedalaman ketiga). Kandungan *zooxanthellae* di beberapa karang batu berbeda antara yang hidup di permukaan dan hidup di bagian yang lebih dalam (Suharsono dan Soekarno, 1983), perbedaan kandungan *zooxanthellae* akan mempengaruhi kemampuan karang berfotosintesis. Berkurangnya kemampuan

karang dalam berfotosintesis akan mempengaruhi kemampuan karang dalam membentuk kalsium karbonat (CaCO_3) sebagai penyusun pertumbuhan karang.

3. Fragmen Karang Bercabang (*Acropora* dan Non-*Acropora*) dengan Karang *Foliose*

Perbedaan pertumbuhan karang bercabang dengan karang *foliose* pada kedalaman yang berbeda menunjukkan pada kedalaman kedua dan ketiga penanaman karang transplan berada dekat dengan substrat dasar perairan yang berpasir. Berbeda dengan kondisi kedalaman pertama yang memiliki jarak lebih jauh dari substrat dasar perairan.

Menurut Riegl *et al.* (1996) karang *foliose* dapat menyebabkan terjadinya pergerakan arus mikro sehingga secara pasif mampu membersihkan sedimen yang menutupi permukaan koloninya. Tentu saja dengan adanya kemampuan ini dapat membantu kecepatan pertumbuhan dari karang *foliose* di lokasi penanaman yang berarus dan bersedimen. Namun pada penelitian ini, pada kedalaman ketiga yang paling dekat dengan substrat dasar perairan pertumbuhan karang bercabang lebih tinggi dari karang *foliose*. Kandungan zooxanthella di beberapa karang batu berbeda antara yang hidup di permukaan dan yang hidup di bagian yang lebih dalam (Suharsono dan Soekarno, 1983).

4.2.3. Perbedaan Kecepatan Pertumbuhan Karang

Perbedaan kecepatan pertumbuhan karang dibagi menjadi 2 yaitu antar karang *Acropora* dan non-*Acropora* dan antar karang bercabang (*Acropora* dan non-*Acropora*) dan *foliose*.

1. Karang *Acropora* dan Non-*Acropora*

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan jumlah percabangannya berbeda walaupun memiliki bentuk pertumbuhan yang sama. Karang *Acropora* cenderung lebih cepat dan lebih banyak memiliki percabangan dibandingkan dengan karang non-*Acropora*. Namun, percabangan karang non-*Acropora* lebih tebal jika dibandingkan karang *Acropora*. Hal ini diduga karena disebabkan oleh jumlah awal percabangan, kondisi lingkungan perairan dan spesies karang itu sendiri. Pada kondisi lingkungan perairan yang baik memungkinkan bagi fragmen karang transplan untuk dapat bertumbuh (memperbesar ukuran koloni) dengan membentuk percabangan baru. Jumlah tunas dipengaruhi oleh sifat biologi model percabangan karang dan juga oleh padat dan besarnya diameter percabangan dari karang itu sendiri (Sadarun, 1999).

2. Karang Bercabang (*Acropora* dan Non-*Acropora*) dan *Foliose*

Laju pembentukan karang akan berbeda-beda untuk setiap jenisnya dan tergantung pula oleh karakteristik perairan tempat hidup karang. Nybakken (1992), menyatakan bahwa laju pertumbuhan pada koloni-koloni karang dapat berbeda satu sama lainnya, ini dapat disebabkan adanya perbedaan spesies, umur koloni dan daerah suatu terumbu. Koloni yang muda dan kecil cenderung untuk tumbuh lebih cepat daripada koloni-koloni yang lebih tua, koloni-koloni yang besar dan bercabang-cabang atau karang yang seperti daun cenderung untuk tumbuh lebih cepat daripada karang massif. Ukuran fragmen memiliki pengaruh nyata terhadap tingkat pembentukan tunas. Posisi penanaman tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap pembentukan tunas. Perbandingan antar spesies menunjukkan perbedaan tingkat pembentukan tunas yang nyata (Herdiana, 2001).

Karang *Acropora* lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan dengan jenis karang batu lainnya hal ini disebabkan karena bentuk pertumbuhan karang ini adalah bercabang sehingga proses kalsifikasi yang terjadi lebih cepat. Sedangkan jenis karang yang bentuk pertumbuhannya seperti lembaran daun (foliose) pertumbuhannya lebih lambat karena memerlukan kalsium karbonat (CaCO_3) yang banyak sehingga proses kalsifikasi yang ada berjalan lebih lambat (Idrus, 2103).

4.2.4. Perbandingan Pertumbuhan Karang di Setiap Kedalaman

Hasil uji Anova yang membandingkan laju pertumbuhan karang dari setiap kedalaman menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan. Pada penelitian suprihayono (2000) menunjukkan hasil dimana kedalaman merupakan salah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dari karang, namun hasil yang sama tidak ditunjukkan pada penelitian ini, mungkin karena jumlah dari data perbandingan yang masih kurang sehingga uji statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

4.2.5. Kesesuaian Kondisi Fisika Kimia Perairan

Kondisi lokasi penelitian yang cukup terhindar dari pusat kegiatan pariwisata dan pelabuhan perikanan dimana banyak pembuang oli mesin di dalam perairan serta aktifitas penggunaan sianida untuk mencari lobster adalah salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan dari penelitian ini. Selain karena lokasinya yang terhindar dari pusat kegiatan, salah satu faktor lain yang mempengaruhi keberhasilan transplan yaitu kondisi fisika kimia yang cocok untuk pertumbuhan karang.

Kondisi fisika kimia perairan pada lokasi penelitian termasuk dalam kondisi lingkungan yang baik untuk kegiatan transplantasi karang dan

pertumbuhan karang. Hasil dari pengukuran 6 parameter di perairan Sendang Biru didapatkan data suhu perairan berkisar antara 27,42 – 28,41°C. Menurut Sorokin (1993), suhu yang dibutuhkan untuk pembentukan terumbu karang adalah sekitar 25-29°C. Kisaran suhu tersebut merupakan kisaran suhu yang optimal bagi pertumbuhan karang. Namun demikian, perbedaan antara suhu perairan yang diperoleh pada penelitian dengan kisaran suhu yang optimal bagi pertumbuhan karang tersebut masih dapat ditolerir oleh fragmen-fragmen karang transplantasi, hal ini disebabkan karena karang memiliki kemampuan untuk mentoleransi perbedaan suhu di perairan (Berwick, 1983). Suhu adalah faktor lingkungan yang paling besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan organisme laut termasuk karang. Beberapa pengaruhnya dapat dilihat pada kecepatan metabolisme, pertumbuhan dan reproduksi, dan perombakan bentuk luar dari karang sehingga akan berpengaruh pada laju pertumbuhan karang (Levinton, 1982). Suhu juga dapat mempengaruhi tingkah laku makankarang, kebanyakan karang kehilangan kemampuan untuk menangkap makanan pada suhu di atas 33,5°C dan dibawah 16°C (Supriharyono, 2000).

Data salinitas di lokasi penelitian berkisar antara 34,10 – 34,20‰. Pengaruh salinitas terhadap kehidupan karang sangat bervariasi tergantung pada kondisi perairan laut setempat dan pengaruh alam seperti dari daratan, badai dan hujan sehingga kisaran salinitas bagi kehidupan karang bisa berada antara 17,5 – 52,5‰ (Supriharyono, 2000). Kondisi pH perairan berkisar antara 8,35 – 8,5. Menurut Tomascik et al (1997), habitat yang cocok bagi pertumbuhan karang yaitu memiliki pH berkisar antara 8,2 – 8,5. Kondisi derajat keasaman ini mempengaruhi kepadatan dari kerangka kapur bentukan biota karang tersebut.

Data hasil pengukuran oksigen terlarut berkisar antara 8,86 – 9,13 mg/l. Nontji (1993) mengungkapkan bahwa oksigen terlarut merupakan

kebutuhan dasar bagi makhluk hidup. Penyebab utama berkurangnya oksigen terlarut dalam air adalah terdapatnya bahan-bahan buangan organik yang banyak mengkonsumsi oksigen sewaktu penguraian berlangsung. Kecerahan di lokasi penelitian berkisar antara 6,27 – 6,97 meter. Kecerahan berhubungan dengan penetrasi cahaya, kecerahan yang tinggi membuat penetrasi cahaya menjadi tinggi. Faktor ini sangat berhubungan dengan ketersediaan cahaya dan tingkat kecerahan perairan (Septyadi dkk, 2013).

Kecepatan arus perairan berkisar antara 1,00 – 2,60 m/s. Kecepatan arus dipengaruhi kuat oleh angin dan sedikit pasang surut. Tidak seperti perairan pantai, terutama selat-selat sempit dengan kisaran pasang surut yang tinggi, arus lebih banyak dipengaruhi oleh pasang surut. Di laut terbuka, arah dan kekuatan arus di lapisan permukaan sangat banyak ditentukan oleh angin. Kecepatan arus memiliki peranan penting terhadap kelangsungan hidup karang. Arus diperlukan oleh karang untuk mendatangkan makanan berupa plankton dan membersihkan diri dari endapan-endapan serta untuk mensuplai oksigen dari laut lepas (Nontji, 1993). Arus bermanfaat untuk memindahkan nutrisi, larva dan sedimen, serta membersihkan sampah. Selain itu kecepatan air dan turbulensi juga memiliki pengaruh kuat terhadap morfologi umum dan komposisi taksonomi dari ekosistem terumbu karang (Tomascik et al, 1997).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Laju pertumbuhan karang transplan selama 9 bulan memiliki variasi pertumbuhan yang berbeda, yaitu sebesar 5,23 cm²/bulan pada karang bercabang dan 4,84 cm²/bulan pada karang foliose.
2. Tidak didapatkan perbedaan yang nyata pada laju pertumbuhan karang di setiap kedalaman pada penelitian ini dikarenakan jumlah data yang terlalu sedikit.
3. Kondisi lingkungan perairan di lokasi penelitian mendukung bagi pertumbuhan dan perkembangan fragmen karang yang ditransplantasikan.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil pembahasan diatas, maka dirasa perlu untuk memberikan beberapa saran untuk kemajuan pengembangan penelitian transplantasi karang selanjutnya sebagai berikut:

1. Walaupun kondisi perairannya masih baik namun Sendang Biru masih terancam oleh kegiatan manusia, sehingga perlunya sosialisasi pengetahuan tentang terumbu karang pada masyarakat pesisir Sendang Biru.
2. Perlunya pengamatan yang berkelanjutan untuk keberhasilan transplantasi karang ini untuk upaya rehabilitasi karang di lokasi tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, L. A. W. 2014. Hubungan Variabilitas Kualitas Lingkungan dengan Struktur Komunitas Karang di Perairan Sendang Biru, Malang Selatan. Skripsi. FPIK-UB. Malang. (Tidak dipublikasikan)
- Aziz, M. A. 2002. Tingkat Kelangsungan Hidup, Laju Pertumbuhan dan Rasio Pertumbuhan Beberapa Jenis Karang Batu dan Karang Api yang Ditransplantasikan di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. Skripsi. FPIK-IPB. Bogor. (Tidak dipublikasikan)
- Berwick, N. L. 1983. Guidelines for the Analysis of Biophysical Impacts to Tropical Coastal Marine Resources. Hal 33-41. The Bombay natural history society centenary seminar conservation in developing countries – problems and prospects.
- Coralhub. 2014. The Corralite. <http://www.coralhub.info/terms/corallite/>. Diakses tanggal 21 November 2014
- Coral Reef Rehabilitation and Management Program. 2008. PMU Coremap II. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pangkep. Makassar.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- English, S., C. Wilkinson and V. Baker. 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institut of Marine Science. Townsville.
- Garces, L. R. 1992. Coral Reef Management in Thailand. Naga. The ICLARM Quartely July.
- Giyanto dan Budiyanto A. 2008. Struktur Komunitas Karang Batu dan Kondisi Terumbu Karang di Perairan Teluk Lampung. www.limnologi.lipi.go.id/limnologi/p2limnologi/index.php?option=com.
- Goreau, T. 2000. Instalation of a pilot mineral accretion coral nursery at Kimbe Bay, New Britain, Papua New Guinea (online). www.globalcoral.org. Download 15 Mei 2014
- Hardono, I. H. 2014. Kajian Tutupan Terumbu Karang di Cagar Alam Pulau Sempu, Sendang Biru, Kab. Malang. Skripsi. FPIK-UB. Malang (Tidak dipublikasikan)
- Harriot, V. J and D. A. Fisk. 1988. Coral Transplantation as a Reef Management Option. Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium. Australia. Volume 2.
- Harvey, H.W. 1976. The Chemistry and Fertility of Sea Water. Cambridge at University Press. 240 p.
- Herdiana, Y. 2001. Respon Pertumbuhan serta Keberhasilan Transplantasi Koral terhadap Ukuran Fragmen dan Posisi Penanaman pada Dua Spesies Karang *Acropora microphthalma* dan *Acropora intermedia* di Perairan

Pulau Pari Kepulauan Seribu. Skripsi. FPIK-IPB. Bogor (Tidak dipublikasikan)

Idrus, S. 2103. Ekosistem Terumbu Karang (*Acropora formosa*) untuk Transplantasi Karang (Coral Transplantation). FPIK-UKT. Ternate

Kordi, K. M. G. H. 2010. Ekosistem Terumbu Karang: Potensi, Fungsi dan Pengelolaan. Rineka Cipta. Jakarta.

Kurniawan, C. 2011. Analisis Ukuran Partikel Menggunakan Free-Software Image-J.

http://www.researchgate.net/publication/215445822_Analisis_Ukuran_Partikel_Menggunakan_Free-Software_Image-JDiakses tanggal 1 Juni 2014

Levinton, J. S. 1982. Marine Ecology. Practice Hall Inc. Englowead Cliffs, New Jersey. 526 p.

Luthfi, O. M., dan Jauhari, A. 2014. Assesmen Kondisi Fisika-Kimia Oseanografi Perairan Pulau Sempu Malang Selatan Sebagai Parameter Penentuan Lokasi Pembuatan Taman Karang.

Maragos, J. E. 1974. Coral Transplantation : A Method to Create, Preserve and Manage Coral Reef. Sea Grant Advisory Report Unihi-Seagrant-74-03, Conmar-14. 30 p.

Nontji, A. 1993. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta.

Nybakken, J. W. 1982. Biologi Laut: Suatu pendekatan Ekologis. Terjemahan. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 245 hal.

_____. 1988. Marine Biology, an Ecological Approach. Harper and Row Publishers, New York. 514 pages.

_____. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. Terjemahan. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Rachmawati, R. 2001. Terumbu Buatan (Artificial Reef). Pusat Riset Teknologi Kelautan, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Indonesia.

Ricker, W. E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Department of The Environment. Fisheries and Marine Service. Ottawa, Canada.

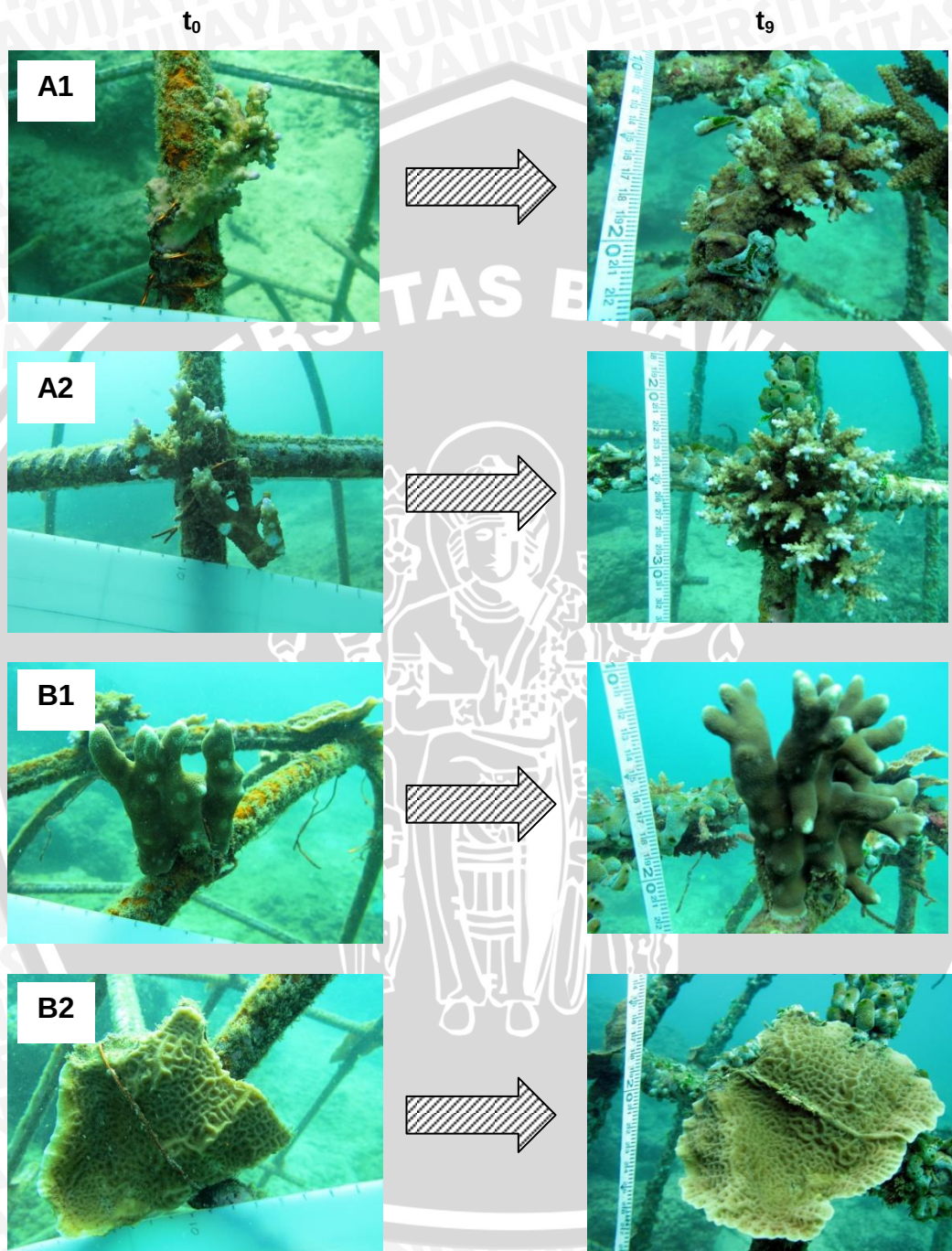
Riegl B, H. C and Branch G. M., 1996. Function of funnel-shaped coralgrowth in a high sedimentation environment. Marine Ecology 145:87 – 93. Sukaro, Hutomo, Moosa M, Prapto P. 1983. Terumbu karang di Indonesia sumberdaya, permasalahan dan pengelolaannya. Proyek potensi sumberdaya alam Indonesia. LON LIPI. Jakarta.

Sadarun. 1999. Transplantasi Karang Batu di Kepulauan Seribu Teluk Jakarta. Tesis Program Pascasarjana Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.

- Sammarco, P. W. 1996. Comments on coral reef regeneration, bioerosion, biogeography, and chemical ecology: future directions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 200: 135-168.
- Septyadi, K. A., & Widyorini, N. 2013. Analisis Perbedaan Morfologi dan Kelimpahan Karang pada Daerah Rataan Terumbu (Reef Flate) dengan Daerah Tubir (Reef Slope) di Pulau Panjang, Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal*, 2(3), 258-264.
- Soedharma, D., Rahardjo, M. F., Susilawati, S. E., & Arafat, D. 2007. Prosiding Seminar Transplantasi Karang "Membuka Wawasan Masyarakat Mengenai Transplantasi Karang Untuk Menumbuhkan Kepedulian Terhadap Ekosistem Terumbu Karang". Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Institut Pertanian Bogor (PPLH-IPB). Bogor.
- Sorokin, Y. I. 1993. *Coral Reef Ecology*. Ecological Studies 102. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. 465 pp.
- Suharsono. 1984. Pertumbuhan Karang. *Oseano Vol IX No. 2*. Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta
- _____. 1996. Jenis-jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia. Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta.
- Suharsono dan Soekarno. 1983. *Terumbu Karang di Indonesia : Sumberdaya, Permasalahan dan Pengelolannya*. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Alam Indonesia. LON-LIPI. Jakarta
- Sukmana, F. L. 2011. *Monitoring Terumbu Karang dengan Metode Reef Check di Perairan Sendang Biru, Kabupaten Malang*.
- Supriharyono. 2000. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Penerbit Djambatan. Jakarta. 108 hal.
- Sya'rani, L. 1982. *Karang: Determinasi Genus*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Tomascik, T. A. J. M., A. Nontji, and M. K. Moosa. 1997. *The Ecology of The Indonesian Sea. Part I. Chapters 1-12*. Periplus Edition.
- Veron, J. E. N. 1986. *Corals of Australian and The Indopacific*. Angus & Robertson. Australia.
- _____. 1993. *Corals of Australia and The Indo-Pacific*. University of Hawaii Press. Honolulu.
- Wallace, C. C. and J. Wolstenholme. 1998. Revision of the Coral genus *Acropora* in Indonesia. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 123 : 199-384p
- Wood, E. M. 1983. *Reef Corals of The World; Biology and Field Guide*. T. F. H. Publications, Inc., Ltd. West Sylvania Avenue. Neptune City.
- Yarmanti, K. 2002. *Studi Laju Pertumbuhan dan Tingkat Ketahanan Hidup Karang Batu Spesies Acropora nobilis dan Acropora formosa pada Dua Kedalaman yang Berbeda di Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. Skripsi. FPIK-IPB. Bogor. (Tidak dipublikasikan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Karang transplan



Lanjutan

t_0

t_9

B3



C1



C2



C3



D1



Lanjutan

t_0

t_9

D2



D3



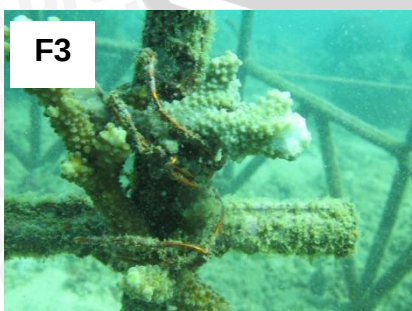
E1



E2



F3

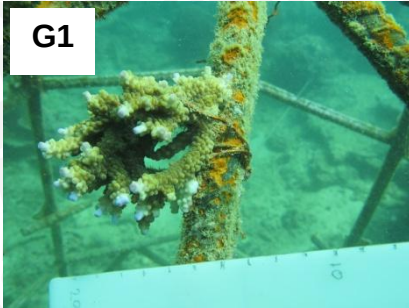


Lanjutan

t_0

t_9

G1



G2



G3



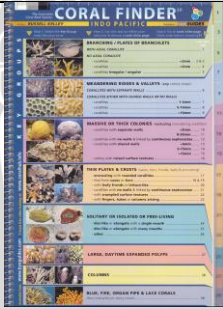
H1



Lampiran 2. Gambar alat dan bahan

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Gambar
1	Scuba set	AMSCUD	
2	Pelampung	Atunas	
3	AAQ	Alec, Jepang	

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Gambar
4	Kamera <i>Underwater</i>	Canon G12	
5	Transek Garis	Nilon	
6	Secchi disk	Stainless steel	
6	GPS	Garmin	

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Gambar
7	Kabel tis	Acrilyc	
8	Peralatan Tulis	Sinar Dunia	
9	Buku Identifikasi Karang	Coral Finder 2.0	
10	Sabak	Acrilyc	

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Gambar
11	Tali tampar		
12	Current meter		
13	Kapal nelayan		

Lampiran 3. Dokumentasi lapang



Perjalanan dari pantai menuju stasiun penelitian



Pantai Sendang Biru



Stasiun penelitian (WM 1)



Persiapan sebelum menyelam



Pengukuran parameter lingkungan