PENGARUH FAKTOR HIDRO-OSEANOGRAFI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP (*Survival Rate*) HASIL TRANSPLANTASI TERUMBU KARANG JENIS *Acropora sp.* DI PERAIRAN PAITON, PROBOLINGGO

SKRIPSI

Disusun oleh

DIMAS RIZAL WAHYU NUGRAHA
NIM. H04215001

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Dimas Rizal Wahyu Nugraha

NIM : H04215001

Program Studi : Ilmu Kelautan

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul : "PENGARUH FAKTOR HIDRO-OSEANOGRAFI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP (*Survival Rate*) HASIL TRANSPLANTASI TERUMBU KARANG JENIS *Acropora* Sp. DI PERAIRAN PAITON, PROBOLINGGO". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 30 Desember 2019
Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL
F16EAHE215069504
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Dimas Rizal Wahyu Nugraha
NIM. H04215001

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : DIMAS RIZAL WAHYU NUGRAHA

NIM : H04215001

JUDUL : PENGARUH FAKTOR HIDRO-OSEANOGRAFI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP (*Survival Rate*) HASIL TRANSPLANTASI TERUMBU KARANG JENIS *Acropora* Sp. DI PERAIRAN PAITON, PROBOLINGGO.

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 30 Desember 2019

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Misbakhul Munir, S.Si., M. Kes.	Asri Sawiji, M.T
NIP. 198107252014031002	NIP. 198706262014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 30 Desember 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I

Misbakhul Munir, S.Si., M. Kes
NIP. 198107252014031002

Penguji II

Asri Sawiji, M.T
NIP. 198706262014032003

Penguji III

Rizqi Abdi Perdanawati, M.T
NIP. 19880926201432002

Penguji IV

Fajar Setiawan, M.T
NIP. 198405062014031001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Eni Purwati, M.Ag
NIP. 196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama	: DIMAS RIZAL WAHYU NUGRAHA
NIM	: H04215001
Fakultas/Jurusan	: SAINS DAN TEKNOLOGI / ILMU KELAUTAN
E-mail address	: dimas.kdj@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PENGARUH FAKTOR HIDRO-OSEANOGRAFI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP (*Survival Rate*) HASIL TRANSPLANTASI TERUMBU KARANG JENIS *Acropora Sp.* DI PERAIRAN PAITON, PROBOLINGGO

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 07 Januari 2020

Penulis

Dimas Rizal Wahyu N.

ABSTRAK

PENGARUH FAKTOR HIDRO-OSEANOGRAFI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN TINGKAT KELANGSUNGAN HIDUP (*Survival Rate)* HASIL TRANSPLANTASI TERUMBU KARANG JENIS *Acropora* sp. DI PERAIRAN PAITON, PROBOLINGGO.

Oleh:

Dimas Rizal Wahyu Nugraha

Perairan paiton termasuk dalam Selat Madura yang terdapat ekosistem terumbu karang. Adanya aktivitas kapal pengangkut batubara dan limpasan air hangat untuk pendingin mesin secara terus menerus dapat mengancam kehidupan terumbu karang Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup terumbu karang terhadap kondisi fisika-kimia perairan Paiton. Parameter perairan yang diukur adalah suhu, arus, kecerahan, salinitas, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), nitrat (NO_3), fosfat (PO_4). Metode transplantasi yang dilakukan dengan menanam fragmen yang telah dipotong pada substrat keras (kanstin FABA) pada kedalaman 8m dengan jenis terumbu karang yang di transplantasi adalah *Acropora formosa*, *Acropora pulchra*, *Acropora intermedia*. laju pertumbuhan selama 6 bulan didapatkan pada *Acropora formosa* 0,1674 cm/minggu ± 1,55, *Acropora pulchra* 0,2021 cm/minggu ± 1,96, *Acropora intermedia* 0,1382 cm/minggu ± 1,28. Tingkat kelangsungan hidup didapatkan pada setiap jenis yaitu pada *Acropora formosa* 93,33%, *Acropora pulchra* 93,33%, *Acropora intermedia* 96,67%. Hasil rata – rata pengukuran parameter hidro-oseanografi yaitu, suhu 29,1 ^{0}C, kecerahan 6,81 m, arus 5,59 cm/s, salinitas berkisar 30,39 ppt, derajat keasaman (pH) berkisar 7,5 , oksigen terlarut berkisar 5,4 mg/l, kandungan nitrat berkisar 0,105 mg/l, kandungan fosfat berkisar antara 0,012 mg/l. Uji korelasi statistik menunjukkan bahwa parameter perairan mendapatkan korelasi sangat kuat dan sangat lemah terhadap laju pertumbuhan *Acropora formosa*, *Acropora pulchra* , *Acropora intermedia* dengan nilai korelasi positif dan negatif. Korelasi parameter perairan dengan tingkat kelangsungan hidup mendapatkan korelasi sangat kuat dan sangat lemah dengan nilai positif dan negatif.

Kata Kunci: Transplantasi Terumbu karang, *Acropora formosa*, *Acropora pulchra*, *Acropora intermedia*, Hidro-oseanografi, Kanstin FABA.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

THE EFFECT OF HYDRO-OSEANOGRAPHY FACTORS ON GROWTH AND SURVIVAL RATE RESULTS OF CORAL TRANSPLANTATION SPECIES *Acropora Sp*. IN PAITON WATERS, PROBOLINGGO.

By:

Dimas Rizal Wahyu Nugraha

Paiton waters are included in the Madura Strait which has a coral reef ecosystem. The existence of coal-carrying vessels and warm water runoff for engine coolant can continuously threaten the life of coral reefs. This study aims to determine the growth rate and survival rate of coral reefs against the physical-chemical conditions of Paiton waters. The measured water parameters are temperature, current, brightness, salinity, acidity (pH), dissolved oxygen (DO), nitrate (NO3), phosphate (PO4). The transplantation method is carried out by planting fragments that have been cut on hard substrates (kanstin FABA) at a depth of 8m with the type of coral reef being transplanted, namely Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia. the growth rate for 6 months was obtained at Acropora formosa 0.1674 cm / week ± 1.55, Acropora pulchra 0.2021 cm / week ± 1.96, Acropora intermedia 0.1382 cm / week ± 1.28. Survival rates were found in each species, namely padaAcropora formosa 93.33%, Acropora pulchra 93.33%, Acropora intermedia 96.67%. The results of the average measurement of hydro-oceanographic parameters are, temperature 29.1 ^{0}C, brightness 6.81 m, current 5.59 cm / s, salinity around 30.39 ppt, acidity (pH) range of 7.5, dissolved oxygen around 5.4 mg / l, nitrate content ranges from 0.105 mg / l, phosphate content ranges from 0.012 mg / l. Statistical correlation test shows that the water parameters get a very strong and very weak correlation to the growth rate of Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia with positive and negative correlation values. Correlation of water parameters with survival rates get a very strong and very weak correlation with positive and negative values.

Keywords: Coral reef transplantation, *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia,* Hydro-oceanography,Kanstin FABA.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI iv
PERNYATAAN PUBLIKASI……..... v
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang.....1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian.....4
1.4 Manfaat Penelitian.....5
1.5 Batasan Masalah.....5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....7
2.1 Klasifikasi dan Struktur Karang 7
2.2 Sistem Reproduksi.....9
2.3 Ekosistem Terumbu Karang 11
2.4 Tipe dan Jenis Terumbu Karang.....12
2.5 Terumbu Buatan 14
2.6 Faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang 16
2.7 Penelitian Terdahulu.....18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....21
3.1 Gambaran Umum Wilayah.....21
3.2 Alat dan Bahan 21
3.3 Skema Penelitian 23
3.4 Lokasi Penelitian 24
3.5 Pembuatan Media Transplantasi.....25

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.6 Susunan Media Transplantasi 26
3.7 Transplantasi Terumbu Karang Pada Media Buatan 28
3.8 Pengolahan data 29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 37
4.1 Hasil Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan.....37
4.2 Hubungan Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Laju Pertumbuhan Karang Hasil Transplantasi 41
4.3 Hubungan Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Hasil Transplantasi.....53
4.4 Korelasi Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Hasil Transplantasi dengan Parameter Fisika-Kimia air 64
BAB V PENUTUP.....71
5.1 Kesimpulan.....71
5.2 Saran 72
DAFTAR PUSTAKA 73

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur polip karang (Nybakken, 1992).....7
Gambar 2. 2 Proses reproduksi karang secara seksual (Nybakken, 1992).....10
Gambar 2. 3 Proses reproduksi karang aseksual (Nybakken, 1992).....10
Gambar 2. 4 Tiga tipe terumbu karang dan proses geologi (Romimohtarto dan Juwana, 2001). 13
Gambar 2. 5 Jenis-jenis Bentuk Terumbu Buatan.(Guntur, 2011). 15
Gambar 2. 6. Skematik faktor-faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang (Nybakken, 1992). 18
Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian. 23
Gambar 3. 2 Peta lokasi penelitian.....25
Gambar 3. 3 ukuran media transplantasi.....26
Gambar 3. 4 Susunan media transplantasi. 26
Gambar 3. 5 a – d Sketsa Media Transplantasi.....28
Gambar 4. 1 a. Pengukuran *Acropora Formosa;* b. Pengukuran *Acropora pulchra;* c. Pengukuran *Acropora intermedia.* (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 41
Gambar 4. 2 Laju pertumbuhan terumbu karang hasil transplantasi (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 42
Gambar 4. 3 Fluktuasi suhu dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 43
Gambar 4. 4 Fluktuasi kecerahan dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 45
Gambar 4. 5 Grafik fluktuasi arus dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 46
Gambar 4. 6 Grafik fluktuasi salinitas dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....47
Gambar 4. 7 Grafik fluktuasi pH dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 48
Gambar 4. 8 Grafik fluktuasi DO dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 49

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4. 9 Grafik fluktuasi nitrat dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 50
Gambar 4. 10 Grafik fluktuasi fosfat dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....51
Gambar 4. 11 Tingkat Kelangsungan hidup Terumbu Karang (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....54
Gambar 4. 12 Fluktuasi Suhu dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer 2019). 54
Gambar 4. 13 Fluktuasi kecerahan dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....56
Gambar 4. 14 Grafik fluktuasi arus dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....57
Gambar 4. 15 Grafik fluktuasi salinitas dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 58
Gambar 4. 16 Grafik fluktuasi pH dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....59
Gambar 4. 17 Grafik fluktuasi DO dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....60
Gambar 4. 18 Grafik fluktuasi nitrat dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....61
Gambar 4. 19 Grafik fluktuasi fosfat dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).....62
Gambar 4. 20 Biplot variabel terikat dan variabel bebas *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia.* (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 67
Gambar 4. 21 Biplot variabel terikat dan variabel bebas kelangsungan hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019). 70

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Produksi ikan pada terumbu buatan (Wagiyo, 1997)..... 15
Tabel 2. 2 Metanalisis Penelitian Terdahulu..... 18
Tabel 3. 1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian..... 22
Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan dalam penelitian. 22
Tabel 3. 3 Interpretasi Koefisien Korelasi. 35
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan ……37
Tabel 4.2 Korelasi variabel terikat dengan variabel bebas *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora Intermedia.* 65
Tabel 4.3 Korelasi kelangsungan hidup. 69

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terumbu karang mempunyai nilai dan arti yang sangat penting dari segi ekonomi, sosial, maupun budaya, karena hampir seluruh penduduk dunia terutama penduduk di Indonesia yang tinggal di kawasan wilayah pesisir menggantungkan hidupnya dari hasil laut pada perairan dangkal yang umumnya perairan dangkal merupakan tempat terumbu karang (Suharsono, 2008). Terumbu karang juga merupakan tempat tinggal dan pemijahan ikan dalam menyimpan telur agar terhindar dari mangsa predator yang lebih besar, selain itu ikan yang tinggal di wilayah terumbu karang merupakan ikan yang diperdagangkan meliputi ikan hias maupun ikan konsumsi. Fungsi lain dari terumbu karang adalah sebagai tempat destinasi wisata bahari, struktur karang yang keras sebagai penahan gelombang alami, dan melindungi garis pantai dari abrasi (Burke *et.al*., 2012).

Kondisi terumbu karang di dunia termasuk Indonesia mengalami kerusakan. Kerusakan terumbu karang disebabkan oleh faktor alam maupun manusia seperti menangkap ikan menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan seperti cantrang, trawl dan menggunakan pukat harimau atau bom. Terkait kerusakan alam ini, Allah SWT berfirman dalam Al-qur'an surat Ar-Rum ayat 41:

يَرْجِعُونَ لَعَلَّهُمْ عَمِلُواْ ٱلَّذِى بَعْضَ لِيُذِيقَهُم ٱلنَّاسِ أَيْدِى كَسَبَتْ بِمَا وَٱلْبَحْرِ ٱلْبَرِّ فِى ٱلْفَسَادُ ظَهَرَ

Artinya : Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).

Hubungan dengan kerusakan alam salah satunya yaitu kerusakan pada ekosistem terumbu karang yang sangat jelas disebabkan oleh faktor alam dan manusia. Di tahun 2003, hanya ada 7% terumbu karang di Indonesia tergolong dalam keadaan sangat baik, 27% dalam keadaan sedang, dan lebih dari 36% tergolong dalam keadaan tidak baik (Nontji,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2004). Ekosistem terumbu karang menghadapi banyak ancaman yang serius, termasuk penangkapan ikan yang berlebihan atau penangkapan ikan menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan, pembangunan di kawasan pesisir, dan limpasan dari sektor pertanian serta pelayaran. Selain itu, ancaman perubahan iklim dunia yang menyebabkan suhu permukaan air laut yang naik dan air laut yang lebih asam. Allah SWT berfirman dalam Surat Al-A'raf 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya : Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan di kabulkan). Sesunguhya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.

Ayat tersebut menjelaskan bahwasannya manusia dilarang untuk membuat kerusakan di bumi, melainkan harus berbuat baik kepada bumi. Manusia adalah khilafah yang menjaga bumi dan seisinya agar mendapatkan nikmat dari Allah. Hubungan surat Al-A’raf 56 dengan terumbu karang adalah pentingnya kita menjaga alam salah satunya terumbu karang yang rusak dengan upaya rehabilitasi terumbu karang menggunakan metode transplantasi karang.

Transplantasi terumbu karang merupakan pemotongan atau pencangkokan terumbu karang hidup untuk di tumbuhkan di tempat lain atau di tempat karang yang rusak dengan tujuan untuk memulihkan atau membentuk terumbu karang alami kembali. Transplantasi terumbu karang mempunyai peran dalam mempercepat regenerasi pertumbuhan terumbu karang yang telah rusak, dan dapat dipakai untuk membangun daerah terumbu karang yang baru yang sebelumnya tidak ada (Iswandi *et. al*., 2015).

Perairan disekitar PLTU Paiton dapat dikatakan unik karena terdapat hamparan terumbu karang alami yang luas dan sangat bagus mulai dari kedalaman 3m hingga 10m. mengingat bahwasanya PLTU Paiton menggunakan air laut untuk mendinginkan mesin dan membuang air

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kembali ke laut, secara tidak langsung air tersebut mengalami perubahan suhu. Terumbu karang sangat rentan terhadap perubahan suhu, terkait hal tersebut perlunya dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan keberlangsungan hidup karang hasil transplantasi di dekat daerah pembuangan air untuk mendinginkan mesin pembangkit listrik. Transplantasi ini dilakukan sebagai indikator kualitas perairan agar mencegah ancaman kerusakan terumbu karang alami yang berada di perairan PLTU Paiton, Probolinggo. Indikator kualitas perairan yang dimaksud adalah parameter perairan yang menjadi faktor sebaran terumbu karang. Menurut Giyanto *et. al,* (2017), bahwa terumbu karang mempunyai faktor-faktor yang mempengaruhi sebaran terumbu karang yaitu suhu perairan, cahaya matahari, salinitas, sedimentasi, kualitas perairan, arus dan sirkulasi laut, serta substrat dasar perairan. Menurut Wijayanto (2011), kerusakan ekosistem terumbu karang di wilayah perairan Paiton disebabkan oleh aktivitas masyarakat yang melakukan penangkapan ikan menggunakan peralatan yang tidak ramah lingkungan, pengambilan terumbu karang untuk diperjual belikan sebagai hiasan dan bahan bangunan serta di sebanjang pantai terdapat banyak industri berat mulai jalur aktivitas kapal pengangkut batu bara dan dampak dari limbah PLTU yang berupa limpasan air hangat untuk pendingin mesin pembangkit listrik.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kondisi parameter hidro-oseanografi di perairan Paiton, Probolinggo?
2. Bagaimanakah laju pertumbuhan karang jenis *Acropora formosa, Acropora pulchra, dan Acropora intermedia* hasil transplantasi di perairan Paiton, probolinggo?
3. Bagaimanakah kelangsungan hidup (*survival rate*) terumbu karang jenis *Acropora formosa, Acropora pulchra, dan Acropora intermedia* di perairan Paiton, Probolingo?
4. Bagaimana korelasi laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup terumbu karang jenis *Acropora formosa, Acropora pulchra, dan Acropora intermedia* dengan parameter hidro-oseanografi perairan Paiton, Probolinggo?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi dan parameter hidro-oseanografi di perairan Paiton, Probolinggo.
2. Mengetahui laju pertumbuhan hidup terumbu karang jenis *Acropora formosa, Acropora pulchra, dan Acropora intermedia.*
3. Mengetahui kelangsungan hidup terumbu karang jenis *Acropora formosa, Acropora pulchra, dan Acropora intermedia.*
4. Mengetahui korelasi laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup dengan parameter hidro-oseanografi perairan Paiton, Probolinggo.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh melalui penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi tentang data kualitas air di perairan Paiton, Probolingo untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang.
2. diharapkan memberikan informasi kepada civitas akademik ilmu kelautan tentang pertumbuhan terumbu karang dan tingkat kelangsungan hidup terumbu karang jenis *Acropora formosa, Acropora pulchra, dan Acropora intermedia* di perairan Paiton, Probolinggo.
3. Memberikan informasi yang didapatkan pada penelitian ini untuk dijadikan pertimbangan dalam upaya rehabilitasi dan restorasi ekosistem terumbu karang.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Pengamatan dalam penelitian ini hanya fokus pada pertumbuhan tinggi fragmen dan kelangsungan hidup fragmen pada transplantasi terumbu karang.
2. Lokasi pengamatan berada pada kedalaman 8 meter di perairan Paiton, Probolinggo.
3. Tidak membahas pengaruh kandungan yang ada pada media terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang.
4. Parameter fisika dan kimia yang dianalisis meliputi : fisika (suhu, arus, dan kecerahan), kimia (salinitas, pH, Oksigen terlarut (DO)), kandungan Nitrat (NO_3), dan Fosfat (PO_4).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Struktur Karang

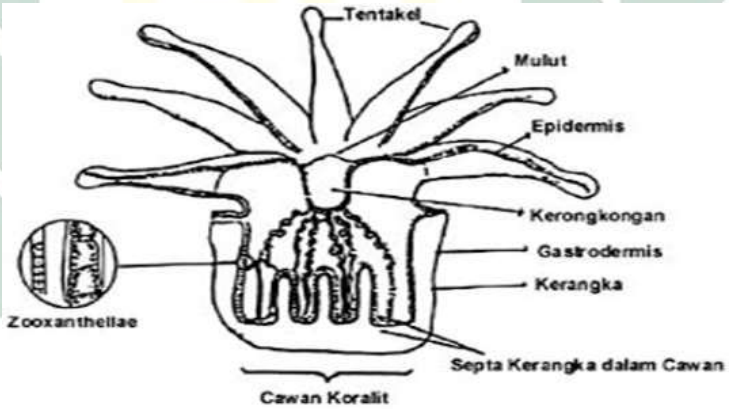
Karang termasuk dari keluarga besar biota laut penghasil kapur atau lebih dikenal sebagai cnidaria. Cnidaria dibagi dua yaitu hydrozoa yang kelompok umum nya lebih dikenal sebagai karang api, dan anthozoa yang kelompok umumnya lebih dikenal sebagai karang batu yang membentuk terumbu karang utama. Klasifikasi menurut Suharsono (2008) meliputi :

Filum: Cnidaria

Kelas: Anthozoa

Sub Kelas: Hexacoralia

Bangsa: Scieractinia



Gambar 2. 1 Struktur polip karang (Nybakken, 1992).

Dinding polip karang terdiri dari lapisan *Ectodermis* pada bagian luar yang terdiri dari berbagai jenis sel mucus dan sel knidoblast yang berisi sel nematocyst. Pada bagian tengah lapisan *ectodermis* dan *gastrodermis* terdapat sel pemisah yang disebut *mesoglea*. *Gastrodermis* pada bagian dalam yang selnya sebagian besar berisi *zooxanthellae* yang merjupakan alga simbiotis *uniseluler*. Alga ini sangat penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu bagi karang hermatipik.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Organisme lain yang ikut membentuk terumbu adalah dari ordo *Medreporaria*, ordo *Stolonifera* dan organisme lain seperti alga hijau, alga koralin, Echinodermata dan Gastropoda. Berdasarkan Guntur (2011) menjelaskan bahwa karang berdasarkan fungsi terhadap pembentukan terumbu dan hubunganya dengan alga yang bersimbion terbagi menjadi empat kelompok, yaitu:

a. Hermatipik-simbion, merupakan karang Scleractinia yang membentuk terumbu, seperti *Octocorallia* dan *Hydrocorallia*.
b. Hermatipik-asimbion, merupakan karang yang pertumbuhannya lambat namun dapat membentuk kerangka kapur masif tanpa berasosiasi dengan zooxanthellae. Oleh karena itu karang jenis ini bisa hidup pada lingkungan tanpa cahaya. Jenis karang tersebut diantaranya *Tubastrea*, *Dendrophyllia* dari S*cleractinia* dan *Stylaster rosacea* dari *Hydrocoral*.
c. Ahermatipik-simbion, merupakan kelompok dari Fungi kecil seperti dari genus Heteropsammmia dan Diaseris serta karang Leptoseris dari famili Agaricidae yang berpolip tunggal kecil dan memiliki koloni yang kecil sehingga tidak temasuk dalam kelompok pembentuk terumbu. Karang yang temasuk dalam kelompok ini adalah ordo *Alcyonacea* dan *Gorgonacea* mengandung alga simbion tetapi tidak menghasilkan kerangka kapur masif.
d. Ahermatipik–asimbion, merupakan karang dari ordo *Scleractinia* dari genus *Dendrophyllia* dan *Tubastrea* yang memiliki polip berukuran kecil. Selain itu juga terdapat dari kelompok Hexacorallia dari ordo Antipatharia dan Corallimorpharia serta Octocoral yang asimbiotik.

Fungsi zooxanthella dalam jaringan karang adalah membantu polip dalam proses pengendapan kapur sehingga karang hermatipik dapat membentuk terumbu melalui proses sintesis beberapa senyawa hasil sekresi dari polip karang seperti nitrogen (terutama dalam bentuk amoniak), gas karbondioksida (CO2), dan fosfat. Untuk daerah sebaran dari kedua jenis

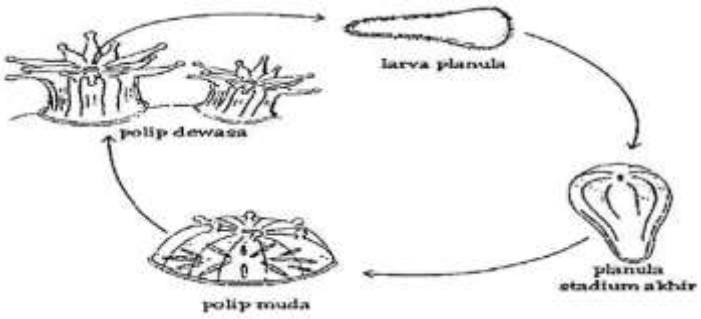
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

karang ini memiliki perbedaan yaitu untuk karang hermatipik hanya ada di daerah tropik sedangkan jenis karang ahermatipik memiliki sebaran yang lebih luas yaitu di seluruh dunia (Nybakken, 1992). Dalam siklus hidupnya karang hermatipik akan melakukan proses respirasi (penyerapan oksigen untuk pernafasan) yang akan lebih efektif dengan adanya simbion zooxanthella yang juga akan melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis dari zooxanthella menjamin tersedianya gas oksigen (O2) dalam rangka memenuhi kebutuhan pernafasan dan metabolisme hewan karang tersebut (Nybakken, 1992).

2.2 Sistem Reproduksi

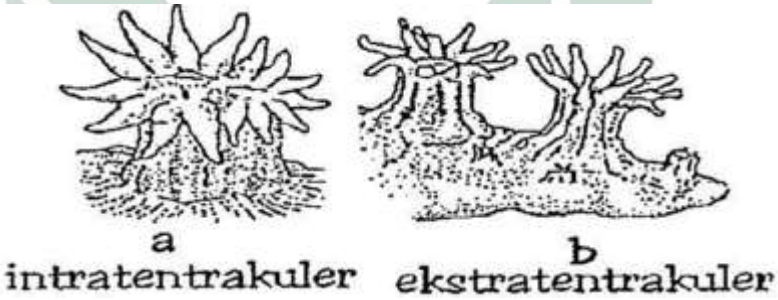
Hewan karang dapat berkembang biak baik secara seksual (generatif) maupun aseksual (vegetatif) (Nybakken, 1992). Pada perkembangbiakan secara seksual (generatif) (Gambar 2.2) terjadi pertemuan antara sel kelamin jantan (sperma) dengan sel kelamin betina (ovum). Pembuahan akan terjadi ketika sel kelamin jantan (sperma) telah mencapai sel kelamin betina (ovum) di dalam gastrovaskuler. Proses pembuahan selanjutnya akan menghasilkan planula (larva) yang berukuran sekitar 1.20 mikron, yang dapat berenang bebas dengan jangka waktu hidup yang bersifat temporal. Seluruh tubuh planula mengandung silia yang pada mulanya berbentuk masif, kemudian terbentuk mulut disalah satu ujungnya yang selanjutnya akan terbentuk rongga pada tubuhnya. Pada suatu saat ketika planula menemukan susbtrat yang cocok, maka planula akan melekatkan diri dengan posisi mulut berada dibagian atas dengan bagian dasar akan mengeluarkan zat yang berfungsi untuk memperkuat penempelanya. Pada tahap selanjutnya planula akan mengalami perubahan bentuk (metamorfosa) membentuk kerangka kapur dengan bersekat-sekat (Nybakken, 1992).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2. 2 Proses reproduksi karang secara seksual (Nybakken, 1992).

Sedangkan perkembangbiakan secara aseksual (vegetatif) (Gambar 2.3) terjadi melalui pembentukan tunas baru. Pertunasan yang terjadi terdiri dari dua jenis yaitu pertunasan intratentakuler dan ekstratentakuler. Pada pertunasan intratentakuler polip karang yang sudah dewasa (terutama karang batu) akan membentuk tunas baru dengan cara peregangan cakram coral (coral disk) yang memanjang ke satu arah. Peregangan tersebut akan menghasilkan polip baru karena proses penggentingan yang terjadi pada permukaan cakram. Sedangkan pada pertunasan ekstratentakuler pembentukan tunas terjadi di dasar polip lama (Ditlev, 1980).



Gambar 2. 3 Proses reproduksi karang aseksual (Nybakken, 1992).

Karang sendiri terdiri dari karang lunak dan karang keras (batu). Perbedaan antara karang lunak dan karang batu terletak pada jumlah tentakel, kekerasan struktur tubuh, dan kerangka penyusunya. Karang lunak mudah dikenali karena tekstur tubuhnya yang lunak dan tertanam dalam massa gelatin yang memiliki jumlah tentakel delapan buah yang dilengkapi dengan duri-duri (pinnula), kerangka tubuh bersifat endoskeleton dan tidak

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

menghasilkan kerangka kapur yang radial. Sedangkan karang keras memiliki jumlah tentakel sebanyak enam atau kelipatan enam dan tidak berduri. Karang keras memiliki kemampuan untuk menghasilkan kerangka kapur yang radial dengan bentuk kristal aragonit dan kerangka tubuh bersifat eksoskeleton (Manuputty, 1986).

2.3 Ekosistem Terumbu Karang

Terumbu karang meruakan kelompok organisme yang hidup dan tumbuh di dasar perairan laut yang dangkal. Terumbu karang hampir ditemukan diseluruh dunia dari daerah kutub maupun daerah yang memiliki cuaca siang hari sangat panas dan malam hari sangat dingin, tetapi pada umumnya di daerah tropik terumbu karang dapat berkembang dengan baik. Dengan begitu, terumbu karang digunakan dalam membatasi suatu wilayah lingkungan lautan tropik (Kordi, 2010).

Total luas wilayah terumbu karang di dunia mencapai 600.000 km^2 (Nontji, 1984). Berdasarkan jumlah spesies dan genera, terumbu karang yang paling besar berada pada wilayah Indo-Pasifik, termasuk kepualuan Indoneisa, Papua, Filipina, dan bagian Utara Australia dengan total yang tercatat berjumlah 50 genera dan 700 spesies (Nyibakken, 1988; Veron, 1986). Dari 700 jenis terumbu karang yang ada di wilayah indo-pasifik, kurang lebih 400 jenis diantaranya terdapat di wilayah perairan indoneisa dan sekitar 260 jenis terumbu karang yang berada di Indonesia diantaranya tergolong terumbu karang langka (Yarman, 1997). Terumbu karang tersusun dari kalsium karbonat ($CaCO_3$) yang disusun oleh organisme dari ordo *Medreporaria* (karang keras), ordo *stolonifera* (karang lunak) dan organisme-organisme lain dari jenis alga koralin dan alga hijau jenis Halimeda, tiram raksasa (Tridacna), Echinodermata dan Gastropoda. Kondisi fisik dan fisiologis terumbu karang yang kompleks inilah yang memberikan andil bagi keanekaragaman dan produktivitas biologi terumbu karang itu sendiri (Nybakken, 1988).

Karang dapat ditemukan diseluruh wilayah perairan dunia baik di daerah tropis atau subtropis. Pada wilayah perairan daerah tropis

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mempunyai tingkat pertumbuhan paling baik. terdapat dua tipe kelompok karang, yaitu karang yang dapat menghasilkan terumbu atau dapat membentuk bengunan kapur disebut karang hermatipik, sedangkan karang yang tidak dapat menghasilkan kapur atau terumbu disebut ahermatipik (Kordi, 2010). Dalam wilayah sebaran, karang hermatipik tersebar hanya di wilayah tropis, sedangkan ahermatipik tersebar diseluruh dunia. Perbedaan yang paling terlihat sebagai pembeda antara kedua kelompok karang tersebut adalah didalam karang hermatipik terdapat zooxanthella yaitu sel tumbuhan yang bersimbiosis dengan karang, sedangkan pada karang hermatipik tidak ditemukan zooxanthella.

2.4 Tipe dan Jenis Terumbu Karang

Menurut Odum (1971) menjelaskan tiga perbedaan formasi yang dikenal dengan teori penenggelaman. Teori peneggelaman diantaranya adalah:

a. Terumbu karang tepi (*fringing reef).*

   Terumbu karang tepi terdapat di sepanjang pantai sampai kedalaman kurang lebih 40m. terumbu karang tepi ini tumbuh subur karena di daerah yang cukup ombak dan terkena cahaya matahari.

b. Terumbu karang penghalang (*barrier reef).*

   Terumbu karang penghalang adalah karang yang tumbuh dan berkembang terpisah jauh dari daratan atau pulau.

c. Terumbu karang yang berbentuk cincin (*atol).*

   Merupakan karang yang berbentuk bulat atau melingkar menyerupai cincin dan muncul dari perairan dalam yang jauh dari daratan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 2. 4 Tiga tipe terumbu karang dan proses geologi (Romimohtarto dan Juwana, 2001).

Pertumbuhan karang memiliki berbagai macam bentuk dan warna. Menurut Veron (1986) ada lima jenis yang membedakan bentuk hewan karang, diantaranya:

a. Bercabang (*Branching)*

   Pertumbuhan karang koloni ini mengarah vertikal dan horizontal dengan lebih dominan menuju vertikal. Bentuk cabang dapat halus atau tebal dan percabangan dapat memanjang dan melebar. Karang jenis bercabang merupakan karag yang tumbuh paling cepat yaitu bisa mencapai 20cm setiap tahun.

b. Padat (*Massive*)

   Bentuk padat pertumbuhan lebih dominan ke arah horizontal. Bentuk bervariasi dan ukuran beragam. Karang jenis ini tergolong lambat karena pertumbuhannya sekitar 1cm pertahun.

c. Jamur *(Mushroom)*

   Umumnya berbentuk melingkar atau oval. Alur serentak dari tiap sisinya. Bentuk permukaan cembung atau cekung dengan ukuran yang sangat bervariasi.

d. Kerak (*Encrusting)*

   Berbentuk seperti kerak yang biasanya menutupi dasar terumbu dan kuat terhadap terjangan ombak. Bentuk permukaan dari jenis ini kasar dan berlubang kecil.

e. Meja (*Tabulate)*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jenis karang ini tumbuh secara melebar pada puncaknya sehingga terlihat seperti meja. Permukaan datar dan percabangan merata. Pada bagian bawah terdapat batang karang yang bertumpu pada satu sisi dengan membentuk sudut atau mendatar.

2.5 Terumbu Buatan

Ekosistem terumbu karang alami yang mengalami kerusakan merupakan ancaman bagi kelangsungan kehidupan biota laut yang tinggal di daerah terumbu karang karena membutuhkan waktu yang sangat lama dalam pemulihan terumbu karang. salah satu cara pemulihan terumbu karang yang rusak adalah dengan pengembangan terumbu karang buatan. Menurut joni (2015) transplantasi terumbu karang adalah pencangkokan atau pemotongan karang hidup untuk di cangkok di media atau tempat lain yang karangnya mengalami kerusakan dengan tujuan untuk pemulihan atau pembentukan terumbu karang alami. Transplantasi terumbu karang ini mempunyai peran dalam mempercepat regenerasi terumbu karang yang dalam keadaan rusak, dan dapat dipakai untuk menumbuhkan daerah terumbu karang baru yang sebelumnya belum ada. Beberapa jenis media yang terjangkau dan dapat dikembangkan untuk media transplantasi terumbu karang yaitu :

1. Beton
2. Kerangka bambu
3. Transplantasi menggunakan tali
4. Kerangka besi

FAO (1989) menyebutkan bahwa kerangka terumbu karang buatan sebaiknya berupa substrat yang keras, tidak mencemari lingkungan, bersifat stabil dan mudah di bentuk serta bahan yang mengandung kalsium karena lebih cepat membentuk kolonisasi berbagai macam jenis organisme. Terumbu buatan merupakan konstruksi bangunan yang dengan sengaja dimasukkan kedalam dasar perairan dengan meniru karakteristik substrat yang dibutuhkan terumbu karang. Tujuan dalam pembuatan terumbu karang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

buatan adalah mengemblikan peran terumbu karang alami dan menggantikan habitat terumbu karang yang rusak (Kordi, 2010). Tujuan lain dalam pembuatan terumbu karang buatan jika didesain dengan baik menurut Edwards dan Gomes (2008) adalah :

a. Peningkatan pertumbuhan secara cepat.
b. Substrat yang stabil untuk polip karang yang menempel atau karang yang akan di transplant pada media transplantasi.
c. Menarik ikan.
d. Perlindungan pantai dalam hal menahan gelombang ataupun abrasi.
e. Struktur keras pada terumbu buatan dapat membuat nelayan dengan jaring yang tidak ramah lingkungan akan sulit atau rusak jaringnya.
f. Lokasi wisata bahari alternatif untuk mengurangi potensi kerusakan terhadap terumbu karang alami.

Gambar 2. 5 Jenis-jenis Bentuk Terumbu Buatan.(Guntur, 2011).

Terdapat Terumbu karang buatan dapat meningkatkan produksi dalam sektor perikanan dengan hasil ditunjukkan pada table 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Produksi ikan pada terumbu buatan (Wagiyo, 1997).

Negara	Produksi	Sumber
Indonesia	11,2 kg/ m^2 / th	Wasilun, 1993
Malaysia	10 kg/ m^2 / th	Hung, 1988
Filipina	8 kg/ m^2 / th	Hung, 1988
Jepang	10-20 kg/ m^2 / th	Hung, 1988

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.6 Faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang

Semua organisme yang hidup akan melangami fase pertumbuhan dan perkembangan. Faktor lingkungan adalah faktor pembatas bagi pertumbuhan terumbu karang, faktor pembatas atau faktor yang mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang menurut Giyanto *et al* (2017), adalah suhu perairan, cahaya matahari, salinitas, sedimentasi, kualitas perairan, arus dan sirkulasi air laut, Substrat, biomineralisasi, suhu perairan.

a. Suhu

Karang dapat bertahan hidup pada suhu perairan di atas 18ºC. Suhu ideal untuk pertumbuhan karang berkisar antara 27-29°C. Adanya kenaikan suhu air laut di atas suhu normalnya, akan menyebabkan pemutihan karang (*coral bleaching*) sehingga warna karang menjadi putih. Bila hal tersebut berlanjut hingga beberapa minggu, akan menyebabkan kematian. Menurut Guntur (2011) pertumbuhan optimum bagi karang berkisar antara 23-25ºC dan suhu maksimum yang dapat diterima oleh karang berkisar 36-40ºC. Terumbu karang sangat rentan terhadap kenaikan suhu karena mempengaruhi kepekaan dari *zooxanthellae* karena sinar yang diterima akan merusak selnya jika suhu permukaan laut meningkat (Hoegh dan Guldberg, 1999).

b. Cahaya Matahari

Cahaya adalah faktor penting dalam pertumbuhan terumbu karang. Karang hidup bersimbiosis dengan alga zooxanthella yang hidup di dalam jaringan karang. Sehingga memerlukan cahaya matahari untuk proses fotosintesis. Cahaya yang masuk kedalam karang akan diterima oleh terumbu karang pada kedalaman yang intensitas cahayanya berkurang 15% sampai 20% dari intensitas cahaya yang ada di permukaan laut. Terumbu karang akan berkembang baik pada kedalaman kurang lebih 20m, Oleh karena itu karang sulit tumbuh dan berkembang pada kedalaman dimana penetrasi cahaya sangat kurang, biasanya pada kedalaman lebih dari 40m (Dahuri, 2003; Nontji, 1987).

c. Salinitas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan salinitas. Salinitas ideal bagi pertumbuhan adalah berkisar antara 30‰ - 36‰. Air tawar dengan salinitas rendah dapat membuat terumbu karang mati. Terumbu karang dapat hidup dalam salinitas 32‰ - 35 º /00, batasan toleransi terumbu karang terhadap salinitas berkisar antara 32‰ - 35‰. Oleh karena itu daerah atau wilayah yang terus menerus menerima pasokan air tawar dari sungai tidak akan ditemukan adanya kehidupan terumbu karang. Jika di daerah atau kawasan perairan tersebut terdapat terumbu karang, pertumbuhan akan terhenti dan terumbu arang mengalami kematian karena salinitasnya menjadi rendah (Guntur, 2011).

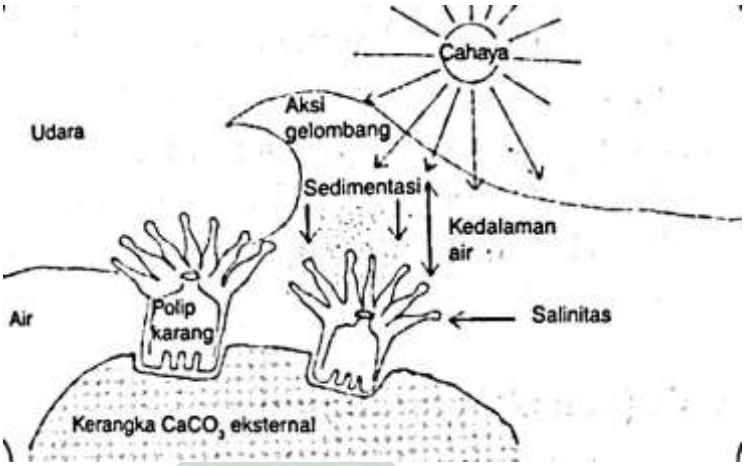
d. Arus dan sirkulasi air laut

Arus dan sirkulasi air diperlukan dalam penyuplaian makanan yang diperlukan dalam proses pertumbuhan karang dan suplai oksigen. Selain itu, arus dan sirkulasi air juga berperan dalam proses pembersihan dari endapan material berupa pasir atau lumpur yang menempel pada pada polip karang. Tempat dengan arus dan ombak yang tidak terlalu besar merupakan tempat yang ideal untuk pertumbuhan karang. Tempat dengan arus dan ombak yang besar dapat mengganggu pertumbuhan karang, misalnya pada daerah-daerah terbuka yang langsung menghadap ke laut lepas, dengan ombak yang selalu besar sepanjang masa. Partikel lumpur atau pasir yang terbawa oleh arus dapat menutupi terumbu karang yang menyebabkan proses fotosintesi pada terumbu karang akan terganggu (Dahuri, 2001).

e. Substrat dasar perairan

Larva karang (*planula)* karang memerlukan substrat yang keras dan stabil untuk menempel, hingga tumbuh menjadi karang dewasa. Dasar perairan yang kerang yang mengandung bebatuan dengan didukung faktor lingkungan yang mendukung akan membantu larva karang dalam pembentukan koloni baru. Faktor fisik yang sangat mempengaruhi dalam faktor pembatas terumbu karang dapat dilihat pada gambar 2.6.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 2. 6. Skematik faktor-faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang (Nybakken, 1992).

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini berdasarkan para peneliti terdahulu yang di muat dalam tabel berupa rangkuman di bawah ini:

Tabel 2. 2 Metanalisis Penelitian Terdahulu

NO	JUDUL	DESKRIPSI
1.	Studi Pertumbuhan Dan Survival Rate Pada Transplantasi Karang *Acropora* sp. Di Pantai Kondang Merak Kabupaten Malang	Penulis Dan Tahun Terbit : Arifin z, Luthfi, (2016). Tujuan: Mengetahui pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup dari karang transplant Metode:Transplantasi terumbu karang jenis A*cropora sp*. dengan rangkah bamboo atau patok. Hasil:Pertumbuhan karang tertinggi pada spesies *A. formosa* dengan pertumbuhan tinggi bulanan mencapai 0,79 cm dan lebar 0,86 cm. Pertumbuhan terlambat pada karang *A.scale* dengan pertambahan tinggi 0,19 cm dan lebar karang 0,21 cm perbulan. Pada terumbu karang *A. hyachintus tinggi 0,33 cm dan lebar 0,49cm* dengan berat rata-rata 98,52 gram. Presentase tingkat kelangsungan hidup karang pada kedalaman 1,5m untuk spesies *Acropora hycinthus* sebesar 67%, spesies *Acropora formosa 100%, Acropora scale 100%*. Presentase keseluruhan tingkat kelangsungan hidup sebesar 89%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

NO	JUDUL	DESKRIPSI
2.	Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang *Acropora formosa* Hasil Transplantasi Pada Kedalaman Berbeda	Penulis Dan Tahun Terbit : Joni (2015). Tujuan : Untuk mengetahui kedalaman optimal pertumbuhan karang *Acropora formosa* dengan cara ditransplantasi pada kedalaman yang berbeda. Metode : Transplantasi terumbu karang pada kedalaman yang berbeda. Hasil : Kedalaman memberikan pengaruh bagi pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup terumbu karang. Laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup karag *Acropora formosa* yang baik terjadi pada kedalaman 3 sampai 9m.
3.	Tingkat Kelangsungan Hidup Fragmen Karang *Acropora formosa* Yang Ditransplantasikan Pada Media Buatan Yang Terbuat Dari Pecahan Karang (*Rubble*)	Penulis Dan Tahun Terbit: Fadli, (2008). Tujuan : Menghasilkan media alternatif yang lebih murah dan cocok untuk mengantikan media semen atau concrete sebagai media transplantasi. Metode : Transplantasi reumbu karang pada media buatan yang terbuat dari pecahan karang. Hasil : Fragmen karang yang hidup menandakan media potensial untuk dikembangkan lebih lanjut. Tingkat kelangsungan hidup yang rendah diakibatkan oleh faktor lingkungan.
4.	Densitas Zooxanthellae dan Pertumbuhan Karang *Acropora formosa* Dan *Acropora nobilis* Di Perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton, Probolinggo, Jawa Timur.	Penulis Dan Tahun Terbit: Aunurohim, (Tanpa tahun). Tujuan : Untuk mengetahui densitas zoxanthellae dan pertumbuhan karang *A. formosa* dan *A. nobilis* di perairan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Metode : Transplantasi karang media balok beton. Hasil : Kisaran densitas zooxanthellae 0-7.085.264. sel/cm^2 pada *Acropora formosa*, untuk *Acropora nobilis* memiliki densitas *zooxanthellae* dengan kisaran rata-rata 1.503.710-2.540.780 sel/cm^2. Laju pertumbuhan pada *Acropora formosa* rata-rata 1.183 ± 0.33 cm/bulan. Pada *Acropora nobilis* rata-rata 1.14 ± 0.34 cm/bulan. Semakin tinggi densitas *zooxanthellae* pada karang *A. formosa* dan *A. nobilis*, semakin tinggi pula laju pertumbuhannya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

NO	JUDUL	DESKRIPSI
5.	Rehabilitasi Terumbu Karang Akibat Pengeboman Dengan Metode Transplantasi Menggunakan Karang Jenis *Acropora* sp.	Penulis Dan Tahun Terbit : Harianti dkk, (tanpa tahun). Tujuan : Merehabilitasi kawasan terumbu karang. Meningkatkan kualitas sumberdaya manusia dalam melestarikan terumbu karang di kaloangan masyarakat. Sebagai bahan informasi untuk instansi terkait dan nelayan dalam upaya pelestarian terumbu karang. Metode : Transplantasi terumbu karang dengan meja dan jaring untuk penempatan substrat/bibit karang. Hasil : Terselenggaranya sosialisasi dan penyadaran masyarakat tentang manfaat terumbu karang. Antusiasme masyarakat setempat sangat tinggi dalam mendukung rehabilitasi transplantasi terumbu karang. Meningkatnya kemampuan dan keterampilan masyarakat tentang cara melakukan transplantasi terumbu karang.
6.	Inovasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.	Penulis Dan Tahun Terbit : Suprianto, 2016. Tujuan : Pemanfaatan limbah bahan berbahaya dan beracun. Hasil : pemanfaatan limbah B3 dominan yang dilakukan oleh PT Jawa Power yaitu pemanfaatan limbah abu (*fly ash* dan *bottom ash*) sebagai bahan baku pembuatan paving blok dan batako.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah

Desa Binor berada di wilayah kecamatan Paiton yang lokasinya terletak paling ujung timur dari kabupaten Probolinggo yang berberbatasan dengan kabupaten Situbondo dengan koordinat S 07°42'50.84" T 113°33'36.49". Di desa Binor ini terdapat pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang mengalirkan listrik untuk wilayah Pulau Jawa dan Pulau Bali. PLTU Paiton memiliki keindahan tersendiri bagi yang melewati karena cahaya lampu yang menerangi disetiap sisi dan tersusun rapi. Selain keindahan cahaya lampu, di desa Binor terdapat destinasi wisata pantai yang tepatnya terletak di sisi barat dari PLTU yang bernama pantai Bhinor Harmony (Bohay). Pantai Bohay memiliki keistimewaan tersendiri selain bersampingan dengan adanya pembangkit listrik yang menawarkan keindahan cahayanya, Pantai Bohay merupakan tempat untuk menikmati matahari terbenam dan juga terdapat juga tempat untuk menikmati keindahan bawah laut berupa ekosistem termbu karang alami yang indah di sekitar perairannya.

Terumbu karang yang berada di perairan Paiton masuk dalam bagian wilayah perairan selat Madura. Terumbu karang yang terdapat pada wilayah tersebut terdiri dari berbagai jenis dengan warna-warna yang indah. Ekosistem terumbu karang pada perairan Paiton Probolinggo dapat dijumpai pada kedalaman 3 meter hingga kedalaman 15 meter. Kerapatan dan pola sebaran ekosistem terumbu karang pada wilayah ini sangatlah dipengaruhi oleh kondisi perairan dan lingkungan di sekitarnya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan dalam penelitian ini terdiri dari alat dan bahan dari pembuatan dan alat dan bahan proses pelaksanaan penelitian. Alat bantu dalam pelaksanaan penelitian sebagian besar adalah peralatan selam

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

lengkap. Alat dokumentasi bawah air, alat pengukur parameter fisika-kimia. Berikut ini adalah peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian yang disajikan pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Peralatan yang digunakan dalam penelitian.

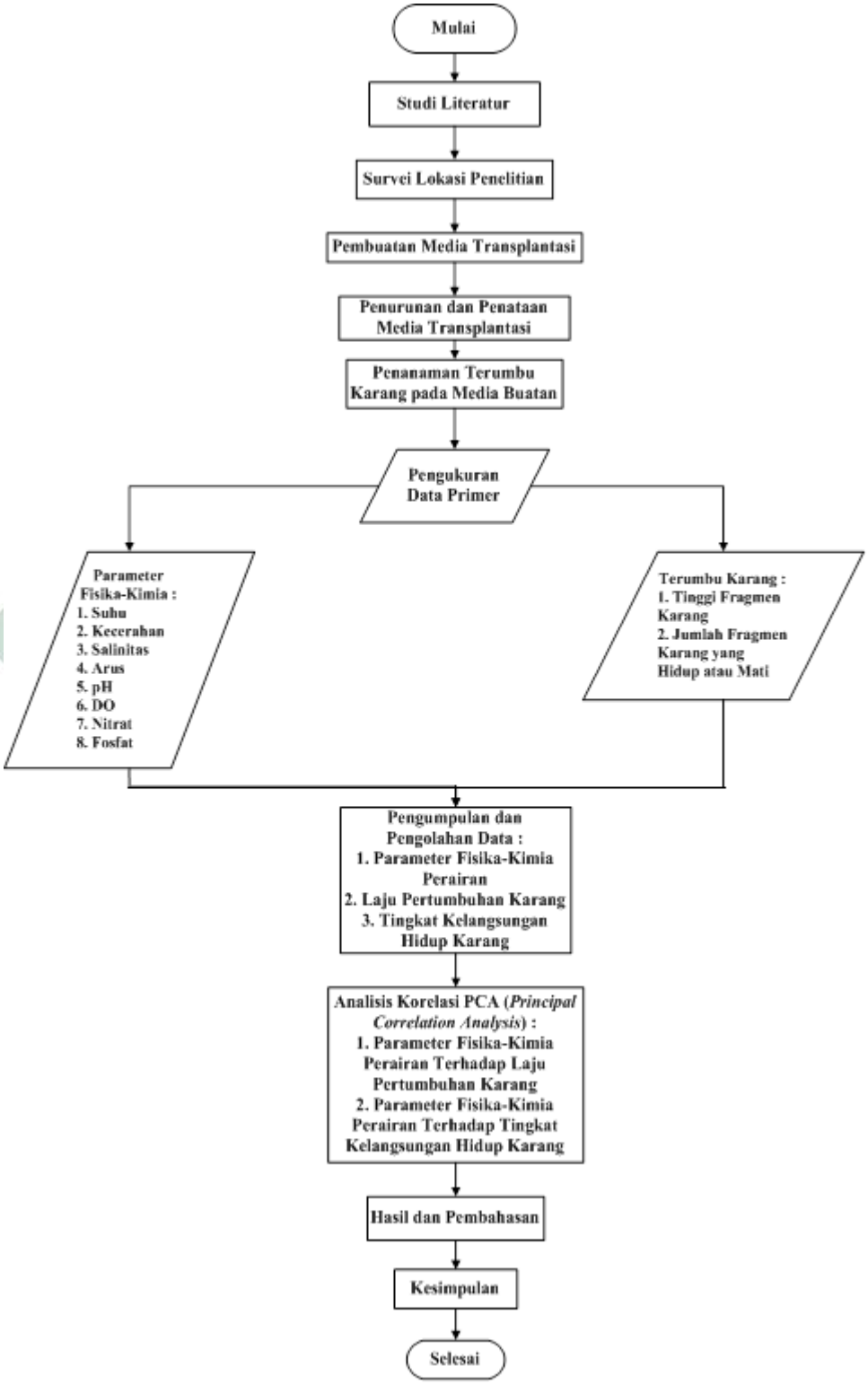
No	NAMA ALAT	FUNGSI
1	SCUBA SET	Alat bantu selam
2	Masker, snorkel, fins	Alat bantu selam
3	Kamera Underwater	Mengambil gambar pada saat penelitian
4	Housing Kamera Underwater	Pelindung kamera
5	Jangka sorong	Mengukur pertumbuhan
6	Sarung tangan	Pelindung tangan
7	Wetsuit	Pelindung tubuh
8	GPSMAP 76 CSX	Menentukan titik lokasi
9	Thermometer	Mengukur suhu pada lokasi penelitian
10	Refraktometer	Mengukur salinitas
11	Secchi disk	Mengukur kecerahan
12	Kertas tahan air	Alat bantu menulis dalam air
13	DO meter	Mengukur kadar oksigen terlarut
14	Botol	Tempat sampel air untuk uji lab
15	Kabel tis	Mengikat fragmen karang
16	Tang potong	Untuk memotong karang
17	Current meter	Mengukur kecepatan arus
18	pH paper	Mengukur jenis pH
19	Buku identifikasi karang	Mengetahui jenis karang
20	Nitrat tools	Mengukur kadar nitrat
21	Fosfat tools	Mengukur kadar fosfat

Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan dalam penelitian.

No	Nama Bahan	Fungsi
1	Semen putih dan lem rajawali	Menempelkan fragmen karang pada media transplant
2	karang jenis *A. formosa, A. intermedia, A. pulchra.*	Jenis terumbu karang yang di transplant
3	*Bottom ash* dan *fly ash*	Tempat karang transplant
4	Aquades	Sebagai penetral peralatan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3 Skema Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

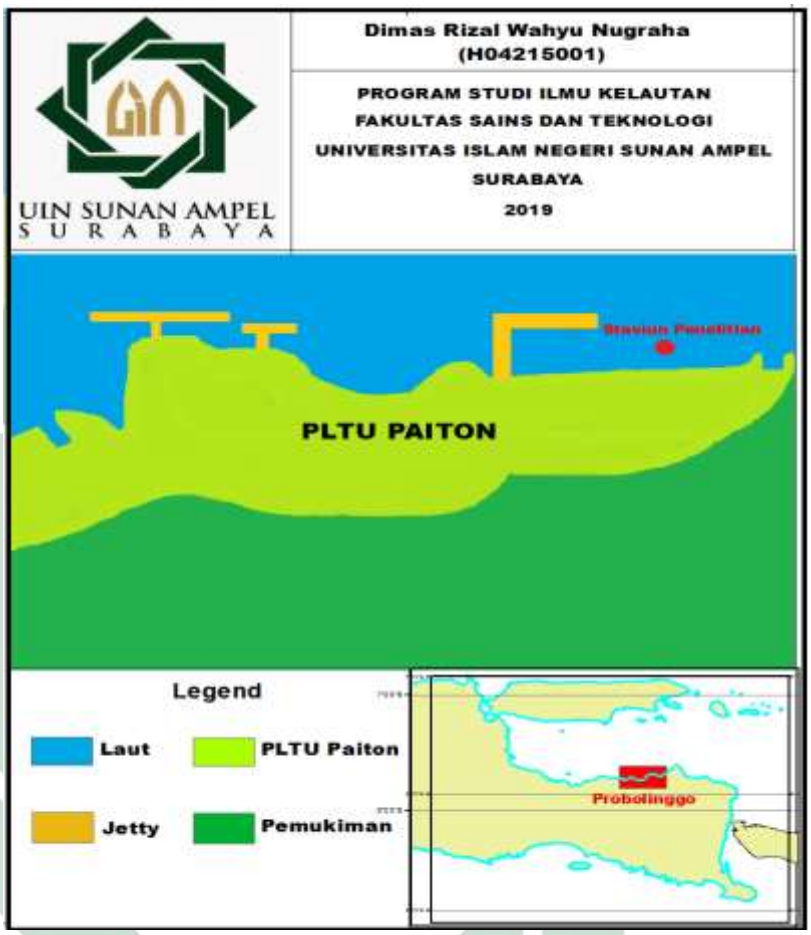
3.4 Lokasi Penelitian

Observasi lokasi penelitian dipilih berdasarkan pada kondisi lingkungan yang tidak atau sedikit ditumbuhi terumbu karang. Secara umum perairan paiton relatif baik meskipun terdapat pembangkit listrik tenaga uap. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wijayanto (2011), menunjukkan bahwa kondisi tutupan terumbu karang yang terdapat di Perairan Paiton mempunyai kerapatan terumbu karang sebesar 25% hingga 63%, keanekaragaman jenis ikan yang tinggi dengan substrat berpasir dan padat dengan kedalaman antara 4 sampai 10 meter. Menurut Sukarno (1994) kedalaman yang sangat baik dalam pertumbuhan terumbu karang yang didukung dengan penetrasi cahaya matahari yang baik adalah pada kedalaman 3 sampai 10 meter.

Penelitian ini dilaksanakan di perairan PLTU Paiton, Kelurahan Binor, Kecamatan Paiton, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur. Lokasi penempatan media transplantasi terumbu karang berada pada titik koordinat S 07" 42' 51,9" dan E 113" 35' 39,9" seperti dalam Gambar 3.2. Transplantasi terumbu karang dilakukan pada titik lokasi tersebut karena lokasi substrat dasar perairan yang berpasir dan tidak terdapat terumbu karang disekitarnya dan berada di wilayah yang berdekatan dengan limpasan air hangat untuk mendinginkan mesin pembangkit listrik yang berjarak 340 meter. Persiapan transplantasi terumbu karang dimulai pada bulan Maret 2019 dan transplantasi terumbu karang dilaksanakan pada bulan April 2019. Pengamatan dan pengambilan data dilaksanakan setiap bulan dari bulan April hingga Oktober 2019. Penentuan lokasi titik pengamatan dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* yaitu untuk menentukan lokasi penelitian transplantasi terumbu karang dilakukan dengan berbagai pertimbangan yang bertujuan agar upaya transplantasi bisa berhasil (Winarno, 2013).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berikut adalah peta lokasi penelitian yang disajikan pada Gambar 3.2 :



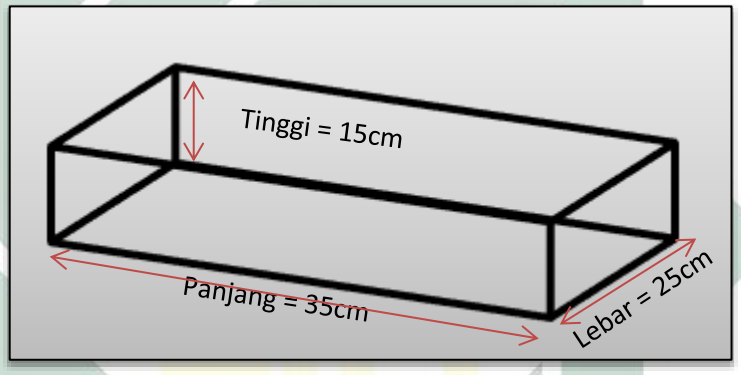
Gambar 3. 2 Peta lokasi penelitian.

3.5 Pembuatan Media Transplantasi

Media transplantasi menggunakan kanstin FABA yang terbuat dari pemanfaatan sisa hasil pembakaran batu bara berupa *fly ash* dan *bottom ash* yang diproduksi oleh PT Jawa Power, PLTU Paiton, Probolinggo. Pemanfaatan ini telah mendapatkan izin dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.183/MenLHK/Setjen/PSLB3/3/2016 dengan berlakunya 5 tahun dan telah diuji TLCP (*Toxicity Characteristic Leachate Procedure)* yang dilakukan oleh lab ALS (*Australian Laboratory Service)* Indonesia dengan hasil tidak berpotensi mencemari lingkukan serta telah dilakukan uji kualitas produk sesuai dengan SNI-03-0691-1996 (Suprianto, 2016). Komposisi dalam pembuatan media transplantasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

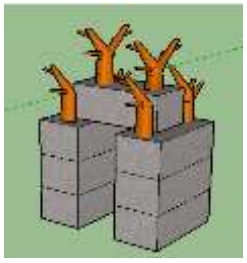
menggunakan FABA dengan persentase 75% *bottom ash, 10% fly ash,* 10% semen, dan 5% air. *Bottom ash* dimasukkan ke mesin pengaduk untuk memecah *bottom ash* yang menggumpal. Setelah dipastikan tidak terdapat gumpalan dan rata kemudian dicampurkan fly ash, semen dan air hingga tercampur keseluruhannya. Bahan yang sudah tercampur diproses menuju mesin cetak secara otomatis dan dicetak menggunakan mesin pres. Setelah tercetak media FABA dikeringkan ditempat yang tidak terkena matahari langsung agar kering merata dan tidak pecah. Ukuran setiap blok kanstin FABA memiliki volume 35 x 25 x 15 cm sebagai media transplantasi disajikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 ukuran media transplantasi.

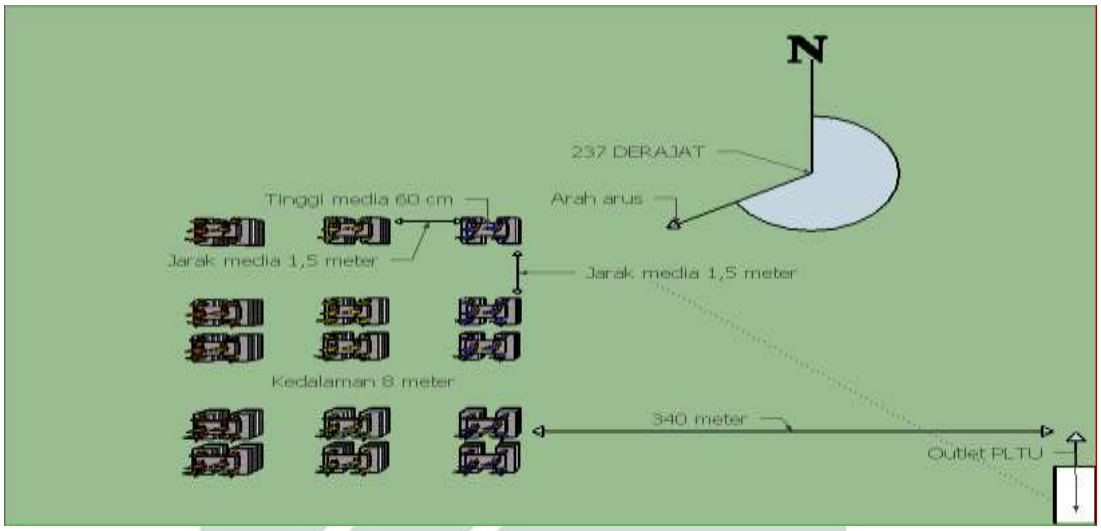
3.6 Susunan Media Transplantasi

Transplantasi terumbu karang dilakukan pada kedalaman 8 meter dengan susunan setiap satu modul terdiri dari 7 blok kanstin FABA dan 6 fragmen terumbu karang yang ditransplantasikan seperti Gambar 3.4. Sketsa penyusunan kanstin FABA sebagai media transplantasi dapat dilihat pada gambar 3.5 a – d.

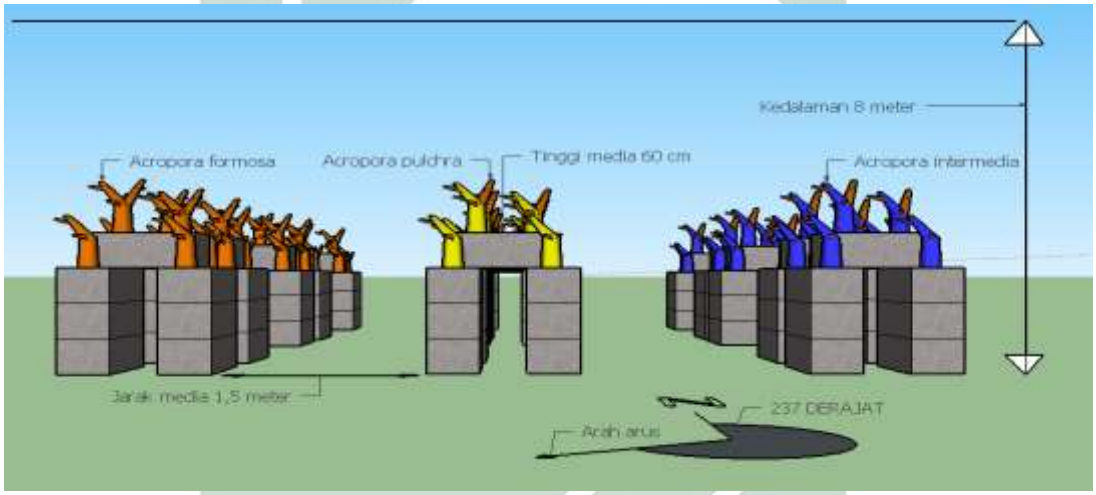


Gambar 3. 4 Susunan media transplantasi

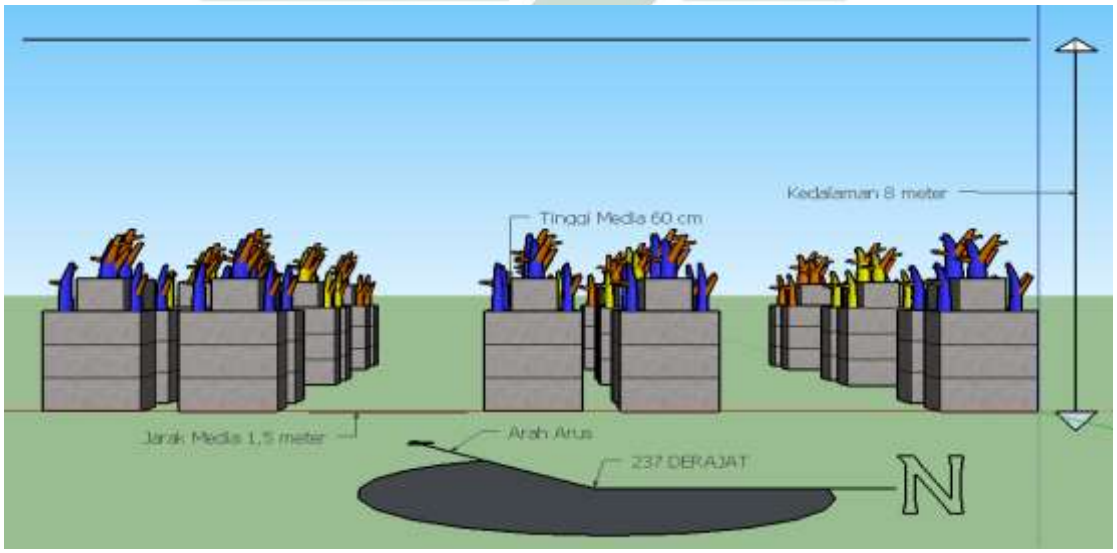
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



a. Tampak atas

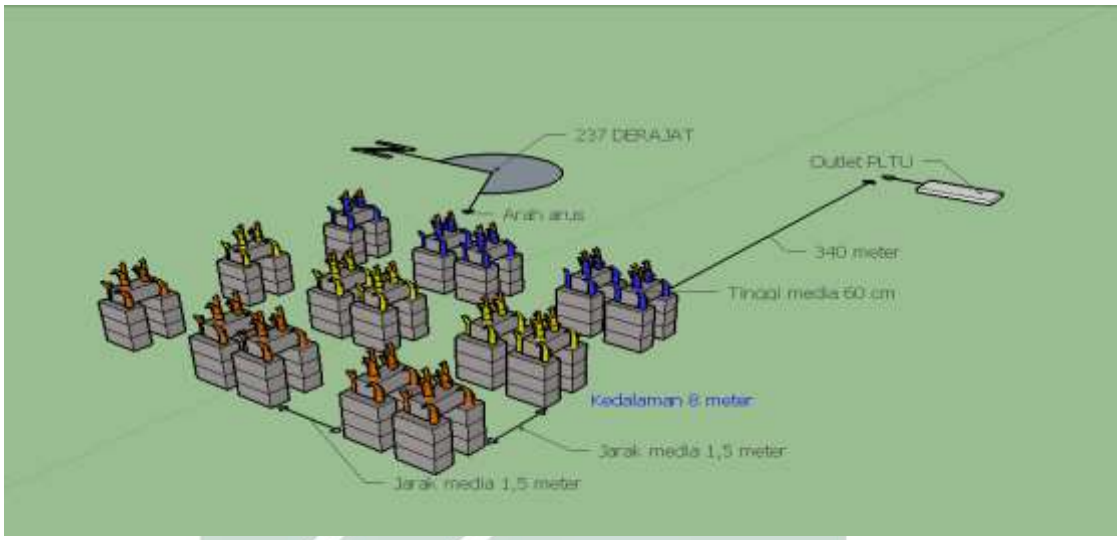


b. Tampak depan



c. Tampak samping

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



d. Tampak isometric

Gambar 3. 5 a – d Sketsa Media Transplantasi

Media transplantasi disusun dengan 3 blok secara vertikal sebagai kaki yang disusun di sisi kanan dan kiri serta 1 blok disusun secara horizontal diatasnya seperti pada Gambar 3.4. penyusunan yang disajikan bertujuan untuk mengurangi resiko kematian terumbu karang yang diakibatkan tertutup oleh sedimen jika media terlalu dengan dasar perairan. Jumlah modul dalam penelitian ini berjumlah 15 buah dan 90 buah fragmen terumbu karang yang diantaranya terbagi menjadi 30 buah karang jenis *Acropora formosa* yang ditransplantasikan pada 5 modul secara lurus kebelakang, 30 buah karang jenis *Acropora pulchra* yang ditransplantasikan pada 5 modul secara lurus kebelakang, 30 buah karang jenis *Acropora intermedia* yang ditransplantasikan pada 5 modul secara lurus kebelakang yang disajikan pada Gambar 3.5 a-d.

3.7 Transplantasi Terumbu Karang Pada Media Buatan

Terumbu karang yang digunakan dalam transplantasi ini menggunakan 3 spesies yaitu *Acropora formosa, Acropora Pulchra, Acropora Intermedia* yang diambil dari rak pembibitan terumbu karang yang berada di sekitar lokasi penelitian. Penentuan jenis spesies menggunakan buku terumbu karang guna untuk menguatkan data jenis

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

spesies yang digunakan dalam kegiatan transplantasi terumbu karang. Terumbu karang ditransplantasikan dengan ukuran yang berbeda karena untuk mengurangi resiko koloni karang yang tidak terpakai ketika di potong.

Transplantasi terumbu karang menggunakan 15 jenis media, masing-masing jenis terumbu karang ditanam pada 5 media yang dimana dalam 1 media ditanam 6 fragmen terumbu karang dengan total fragmen karang sebanyak 90 fragmen. Proses pengukuran dan pengambilan data kelangsungan hidup karang langsung dilakukan dalam air dengan bantuan alat *SCUBA*. Pengambilan data dimulai pada saat dilakukan penanaman hingga akhir penelitian dengan interval pengambilan data setiap bulan. Selain pengamatan pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang yang ditransplantasikan, dalam penelitian ini juga mengambil data kualitas perairan yang dilakukan dilokasi langsung dan diukur di laboratorium. Data parameter perairan yang diukur meliputi suhu, kecerahan, salinitas, arus, oksigen terlarut,pH, nitrat dan fosfat. Data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui hubungan parameter dengan laju pertumbuhan terumbu karang hasil transplantasi (P) dan kelangsungan hidup terumbu karang hasil transplantasi (SR) serta uji korelasi menggunakan analisis statistik.

3.8 Pengolahan data

Pengolahan data dalam penelitian ini yang diambil adalah tingkat pertumbuhan karang pada media buatan, kelangsungan hidup terumbu karang pada media buatan, dan faktor lingkungan perairan. Variabel penelitian terdiri dari:

a. Laju pertumbuhan karang merupakan jumlah pertumbuhan karang pada media buatan yang diamati dalam tiap pengamatan dibagi dengan waktu penelitian. Laju pertumbuhan bertujuan untuk memberikan informasi tentang rata-rata pertumbuhan karang dalam tiap minggu atau tiap bulan.
b. Kelangsungan hidup terumbu karang pada media buatan merupakan jumlah fragmen karang yang dapat bertahan hidup

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pada media transplantasi buatan yang diamati hingga akhir pengamatan dibagi dengan waktu penelitian.

c. Data kondisi fisika kimia lingkungan perairan diambil mulai sebelum penelitian dimulai yaitu meliputi :
   1. kecerahan.
   2. Kecepatan arus.
   3. Suhu perairan.
   4. Salinitas.
   5. Oksigen terlarut
   6. pH.
   7. Nitrat
   8. Fosfat.

Kondisi lingkungan perairan yang baik akan mempermudah dan mempercepat penempelan fauna dan planula di media buatan. Kondisi dan keanekaragaman jenis ikan dan karang di sekitar terumbu buatan mempengaruhi jumlah planula karang yang akan menempel pada terumbu buatan (Guntur, 2011).

3.8.1 Parameter oseanografi

Pengambilan data kulaitas perairan dilakukan setiap waktu pengamatan dengan tiga kali pengulangan. Faktor lingkungan merupakan faktor pembatas dalam pertumbuhan terumbu karang. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang optimal pada kedalaman di atas 25m. Titik kompensasi cahaya untuk terumbu karang ada pada kedalaman intensitas cahayanya berkurang 15% - 20% dari intensitas di permukaan. Suhu optimal terumbu karang adalah 23° - 25°C. Salinitas optimum terumbu karang berkisar antara 32 - 25‰ (Guntur, 2011). Parameter yang diukur meliputi pH, suhu, kecerahan, oksigen terlarut (DO), salinitas, arus, nitrat, dan fosfat.

a. Suhu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengukuran suhu menggunakan alat Hobo pendan yaitu alat untuk mengukur suhu didalam perairan yang sudah dilengkapi lapisan tahan air. Hobo pendan diatur untuk mencatat suhu perairan setiap 15 menit sekali dalam 24 jam selama waktu yang ditentukan hingga akhir penelitian. Pengolahan data suhu pada pendan menggunakan software HOBOware.

b. Kecerahan

Pengamatan kecerahan dilakukan secara vertikal dengan menggunakan alat *secchi disk* yang diturunkan kedalam perairan. Alat ini diturunkan kedalam perairan dimana piringan dari *secchi disk* kelihatan dan tidak kelihatan. Nilai kecerahan didapatkan dari hasil rata-rata dari piringan yang kelihatan dan tidak kelihatan dengan satuan meter (m). pengukuran data arus dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali setiap pengambilan data. Kecerahan didapatkan dengan rumus :

$$C = \frac{d1+d2}{2} \quad \ldots\ldots \qquad (3.6.1)$$

Keterangan :

C = Kecerahan (m)

d1 = kedalaman *secchi disk* mulai tidak kelihatan saat diturunkan (m).

d2 = kedalaman *secchi disk* mulai kelihatan saat dinaikkan (m).

c. Arus

Pengukuran arus menggunakan *current meter* yaitu dengan memasukkan *current meter* kedalam air dengan kedalaman yang ditentukan yaitu berada pada lokasi penelitian dengan menggunakan metode Euler yaitu metode pengukuran arus pada lokasi tetap pada kurun waktu tertentu. Hasil dari pengukuran arus pada *current meter* akan langsung masuk kedalam s*oftware*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Valeport. Pengukuran arus dilakukan setiap pengambilan data hingga akhir penelitian.

d. Salinitas

Pengukuran salinitas mengunakan refraktometer yang sudah di sterilkan terlebih dahulu dengan aquades. Pengukuran salinitas dilakukan dengan cara mengambil sampel air pada kedalaman seusai lokasi yang ditentukan dan disimpan didalam botol sampel, kemudian diukur di atas kapal dengan cara mengambil sampel air pada botol sampel menggunakan pipet tetes dan diteteskan pada bidang refraktometer. Pembacaan nilai salinitas dapat dilihat langsung dengan satuan salinitas adalah per mil (‰). Pengukuran salinitas dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dengan hasil akhir mengambil nilai rata-rata. Pengukuran salinitas dilakukan setiap pengambilan data yang dilakukan.

e. pH

pengukuran pH menggunakan kertas pH paper yaitu dengan mengambil sampel air yang dimasukkan kedalam botol sampel kemudian diukur diatas kapal dengan cara mencelupkan kertas pH paper kedalam botol sampel selama kurang lebih 30 detik. Setelah itu angkat kertas yang warnanya telah berubah kemudian dicocokkan dan dibandingkan dengan tabel kesamaan yang terdapat dalam box pH paper. Pengukuran pH dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk mendapatkan hasil yang akurat serta diukur setiap pengambilan data hingga akhir penelitian.

f. DO

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengukuran oksigen terlarut menggunakan alat DO meter yaitu dengan cara DO meter dicelupkan kedalam aquades untuk dilakukan kalibrasi dan penormalan pada alat. Cara mengukur DO yaitu dengan mengambil sampel air pada kedalaman lokasi penelitian dan dimasukkan kedalam botol sampel. Pengukuran dilakukan di atas kapal dengan cara memasukkan alat DO meter kedalam botol sampel dan ditunggu sampai kurang lebih 5 menit untuk mendapatkan hasil oksigen terlarut. Pengukuran ini dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali setiap pengambilan data.

g. Nitrat dan Fosfat

Pengukuran kandungan nitrat dan fosfat dilakukan dengan mengambil air pada kedalaman yang ditentukan atau sesuai dengan lokasi penelitian. Pengambilan sampel air disimpan dalam botol sampel dan diujikan di Laboratorium Badan Penelitian dan Konsultasi Industri Surabaya. Metode dalam analisis sampel air untuk uji nitrat dan fosfat menggunakan analisis Kjeldahl yaitu untuk mengetahui nilai kuantitatif dari nitrogen dan fosfat dengan melalui tiga tahapan pengujian yaitu destruksi, destilasi, dan tirasi (Tristianto, 2017).

3.8.2 Laju Pertumbuhan karang

Pengamatan laju pertumbuhan karang dilakukan dengan mengukur tinggi fragmen karang jenis *Acropora formosa, Acropora intermedia, dan Acropora pulchra.* Pengukuran karang diukur menggunakan jangka sorong yang dilakukan selama pengambilan data sebanyak 9x yaitu mulai dari T1 hingga T9, dimana T1 – T9 merupakan waktu pengambilan data yaitu selama 28 minggu.

Pengukuran laju pertumbuhan karang dapat di hitung menggunakan rumus Ricker (1975):

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$P = \frac{(Lt - Lo)}{t} \quad \ldots\ldots \quad (3.6.2)$$

Keterangan:

P = Pertambahan panjang/tinggi karang.

Lt = Rata-rata panjang/tinggi fragmen setelah minggu ke-t.

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

t = Waktu pengamatan (minggu)

3.8.3 Kelangsungan hidup karang

Kelangsungan hidup karang dapat dilihat dari jumlah fragmen yang ditanam pertama kali dan diamati tiap kali pengamatan untuk ditentukan tingkat kelangsungan hidup fragmen karang pada media transplant.

Pengukuran tingkat kelangsungan hidup karang dapat di hitung menggunakan rumus Ricker (1975):

$$SR = \frac{Nt}{No} x\ 100\% \quad \ldots\ldots \quad (3.6.3)$$

Keterangan:

SR = Tingkat kelangsungan hidup (*Survival Rate*).

Nt = Jumlah individu pada akhir penelitian.

No = Jumlah individu pada awal penelitian.

Data presentase tingkat kelangsungan hidup didapatkan dari pembagian jumlah individu karang pada akhir penelitian dibagi dengan jumlah individu karang pada awal penelitian dikaliakan dengan 100%.

3.8.4 Keterkaitan komponen utama

Hubungan antara variabel parameter perairan terhadap kondisi transplantasi terumbu karang dapat dilakukan dengan analisis statistik. Nilai hubungan antar variabel menggunakan metode analisis statistik multivariabel *Principal Components Analysis* (PCA) yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

merupakan metode analisis statistika secara deskriptif untuk menampilkan data hasil pengolahan ke dalam bentuk grafik informasi di suatu matriks data. *Software* yang digunakan untuk melakukan analisis statistik metode PCA ini adalah *software XLSTAT 2019* yang berada dalam *microsoft excel* 2010. Parameter yang dianalisis meliputi parameter oseanografi seperti suhu perairan, arus, salinitas, kecerahan, pH, DO, nitrat, fosfat. Selain parameter oeanografi, data yang dianalisis meliputi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang. output dari *Principal Component Analysis* (PCA) berupa tabel matriks dan grafik hubungan antara parameter fisika kimia dengan laju pertumbuhan dan tingkat kelansungan hidup.

Nilai positif tyang mendekati satu (1) menunjukkan adanya keterkaitan hubungan berbanding lurus antar variabel. Nilai negatif yang mendekati minus satu (-1) menunjukkan adanya hubungan berbanding terbalik antar variabel. Nilai yang mendekati nol (0) menunjukkan bahwa antar variabel tidak berhubungan nyata (Ayu, 2009). Nilai yang disajikan pada tabel matriks memiliki tingkat interval hubungan dari dari sangat rendah hingga hubungan sangat kuat yang disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Interpretasi Koefisien Korelasi.

Interval koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Korelasi sangat rendah
0,20 – 0,399	Korelasi rendah
0,40 – 0,59	Korelasi sedang
0,60 – 0,799	Korelasi kuat
0,80 – 1,00	Korelasi sangat kuat

(Sumber: Sugiyono, 2005).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Proses pengambilan data parameter fisika (suhu, kecerahan, arus) dan kimia (salinitas, oksigen terlarut (DO), pH, salinitas, nitrat, dan fosfat). yang dilakukan secara langsung dilakukan setiap pengambilan data lapangan dari bulan April sampai bulan oktober yang disimbolkan T1 – T9 yang merupakan waktu pengamatan dengan didapatkan hasil sebagaimana tertera dalam Tabel 4.1.

Tabel 4. 1. Hasil Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia Perairan.

Parameter	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Rata-rata	Baku mutu	Ket.
Suhu (^{o}C)	28	30	30	31	29	28	29	28	29	29.1	28-30	Sesuai*
Kecerahan (Meter)	6.3	6.5	7	7	6.5	6.5	7.5	7	7	6.81	>5	Sesuai*
Arus (cm/s)	1.77	7.92	3.49	4.67	10.21	5.66	4.34	6.85	5.38	5.59	-	-
Salinitas (Ppt)	30	30	30	31	31.5	32	32	33	32	31.28	33-34	Sesuai***
pH	7	8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7-8,5	Sesuai*
DO (Mg/l)	5.4	5.5	5.6	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5	5.4	>5	Sesuai*
Nitrat (Mg/l)	0.105	0.105	0.104	0.106	0.105	0.104	0.105	0.105	0.105	0.105	0.008	Sesuai**
Fosfat (Mg/l)	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.015	Sesuai*

(Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Keterangan:

*. : Sesuai KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III.

**. : Sesuai toleransi parameter perairan berdasarkan Effendi (2003).

*** : Sesuai toleransi parameter perairan berdasarkan Guntur (2011).

T1 – T9. : Waktu pengamatan.

Suhu merupakan salah satu faktor pembatas pertumbuhan terumbu karang. Hasil pengukuran suhu yang didapat pada saat pengukuran di lapangan menunjukkan nilai suhu rata-rata selama waktu penelitian sebesar 29,1 ± 0,994 ^{o}C. Nilai suhu tersebut termasuk dalam kisaran baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

baku mutu air laut untuk biota laut, untuk suhu coral atau terumbu karang sebesar 28-30 ^{0}C. Hubungan suhu terhadap transplantasi terumbu karang pada perairan Paiton dapat dikategorikan optimal dikarenakan kenaikan suhu < 2 ^{0}C.Hasil naik turunnya suhu ini dimungkinkan karena adanya perbedaan waktu dalam pengambilan data parameter perairan. Hal ini didukung pendapat dari Effendi (2003), bahwa suhu perairan dipengaruhi oleh musim, waktu dalam hari, lintang, ketinggian permukaan laut, sirkulasi udara, penutupan awan serta aliran air dan kedalaman badan air.

Selain suhu, faktor pembatas terumbu karang adalah kecerahan. Kecerahan merupakan tingkat penetrasi cahaya matahari yang masuk atau menembus kedalam suatu perairan. Dari hasil pengukuran data parameter perairan dilapangan dengan menggunakan *secchi disk* didapatkan kecerahan tertinggi terdapat pada pengambilan data minggu ke 18 (T7) yaitu penetrasi cahaya hingga pada kedalaman 7,5 m, sedangkan kecerahan terendah didapatkan pada minggu pertama (T1) yaitu penetrasi cahaya hingga kedalaman 6,3 m. Nilai kecerahan rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 6,81 ± 0,36 m. Nilai kecerahan pada lokasi penelitian memiliki kecerahan yang cukup baik pada perairan Paiton sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, untuk tingkat kecerahan coral atau terumbu karang yaitu >5. Didapatkan nilai kecerahan tersebut menunjukkan kecerahan pada lokasi penelitian termasuk dalam kategori optimal bagi terumbu karang.

Terumbu karang memerlukan pergerakan arus sebagai penyuplai makanan dan juga untuk pembersih alami dari sedimen atau endapan lain yang menutupi terumbu karang.. Hal ini juga sejalan dengan pernyataan dari Wilkinson dan Buddemeier (1994), yaitu jika perubahan sirkulasi lautan terjadi dengan skala besar dan berkembang dapat mengubah distribusi larva karang sehingga akan berdampak baik pada perkembangan terumbu karang. Data yang diambil selama penelitian berlangsung menggunakan *current meter* didapatkan nilai arus tertinggi pada pengukuran minggu ke 11 (T5) dengan kecepatan arus sebesar 10,21 cm/s dan arus terendah didapatkan pada pengambilan data awal

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(T1) yaitu dengan kecepatan arus sebesar 1,77 cm/s. Nilai arus rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 5,59 ± 2.35 cm/s.

Salinitas merupakan derajat konsentrasi garam yang terlarut dalam air. Salinitas sangat mempengaruhi kehidupan terumbu karang karena terumbu karang sangat sensitif terhadap perubahan salinitas yang tinggi ataupun rendah. Pengukuran parameter menggunakan alat refraktometer dengan diperoleh hasil salinitas tertinggi didapatkan pada pengukuran minggu ke 22 (T8) dengan nilai salinitas sebesar 33 ppt dan pengukuran terendah didapatkan pada minggu pertama (T1), minggu ke 2 (T2), dan minggu ke 4 (T3) dengan nilai salinitas yang didapatkan sebesar 30 ppt. Nilai salinitas rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 31,28 ± 1,03ppt. kisaran salinitas yang diamati lebih rendah daripada baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, untuk salinitas coral atau terumbu karang yaitu berkisar antara 33 ppt – 34 ppt. meskipun kisaran salinitas lebih rendah dari baku mutu yang ditentukan, akan tetapi nilai salinitas masih dalam bats toleransi dan optimum bagi terumbu karang. hal ini didukung menurut pernyataan Giyanto *et al* (2017) yaitu salinitas ideal bagi pertumbuhan terumbu karang adalah 30 ppt – 36 ppt. Guntur (2011) menyatakan bahwa batas toleransi salinitas yang bisa diterima oleh terumbu karang berkisar antara 27‰ - 42‰.

Nilai rata-rata kadar derajat keasaman (pH) selama penelitian didapatkan nilai sebesar 7,5 ± 0,35. Derajat keasaman (pH) tidak termasuk faktor pembatas terumbu karang, tetapi peran dari derajat keasaman sendiri yaitu untuk mengontrol laju dan reaksi kimia yang terjadi. Data yang didapat dalam pengukuran parameter pH tertinggi didapatkan pada minggu ke 2 dengan nilai 8 dan pH terendah didapatkan pada awal pengambilan data dengan nilai kadar pH 7. Nilai kadar pH yang terukur dalam lokasi penelitian sesuai Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, untuk pH coral atau terumbu karang yaitu berkisar antara 7 – 8,5.

Hasil pengukuran DO dalam setiap pengukuran didapatkan nilai paling tinggi didapatkan pada minggu ke 4 (T3) dan nilai sebesar 5,6 dan DO terendah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pada minggu ke 7 (T4) sebesar 5,3. Nilai rata-rata DO selama 28 minggu (T9) sebesar 5,4 ± 0,08 mg/l. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang baku mutu untuk biota laut yaitu, kadar oksigen terlarut (DO) yang optimal bagi pertumbuhan biota perairan dengan kadar oksigen lebih dari 5 mg/l. Organisme laut memerlukan oksigen terlarut untuk metabolisme pertumbuhan.. Dalam penelitian ini nilai DO sesuai dengan baku mutu yang ditentukan.

Hasil pengukuran nitrat selawaktu penelitian didapatkan hasil nilai nitrat rata-rata sebesar 0,105 ± 0,0006 mg/l. Nilai nitrat tertinggi didapatkan pada pengambilan data minggu ke 7 (T4) sebesar 0,106, sedangkan nilai nitart terendah didapatkan pada pengambilan data minggu ke 4 (T3) dan minggu ke 16 (T6) sebesar 0,104. Hasil pengambilan sampel air yang didapatkan pada lokasi transplantasi terumbu karang melebihi baku mutu yang ditetapkan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu kualitas air untuk biota perairan menetapkan untuk kadar nutrien nitrat yang optimal untuk biota perairan sebesar 0,008 mg/l. Besarnya kandungan nitrat pada lokasi perairan dikarenakan lokasi penelitian berada di dasar perairan. Menurut Patty (2015) bahwa kandungan nitrat lebih tinggi didasar perairan karena dipengaruhi produksi nitrat oleh sedimen dari proses biodegradasi bahan-bahan organik yang menjadi ammonia yang teroksidasi menjadi nitrat. Menurut Effendi (2003) batas toleransi nitrat yaitu sebesar 0,2 mg/l. Nilai nitrat pada lokasi penelitian tinggi dan melebihi baku mutu tetapi masih dalam batas toleransi karena tidak lebih dari 0,2 mg/l.

Pengukuran kadar fosfat diukur dengan mengambil sampel dalam air dan diukur di laboratorium balai penelitian dan konsultasi industri dengan didapatkan hasil fosfat rata-rata sebesar 0,012 ± 0,0004 mg/l. Kadar fosfat tertinggi didapatkan pada awal pengambilan data, minggu ke 2 (T2), minggu ke 7 (T4), minggu ke 11 (T5), minggu ke 16 (T6), minggu ke 22 (T8), dan minggu ke 28 (T9) dengan nilai sebesar 0,012 mg/l. Sedangkan kadar fosfat terendah didapatkan pada pemgambilan data minggu ke 4 (T3) dan minggu ke 18 (T7). Hasil pengkuran kadar fosfat tidak melebihi batasan Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang baku

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mutu kualitas air untuk biota perairan menetapkan untuk kadar fosfat yang optimal untuk biota perairan sebesar 0,015 mg/l.

4.2 Hubungan Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Laju Pertumbuhan Karang Hasil Transplantasi

Laju pertumbuan merupakan rata –rata pertambahan tinggi terumbu karang pada setiap pengambilan data dari awal penanaman dengan dibagi waktu selama penelitian. Laju pertumbuhan karang yang diukur meliputi laju pertumbuhan tinggi dengan cara merata – ratakan pertumbuhan setiap pengamatan. laju pertumbuhan *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia* di Perairan Paiton berdasarkan periode waktu, dari awal hingga akhir pengamatan. Pengukuran pertumbuhan panjang yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar. 4.1.

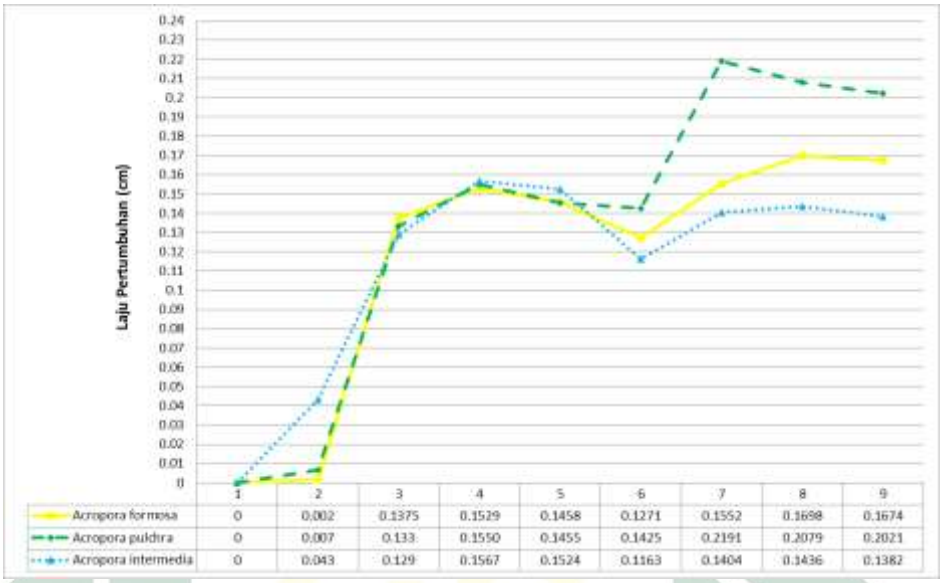
a. Pengukuran *Acropora formosa* b. Pengukuran *Acropora pulchra*

c. Pengukuran *Acropora intermedia*

Gambar 4. 1 a. Pengukuran *Acropora Formosa;* b. Pengukuran *Acropora pulchra;* c. Pengukuran *Acropora intermedia.* (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengukuran laju pertumbuhan karang dilakukan secara langsung pada kedalaman 8 meter menggunakan peralatan SCUBA. Hasil pengukuran laju pertumbuhan selama waktu penelitian disajikan pada Gambar 4.2.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Acropora formosa	0	0.002	0.1375	0.1529	0.1458	0.1271	0.1552	0.1698	0.1674
Acropora pulchra	0	0.007	0.133	0.1550	0.1455	0.1425	0.2191	0.2079	0.2021
Acropora intermedia	0	0.043	0.129	0.1567	0.1524	0.1163	0.1404	0.1436	0.1382

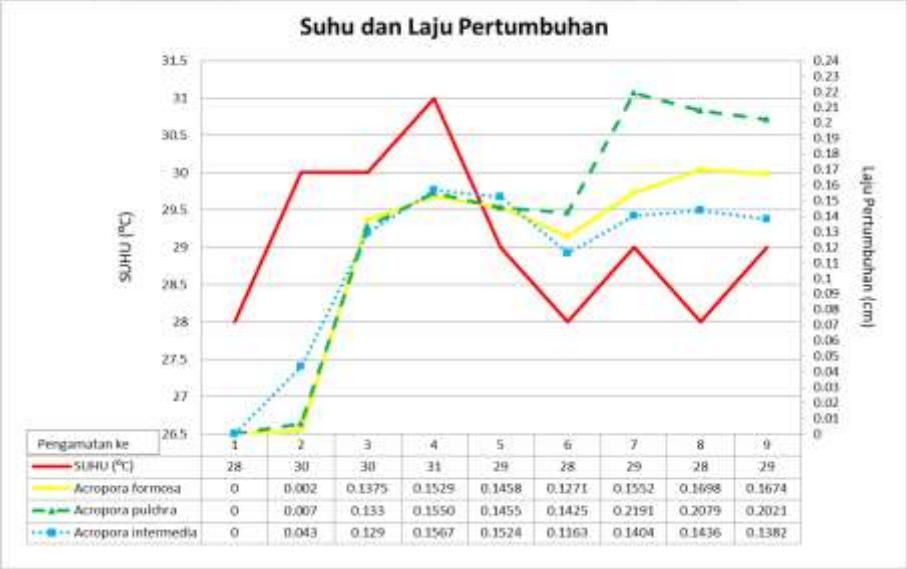
Gambar 4. 2 Laju pertumbuhan terumbu karang hasil transplantasi (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Berdasarkan pengamatan laju pertumbuhan ketiga jenis terumbu karang padabulan April hingga Oktober 2019 disajikan pada Gambar 4.18 yang menunjukkan nilai laju pertumbuhan masing-masing jenis terumbu karang yang ditransplantasikan. Laju pertumbuhan ke tiga jenis terumbu karang *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia* mengalami peningkatan dari pengamatan awal (T1) hingga pengamatan pada minggu ke 7 (T4). Pada minggu ke 11 (T5) dan minggu ke 16 (T6) terjadi penurunan laju pertumbuhan. Pada minggu ke 18 (T7) mengalami kenaikan dalam laju pertumbuhan ketiga jenis terumbu karang. pada minggu ke 22 (T8) *Acropora formosa* dan *Acropora Intermedia* mengalami kenaikan, sedangkan pada *Acropora pulchra* terjadi penurunan laju pertumbuhan dari minggu sebelumnya. Pada minggu ke 28 (T9) laju pertumbuhan ke tiga jenis terumbu karang tersebut mengalami penurunan dari pengamatan sebelumnya. Secara keseluruhan rata – rata laju pertumbuhan terumbu karang jenis *Acropora pulchra* menunjukkan hasil lebih tinggi yaitu sebesar 0,2021 cm/minggu ± 1,96

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dibandingkan dengan *Acropora formosa* dan *Acropora intermedia* yang menunjukkan hasil laju pertumbuhan di akhir pengamatan yaitu *Acropora formosa* sebesar 0,1674 cm/minggu ± 1,55 dan *Acropora intermedia* sebesar 0,1382 cm/minggu ± 1,28. Perbedaan nilai laju pertumbuhan dengan spesies yang berbeda pada kedalaman yang sama dikarenakan beberapa faktor dari parameter perairan dan terumbu karang dalam menyesuaikan dengan kondisi lingkungan.

Peran suhu sangat penting bagi kehidupan terumbu karang karena berubahnya suhu secara drastis suatu perairan dapat membuat pertumbuhan terumbu karang terganggu hingga menyebabkan terumbu karang mengalami kematian. Hasil pengukuran suhu yang didapat pada saat pengukuran di lapangan menunjukkan nilai suhu rata-rata selama waktu penelitian sebesar 29,1 ± 0,994 ^{0}C. Suhu tertinggi didapatkan pada pengambilan data pada T4 dengan nilai suhu sebesar 31^{0}C dan suhu terendah didapatkan pada pengambilan data ke T1, T6, dan T8 dengan nilai suhu yang didapatkan sebesar 28^{0}C. Fluktuasi suhu dengan laju pertumbuhan selama waktu penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SUHU (°C)	28	30	30	31	29	28	29	28	29
Acropora formosa	0	0.002	0.1375	0.1529	0.1458	0.1271	0.1552	0.1698	0.1674
Acropora pulchra	0	0.007	0.133	0.1550	0.1455	0.1425	0.2191	0.2079	0.2021
Acropora intermedia	0	0.043	0.129	0.1567	0.1524	0.1163	0.1404	0.1436	0.1382

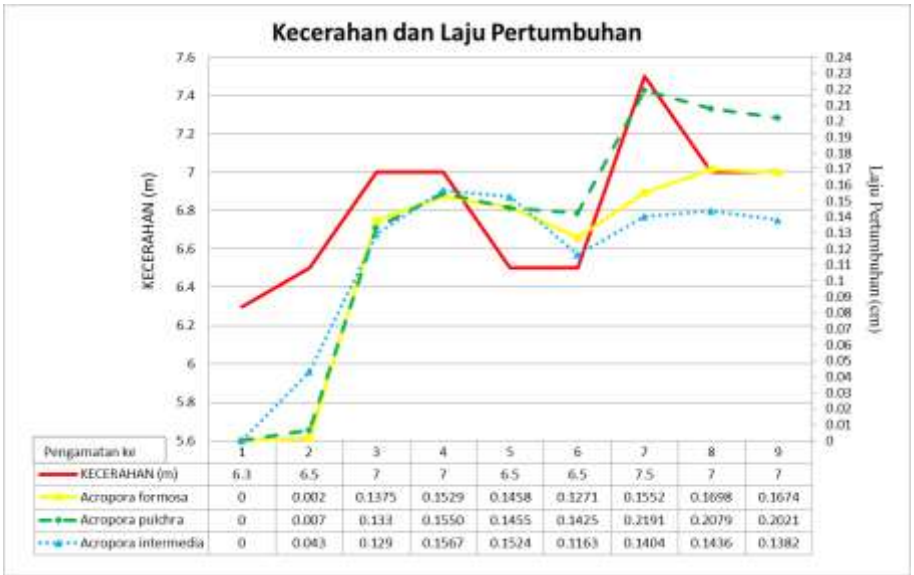
Gambar 4. 3 Fluktuasi suhu dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Terjadi kenaikan suhu dari T1-T4 diikuti oleh kenaikan laju pertumbuhan terumbu karang karena kenaikan suhu tidak lebih dari dari 2 ºC dan suhu masih dalam keadaan optimal bagi terumbu karang. terjadi penurunan laju pertumbuhan T4-T6 dikarenakan pada waktu pengukuran suhu mengalami penurunan sebesar 2 ºC. penurunan laju pertumbuhan karena terumbu karang sensitif terhadap perubahan suhu sehingga menyebabkan pertumbuhannya tidak optimal. Menurut Guntur (2011), pertumbuhan optimum bagi karang berkisar antara 23-25 ºC dan suhu maksimum yang dapat diterima oleh karang berkisar 36-40 ºC. Hasil tersebut menunjukkan bahwa suhu yang terukur di lokasi penelitian termasuk dalam kategori baik dan optimal bagi pertumbuhan karang. Suhu pada saat pengamatan mengalami kenaikan dan penurunan tetapi tidak mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang yang terus bertambah karena perubahan suhu tidak lebih dari 2 ºC dan suhu sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan.

Kecerahan merupakan salah satu faktor penting untuk pertumbuhan terumbu karang. kecerahan tertinggi terdapat pada pengambilan data minggu ke 18 (T7) yaitu penetrasi cahaya hingga pada kedalaman 7,5 m, sedangkan kecerahan terendah didapatkan pada minggu pertama (T1) yaitu penetrasi cahaya hingga kedalaman 6,3 m. Nilai kecerahan rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 6,81 ± 0,36 m. Fluktuasi kecerahan dengan laju pertumbuhan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
KECERAHAN (m)	6.3	6.5	7	7	6.5	6.5	7.5	7	7
Acropora formosa	0	0.002	0.1375	0.1529	0.1458	0.1271	0.1552	0.1698	0.1674
Acropora pulchra	0	0.007	0.133	0.1550	0.1455	0.1425	0.2191	0.2079	0.2021
Acropora intermedia	0	0.043	0.129	0.1567	0.1524	0.1163	0.1404	0.1436	0.1382

Gambar 4. 4 Fluktuasi kecerahan dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Kecerahan tertinggi terdapat pada pengambilan data minggu ke 18 (T7) yaitu penetrasi cahaya hingga pada kedalaman 7,5 m, sedangkan kecerahan terendah didapatkan pada minggu pertama (T1) yaitu penetrasi cahaya hingga kedalaman 6,3 m. Nilai kecerahan rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 6,81 ± 0,36 m. Kecerahan merupakan faktor penting untuk hidup dan berkembangnya bagi terumbu karang. Menurut Guntur (2011), terumbu karang memerlukan air laut yang bersih dan jernih karena apabila terjadi kekeruhan dalam suatu perairan akan mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk kedalam air sehingga laju pertumbuhan dan produksi terumbu karang akan terhenti. Kecerahan merupakan faktor utama yang digunakan untuk pertumbuhan terumbu karang khususnya dalam proses fotosintesis *zooxanthellae* yang bersimbiosis dengan terumbu karang. Kecerahan yang rendah dapat disebabkan oleh kekeruhan pada perairan yang tinggi salah satunya disebabkan oleh sedimen. Berdasarkan fluktuasi kecerahan dengan laju pertumbuhan menunjukkan terjadinya perubahan kecerahan selama waktu penelitian tetapi tidak mempengaruhi laju pertumbuhan dikarenakan nilai kecerahan optimal dan baik untuk pertumbuhan terumbu karang.

Data yang diambil selama penelitian berlangsung didapatkan nilai arus tertinggi T5 dengan kecepatan arus sebesar 10,21 cm/s dan arus terendah

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

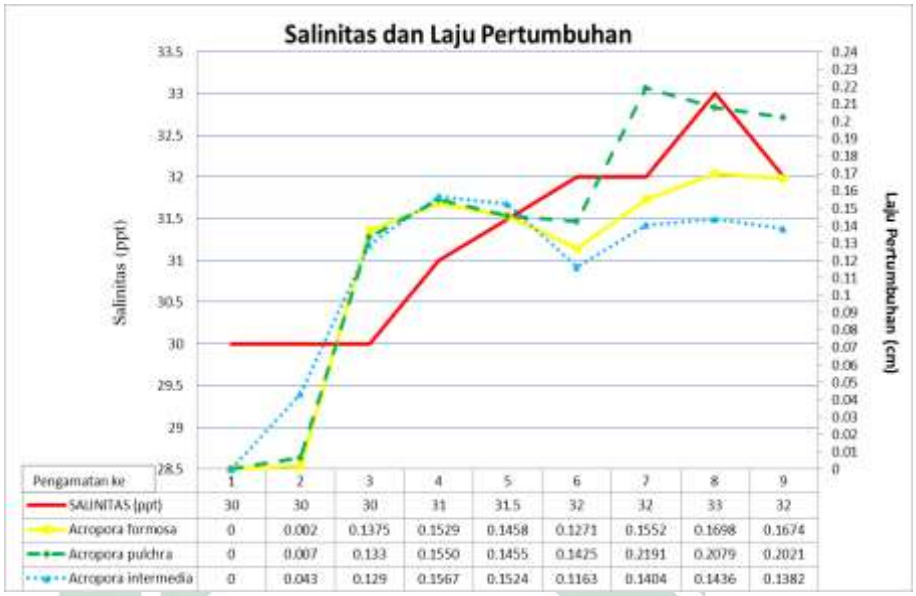
didapatkan pada T1 yaitu dengan kecepatan arus sebesar 1,77 cm/s. Nilai arus rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 5,59 ± 2.35 cm/s. Adanya arus bermanfaat bagi terumbu karang dalam proses pembersihan diri dari endapan-endapan sedimen secara alami. Hasil pengukuran fluktuasi arus dengan laju pertumbuhan disajikan pada Gambar 4.5.

Gambar 4. 5 Grafik fluktuasi arus dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Fluktuasi arus dan laju pertumbuhan terumbu karang menunjukkan bahwa adanya arus mempengaruhi laju pertumbuhan terumbu karang jenis *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia* karena tinggi rendahnya arus dapat menyuplai makanan serta membantu terumbu karang untuk membersihkan diri dari sedimen yang mengendap atau menutupi terumbu karang. Hal ini didukung dengan pernyataan Jipradi *et al* (2013), bahwa sirkulasi dalam suatu perairan sangat penting bagi organisme laut termasuk terumbu karang yaitu berupa penyediaan oksigen dan makanan.

Pengukuran parameter perairan memperoleh hasil salinitas tertinggi didapatkan pada pengukuran minggu ke 22 (T8) dengan nilai salinitas sebesar 33 ppt dan pengukuran terendah didapatkan pada minggu pertama (T1), minggu ke 2 (T2), dan minggu ke 4 (T3) dengan nilai salinitas yang didapatkan sebesar 30 ppt. Nilai salinitas rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 31,28 ± 1,03ppt. Hasil pengukuran fluktuasi salinitas dan laju pertumbuhan disajikan pada Gambar 4.6.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SALINITAS (ppt)	30	30	30	31	31.5	32	32	33	32
Acropora formosa	0	0.002	0.1375	0.1529	0.1458	0.1271	0.1552	0.1698	0.1674
Acropora pulchra	0	0.007	0.133	0.1550	0.1455	0.1425	0.2191	0.2079	0.2021
Acropora intermedia	0	0.043	0.129	0.1567	0.1524	0.1163	0.1404	0.1436	0.1382

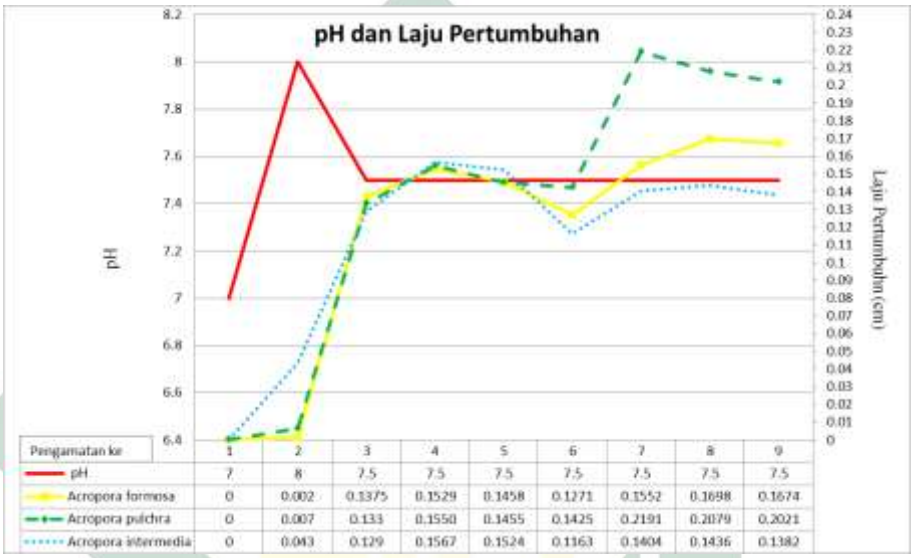
Gambar 4. 6 Grafik fluktuasi salinitas dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Peningkatan salinitas pada minggu ke 4 (T3) hingga minggu ke 22 (T8) diikuti bertambahnya laju pertumbuhan terumbu karang. Rendahnya laju pertumbuhan pada T6 dan T8 dikarenakan terumbu karang melakukan proses penyesuaian dengan kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan baku mutu yang ditentukan tetapi masil dalam batas toleransi. Terjadinya kenaikan kadar salinitas dikarenakan pada bulan Mei hingga Oktober masuk dalam musim kemarau yang artinya rendahnya intensitas hujan dalam bulan tersebut mempengaruhi kenaikan salinitas dalam perairan di lokasi penelitian. Pernyataan ini selaras dengan pernyataan Nybakken (1992) dan Rachmawati (2001), bahwa naik turunnya salinitas disebabkan adanya gradien tertentu dan pola bervariasi yang bergantung pada topografi estuaria, musim, pasang surut, dan jumlah air tawar yang masuk kedalam laut, serta badai dan hujan.

Nilai kadar derajat keasaman (pH) rata-rata selama penelitian didapatkan nilai sebesar 7,5 ± 0,35. Nilai kadar derajat keasaman rata-rata selama penelitian didapatkan nilai sebesar 7,5 ± 0,35. Derajat keasaman (pH) tidak termasuk faktor pembatas terumbu karang, tetapi peran dari derajat keasaman sendiri yaitu untuk mengontrol laju dan reaksi kimia yang terjadi. Derajat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

keasaman (pH) tidak termasuk faktor pembatas terumbu karang, tetapi peran dari derajat keasaman sendiri yaitu untuk mengontrol laju dan reaksi kimia yang terjadi. Derajat keasaman (pH) berperan dalam mengontrol laju dan reaksi kimia yang terjadi dalam suatu perairan. Hasil pengukuran Fluktuasi kadar pH dengan laju pertumbuhan selama waktu penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
pH	7	8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Acropora formosa	0	0.002	0.1375	0.1529	0.1458	0.1271	0.1552	0.1698	0.1674
Acropora pulchra	0	0.007	0.133	0.1550	0.1455	0.1425	0.2191	0.2079	0.2021
Acropora intermedia	0	0.043	0.129	0.1567	0.1524	0.1363	0.1404	0.1436	0.1382

Gambar 4. 7 Grafik fluktuasi pH dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Hasil pengukuran pH dengan laju pertumbuhan terdapat peningkatan pada minggu ke 2 (T2) dan penurunan pada minggu ke 7 (T3). Perubahan nilai kadar pH dalam lokasi penelitian tidak mempengaruhi laju pertumbuhan ketiga jenis terumbu karang *Acropora formosa*, *Acropora pulchra*, *Acropora intermedia* karena perubahan nilai kadar pH pada saat pengambilan data tergolong dalam kondisi optimal sesuai baku mutu yang ditetapkan.

Hasil pengukuran DO dalam setiap pengukuran didapatkan nilai paling tinggi pada minggu ke 4 (T3) dan nilai sebesar 5,6 dan DO terendah pada minggu ke 7 (T4) sebesar 5,3. Nilai rata-rata DO selama 28 minggu (T9) sebesar 5,4 ± 0,08 mg/l. Kematian terumbu karang terdapat pada T2, T6, dan T8. Oraganisme laut memerlukan oksigen terlarut untuk proses metabolisme

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pertumbuhan yang berupa pemanfaatan unsur kimia. Fluktuasi nilai DO dengan laju pertumbuhan disajikan pada Gambar 4.8.

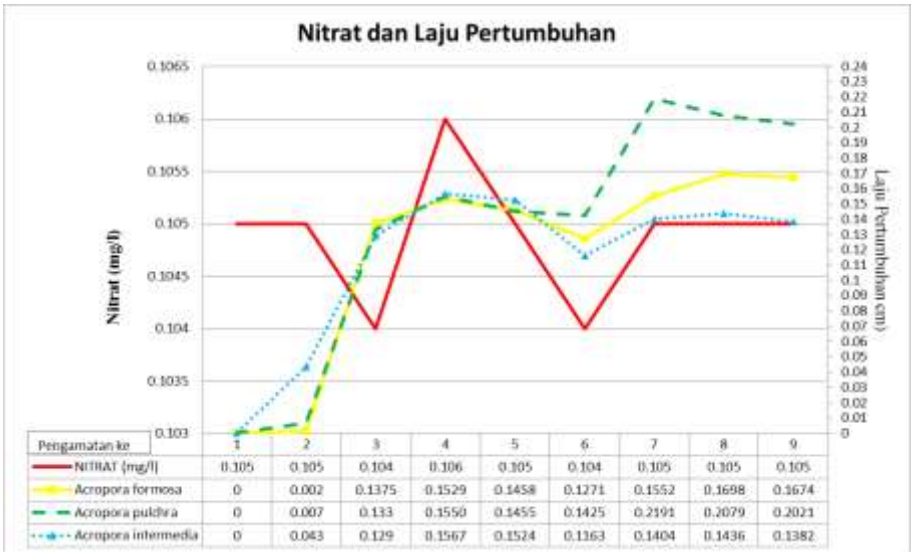
Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DO (mg/l)	5.4	5.5	5.6	5.3	5.4	5.4	5.4	5.4	5.5
Acropora formosa	0	0.002	0.1375	0.1529	0.1458	0.1271	0.1552	0.1698	0.1674
Acropora pulchra	0	0.007	0.133	0.1550	0.1455	0.1425	0.2191	0.2079	0.2021
Acropora intermedia	0	0.043	0.129	0.1567	0.1524	0.1163	0.1404	0.1436	0.1382

Gambar 4. 8 Grafik fluktuasi DO dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Nilai DO yang didapatkan dalam penelitian ini berhubungan dengan laju pertumbuhan karena kenaikan dan penurunan dalam nilai DO tidak mempengaruhi laju pertumbuhan ketiga jenis terumbu karang tersebut karena nilai DO sesuai dengan baku mutu yang ditentukan. Penelitian ini didukung dengan penelitian yang dilakukan Muhlis (2011) menyatakan bahwa karang dapat tumbuh dengan kondisi bila oksigen terlarut dengan kadar 3,5 mg/l. Oksigen terlarut bermanfaat untuk terumbu karang berupa unsur kimia yang digunakan biota untuk proses metabolisme (Suryani, 2013).

Hasil pengukuran nitrat selawaktu penelitian didapatkan hasil nilai nitrat rata-rata sebesar 0,105 ± 0,0006 mg/l. Nilai nitrat tertinggi didapatkan pada pengambilan data minggu ke 7 (T4) sebesar 0,106, sedangkan nilai nitrat terendah didapatkan pada pengambilan data minggu ke 4 (T3) dan minggu ke 16 (T6) sebesar 0,104. Kematian terumbu karang terdapat pada T2, T6, dan T8. Fluktuasi nitrat dengan laju pertumbuhan disajikan pada Gambar 4.9.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NITRAT (mg/l)	0.105	0.105	0.104	0.106	0.105	0.104	0.105	0.105	0.105
Acropora formosa	0	0.002	0.1375	0.1529	0.1458	0.1271	0.1552	0.1698	0.1674
Acropora pulchra	0	0.007	0.133	0.1550	0.1455	0.1425	0.2191	0.2079	0.2021
Acropora intermedia	0	0.043	0.129	0.1567	0.1524	0.1363	0.1404	0.1436	0.1382

Gambar 4. 9 Grafik fluktuasi nitrat dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Nitrat merupakan nutrisi yang dibutuhkan karang untuk proses metabolisme dan proses fotosintesis, sehingga dengan jumlah nitrat yang menurun menunjukkan bahwa nitrat dikonsumsi oleh karang yang dibuktikan dengan semakin tingginya laju pertumbuhan dari waktu ke waktu. Tingginya nilai nitrat yang didapatkan pada saat penelitian tidak mempengaruhi penurunan atau kematian pada terumbu karang yang ditransplantasikan karena terumbu karang mampu mentoleransi tingginya nilai nitrat pada lokasi penelitian. Terumbu karang yang ditransplantasikan dalam penelitian ini mampu mentolelir perubahan tersebut dengan terus bertambahnya pertumbuhan terumbu karang yang ditransplantasikan. Menurut Koop *et al* (1999) menyatakan bahwa tingginya nutrient dalam suatu perairan memberikan efek besar yaitu meningkatnya mortalitas, mengurangi tingkat reproduksi karang. Hal ini didukung dengan pernyataan Bell (1992) bahwa kadar nitrat masih tergolong baik untuk terumbu karang sebesar 0,040 mg/l.

Pengukuran fosfat diukur dengan mengambil sampel dalam air dan diukur di laboratorium balai penelitian dan konsultasi industri didapatkan hasil fosfat rata-rata sebesar 0,012 ± 0,0004 mg/l.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kadar fosfat tertinggi didapatkan pada awal pengambilan data, T2, T4 T5, T6, T8, dan T9 dengan nilai sebesar 0,012 mg/l. Sedangkan kadar fosfat terendah didapatkan pada pemgambilan data T3 dan T7. Fosfat sangat penting untuk terumbu karang karena fosfat dibutuhkan *zooxanthellae* dalam proses fotosintesis. Fluktuasi fosfat dengan laju pertumbuhan disajikan pada Gambar 4.10.

Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOSFAT (mg/l)	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012
Acropora formosa	0	0.002	0.1375	0.1529	0.1458	0.1271	0.1552	0.1698	0.1674
Acropora pulchra	0	0.007	0.133	0.1550	0.1455	0.1425	0.2191	0.2079	0.2021
Acropora intermedia	0	0.043	0.129	0.1567	0.1524	0.1363	0.1404	0.1436	0.1382

Gambar 4. 10 Grafik fluktuasi fosfat dan Laju Pertumbuhan (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Kenaikan dan penurunan kadar fosfat dipegaruhi oleh musim pergantian musim. Tingginya kadar fosfat pada T1 dan T2 dipengaruhi oleh musim hujan pada bulan April, dan rendahnya kadar fosfat pada T3 karena berada bulan Mei yang dimana pada bulan ini terdapat pergantian musim dari hujan ke kemarau. Pernyataan ini didukung oleh Bagja (2018) menyatakan bahwa kondisi yang rendah pada bulan mei dikarenakan peralihan musim dari musim hujan ke musim kemarau. Penurunan fosfat pada pengambilan data minggu ke 4 (T3) dan minggu ke 18 (T7) tidak mempengaruhi pertumbuhan ketiga jenis terumbu karang karena nilai kadar fosfat masih sesuai baku mutu yang ditentukan dan nilai kadar fosfat optimal bagi laju pertumbuhan terumbu karang. Menurut Effendi (2003), pada perairan bentuk dari unsur fosfor secara terus menerus

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mengalami perubahan karena proses dekompresi dan sintesis antara bentuk organik maupun anorganik yang dilakukan oleh mikroba. Suhu yang mendekati titik didih dapat menyebabkan perubahan pilofosfat dan ortofosfat berlangsung cepat.

Penelitian lain mengenai laju pertumbuhan *Acropora formosa* telah dilakukan oleh Jipriandi *et al* (2017) dari penelitian yang telah dilakukan selama 3 bulan dengan 7 perlakuan dalam ukuran fragmen yang akan ditransplantasikan diperoleh laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan E sebesar 0,71 mm/minggu dengan ukuran fragmen awal 8,75 mm. laju pertumbuhan terendah pada perlakuan B dengan nilai laju pertumbuhan sebesar 0,38 mm/minggu dengan ukuran fragmen 4,57. Parameter fisika kimia yang didapatkan antara lain : suhu 28 ºC, salinitas 28,97 ppt, kecerahan 10,92 meter, arus 0,10 cm/s, DO 7,24 mg/l, pH 7,59. Penelitian lain mengenai *Acropora pulchra* dilakukan oleh Astuti (2003) dalam penelitian selama 24 minggu di Pulau Payung dengan kedalaman 2 meter mendapatkan laju pertumbuhan *Acropora pulchra* 0.524 cm/minggu dengan nilai parameter perairan yang didapatkan antara lain : suhu 28 ºC, salinitas 32 ppt, DO 6,3 mg/l, pH 8,5, nitrat 0.038 mg/l, fosfat 0,026 mg/l. Penelitian lain mengenai *Acropora Intermedia* dilakukan oleh Aziz (2002) di pulau pari dengan waktu penelitian selama 6 bulan mendapatkan laju pertumbuhan *Acropora intermedia* 2,52 mm/bulan dan nilai parameter perairan yang di dapatkan antara lain : suhu 28,48 ºC, salinitas 32, 07 ppt, pH 8,17, arus 5,19 cm/s.

Laju pertumbuhan yang dicapai *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora* intermedia memiliki nilai yang berbeda. Perbedaan tempat, ukuran dan parameter perairan memberikan dampak yang berbeda terhadap keberhasilan transplantasi dan laju pertumbuhan fragmen karang tersebut. Faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan karang selain dari pengaruh parameter perairan juga dipengaruhi oleh hubungan timbal balik terumbu karang dan *zooxanthellae*. Pendapat ini didukung oleh penelitian Jipriandi *et,al* (2017), yang menyatakan bahwa semakin banyak polip pada terumbu karang, semakin banyak juga *zooxanthellae* yang terdapat pada terumbu karang sehingga proses dalam klasifikasi lebih cepat yang membuat laju pertumbuhan

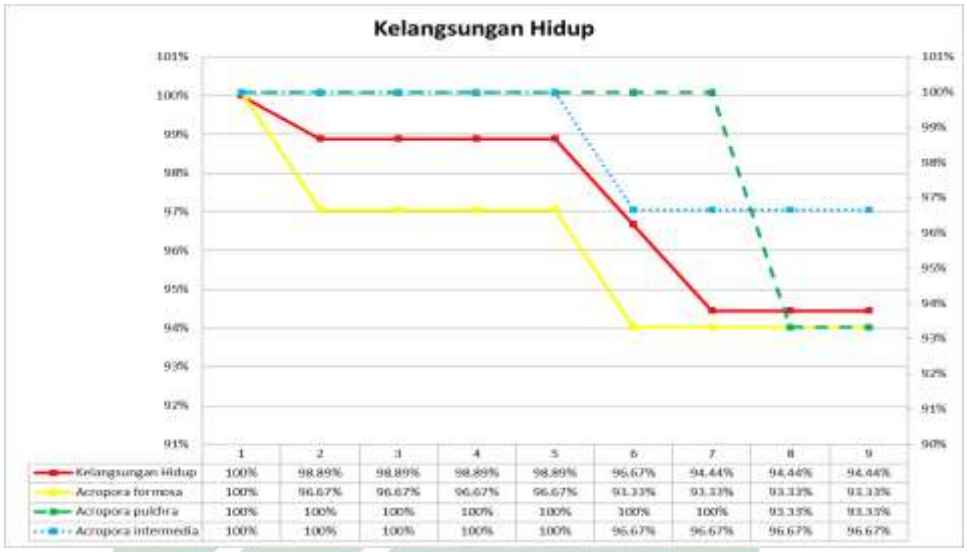
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terumbu karang meningkat. Perbedaan tinggi dalam laju pertumbuhan berbeda karakteristik dalam setiap jenisnya dengan kondisi perairan dalam lingkungan karang. Pendapat ini didukung oleh Nybakken (1988), laju pertumbuhan dalam koloni-koloni karang berbeda satu dengan lainnya. Koloni yang muda dan kecil pertumbuhannya lebih cepat daripada koloni-koloni yang lebih tua. Koloni yang bercabang dan besar atau seperti daun akan tumbuh lebih cepat daripada karang massif.

4.3 Hubungan Parameter Fisika-Kimia Air Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Hasil Transplantasi

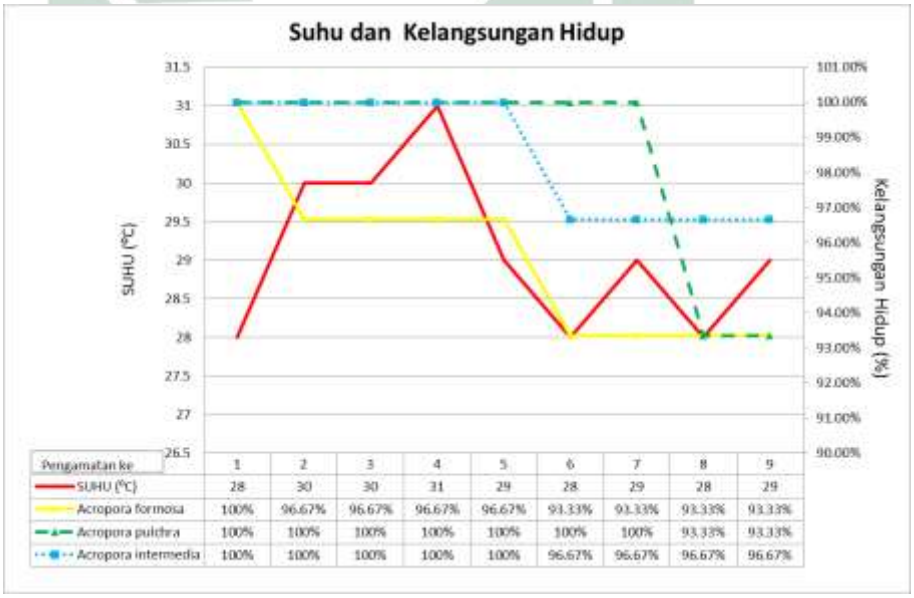
Keberhasilan transplantasi terumbu karang dapat diketahui melalui perhitungan kelangsungan hidup terumbu karang yang ditransplantasikan. Perhitungan kelangsungan hidup ini dapat menunjukkan berhasil atau tidaknya terumbu karang yang ditransplantasikan pada perairan tersebut. Selama pengambilan data hingga akhir penelitian menunjukkan bahwa tingkat kelangsungan hidup terendah terdapat pada jenis *Acropora formosa* dengan kelangsungan hidup sebesar 93,33% dan pada jenis *Acropora pulchra* dengan kelangsungan hidup sebesar 93,33% , tingkat kelangsungan hidup tinggi terdapat dan *Acropora intermedia* sebesar 96,67%. Tingkat kelangsungan hidup keseluruhan karang hasil transplantasi sebesar 94,44%. Hasil pengamatan tingkat kelangsungan hidup karang hasil transplantasi disajikan dalam Gambar 4.11.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4. 11 Tingkat Kelangsungan hidup Terumbu Karang (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Hasil pengukuran suhu yang didapat pada saat pengukuran di lapangan menunjukkan nilai suhu rata-rata selama waktu penelitian sebesar 29,1 ± 0,994 ^{o}C. Suhu tertinggi didapatkan pada pengambilan data pada T4 dengan nilai suhu sebesar 31^{0}C dan suhu terendah didapatkan pada pengambilan data ke T1, T6, dan T8dengan nilai suhu yang didapatkan sebesar 28^{0}C. Fluktuasi suhu dengan kelangsungan hidup disajikan pada Gambar 4.12.



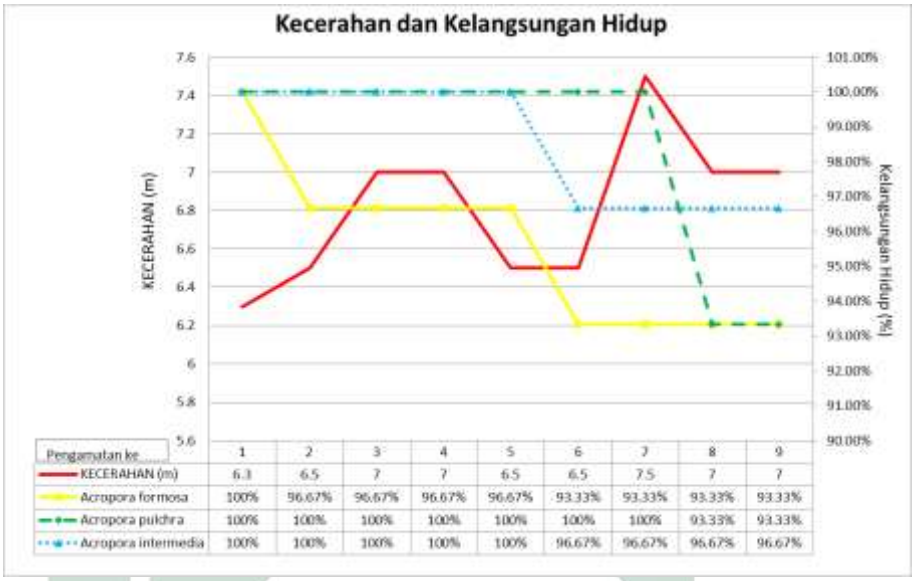
Gambar 4. 12 Fluktuasi Suhu dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer 2019).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kematian terumbu karang karena terumbu karang mengalami stres dikarenakan kenaikan suhu hingga 2 ^{0}C pada minggu ke 2 (T2), dan juga terjadi penurunan suhu hingga 2 ^{0}C pada minggu ke 7 (T4) sampai minggu ke 16 (T6) serta terjadi naik turunnya suhu pada minggu ke 18 (T7) hingga minggu ke 28 (T9). Menurut Haris (2001), pengaruh dari perubahan suhu meskipun masih dalam batas normal maupun optimal dapat menyebabkan menurunnya respon makan karang karena *zooxanthellae* yang bersimbiosis dengan karang akan keluar sehingga karang mengalami bleaching, mengurangi rata-rata dalam bereproduksi, banyak mengeluarkan lendir pada setiap bagian karang, dan proses dalam berfotosintesis terganggu. Menurut Hoegh dan Guldberg (1999), selama periode yang lebih hangat dari pergantian musim yang normal, suhu akan melebihi batas toleransi terumbu karang dan dapat menyebabkan pemutihan terumbu karang.

kecerahan tertinggi terdapat pada pengambilan data minggu ke 18 (T7) yaitu penetrasi cahaya hingga pada kedalaman 7,5 m, sedangkan kecerahan terendah didapatkan pada minggu pertama (T1) yaitu penetrasi cahaya hingga kedalaman 6,3 m. Nilai kecerahan rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 6,81 ± 0,36 m. Kelangsungan hidup menurun pada penelitian minggu ke 2 (T2), minggu ke 16 (T6), minggu ke 18 (T4). Kematian terumbu karang karena terumbu karang mengalami stres dikarenakan menurunnya penetrasi cahaya pada minggu ke 11 (T5) dan minggu ke 22 (T8) yang disajikan pada Gambar 4.13.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
KECERAHAN (m)	6.3	6.5	7	7	6.5	6.5	7.5	7	7
Acropora formosa	100%	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%	93.33%	93.33%	93.33%	93.33%
Acropora pulchra	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93.33%	93.33%
Acropora intermedia	100%	100%	100%	100%	100%	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%

Gambar 4. 13 Fluktuasi kecerahan dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Kurangnya penetrasi cahaya yang masuk kedalam air diduga karena perairan dalam keadaan keruh karena banyak butiran butiran sedimen yang melayang dan mengendap pada terumbu karang. Guntur (2011), menjelaskan bahwa kebanyakan terumbu karang tidak dapat bertahan hidup dengan adanya endapan-endapan berat yang akan mempengaruhi kurangnya penetrasi cahaya yang masuk sehingga proses fotosintesis yang dibutuhkan *zooxanthellae* terganggu.

Data yang diambil selama penelitian berlangsung didapatkan nilai arus tertinggi T5 dengan kecepatan arus sebesar 10,21 cm/s dan arus terendah didapatkan pada T1 yaitu dengan kecepatan arus sebesar 1,77 cm/s. Nilai arus rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 5,59 ± 2.35 cm/s. Adanya arus bermanfaat bagi terumbu karang dalam proses pembersihan diri dari endapan-endapan sedimen secara alami. Fluktuasi arus dengan kelangsungan hidup terumbu karang disajikan pada Gambar 4.14.

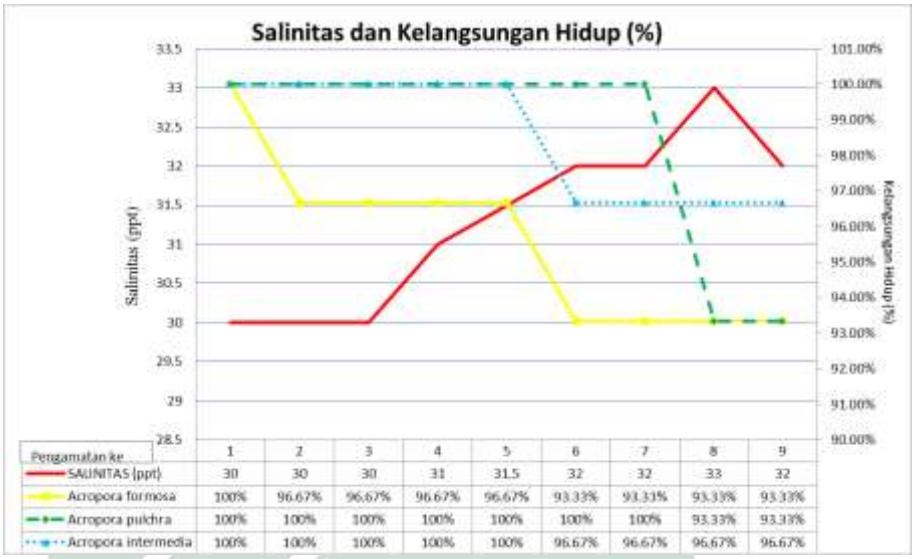
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4. 14 Grafik fluktuasi arus dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

penurunan kelangsungan hidup terumbu karang karena pada pengambilan data T2, T6, dan T8 tidak disebabkan oleh fluktuasi arus karena pada saat pengamatan tidak ditemukan patahnya terumbu karang pada media transplantasi. Tinggi rendahnya kecepatan arus dipengaruhi oleh faktor alam seperti pasang surut air laut, gravitasi bulan, dan angin. Adanya arus dan gelombang akan mempercepat pertumbuhan terumbu karang karena menurut Guntur (2011), gelombang dan arus akan memperkaya perairan berupa oksigen dan sumber unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan terumbu karang.

Pengukuran salinitas diperoleh hasil salinitas tertinggi didapatkan pada pengukuran ke T8 dengan nilai salinitas sebesar 33 ppt dan pengukuran terendah didapatkan pada T1, T2, dan T3 dengan nilai salinitas yang didapatkan sebesar 30 ppt. Nilai salinitas rata-rata selama penelitian didapatkan sebesar 31,28 ± 1,03ppt. Kelangsungan hidup menurun pada penelitian ke T2, T6, dan T8. Salinitas merupakan salah satu faktor pembatas terumbu karang. perubahan salinitas dapat mempengaruhi kehidupan terumbu karang yang sensitif dengan adanya perubahan saliitas. Hasil pengukuran fluktuasi salinitas dengan kelangsungan hidup disajikan pada Gambar 4.15.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

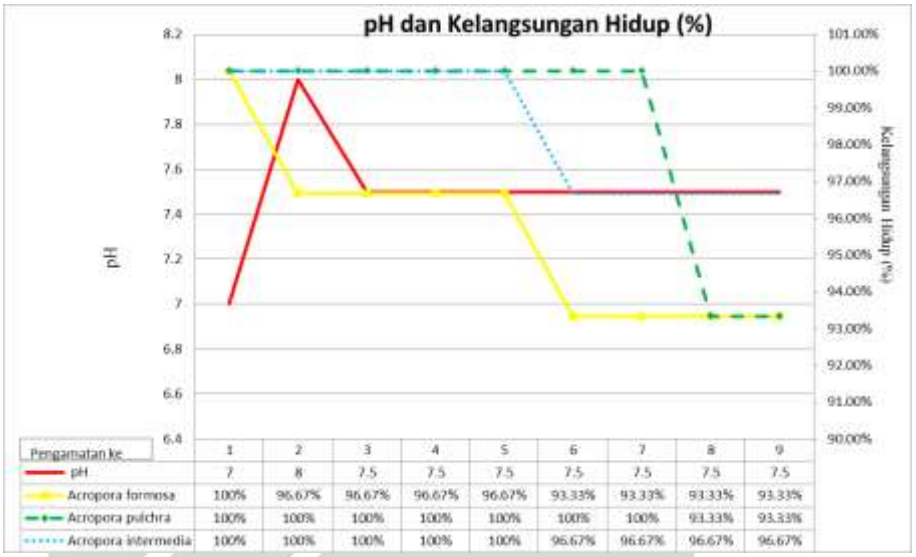


Gambar 4. 15 Grafik fluktuasi salinitas dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Perubahan salinitas dapat menyebabkan penurunan kondisi pada terumbu karang yang mengakibatkan terumbu karang menjadi stres dan mengalami kematian pada T2, T6, dan T8. Pernyataan ini didukung oleh Dedi *et al* (2016), menyatakan bahwa salinitas merupakan salah satu faktor yang menyebabkan terumbu karang stres hingga mengalami kematian karena perubahan salinitas menyebabkan kerusakan sel-sel penting yang berkembang secara fisiologis dalam perkembangan terumbu karang.

Nilai kadar derajat keasaman rata-rata selama penelitian didapatkan nilai sebesar 7,5 ± 0,35. Data yang didapat dalam pengukuran parameter pH tertinggi didapatkan pada minggu ke 2 dengan nilai 8 dan pH terendah didapatkan pada T1 dengan nilai kadar pH 7. Hasil pengukuran Fluktuasi Hasil pengukuran fluktuasi kadar pH dengan kelangsungan hidup disajikan pada Gambar 4.16.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



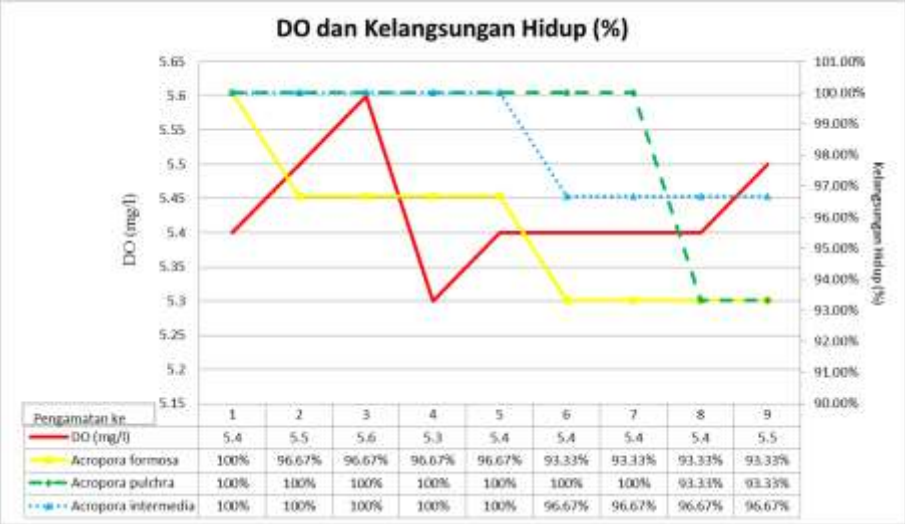
Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
pH	7	8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Acropora formosa	100%	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%	93.33%	93.33%	93.33%	93.33%
Acropora pulchra	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93.33%	93.33%
Acropora intermedia	100%	100%	100%	100%	100%	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%

Gambar 4. 16 Grafik fluktuasi pH dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Hasil pengamatan fluktuasi pH dengan kelangsungan hidup menunjukkan adanya penigkatan pada minggu ke 2 (T2) dengan diikuti kematian terumbu karang jenis *Acropora formosa*. Kematian terumbu karang disebabkan karena terumbu karang tidak bisa menyesuakian dengan kondisi lingkungan yang baru sehingga terumbu karang mengalami stress meskipun kadar pH sesuai batas normal. Menurut Tomascik *et al* (1997) menyatakan bahwa habitat yang cocok untuk pertumbuhan terumbu karang adalah dengan kisaran pH 8,2 8,5. Hal inilah yang menyebabkan kematian pada terumbu karang karena terumbu karang tidak bisa menyesuaikan dengan kondisi lingkungan yang baru.

Hasil pengukuran DO dalam setiap pengukuran didapatkan nilai paling tinggi pada minggu ke 4 (T3) dan nilai sebesar 5,6 dan DO terendah pada minggu ke 7 (T4) sebesar 5,3. Nilai rata-rata DO selama 28 minggu (T9) sebesar 5,4 ± 0,08 mg/l. Kematian terumbu karang terdapat pada T2, T6, dan T8. fluktuasi nilai DO dengan kelangsungan hidup selama waktu penelitian disajikan pada Gambar 4.17.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



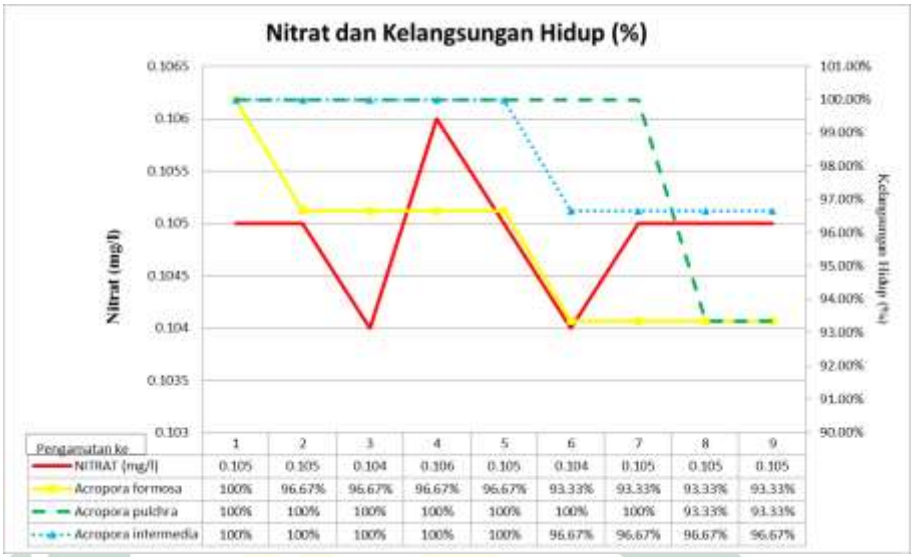
Gambar 4. 17 Grafik fluktuasi DO dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Fluktuasi DO terhadap kelangsungan hidup tidak banyak mempengaruhi dalam daya tahan hidup terumbu karang. terumbu karang tetap banyak bertahan hidup meskipun terdapat beberapa terumbu karang mengalami kematian karena kadar DO masih dalam kategori optimal. Terumbu karang yang mati dikarenakan tidak dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru sehingga mengalami stress dan mati. Peryataan ini didukung oleh Sutamihardja (1987) yang menyatakan bahwa kadar oksigen diperairan laut dengan nilai 5 mg/l tergolong dalam keadaan tercemar ringan. Tercemarnya perairan pada penelitian ini dikarenakan lokasi penelitian berada disisi barat outlet pembuangan air panas untuk pendingin mesin pembangkit listrik. Adanya air panas yang masuk kedalam perairan akan mempengaruhi perubahan suhu dan salinitas. Hal ini sesuai dengan pendapat Azkab *et al* (1998) menyatakan bahwa penurunan kadar oksigen dalam suatu perairan disebabkan oleh fluktuasi suhu dan salinitas yang menyebabkan kehidupan yang sensitif terhadap perubahan tersebut seperti terumbu karang.

Hasil pengukuran nitrat selawaktu penelitian didapatkan hasil nilai nitrat rata-rata sebesar 0,105 ± 0,0006 mg/l. Nilai nitrat tertinggi didapatkan pada pengambilan data minggu ke 7 (T4) sebesar 0,106, sedangkan nilai nitrat terendah didapatkan pada pengambilan data minggu ke 4 (T3) dan minggu ke

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

16 (T6) sebesar 0,104. Kematian terumbu karang terdapat pada T2, T6, dan T8. Fluktuasi nitrat dengan kelangsungan hidup disajikan pada gambar 4.18.



Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NITRAT (mg/l)	0.105	0.105	0.104	0.106	0.105	0.104	0.105	0.105	0.105
Acropora formosa	100%	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%	93.33%	93.33%	93.33%	93.33%
Acropora pulchra	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93.33%	93.33%
Acropora intermedia	100%	100%	100%	100%	100%	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%

Gambar 4. 18 Grafik fluktuasi nitrat dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Kadar nitrat diperlukan dalam pertumbuhan biota yang terdapat pada ekosistem terumbu karang untuk proses pembentukan kalsium karbonat yang dihasilkan oleh *zooxanthellae*. Pernyataan tersebut didukung oleh Charpy (2001), bahwasanya hasil proses fotosintesa yang dilakukan oleh alga dapat menghasilkan bertambahnya kalsium karbonat. Tingginya kadar nitrat pada lokasi penelitian dapat mempengaruhi kelangsungan hidup terumbu karang. Nilai nitrat yang tinggi menyebabkan suburnya kehidupan alga yang ada pada lokasi penelitian. Hal ini dibuktikan kematian terumbu karang dikarenakan alga yang menutupi keseluruhan fragmen karang sehingga fragmen karang tidak dapat bertahan hidup karena tidak mendapat pasokan makanan. Peryataan ini sesuai dengan pendapat Nybakken (1997) bahwa keberadaan nutrien dalam jumlah yang tinggi dan berlebihan akan menstimulasi pertumbuhan alga yang dimana alga adalah salah satu kompetitor terumbu karang.

Pengukuran hasil Kadar fosfat tertinggi didapatkan pada T1, T2, T4, T5, T6, T8, dan T9 dengan nilai sebesar 0,012 mg/l. Sedangkan kadar fosfat

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terendah didapatkan pada pemgambilan data T3 dan T7. Kadar fosfat rata-rata sebesar 0,012 ± 0,0004 mg/l. Kematian terumbu karang terdapat pada T2, T6, dan T8. Fluktuasi fosfat dengan kelangsungan hidup disajikan pada Gambar 4.19.

Pengamatan ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FOSFAT (mg/l)	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012
Acropora formosa	100%	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%	93.33%	93.33%	93.33%	93.33%
Acropora pulchra	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	93.33%	93.33%
Acropora intermedia	100%	100%	100%	100%	100%	96.67%	96.67%	96.67%	96.67%

Gambar 4. 19 Grafik fluktuasi fosfat dan Kelangsungan Hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Adanya kenaikan kadar fosfat dapat menyebabkan semakin cepatnya pertumbuhan alga yang merupakan pesaing terumbu karang. pertumbuhan alga yang cepat dapat menutup terumbu karang sehingga menyebabkan terumbu karang sulit untuk mendapatkan makanan sehinga terumbu karang mengalami kematian. Kematian terumbu karang pada T2, T6, dan T8 pada saat pengambilan data dikarenakan tumbuhnya alga pada terumbu karang yang ditransplantasikan. Kadar fosfat yang berlebihan di dalam suatu perairan justru akan menyebabkan semakin cepatnya pertumbuhan alga yang akan berdampak negatif terhadap kehidupan karang. Selain itu, keberadaan fosfat yang berlebihan akan menyebabkan penurunan laju kalsifikasi serta dapat menimbulkan penyakit pada terumbu karang (Partini, 2009).

Penelitian lain tentang kelangsungan hidup *Acropora formosa* dilakukan oleh Luthfi (2016) di pantai Kondang Merak mendapatkan hasil

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kelangsungan hidup *Acropora formosa* sebesar 100% pada kedalaman 1,5 meter. Penelitian lain tentang *Acropora pulchra* yang dilakukan oleh Astuti (2003) dalam penelitian selama 24 minggu di Pulau Payung dengan kedalaman 2 meter mendapatkan persentase kelangsungan hidup *Acropora pulchra* sebesar 100% dengan nilai parameter perairan yang didapatkan antara lain : suhu 28 ºC, salinitas 32 ppt, DO 6,3 mg/l, pH 8,5, nitrat 0.038 mg/l, fosfat 0,026 mg/l. Penelitian lain mengenai *Acropora Intermedia* dilakukan oleh Aziz (2002) di pulau pari dengan waktu penelitian selama 6 bulan mendapatkan tingkat kelangsungan hidup *Acropora intermedia* dengan nilai persentase sebesar 66, 67 % dan nilai parameter perairan yang di dapatkan antara lain : suhu 28,48 ºC, salinitas 32, 07 ppt, pH 8,17, arus 5,19 cm/s.

Beberapa faktor yang menyebabkan kematian terumbu karang dikarenakan perbedaan lokasi kedalaman bibit karang yang akan ditransplantasikan serta kemampuan spesies terhadap lingkungan yang baru. Tingkat keberlangsungan hidup bergantung pada faktor biologis karang terhadap kondisi lingkungan serta ukuran fragmen terumbu karang yang ditransplantasikan. Kemampuan beradaptasi dengan lingkungan sangat berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup terumbu karang. Bervariasinya ukuran karang yang ditransplantasikan sangat mempengaruhi kelangsungan hidup terumbu karang. fragmen karang yang ukurannya lebih pendek memiliki polip yang lebih kecil sehingga mempengaruhi keberadaan dari *zooxanthellae*. Kematian karang hasil transplantasi diakibatkan karena fragmen karang diduga mengalami stres akibat dipotong sehingga tidak sanggup bertahan hidup dengan kondisi perairan yang berbeda dengan aslinya dengan ditunjukkan munculnya lendir pada karang transplant pada saat penelitian. Kematian karang juga dipengaruhi oleh parameter perairan. Pada saat pengamatan dilokasi penelitian fragmen karang yang mati akibat tertutup oleh alga. Tumbuhnya alga disebabkan tingginya nilai nutrien dan kurangnya cahaya yang tidak bisa menembus pada kedalaman 8 meter di lokasi penelitian. Pendapat ini didukung oleh Subhan *et al* (2012) menyatakan bahwa alga yang berfilamen akan mengganggu efektivitas pemanfaatan cahaya oleh *zooxanthellae* karena alga dapat tumbuh di permukaan fragmen karang dan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mampu memotong jaringan tubuh karang lunak yang telah ditransplantasikan. Pendapat ini didukung oleh Herdiana (2001), menyatakan bahwa ukuran karang yang lebih kecil cenderung memiliki tingkat ketahanan hidup yang lebih rendah jika dibandingkan dengan ukuran fragmen yang lebih besar. Kematian fragmen karang jenis *Acropora formosa* pada minggu ke 2 (T2) dikarenakan mengalami stres dan tidak bisa beradaptasi dengan lingkungan yang baru dengan ditandai munculnya lendir pada karang pada waktu pengamatan dilokasi. Lendir yang dikeluarkan karang merupakan bentuk adaptasi karang terhadap lingkungan yang baru. Pernyataan ini didukung oleh Johan (2008) menyebutkan bahwa pengeluaran lendir bermanfaat bagi karang untuk melindungi diri dari kondisi luar yang tidak stabil dan akan kembali normal jika karang dapat beradaptasi dengan cepat. Menurut Harriot dan Fisk (1988), kegiatan transplantasi terumbu karang dapat dikatakan berhasil jika tingkat keberhasilan hidup antara 50% hingga 100%.

4.4 Korelasi Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Hasil Transplantasi dengan Parameter Fisika-Kimia air

Principal Component Analysis (PCA) atau yang disebut Analisis komponen utama merupakan metode analisis statistik yang bertujuan untuk menyederhanakan variabel yang diamati dengan mereduksi dimensinya yaitu dengan cara menghilangkan korelasi diantara variabel bebas melalui transformasi variabel bebas asal ke variabel baru yang tidak berkorelasi. Analisa menggunakan *Principle Component Analysis* (PCA) dapat dilakukan jika terdapat hubungan atau korelasi antar variabel. Komponen yang digunakan dalam analisis PCA meliputi parameter fisika dan kimia yaitu suhu, kecerahan, arus, salinitas, pH, nitrat, fosfat, oksigen terlarut. Sedangkan komponen dari terumbu karang meliputi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang. Jenis korelasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah korelasi spearman.

Hasil pengolahan data berupa matriks tabel dan grafik korelasi yang menunjukan hubungan antar variabel berupa korelasi positif maupun korelasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

negatif dengan nilai intepretasi besar koefisien korelasi yang disajikan pada Tabel 4.2 dan 4.3 dan Gambar 4.20 dan 4.21.

Tabel 4. 2 Korelasi variabel terikat dengan variabel bebas *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora Intermedia.*

Variables	*Acropora formosa*	*Acropora pulchra*	*Acropora intermedia*	Suhu	Kecerahan	Arus	Salinitas	pH	Nitrat	Fosfat	DO
Suhu (°C)	0	-0,321	0,312	1							
Kecerahan (m)	0,789	0,523	0,559	0,336	1						
Arus (m/s)	0,183	0,183	0,3	-0,017	-0,195	1					
Salinitas (ppt)	0,776	0,88	0,449	-0,502	0,459	0,328	1				
pH	0,091	0,091	0,091	0,522	0,194	0,639	0	1			
Nitrat (mg/l)	0,309	-0,159	0,518	0,331	0,154	0,09	0,01	0	1		
Fosfat (mg/l)	-0,104	-0,104	0	-0,269	-0,606	0,518	0,107	0	0,371	1	
DO (mg/l)	-0,147	-0,312	-0,505	0,176	0,024	-0,028	-0,294	0,352	-0,57	-0,342	1

(Sumber: Olahan Data Primer, 2019).

Berdasarkan Tabel 4.2 hubungan parameter peraian dengan laju pertumbuhan *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia* memiliki nilai positif dan negatif. Hubungan parameter perairan yang mendapatkan nilai positif dengan laju pertumbuhan *Acropora formosa* adalah suhu, kecerahan, arus, salinitas, pH, nitrat. Suhu mendapatkan nilai 0,000 yang dikategorikan berhubugan sangat rendah. Kecerahan mendapatkan nilai 0,789 yang dikategorikan berhubungan kuat. Arus mendapatkan nilai 0,183 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. Salinitas mendapatkan nilai 0,776 yang dikategorikan kuat. pH mendapatkan nilai 0,091 yang dikategorikan sangat rendah. Nitrat mendapatkan nilai 0,309 yang dikategorikan rendah. Hubungan parameter perairan dengan laju pertumbuhan *Acropora formosa* yang mendapatkan nilai negatif adalah fosfat dan DO. Fosfat mendapatkan nilai -0,104 yang dikategorikan sangat rendah. DO mendapatkan nilai -0,147 yang dikategorikan sangat rendah. Suhu, arus, pH, nitrat, fosfat, dan DO mendapatkan kategori rendah dan sangat rendah dengan nilai lebih mendekati 0 sehingga tidak berhubungan nyata terhadap laju pertumbuhan *Acropora formosa*. Salinitas dan kecerahan mendapatkan kategori kuat dengan nilai mendekati 1 sehingga berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan *Acropora formosa.*

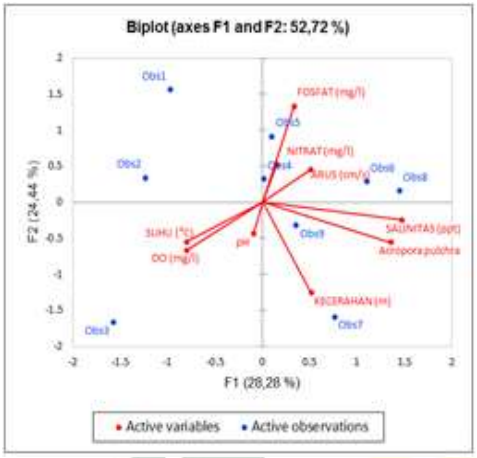
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hubungan parameter perairan yang mendapatkan nilai positif dengan laju pertumbuhan *Acropora pulchra* adalah kecerahan, arus, salinitas, pH. Kecerahan mendapatkan nilai 0,523 yang dikategorikan berhubungan sedang. Arus mendapatkan nilai 0,183 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. Salinitas mendapatkan nilai 0,880 yang dikategorikan berhubungan sangat kuat. pH mendapatkan nilai 0,091 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. Hubungan parameter perairan dengan laju pertumbuhan *Acropora pulchra* yang mendapatkan nilai negatif adalah suhu, nitart, fosfat dan DO. suhu mendapatkan nilai -0,321 yang dikategorikan berhubungan rendah. Nitrat mendapatkan nilai -0,159 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. Fosfat mendapatkan nilai -0,104 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. DO mendapatkan nilai -0,312 yang dikategorikan berhubungan rendah. Suhu, arus, pH, nitrat, fosfat, dan DO mendapatkan kategori berhubungan rendah dan sangat rendah dengan nilai lebih mendekati 0 sehingga tidak berhubungan nyata terhadap laju pertumbuhan *Acropora pulchra*. kecerahan mendapatkan kategori sedang dan Salinitas mendapatkan kategori kuat dengan nilai mendekati 1 sehingga berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan *Acropora pulchra.*

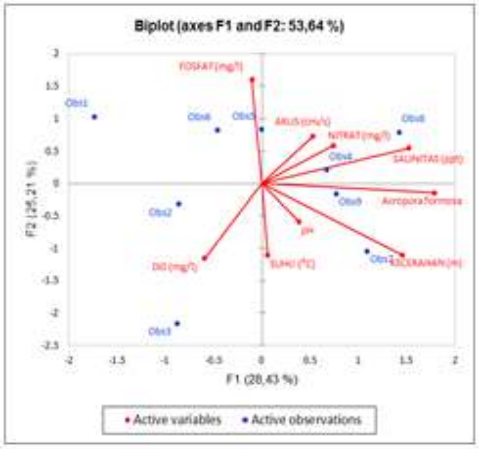
Hubungan parameter perairan yang mendapatkan nilai positif dengan laju pertumbuhan *Acropora intermedia* adalah suhu, kecerahan, arus, salinitas, pH, nitrat, fosfat. suhu mendapatkan nilai 0,321 yang dikategorikan berhubungan rendah. Kecerahan mendapatkan nilai 0,559 yang dikategorikan berhubungan sedang. Arus mendapatkan nilai 0,300 yang dikategorikan berhubungan rendah. Salinitas mendapatkan nilai 0,449 yang dikategorikan sedang. pH mendapatkan nilai 0,091 yang dikategorikan sangat rendah. Nitrat mendapatkan nilai 0,518 yang dikategorikan hubungan sedang. Fosfat mendapatkan nilai 0,000 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. Hubungan parameter perairan dengan laju pertumbuhan *Acropora intermedia* yang mendapatkan nilai negatif DO. DO mendapatkan nilai -0,505 yang dikategorikan rendah. Suhu, arus, dan fosfat mendapatkan kategori rendah dan sangat rendah dengan nilai lebih mendekati 0 sehingga

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

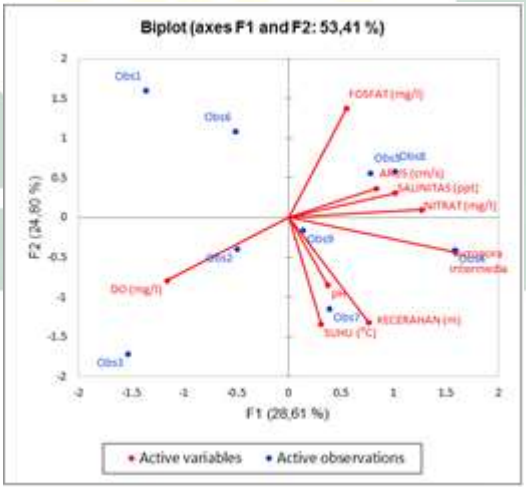
tidak berhubungan nyata terhadap laju pertumbuhan *Acropora intermedia*. Kecerahan, nitrat, dan DO mendapatkan kategori sedang degan nilai kecerahan paling tinggi yaitu mendekati 1 sehingga berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan *Acropora intermedia.*



a. Biplot *Acropora formosa*



b. Biplot *Acropora pulchra.*



c. Biplot *Acropora intermedia.*

Gambar 4. 20 Biplot variabel terikat dan variabel bebas *Acropora formosa*, *Acropora pulchra*, *Acropora intermedia.* (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan Gambar 4.20 hubungan antara parameter perairan dengan laju pertumbuhan *Acropora formosa, Acropora pulchra, Acropora intermedia* disajikan dalam bentuk biplot. Hubungan parameter kecerahan dengan laju pertumbuhan *Acropora formosa* yang kuat berada pada observasi 7 dan hubungan parameter salinitas dengan laju pertumbuhan *Acropora formosa* yang kuat berada pada observasi 8. Hubungan parameter kecerahan dengan laju pertumbuhan *Acropora pulchra* yang berhubungan sedang berada pada observasi 7 dan hubungan parameter salinitas dengan laju pertumbuhan *Acropora pulchra* yang kuat berada pada observasi 8. Hubungan parameter kecerahan dengan laju pertumbuhan *Acropora intermedia* yang berhubungan sedang berada pada observasi 7 dan hubungan parameter salinitas dengan laju pertumbuhan *Acropora intermedia* yang berhubungan sedang berada pada observasi 8.

Pada observasi yang dilakukan kecerahan pada observasi mendapatkan nilai kecerahan paling tinggi yaitu 7,5m (Gambar. 4.3). Tingginya kecerahan diikuti bertambahnya pertumbuhan ketiga jenis terumbu karang tersebut. Tingginya salinitas pada observasi 8 didapatkan nilai sebesar 33 ppt (Gambar. 4.7). tingginya salinitas diikuti pertambahan tinggi ketiga jenis terumbu karang tersebut. Hal ini selaras dengan pernyataan Guntur (2011) menyatakan bahwa apabila terjadi kekeruhan di perairan akan mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk sehinga laju pertumbuhan dan produksi terumbu karang akan terhenti. Menurut Supriharyono (2007) menyatakan bahwa karang hermatipik tidak dapat bertahan pada salinitas yang menyimpang dari salinitas air laut normal yaitu 32 – 35 ppt. pendapat lain mengenai pengaruh salinitas terhadap laju pertumbuhan terumbu karang dinyatakan oleh Jipriandi *et al* (2017) menyatakan bahwa salinitas berbanding lurus dengan osmosis *zooxanthellae,* tetapi peningkatan dan penurunan laju pertumbuhan tergantung pada daya toleransi karang terhadap fluktuasi salinitas.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

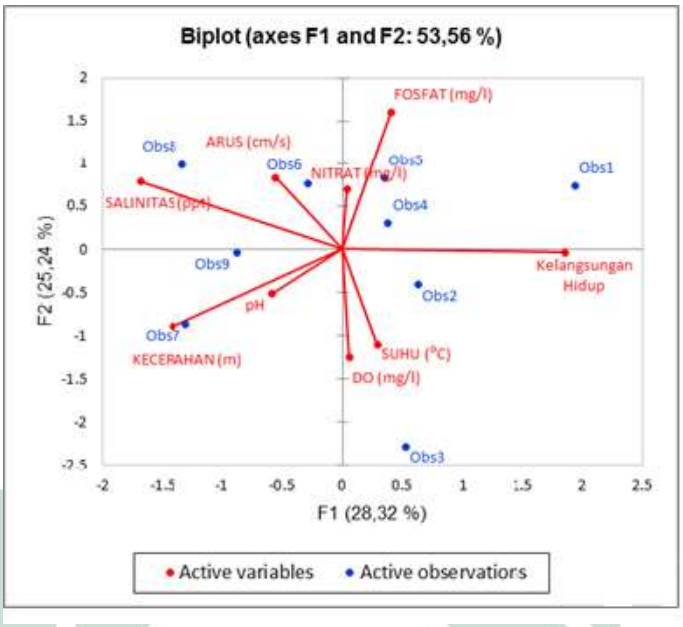
Tabel 4. 3 Korelasi kelangsungan hidup.

Variables	Kelangsungan Hidup	Suhu	Kecerahan	Arus	Salinitas	pH	Nitrat	Fosfat	DO
Suhu (ºC)	0,249	1							
Kecerahan (m)	-0,689	0,336	1						
Arus (cm/s)	-0,222	-0,017	-0,195	1					
Salinitas (ppt)	-0,89	-0,502	0,459	0,328	1				
pH	-0,243	0,522	0,194	0,639	0	1			
Nitrat (mg/l)	0,069	0,331	0,154	0,09	0,01	0	1		
Fosfat (mg/l)	0,165	-0,269	-0,606	0,518	0,107	0	0,371	1	
DO (mg/l)	-0,044	0,176	0,024	-0,028	-0,294	0,352	-0,57	-0,342	1

(Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Hubungan parameter perairan yang mendapatkan nilai positif dengan kelangsungan hidup adalah suhu, nitrat, dan fosfat. Suhu mendapatkan nilai 0,249 yang dikategorikan rendah. Nitrat mendapatkan nilai 0,069 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. Fosfat mendapatkan nilai 0,165 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. Hubungan parameter perairan dengan kelangsungan hidup yang mendapatkan nilai negatif adalah kecerahan, arus, salinitas, ph, DO. kecerahan mendapatkan nilai -0,689 yang dikategorikan berhubungan kuat. Arus mendapatkan nilai -0,222 yang dikategorikan berhubungan rendah. Salinitas mendapatkan nilai -0,890 yang dikategorikan berhubungan sangat kuat. pH mendapatkan nilai -0,243 yang dikategorikan berhubungan rendah. DO mendapatkan nilai -0,044 yang dikategorikan berhubungan sangat rendah. suhu, arus, pH, nitrat, fosfat, DO mendapatkan kategori berhubungan rendah dan sangat rendah dengan nilai lebih mendekati 0 sehingga tidak berhubungan nyata terhadap kelangsungan hidup. kecerahan mendapatkan kategori kuat dan Salinitas mendapatkan kategori sangat kuat dengan nilai mendekati 1 sehingga berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4. 21 Biplot variabel terikat dan variabel bebas kelangsungan hidup (Sumber: Olahan Data Primer. 2019).

Berdasarkan Gambar 4.21 hubungan antara parameter perairan dengan kelangsungan hidup *Acropora formosa*, *Acropora pulchra*, *Acropora intermedia* disajikan dalam bentuk biplot. Hubungan parameter kecerahan dengan kelangsungan hidup yang kuat berada pada observasi 7 dan hubungan parameter salinitas dengan kelangsungan hidup *Acropora formosa* yang kuat berada pada observasi 8. Keseluruhan hasil analisa PCA menunjukkan adanya keterkaitan setiap parameter fisika dan kimia peraian dengan laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup terumbu karang hasil transplantasi jenis *Acropora formosa*, *Acropora pulchra*, *Acropora intermedia* di perairan Paiton Probolinggo.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Data hasil pengukuran parameter hidor-oseanografi yaitu suhu, kecerahan, salinitas, arus, DO, pH, nitrat, fosfat, di perairan Paiton Probolinggo tergolong dalam batas toleransi untuk pertumbuhan terumbu karang dan dalam kategori baik berdasarkan KEPMENLH No. 51 Tahun 2004 untuk biota laut.
2. laju pertumbuhan rata-rata terumbu karang selama 28 minggu di Peairan Paiton didapatkan jenis *Acropora formosa* 0,1674 cm/minggu ± 1,55, *Acropora pulchra* sebesar 0,2021 cm/minggu ± 1,96± 0,095, *Acropora intermedia* sebesar 0,1382 cm/minggu ± 1,28.
3. Tingkat kelangsungan hidup terumbu karang selama 28 minggu jenis *Acropora formosa* 93,33%, *Acropora pulchra* 93,33%, *Acropora Intermedia* 96,67%.
4. Uji korelasi statistik menunjukkan bahwa parameter perairan mendapatkan korelasi sangat kuat dan sangat lemah terhadap laju pertumbuhan *Acropora formosa* yaitu korelasi dengan kecerahan kuat dengan nilai 0,789 dan korelasi dengan suhu rendah dengan nilai 0,000. Pada *Acropora pulchra* mendapatkan nilai korelasi sangat kuat dengan salinitas yang mendapatkan nilai sebesar 0,880 dan korelasi sangat lemah dengan pH sebesar 0,091. Pada *Acropora intermedia* mendapatkan nilai korelasi sedang dengan kecerahan sebesar 0,559 dan korelasi sangat rendah dengan fosfat yaitu sebesar 0,000 . Uji korelasi statistik terhadap kelangsungan hidup terdapat hubungan sangat kuat dengan suhu yaitu -0,890 dan korelasi sangat rendah dengan fosfat yaitu sebesar -0,044.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjutan untuk monitoring hasil transpalntasi terumbu karang dan ditambahkan jenis dari terumbu karang atau spesies baru untuk melihat laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup dengan tujuan memperoleh data yang lebih baru. Berbagai penelitian lanjutan juga diperlukan untuk melihat keefektifan dalam proses transplantasi dari berbagai aspek mulai dari aspek ekologi, sosial dan ekonomi sehingga dapat memberikan informasi untuk dijadikan bahan pertimbangan dalam upaya rehabilitasi dan restorasi ekosistem terumbu karang.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dari pengaruh media transplantasi yaitu kansin FABA terhadap pertumbuhan terumbu karang.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

Astuti DA. 2003. *Tingkat Keberhasilan Hidup dan Pertumbuhan Karang Batu Jenis Acropora pulchara, Acropora latistella, Acropora acuminate yang Ditransplantasikan Dengan Menempelkan Dua Jenis Karang Di Pulau Payung Kepulauan Seribu* [skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor

Ayu, Windha Fuji. 2009. *Keterkaitan Makrozoobenthos dengan Kualitas Air dan Substrat di Situ Rawa Besar, Depok*. *Skripsi ITB*. Bogor.

Aziz, A. M. 2002. *Tingkat Kelangsungan Hidup, Laju Pertumbuhan dan Rasio Pertumbuhan Beberapa Jenis Karang Batu dan Karang Api yang Ditransplantasikan di Perairan Pulau Pari*. Ilmu dan Teknologi Kelautan. IPB. Bogor. 89 hal.

Azkab, M. H, dan Muchtar, M. 1998. Seberapa Jauh Peranan Oksigen Dilaut?. Oseana, Volume XXIII, Nomor 1, 1998: 9-18.ISSN 0216-1877.

Bagja, N. A. 2018. *Distribusi Klorofil-A dan Nutrien Di Perairan Pantai PLTU Paiton, Jawa Timur*. Ilmu dan Teknologi Kelautan. IPB. Bogor. 37 hal

Bell, P. R., 1992. *Green Plants Their Origin and Diversity*. Dioscorides Press, Portland, Oregon. Halaman 102-124

Burke et al. 2012. *Menengok Kembali Terumbu Karang yang Terancam di Segitiga Terumbu Karang (Diterjemahkan dari Reefs at Risk Revisited in the Coral Triangle oleh yayasan TERANGI)*. Washington, D.C: World Resources Institute (WRI)

Charpy L. 2001. *Phosphorus supply for atoll biological productivity*. coral reefs. 20: 357-360.

Dahuri, R. 2001. *Pendayagunaan Sumberdaya Kelautan Untuk Kesejahteraan Masyarakat*. LISPI. Jakarta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut*. Jakarta. PT. Gramedia.

Dedi *et al*. 2016. *Hubungan Parameter Lingkungan Terhadap Gangguan Kesehatan Karang Di Pulau Tunda-Banten.* Jurnal Kelautan Nasional, Vol. 11, No. 2, Agustus 2016, Hal 105 – 118.

Ditlev, H. 1980. *A field guide to the reef building coral of the Indo-Pasific.* Seandinavang science. Press Ltd. Klampenbord.

Edwards, A.J. & Gomez, E.D. 2008. *Reef Restoration Concepts and Guidelines: Making Sensible Management Choices In The face of uncertainty*. 38:363. Diterjemahkan oleh Yayasan Terumbu Karang Indonesia.

Effendi, H. 2003.*Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.* Cetakan Kelima. Yogjakarta: Kanisius.

FAO. 1989. *Community Forestry. Participatory Assessment, Monitoring, and Evaluation*. Rome. Italia

Giyanto, dkk. 2017. *Status Terumbu Karang di Indonesia 2017.* Jakarta. COREMAP-CTI Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI

Guntur. 2011. *Ekologi Karang Pada Terumbu Buatan*. Ghalia Indonesia: Bogor

Haris A. 2001. *Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Fragmentasi Buatan Karang Lunak (Octocorallia: Alcyonacea) Sarchophyton trocheliophorum Von Marenzeller dan Lobophytum strictum Tixier Durivault di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. [Tesis]. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Herdiana, Y. 2001. *Respon Pertumbuhan serta Keberhasilan Transplantasi Koral Terhadap Ukuran Fragmen dan Posisi Penanaman pada Dua Spesies Karang Acropora micropthalma (Verril, 1869) dan Acropora intermedia (Brook, 1891) di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor: Bogor

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hoegh-Guldberg, O. 1999.*Climate Change, Coral Bleaching and The Future Of The World's Coral Reef*. Marine and Freshwater Research 50(8): 839-866.

Iswandi, Joni, Arief Pratomo, dan Henky Irawan. 2015. *Laju Pertumbuhan dan Tingkat kelangsungan hidup Karang Acropora Formosa Hasil Trasplantasi Pada Kedalaman Berbeda.* Repository UMRAH.

Jipriandi, Arief P, Henky I. 2017. *Pertumbuhan Karang Acropora formosa Dengan Teknik Transplantasi Pada Ukuran Fragmen Yang Berbeda.* http://ResearchGate.net/publication/322055700.

Johan O, Dedi S, dan Suharsono. 2008. *Tingkat Keberhasilan Transplantasi Karang Batu (stony coral) di Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Jakarta. Harriot VJ & Fisk DA. (1988).* Coral transplantation as reef management option. Proc.6th. Int. Coral Reef Symp. 2: 375-379 p.

Joni. 2015. *Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Acropora formosa Hasil Transplantasi pada Kedalaman Berbeda*. Skripsi. Fakultas ilmu kelautan dan perikanan. Universitas Maritim Raja Ali Haji.

KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004. *Baku Mutu Air Laut untu Biota Laut*. Jakarta

Koop, W.C.1999. *Coral Reef Restoration. Ecological Engineering* 15 (2): 345-364

Kordi, M. Ghufron. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta. Rineka Cipta

Luthfi, Oktiyas M. 2016. *Studi Pertumbuhan Dan Survival Rate Pada Transplantasi Karang Acropora sp. Di Pantai Kondang Merak Kabupaten Malang*. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI, Malang, Vol : V

Manuputty, A. E. N. 1986. *Marine Biology, Environment, Diversity and Ecology.* Benjamin/Cumings Publishing Co.

Muhlis,. (2011). Ekosistem Terumbu Karang dan Kondisi Oseanografi Perairan Kawasan Wisata Bahari Lombok. Journal of Biological Researches. 16. 10.23869/bphjbr.16.2.20112.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Nontji A. 1984. *Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta serta Kaitannya dengan Faktor-Faktor Lingkungan.* Disertasi. Bogor: Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor

Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta

Nontji A. 2004. *COREMAP Tahap I: upaya anak bangsa dalam penyelamat dan pemanfaatan lestari terumbu karang. Kantor Pengelola Program COREMAP*. Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI, Jakarta

Nybakken, J.W. 1988. *Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.

Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut; Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.

Nybakken, J.W. 1997. *Marine Biology; An Ecologycal approach.* Edisi ke – 4. California; Addison – Wesley Education Publishers Inc.

Odum, E. P. 1971. *Dasar-dasar Ekologi*. Catatan ke-3. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Partini. 2009. *Efek Sedimentasi terhadap Terumbu Karang di Pantai Timur Kabupaten Bintan*. Skripsi. Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor.

Patty, Simon I. 2015. *Karakteristik Fosfat, Nitrat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara*. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis. Vol. 2 (1).

Rachmawati R. 2001. *Terumbu Buatan (Artificial Reef)*. Pusat Riset Teknologi Kelautan Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. 50 hlm.

Ricker WE. 1975. *Computation dan interpretation of biological statistic of Diah Population*. Bulletin of Fish Research Board of Canada. 119:382

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Romimoharto, K. dan S. Juwana. 2001. *Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Penerbit Djambatan. Jakarta.

Subhan, B.,Dyah I.P.,Dedi S. 2012. *Pertumbuhan karang lunak Lobophytum strictum hasil transplantasi pada sistem resirkulasi dengan kondisi cahaya berbeda*. Bonorowo Wetlands 2(1) : 31-39.

Sugiyono. 2005. *Analisis Statistik Korelasi Linier Sederhana*. 06 November 2008

Suharsono. 2008. *Jenis-Jenis Karang di Indonesia.* Jakarta. LIPI Press. 344 hal.

Sukarno. 1994. *Ekosistem Terumbu Karang dan Masalah Pengelolaanya.* P3O-LIPI dan Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Suprianto. 2016. *Inovasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun PLTU Paiton Unit 5 dan 6.* PT. Jawa Power – PT YTL Jawa Timur. Probolinggo

Supriharyono. 2007. *Konservasi Ekosistem Sumber Daya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.

Suryani, E. 2013. *Keanekaragaman Zooplankton di Perairan Pantai Lekok Kabupaten Pasuruan*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang. 75 hlm

Sutamiharja, R.T.M., 1987. *Kualitas dan Pencemaran Lingkungan.* Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor: 92 hal

Tomascik, T., A. J. Mah, A. Nontji dan M.K. Moosa. 1997. *The Ecology of Indonesian Seas; Part One.* Periplus Edition (HK) Ltd. Singapore.

Tristianto, Adi. 2017. *Penetapan Nitrogen Total Metode Kjeldahl.* Laporan Praktikum Dasar Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian dan Bisnis. Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.

Veron, J. E. N.1986. *Corals of Australia and Indo Pacific.* Australia: Angust and Robertson Publishers.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Wagiyo, K., dan I. N. Radiarta, 1997. *Teknologi Konservasi dan Rehabilitasi Terumbu Karang.* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Terumbu Karang. Panitia Program MAB Indonesia. LIPI. Jakarta.

Wijayanto, D. B. 2011. *Prosentase Tutupan Terumbu Karang Di Perairan Pantai Binor Paiton-Probolinggo*. Program studi ilmu kelautan. Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana. Bali.

Wilkinson, C. R. & R. W. Buddemeier. 1994. *Global climate change and coral reefs: Implications for people and reefs. Report of the UNEP-IOC-ASPEI-IUCN Global Task Team on the Implication of Climate Change on Coral Reefs.* IUCN Publications Service Unit. Cambridge.

Winarno. 2011. *Metodologi Penelitian dalam Pendidikan Jasmani.* Malang. IKIP Malang, Anggota IKAPI.

Yarman, Yuni, 1997. *Pemanfaatan Karang sebagai Salah Satu Sumberdaya Alam*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Terumbu Karang. Panitia Program MAB Indonesia. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Hal. 46-55.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id