PENGARUH FAKTOR OSEANOGRAFI DAN SUSPENSI SEDIMEN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN MORTALITAS KARANG TRANSPLANTASI (*Acropora* spp.) DI PAITON, PROBOLINGGO

SKRIPSI

Disusun Oleh

SUPRIYADI

NIM. H74215035

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama	:	Supriyadi
NIM	:	H74215035
Program Studi	:	Ilmu Kelautan
Angkatan	:	2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "PENGARUH FAKTOR OSEANOGRAFI DAN LAJU SEDIMENTASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN MORTALITAS KARANG *Acropora* spp. DI PERAIRAN PAITON PROBOLINGGO". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 15 Juli 2019
Yang menyatakan,

METERAI TEMPEL
6000

(Supriyadi)
NIM. H74215035

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

NAMA : SUPRIYADI

NIM : H74215035

JUDUL : PENGARUH FAKTOR OSEANOGRAFI DAN LAJU SEDIMENTASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN MORTALITAS KARANG *Acropora* spp. DI PERAIRAN PAITON PROBOLINGGO

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 08 Juli 2019

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Asri Sawiji, M.T	Dian Sari Maisaroh, M.Si
NIP. 198706262014032003	NIP. 198809262014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Supriyadi ini telah dipertahankan
di depan tim penguji skripsi
di Surabaya, 15 Juli 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Penguji I

Asri Sawiji, M.T
NIP. 198706262014032003

Penguji II

Dian Sari Maisaroh, M.Si
NIP. 198908242018012001

Penguji III

Rizqi Abdi Perdanawati, M.T
NIP. 198809262014032002

Penguji IV

Fajar Setiawan, M.T
NIP. 198405062014031001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Hj. Darwati, 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	: Supriyadi
NIM	: H74215035
Fakultas/Jurusan	: SAINTEK/Ilmu Kelautan
E-mail address	: syadi7336@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 Oseanografi dan Suspensi Sedimen terhadap Pertumbuhan dan Mortalitas Karang Transplantasi (*Acropora* spp.) di 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 Agustus 2019

Penulis

Supriyadi
H74215035

ABSTRAK

PENGARUH FAKTOR OSEANOGRAFI DAN SUSPENSI SEDIMEN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN MORTALITAS KARANG TRANSPLANTASI (*Acropora* spp.) DI PAITON, PROBOLINGGO

Supriyadi

Transplantasi karang merupakan salah satu upaya dalam memulihkan kondisi terumbu karang yang semakin mengalami degradasi. Transplantasi dapat dilakukan menggunakan berbagai media, salah satunya adalah dengan kanstin FABA dari limbah padat batu bara *fly ash bottom ash* yang dihasilkan oleh PLTU Paiton. Fragmen karang batu *Acropora* spp. ditransplantasikan pada dua kedalaman berbeda. Metode penentuan titik pengamatan menggunakan *purposive sampling* dengan pertimbangan jarak lokasi transplantasi ke lokasi bibit (± 7 meter). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan membandingkan dua kondisi penelitian, yaitu transplantasi dilaksanakan pada kedalaman 6 m dan 8 m dengan 10 fragmen *Acropora formosa* dan 10 fragmen *Acropora intermedia* di setiap kedalaman. Pengamatan dilaksanakan setiap dua minggu meliputi faktor oseanografi dan laju pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukan bahwa faktor oseanografi di lapangan menunjukan nilai yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan karang. Laju sedimentasi tertinggi terdapat di kedalaman 8 m yaitu sebesar 25,57 mg/cm^2/hari yang termasuk dalam kategori sedang dan mempengaruhi kelimpahan karang. Pengaruh ini dibuktikan adanya kematian *Acropora* spp. menjadi *death coral algae* dengan indeks mortalitas sebesar 0,1. Laju pertumbuhan karang transplantasi pada kedalaman 6 m sebesar 2,2 mm/minggu untuk *Acropora formosa* dan sebesar 3,1 mm/minggu untuk *Acropora intermedia*, sedangkan kedalaman 8 m *Acropora formosa* memiliki laju pertumbuhan sebesar 2,0 mm/minggu dan sebesar 2,4 mm/minggu untuk *Acropora intermedia*. Faktor oseanografi dengan pengaruh dominan terhadap laju pertumbuhan yaitu salinitas dengan koefisien korelasi 0.853 (hubungan searah) dan kedalaman memiliki pengaruh dengan hubungan terbalik yaitu -0.244. Laju sedimentasi memiliki koefisien korelasi sebesar 0.8 terhadap pertumbuhan dan 0.54 terhadap mortalitas.

Kata Kunci: Transplantasi karang batu, kanstin FABA, indeks mortalitas, PCA.

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 INFLUENCE OF OCEANOGRAPHIC FACTORS AND SUSPENDED SEDIMENT ON GROWTH AND MORTALITY OF CORAL TRANSPLANT (*Acropora* spp.) IN PAITON, PROBOLINGGO

Supriyadi

Coral transplantation is one of the efforts to restore the condition of the coral reefs are increasingly degraded. Transplantation can be done using a variety of media, one of which is with Kanstin FABA from solid coal waste fly ash bottom ash produced by the Paiton Electric Steam Power Plant. Fragment of stony coral *Acropora* spp. were transplant in 2 depth location. The method to determine of observation points is purposive sampling with the consideration of distance transplant location to the location of seedlings (± 7 meters). The study used experimental methods by comparing two research conditions, namely transplantation carried out at a depth of 6 m and 8 m with 10 fragments of *Acropora formosa* and 10 fragments of *Acropora intermedia* in each depth. Observations carried out every two weeks include oceanographic factors and growth rate. The results showed that the oceanographic factors in the field showed a suitable value to support coral growth. The highest sedimentation rate is at 8 m depth of 25.57 mg/cm^2/day which belongs to the medium category and affects the abundance of corals. This influence is evidenced by the death of *Acropora* spp. be a death coral algae with a mortality rate of 0.1. Growth rate of coral transplantation at a depth of 6 m of 2.2 mm/week for *Acropora formosa* and amounting to 3.1 mm/week for *Acropora intermedia*, while the depth of 8 m *Acropora formosa* has a growth rate of 2.0 mm/week and amounted to 2.4 mm/week to *Acropora intermedia*. Oceanographic factors with a dominant influence on the growth rate of salinity with a correlation coefficient of 0.853 (direct relationship) and depth have an influence with the inverse relationship of -0244. The sedimentation rate has a correlation coefficient of 0.8 against growth and 0.54 against mortality.

Keywords: Stony coral transplantation, kanstin FABA, mortality index, PCA.

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
LEMBAR PENGESAHAN iv
LEMBAR PUBLIKASI v
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
DAFTAR ISI viii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan 4
1.4 Manfaat 4
1.5 Batasan Masalah 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Terumbu Karang 6
2.2 Fungsi Ekosistem Terumbu Karang 9
2.3 Faktor Pembatas Pertumbuhan Karang 10
2.4 Tipe Pertumbuhan Karang 12
2.5 Kondisi Terumbu Karang 13
2.6 Sedimentasi 15
2.7 Pengaruh Sedimen terhadap Terumbu Karang 17
2.8 Pengaruh Sedimentasi terhadap Mortalitas Karang 20
2.9 Pola Adaptasi Karang terhadap Sedimen 21
2.10 Kanstin FABA 22
2.11 Penelitian Terdahulu 24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28
3.1 Flowchart Penelitian 28
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian 30
3.3 Alat dan Bahan 30
3.4 Susunan Media Transplantasi 31

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

3.5 Metode Pengambilan Data 34
3.5.1 Penentuan Stasiun 35
3.5.2 Pengukuran Faktor Oseanografi 35
3.5.3 Pengukuran Laju Sedimentasi 36
3.5.4 Pengamatan Terumbu Karang 37
3.6 Analisis Data 38
3.6.1 Faktor Oseanografi 39
3.6.2 Analisa Butiran Sedimen dan Laju Sedimentasi 39
3.6.3 Pertumbuhan Karang 40
3.6.4 Indeks Mortalitas 40
3.6.5 Keterkaitan Komponen Utama / *Principal Component Analysis* .. 41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 42
4.1 Faktor Oseanografi Perairan Probolinggo 42
4.1.1 Suhu 43
4.1.2 Kecerahan 44
4.1.3 Arus 45
4.1.4 Intensitas Cahaya 47
4.1.5 Salinitas 48
4.1.6 pH 49
4.1.7 DO 50
4.1.8 Nitrat 51
4.1.9 Fosfat 53
4.2 Pengaruh Sedimentasi terhadap Pertumbuhan dan Mortalitas *Acropora* spp. Transplantasi 54
4.2.1 Analisa Butir Sedimen 54
4.2.2 Laju Sedimentasi 56
4.3 Pertumbuhan dan Mortalitas *Acropora* spp. Transplantasi 59
4.3.1 Laju Pertumbuhan *Acropora* spp. 59
4.3.2 Indeks Mortalitas *Acropora* spp. 61
4.4 Analisis Komponen Utama 63
BAB V PENUTUP 68
5.1 Kesimpulan 68

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 69
DAFTAR PUSTAKA 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

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem dengan keberagaman, kompleksitas, dan produktivitas tinggi di muka bumi yang menjadi tempat pembenihan, pembesaran, dan tempat mencari makan bagi biota laut lainya. Terumbu karang di Indonesia memiliki tingkat biodiversitas tinggi dengan lebih dari 480 jenis karang batu telah teridentifikasi di bagian timur Indonesia dan jumlah tersebut merupakan 60% dari seluruh jenis karang batu yang telah teridentifikasi di dunia (Burke dkk., 2002). Produktivitas dan biodiversitas tinggi pada terumbu karang juga disertai dengan kerentanan yang tinggi terhadap kerusakan baik secara alami ataupun antropogenik (Partini, 2009). Tingginya produktivitas yang terdapat di lautan juga sudah dijelaskan oleh Allah dalam kitab suci Al-Quran diantaranya adalah Q.S. An-Nahl ayat 14.

Al Quran Surat An Nahl : 14.

وَهُوَ ٱلَّذِى سَخَّرَ ٱلْبَحْرَ لِتَأْكُلُوا۟ مِنْهُ لَحْمًا طَرِيًّا وَتَسْتَخْرِجُوا۟ مِنْهُ حِلْيَةً تَلْبَسُونَهَا وَتَرَى ٱلْفُلْكَ مَوَاخِرَ فِيهِ وَلِتَبْتَغُوا۟ مِن فَضْلِهِ وَلَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Tafsir Ibnu Katsir:

Allah telah menundukan laut luas dengan ombaknya yang bergemuruh dan segala karunia diberikan kepada hamba-Nya. Allah pula telah menundukkan laut untuk manusia sehingga dapat diarungi dengan sumber daya ikan kecil dan ikan besar yang dihalalkan dagingnya, baik dalam keadaan hidup maupun mati, keadaan ihram maupun tidak. Allah telah menciptakan padanya mutiara-mutiara dan berbagai macam perhiasan yang berharga, serta memudahkan bagi hamba-Nya dalam dalam proses pemanfaatan. Allah juga menundukkan laut untuk mengangkut kapal-kapal yang membelah jalan melaluinya.

Tingginya kebermanfaatan laut justru menyebabkan terjadinya pemanfaatan secara eksploitatif dan tidak bertanggung jawab oleh manusia,

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

sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan di laut sebagaimana telah Allah jelaskan dalam Q.S. Ar-Rum ayat 41.

Al Quran Surat Ar Rum 41.

لَعَلَّهُمْ عَمِلُو الَّذِي بَعْضَ لِيُذِيقَهُمْ النَّاسِ أَيْدِي كَسَبَتْ بِمَا وَالْبَحْرِ الْبَرِّ فِي الْفَسَادُ ظَهَرَ يَرْجِعُونَ

Tafsir Ibnu Katsir:

Kerusakan di darat dan di laut adalah terhentinya hujan dan diiringi dengan masa paceklik yaitu terjadinya kekurangan tanaman dan buah-buahan di darat serta binatang dilautan yang dimanfaatkan manusia. Kerusakan disebabkan oleh kemaksiatan yang dilakukan oleh manusia sehingga menghilangkan keberkahan dari langit dan bumi terhadap manusia. Dampak paceklik ini diberikan Allah dengan tujuan agar manusia kembali ke jalan yang benar sebagai khalifah di bumi.

Tafsir di atas menjelaskan bahwa Allah telah menundukan lautan dengan berbagai manfaat, salah satunya adalah adanya ikan yang memiliki banyak manfaat bagi manusia dari kandungan nutrisi dan protein dalam dagingnya. Ikan yang menjadi makanan dan sumber mata pencaharian bagi manusia terutama masyarakat pesisir tentunya memiliki habitat sebagai tempat hidup dan perkembangbiakanya, salah satu habitat utamanya adalah terumbu karang. Terumbu karang sebagai tempat tinggal ikan dan berbagai biota laut lain tentu harus dijaga dari kerusakan oleh alam ataupun ulah tangan manusia yang tidak bertanggung jawab. Adanya perubahan kondisi alam dan aktivitas kurang bertanggung jawab dari manusia akan menyebabkan terjadinya degradasi sumber daya alam yang terdapat di laut baik dari segi kuantitas, kualitas, maupun biodiversitas (Guntur, 2011). Kerusakan ekosistem terumbu karang disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah sedimentasi dari aktivitas manusia yang berlebih sehingga menyebabkan menurunnya kuantitas serta kualitas ikan dan biota lain yang dimanfaatkan manusia. Sedimentasi juga disebabkan adanya erosi karang oleh bulu babi, ikan dan biota lainya baik secara fisik maupun biologis.

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

Sedimen yang dihasilkan dari proses ini dikenal sebagai *carbonate sediment* (Supriharyono, 2000).

Kondisi karang di Indonesia pada tahun 2015 hanya memiliki 5% dengan kondisi sangat baik, 27.01% kondisi baik, 37.97% kondisi sedang, dan 30.02% dalam kondisi buruk. Kerusakan ekosistem karang ini disebabkan oleh adanya perubahan kondisi oseanografi baik secara alamiah ataupun antropogenik (COREMAP, 2016). Kondisi perairan merupakan faktor pembatas dari kehidupan karang, diantaranya arus, salinitas, dan kandungan nitrat. Selain faktor alami, faktor antropogenik juga mempengaruhi kerusakan ekosistem karang salah satunya melalui sedimentasi. Dampak sedimentasi terhadap terumbu karang salah satunya dapat dilihat di Perairan Paiton Probolinggo. Perairan Paiton Probolinggo merupakan perairan dengan faktor oseanografi dalam kondisi sesuai untuk pertumbuhan terumbu karang namun mengalami penurunan presentase keberhasilan hidup karang transplantasi sebesar 27% setelah tiga bulan. Salah satu penyebab penurunan persentase keberhasilan hidup pada karang transplantasi di perairan ini diduga karena tingkat sedimentasi yang tinggi sehingga menutupi permukaan karang dan menyebabkan kematian pada karang (Khasanah dkk., 2018).

PLTU Paiton (PT. YTL Jawa Power) menghasilkan bahan sisa batu bara berupa zat padat *fly ash* dan *bottom ash* yang dimanfaatkan sebagai bahan pembentuk kanstin FABA (*fly ash* dan *bottom ash*) dalam upaya pemanfaatan limbah padat dominan B3 (Suprianto, 2016). Kanstin FABA dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai media transplantasi karang di Perairan Paiton Probolinggo. Transplantasi yang dilakukan dalam rangka restorasi ekosistem terumbu karang tentu harus mengetahui faktor oseanografi perairan untuk meningkatkan persentase keberhasilan transplantasi. Laju sedimentasi juga merupakan faktor pembatas kehidupan terumbu karang yang memiliki pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap ekosistem terumbu karang (Adriman dkk., 2013). Penelitian ini dilakukan karena hingga saat ini belum ada penelitian yang membahas tentang pengaruh faktor oseanografi dan laju sedimentasi terhadap

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 dan mortalitas *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo pada kedalaman 6 m dan 8 m. Informasi ini dianggap perlu dalam upaya konservasi terumbu karang sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh faktor oseanografi dan laju sedimentasi terhadap pertumbuhan serta mortalitas fragmen transplantasi *Acropora* spp. di Perairan Paiton Probolinggo pada kedalaman 6 m dan 8 m.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kondisi faktor oseanografi dan pengaruhnya terhadap *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton, Probolinggo?
2. Bagaimana kondisi laju sedimentasi dan pengaruhnya terhadap *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton, Probolinggo?
3. Bagaimana laju pertumbuhan dan indeks mortalitas *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton, Probolinggo?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui kondisi faktor oseanografi serta pengaruhnya terhadap *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo.
2. Mengetahui kondisi laju sedimentasi serta pengaruhnya terhadap *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo.
3. Mengetahui laju pertumbuhan dan indeks mortalitas *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang laju pertumbuhan dan indeks mortalitas yang dipengaruhi oleh faktor oseanografi serta laju sedimentasi terhadap kesuksesan transplantasi *Acropora* spp. di Perairan Paiton Probolinggo. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan

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

informasi tentang kondisi perairan yang dibutuhkan oleh ekosistem karang dan penentuan lokasi transplantasi untuk menghindari adanya kegagalan transplantasi karang akibat kurang mendukungnya faktor oseanografi dan tingginya laju sedimentasi. Seluruh informasi dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan pengambilan kebijakan dalam upaya konservasi ekosistem terumbu karang yang merupakan habitat dari berbagai biota laut lainya khususnya di Perairan Paiton Probolinggo.

1.5 Batasan Masalah

1. Media yang digunakan hanya satu jenis yaitu kanstin FABA dengan komposisi *fly ash* 25% dan *bottom ash* 75%.
2. Faktor oseanografi yang diamati meliputi suhu, kecerahan, arus, intensitas cahaya, salinitas, pH, DO, serta kandungan nitrat dan fosfat.
3. Karang yang ditransplantasikan terdiri dari dua jenis, yaitu *Acropora formosa* dan *Acropora intermedia.*

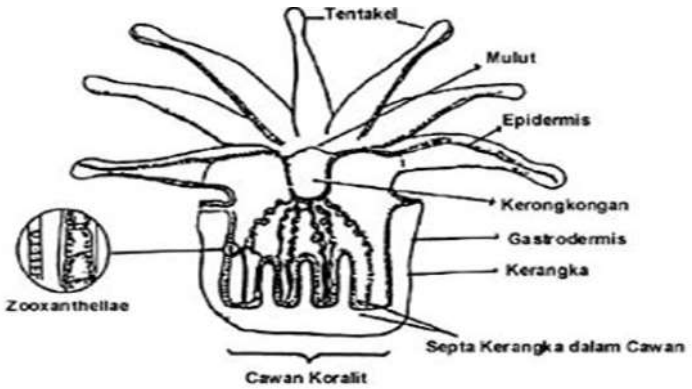
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem akibat adanya endapan kapur padat atau aragonit yang dihasilkan oleh hewan karang di perairan tropis di dasar perairan (Sukarno, 1995). Karang terdiri dari karang lunak dan karang keras (batu) dengan perbedaan yang terletak pada jumlah tentakel, kekerasan struktur tubuh, dan kerangka penyusunnya. Karang lunak mudah dikenali karena tekstur tubuhnya lunak dan tertanam dalam massa gelatin dengan jumlah tentakel delapan buah yang dilengkapi duri-duri (pinnula). Kerangka tubuh bersifat endoskeleton dan tidak menghasilkan kerangka kapur yang radial. Jumlah tentakel yang berbeda terdapat pada karang keras dengan jumlah tentakel sebanyak enam atau kelipatan enam serta tidak memiliki duri. Karang keras memiliki kemampuan untuk menghasilkan kerangka kapur yang radial dengan bentuk kristal aragonit dan kerangka tubuh bersifat eksoskeleton (Manuputty, 1986).

Hewan karang keras sebagian besarnya merupakan anggota dari kelas Anthozoa dari filum Cnidaria. Hewan karang dari kelas Anthozoa terdiri dari dua sub-kelas yaitu Hexacorallia (Zoantharia) dan Octocorallia yang dibedakan dari morfologi dan fisiologi. Famili lain yang juga termasuk kategori ini adalah kelas Milleporidae dan Stylasteridae dari kelas Hydrozoa (Sorokin, 1993). Bentuk morfologi terumbu karang dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Morfologi hewan karang (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

Terumbu karang yang berada di dasar perairan hidup berasosiasi dengan biota dasar lain seperti dari jenis Echinodermata, Krustasea, Polychaeta, Porifera, Tunikata dan Moluska serta biota bebas lain di perairan seperti ikan dan plankton (Sukarno, 1995). Pengelompokan karang berdasarkan fungsi terhadap pembentukan terumbu dan hubungannya dengan alga simbion dibagi menjadi empat kelompok, yaitu (Sorokin, 1993):

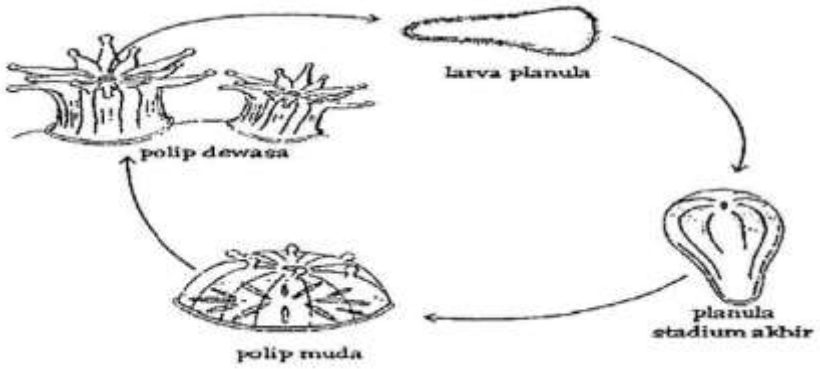
a) Hermatipik-simbion, merupakan karang Scleractinia yang membentuk terumbu, seperti Octocoral dan Hydrocoral.
b) Hermatipik-asimbion, merupakan karang yang pertumbuhannya lambat namun dapat membentuk kerangka kapur masif tanpa berasosiasi dengan *zooxanthellae*. Kemampuan tersebut menyebabkan karang jenis ini bisa hidup pada lingkungan tanpa cahaya seperti dalam gua dan terowongan. Jenis karang tersebut diantaranya adalah Tubastrea, Dendrophyllia dari Scleractinia dan *Stylaster rosacea* dari Hydrocoral.
c) Ahermatipik-simbion, merupakan kelompok dari Fungi kecil seperti Heteropsammia dan Diaseris serta karang Leptoseris dari famili Agaricidae yang berpolip tunggal dan memiliki koloni kecil sehingga tidak temasuk dalam kelompok pembentuk terumbu. Karang dalam kelompok ini adalah Octocoral-Alcyonaceae dan Gorgonacea yang mengandung alga simbion tetapi tidak menghasilkan kerangka kapur masif.
d) Ahermatipik–asimbion, merupakan karang Scleractinia dari genera Dendrophyllia dan Tubastrea yang memiliki polip berukuran kecil. Kelompok lain yang termasuk dalam kategori ini adalah Hexacorallia dari ordo Antipatharia dan Corallimorpharia serta Octocoral asimbiotik.

Fungsi *zooxanthellae* 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 (CO_2), dan fosfat. Kemampuan ini menyebabkan daerah

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

sebaran dari kedua jenis karang ini memiliki perbedaan yaitu daerah tropis untuk karang hermatipik, sedangkan jenis karang ahermatipik memiliki sebaran yang lebih luas yaitu di seluruh dunia. Karang hermatipik akan melakukan proses respirasi (penyerapan oksigen untuk pernafasan) lebih efektif dengan adanya alga simbion *zooxanthellae* yang juga akan melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis dari *zooxanthellae* menjamin tersedianya gas oksigen (O_2) dalam rangka memenuhi kebutuhan pernafasan dan metabolisme hewan karang tersebut (Nybakken, 1992).

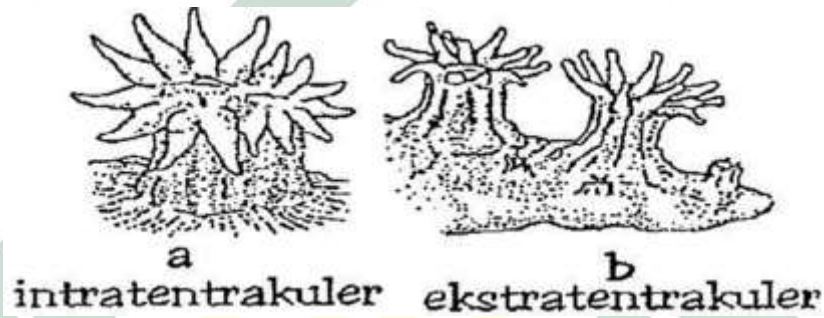
Karang dapat berkembang biak melalui dua metode yaitu secara seksual (generatif) maupun aseksual (vegetatif). Perkembangbiakan secara seksual (generatif) yaitu terjadinya pertemuan antara sel kelamin jantan (sperma) dengan sel kelamin betina (ovum) (Gambar 2.2). Pembuahan akan terjadi ketika sel kelamin jantan (sperma) telah mencapai sel kelamin betina (ovum) di dalam gastrovaskuler. Proses pembuahan selanjutnya akan menghasilkan planula (larva) berukuran ± 1.2 mikron yang dapat berenang bebas dengan jangka waktu hidup temporal. Seluruh tubuh planula mengandung silia yang pada mulanya berbentuk masif, kemudian terbentuk mulut di salah satu ujungnya dan akan membentuk rongga pada tubuhnya. Planula akan melekatkan diri dengan posisi mulut berada di bagian atas dan bagian dasar akan mengeluarkan zat yang berfungsi untuk memperkuat penempelannya pada susbtrat. Planula akan mengalami perubahan (metamorfosa) membentuk kerangka kapur yang bersekat-sekat (Nybakken, 1992).



Gambar 2.2 Proses reproduksi karang secara seksual (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

Karang juga berkembang biak secara aseksual (vegetatif) yaitu melalui pembentukan tunas baru (Gambar 2.3). Pertunasan yang terjadi terdiri dari dua jenis yaitu pertunasan intratentakuler dan ekstratentakuler. Pertunasan intratentakuler pada polip karang 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)

2.2 Fungsi Ekosistem Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem kompleks yang berada di laut dengan berbagai peranan penting baik dari segi ekologi, ekonomi, maupun edukasi. Fungsi utama dari terumbu karang adalah fungsi ekologi yaitu terumbu karang berfungsi sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*), pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*), dan tempat pembesaran (*rearing ground*) bagi biota lainnya (Kordi, 2010). Menurut Suharsono (1996) terumbu karang memiliki berbagai fungsi alami diantaranya sebagai berikut:

- Fungsi habitat, sumber makanan, dan tempat berlindung bagi berbagai biota laut.
- Pemecah gelombang sebagai pelindung pantai dari hantaman gelombang dan arus.
- Nilai estetika dan ekonomi yang tinggi.
- Absorber gas CO_2 di atmosfir.

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

Ekosistem terumbu karang memiliki tingkat kesuburan serta produktivitas yang tinggi. Biodiversitas dan produktivitas yang tinggi dari terumbu karang hanya dapat ditandingi oleh ekosistem hutan hujan tropis di daratan. Terumbu karang banyak ditemui pada kawasan yang memiliki unsur hara rendah seperti nitrat dan fosfat. Banyaknya biota laut asosiasi serta produktivitas primer yang tinggi di ekosistem terumbu karang menunjukan bahwa ekosistem terumbu karang tidak hanya bergantung pada kesuburan lingkungan sekitarnya dan justru dapat menciptakan tingkat produktivitasnya sendiri dengan bantuan *zooxanthellae* sebagai alga simbion karang. Kemampuan tersebut menyebabkan terumbu karang sering diibaratkan seperti oasis pada perairan laut dangkal (Kordi, 2010).

2.3 Faktor Pembatas Pertumbuhan Karang

Terumbu karang memiliki kelangsungan hidup yang dibatasi oleh faktor oseanografi baik fisika, kimia, maupun biologi. Faktor oseanografi yang mempengaruhi kelangsungan hidup terumbu karang dapat dikelompokan menjadi enam, yaitu intensitas cahaya, kedalaman, suhu, salinitas, sedimentasi dan substrat dasar (Nontji, 1993).

1. Intensitas cahaya

   Intensitas cahaya yang menembus perairan memiliki peranan penting dalam proses pertumbuhan terumbu karang karena berkaitan dengan proses fotosintesis oleh alga simbion karang. Kurangnya intensitas cahaya yang mencapai karang akan menurunkan laju fotosintesis dan menyebabkan penurunan kemampuan karang dalam menghasilkan kalsium karbonat pembentuk terumbu.

2. Kedalaman

   Faktor lain yang berpengaruh terhadap kelangsungan terumbu karang adalah kedalaman. Ekosistem terumbu karang yang terdapat pada kedalaman kurang dari 25 m akan memiliki kemampuan tumbuh lebih baik dari pada ekosistem terumbu karang pada kedalaman 50-70 m.

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. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi penyebaran terumbu karang dan sebagian besar terumbu karang hanya dapat ditemukan pada perairan yang dibatasi oleh suhu permukaan isoterm 20 ^{0}C. Terumbu karang juga memiliki daya toleransi mencapai 36-40 ^{0}C dengan suhu tahunan rata-rata berada pada kisaran 23-25 ^{0}C untuk pertumbuhan terumbu karang secara optimal.

4. Salinitas

Terumbu karang merupakan ekosistem yang sangat sensitif terhadap perubahan tingkat salinitas baik mengalami penurunan ataupun peningkatan dari kadar normalnya sebesar 30-35 ppt. Sukarno (1995) menjelaskan bahwa terumbu karang memiliki daya toleransi terhadap perubahan kadar salinitas pada batas yang berkisar antara 25-40 ppt dan akan berbeda pada jenis dan letak geografis.

5. Sedimentasi

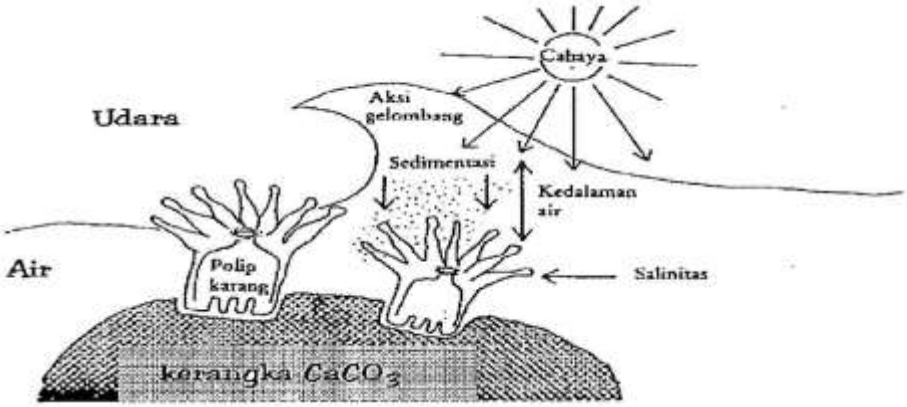
Sedimentasi memiliki pengaruh negatif terhadap pertumbuhan karang yaitu dengan menghalangi cahaya yang masuk ke badan perairan sehingga mengurangi cahaya untuk proses fotosintesis. Sedimentasi juga memiliki pengaruh lain yaitu menyebabkan penyumbatan pada jaringan karang sehingga memaksa karang untuk memproduksi mucus lebih banyak dari biasanya dengan tujuan untuk menghilangkan partikel sedimen yang menempel dan juga menyebabkan terganggunya proses makan hewan karang.

6. Substrat dasar

Substrat memiliki pengaruh terhadap proses penempelan larva terumbu karang. Substrat keras dan bersih sangat diperlukan larva planula sebagai tempat penempelan sehingga sangat memungkinkan tebentuknya koloni baru (Sukarno dkk., 1981). Substrat keras ini dapat berupa benda padat yang terdapat di dasar laut, seperti batu, cangkang moluska, bahkan bangkai kapal.

Ilustrasi faktor oseanografi yang mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang dapat dilihat pada Gambar 2.4.

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



Gambar 2.4 Faktor fisika yang mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang (Nontji, 1993)

2.4 Tipe Pertumbuhan Karang

Hewan karang merupakan hewan yang umumnya hidup berkoloni dan dapat membentuk kerangka kapur dengan bentuk morfologinya beraneka ragam (Haerul, 2013). Dahl (1981) menjelaskan bahwa karang memiliki variasi tipe pertumbuhan yang sangat dipengaruhi oleh kondisi perairan serta pencahayaan dari matahari. Beberapa tipe pertumbuhan karang dapat dilihat sebagai berikut:

- *Branching* (bercabang)

  Bentuk pertumbuhan tipe ini banyak terdapat di sepanjang tepi terumbu dan bagian atas lereng, terutama pada bagian yang terlindungi atau setengah terbuka. Biasanya bentuk ini menjadi tempat berlindung bagi karang dengan ukuran cabang yang terbentuk lebih panjang dari diameternya.

- *Massive* (padat)

  Bentuk pertmubuhan tipe ini memiliki ukuran sampai beberapa meter dengan bentuk bulat seperti bola dengan permukaan yang halus dan padat. Bentuk pertumbuhan ini banyak terdapat di sepanjang tepi terumbu dan bagi terumbu dewasa juga terdapat di atas lereng terumbu yang masih dalam kondisi terjaga. Karang akan mengalami kematian di beberapa bagian dan berkembang menjadi tonjolan-tonjolan, sedangkan jika di daerah dangkal maka akan membentuk sebuah cincin pada bagian atasnya.

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

- *Encrusting* (merayap)

  Bentuk pertumbuhan tipe ini berkembang merayap seperti kerak dan biasanya menutupi permukaan dasar dengan permukaan yang kasar dengan lubang berukuran kecil. Tipe pertumbuhan ini sangat tahan terhadap ombak.

- *Tabulate* (meja)

  Bentuk pertumbuhan tipe ini tumbuh dengan permukaan mendatar dan lebar yang memiliki bentuk menyerupai meja. Tipe pertumbuhan ini memiliki batang yang digunakan untuk bertumpuh pada satu sisi dengan bentuk sudut atau datar.

- *Foliose* (daun)

  Bentuk pertumbuhan tipe ini banyak tumbuh pada daerah terlindung di lereng terumbu. Tipe pertumbuhan ini memiliki ukuran kecil namun dapat membentuk koloni yang luas dengan permukaan menyerupai lembaran daun melipat dan melingkar.

- *Mushroom* (jamur)

  Bentuk pertumbuhan tipe ini memiliki pertumbuhan merata, cekung atau cembung dengan bentuk lingkaran pipih dan sekat yang beralur dan bertemu di satu titik dengan ukuran variatif.

2.5 Kondisi Terumbu Karang

Kondisi terumbu karang di dunia telah mengalami degradasi yang cukup besar baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Menurut Clark (1992) bahwa dari 109 negara tropis di dunia dengan komunitas karang berbeda, 93 diantaranya telah mengalami degradasi dan sebagian besar (>50 negara) diakibatkan adanya sedimentasi. Wilayah Indonesia sendiri menunjukan sekitar 43% komunitas terumbu karang mengalami kerusakan berat atau bahkan mendekati kepunahan, dan hanya 6.5 % yang berada dalam kondisi sangat baik (Suharsono dan Moosa, 1995). Kerusakan terumbu karang secara alamiah dapat disebabkan berbagai faktor diantaranya adanya badai, pemanasan global, maupun oleh pemangsaan predator. Menurut Nybakken (1992) faktor alamiah yang berpengaruh paling besar terhadap kerusakan

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 adalah adanya badai tropis. Badai tropis akan menyebabkan adanya angin kencang yang dapat merusak ekosistem terumbu karang dengan daerah sangat luas. Selain badai tropis, faktor alamiah yang dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang adalah terjadinya peningkatan populasi predator, salah satunya adalah Acanthaster planci.

Faktor alamiah bukan satu-satunya faktor yang dapat merusak ekosistem karang, namun juga disebabkan faktor antropogenik. Faktor antropogenik yang dapat merusak ekosistem terumbu karang diantaranya adalah aktivitas penangkapan berlebihan, penangkapan merusak, pemanfaatan rekreasi, pegembangan wilayah pesisir, dan adanya kegiatan penambangan di pesisir dan laut (Suharsono dan Moosa, 1995). Kerusakan terumbu karang yang terjadi dapat diantisipasi dengan langkah konservasi. Beberapa langkah konservasi seperti penetapan kawasan perlindungan laut merupakan salah satu langkah yang harus dilakukan untuk menjaga kelestarian ekosistem laut melalui restorasi dan rehabilitasi. Restorasi dan rehabilitasi ekosistem terumbu karang dapat dilakukan dengan proses transplantasi (Kambey, 2013). Menurut Kaleka (2004) bahwa transplantasi dapat memulihkan serta meningkatkan kondisi terumbu karang yang mengalami degradasi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Transplantasi merupakan salah satu metode untuk memulihkan dan meningkatkan kondisi karang dalam waktu yang relatif cepat jika dibandingkan dengan secara alamiah. Transplantasi karang dilakukan melalui potongan dari karang hidup dan selanjunya ditanam ke tempat lain yang mengalami degradasi atau bahkan ke tempat baru dengan kriteria sesuai guna menciptakan habitat baru di lahan kosong. Transplantasi memiliki banyak kegunaan dalam proses rehabilitasi terumbu karang diantaranya dengan mempercepat proses rehabilitasi terumbu karang yang mengalami degradasi, rehabilitasi lahan kosong untuk mendukung ketersediaan ikan karang, menciptakan komunitas baru, serta pengembangan populasi karang untuk perdagangan dan rekreasi (Kaleka 2004).

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 Sedimentasi

Sedimen merupakan butiran pasir yang terdapat baik di daratan maupun lautan. Sedimen di laut sendiri terdiri dari dua macam yaitu *terrigenous sediment* dan *biogenous sediment. Terrigenous sediment* terbentuk dari hasil pelapukan dan erosi tanah dan batuan baik dari laut ataupun daratan yang terbawa ke laut melalui aliran sungai, gletser, ataupun angin (Bearman, 1999). Menurut Tomascik dkk. (1997) bahwa *terrigenous sediment* menyebabkan banyaknya masukan lumpur dan pasir yang banyak mengandung mineral dan banyak terdapat di daerah Pantai Jawa bagian utara dan Kalimantan bagian selatan dengan intensitas hujan relatif tinggi. Jenis sedimen lain adalah b*iogenous sediment* yang merupakan sedimen dari proses pelapukan biologis seperti organisme planktonik dengan kandungan silika dan kalsium karbonat di dalam struktur skeletonnya. Jenis sedimen ini banyak terdapat pada kawasan dengan intensitas hujan yang relatif rendah serta kawasan non-vulkanik (Bearman, 1999).

Sedimen di laut memiliki sirkulasi yang dipengaruhi oleh arus, angin, gelombang, dan pasang surut baik dari laut lepas ke pantai ataupun dari pantai menuju laut lepas. Sirkulasi ini sangat memungkinkan partikel sedimen dapat menutupi polip karang dengan ukuran yang sangat bervariasi dari milimeter sampai sentimeter, dan penutupan ini berpengaruh terhadap kehidupan karang baik secara langsung maupun tidak langsung. Sedimen yang masuk ke perairan laut akan mengalami proses sedimentasi yaitu sedimen di perairan laut akan melewati proses mekanik sehingga terdeposit dan terakumulasi pada lapisan dasar laut (Partini, 2009). Menurut Tomascik dkk. (1997) bahwa proses sedimentasi sendiri dipengaruhi oleh kondisi hidrologi seperti arus dan juga struktur fisik dari sedimen seperti ukuran partikel, densitas, dan porositas.

Sedimen juga dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran partikel butirannya dan dikelompokan menjadi empat jenis yaitu batu, pasir, lumpur, dan lempung. Pengelompokan jenis ini dilakukan berdasarkan penggunaan skala wentworth yang menunjukan ukuran kelas sedimen dari ukuran

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

butirannya (Wibisono, 2005). Klasifikasi ukuran butiran sedimen berdasarkan Skala Wentworth dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran partikel butiran sedimen berdasarkan Skala Wentworth (Wibisono, 2005)

Nama	**Partikel**	**Ukuran**
Batu (Stone)	Bongkah *(boulder)*	> 256
	Krakal *(coble)*	64 – 256
	Kerikil *(peble)*	4 – 64
	Butiran *(granule)*	2 – 4
Pasir *(sand)*	Pasir sangat kasar *(v. Coarse sand)*	1 – 2
	Pasir kasar *(coarse sand)*	½ - 1
	Pasir sedang *(medium sand)*	¼ - ½
	Pasir halus *(fine sand)*	1/8 – ¼
	Pasir sangat halus *(v. Fine sand)*	1/16 – 1/8
Lumpur *(slit)*	Lumpur kasar *(coarse silt)*	1/32 – 1/16
	Lumpur sedang *(medium silt)*	1/64 – 1/32
	Lumpur halus *(fine silt)*	1/128 – 1/64
	Lumpur sangat halus *(v. Fine silt)*	1/256 – 1/128
Lempung *(clay)*	Lempung kasar *(coarse clay)*	1/640 – 1/256
	Lempung sedang *(medium clay)*	1/1024 – 1/640
	Lempung halus *(fine clay)*	1/2360 – 1/1024
	Lempung sangat halus *(v. Fine clay)*	1/4096 – 1/2360

Sedimen yang masuk ke perairan akan menutupi dasar perairan dengan berbagai variasi dari bentuk partikel, ukuran, dan juga sumber asal sedimen. Material dengan ukuran besar dan berat akan mengendap lebih cepat jika dibandingkan dengan material berukuran lebih kecil dengan beban lebih ringan yang memiliki waktu pengendapan lebih lama karena terombang ambing oleh arus dan gelombang laut (Davis, 1990). Menurut Neumann dan Pierson (1966) bahwa pengelompokan sedimen juga dapat dilakukan berdasarkan kemampuannya menutupi dasar laut. Berdasarkan pengelompokan ini, sedimen dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Sedimen litoral

   Sedimen yang mengendap di dekat pantai dengan asal sedimen dari daratan seperti butiran dari batuan, pasir kasar, pasir halus, lumpur, dan juga tanah liat.

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. Sedimen pelagik

Sedimen yang mampu menutupi dua pertiga dari keseluruhan kulit bumi dan tersusun dari sisa bahan organik. Sedimen ini juga berasal dari debu yang terbawa oleh angin dan terendapkan di perairan lepas pantai.

Proses sedimentasi di perairan dipengaruhi oleh berbagai aspek salah satunya yaitu proses dinamika dari perairan yang menyebabkan adanya perbedaan proses sedimentasi antara satu perairan dengan perairan lain. Dinamika dari perairan tersebut diantaranya meliputi arus, gelombang, pasang surut, perbedaan densitas yang menyebabkan adanya percampuran massa air (Dyer, 1986). Sedimentasi perairan melewati beberapa tahapan yaitu *detachment* (pelepasan), *transportation* (penghanyutan), dan *deposition* (pengendapan). Proses penghanyutan sendiri memiliki beberapa cara yang menyesuaikan bentuk dan ukuran dari sedimen, yaitu *suspension* (tersuspensi), *saltation* (melompat), *rolling* (berputar), dan *sliding* (menggelinding) (Friedman and Sanders, 1978).

2.7 Pengaruh Sedimen terhadap Terumbu Karang

Sedimen yang terdapat di ekosistem terumbu karang memiliki pengaruh besar terhadap penurunan laju pertumbuhan, penurunan laju rekrutmen, degradasi tutupan karang, peningkatan indeks mortalitas dan penurunan tingkat biodiversitas perairan (Tomascik dkk., 1997). Penurunan tersebut disebabkan karena ekosistem karang memiliki kriteria kondisi lingkungan yang harus terpenuhi seperti kecerahan perairan, oligotropik, serta memiliki substrat dasar yang keras untuk penempelan larva karang (Partini, 2009). Pengaruh adanya sedimentasi di perairan terhadap kondisi terumbu karang meliputi beberapa mekanisme, yaitu :

1. Partikel sedimen akan menutupi permukaan karang sehingga polip karang harus mengeluarkan energi yang lebih untuk menyingkirkan partikel sedimen tersebut.

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. Partikel sedimen yang masih melayang di perairan akan menyebabkan kekeruhan pada badan air sehingga menurunkan intensitas cahaya di dasar perairan dan mengganggu kehidupan hewan karang.
3. Sedimen yang memiliki kemampuan untuk mengikat unsur hara menyebabkan sedimen juga mampu untuk mengadsorpsi penyakit dan zat toksik di perairan sehingga menyebabkan gangguan pada kesehatan karang.

Keberadaan sedimen di perairan dapat berasal dari berbagai sumber, diantaranya adalah aktivitas di darat yang mengalir melalui sungai seperti aktivitas pertambangan, pembukaan hutan, pembukaan areal pertambakan dan pertanian, dan juga dari proses erosi karang baik secara fisik maupun biologis. Perairan Indonesia memiliki kasus degradasi ekosistem terumbu karang yang disebabkan oleh adanya sedimentasi di perairan, salah satunya adalah di Sungai Solo Jawa Timur. Menurut Tomascik dkk. (1997) bahwa Sungai Solo merupakan pemasok sedimen yang cukup besar mencapai sekitar 1.200 ton/km^2 pertahun. Sedimen dari Sungai Solo memiliki pengaruh terhadap degradasi dan distribusi karang di Pantai Utara Jawa dan Madura. Pengaruh sedimen dari Sungai Solo paling dominan terjadi pada angin muson barat laut dengan arah arus mengalir dari Laut Jawa menuju perairan bagian timur.

Berbagai spesies karang memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda terhadap adanya sedimentasi. Sensitivitas berbeda tersebut salah satunya dipengaruhi oleh kemampuan penolakan sedimen yang dilakukan polip serta bentuk pertumbuhan dari karang dengan tipe perangkap partikel berbeda. Koloni karang dengan bentuk pertumbuhan bercabang dan tegak berlapis memiliki kemampuan yang tinggi dalam menolak sedimen, sebaliknya pada bentuk pertumbuhan masif dan mendatar berlapis. Bentuk pertumbuhan ini memiliki kemampuan yang rendah terhadap penolakan sedimen dengan permukaan melebar dan stabil sehingga sedimen mudah mengendap di permukaan karang tipe ini. Koloni yang memiliki polip tinggi dengan permukaan cembung memiliki daya akumulasi paling rendah terhadap sedimen dibandingkan dengan karang jenis lain (Connel dan Hawker, 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

Pastorok dan Bilyard (1985) mengklasifikasikan dampak sedimentasi terhadap komunitas karang berdasarkan tingkat sedimentasinya seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perkiraan dampak sedimentasi terhadap karang sesuai tingkatannya (Pastorok dan Bilyard, 1985)

Laju Sedimentasi ($mg/cm^2/hari$)	**Tingkatan Dampak**
1 – 10	Kecil – Sedang Mempengaruhi kelimpahan Kemungkinan penurunan dalam peremajaan Kemungkinan penurunan jumlah spesies
10 – 50	Sedang – Bahaya Pengaruh kelimpahan secara besar-besaran Penurunan peremajaan Pengurangan jumlah spesies Kemungkinan invasi spesies baru
> 50	Bahaya – Katastropik Kelimpahan berkurang secara drastis Komunitas rusak berat Kebanyakan spesies musnah Banyak koloni mati Peremajaan hampir tidak terjadi Regenerasi lambat atau berhenti Invasi spesies-spesies baru

Sedimentasi di perairan menyebabkan karang harus memiliki kemampuan untuk menolak sedimen yang dapat mengancam kehidupannya. Kemampuan karang terhadap penolakan sedimen yang akan menutupi polipnya dilakukan melalui empat mekanisme, yaitu adanya penolakan secara pasif, pengembangan polip ketika air masuk, adanya pergerakan tentakel dan silia, serta mengeluarkan lendir (mucus) (Partini, 2009). Besar kecilnya kemampuan karang terhadap penolakan sedimen dibatasi oleh ukuran partikel sedimen. Sedimen dari golongan pasir dan butiran halus dengan ukuran < 62 mikron dapat dipindahkan secara efektif oleh beberapa spesies karang. Kemampuan penolakan terhadap sedimen juga dipengaruhi oleh ukuran koloni itu sendiri. Koloni berukuran besar memiliki kemampuan yang kurang efektif dalam penolakan sedimen jika dibandingkan dengan koloni 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

yang berukuran lebih kecil (Connel dan Hawker, 1992). Pemindahan sedimen dari tubuh karang dengan mekanisme polip mengembang dan pergerakan tentakel silia dapat dilihat pada Gambar 2.5.

a b c

Gambar 2.5 Mekanisme penolakan sedimen: a. Corallum bagian atas bergeser, b. Produksi mucus dan pergerakan silia, c. Pengembangan polip (Schuhmacher, 1997)

Proses sedimentasi di ekosistem karang juga dipengaruhi oleh cepat atau lambatnya arus yang melintasi perairan tersebut. Menurut Reigl dkk. (1996) bahwa karang jenis Turbinaria dan Acropora yang memiliki bentuk corong dapat mengakumulasi sedimen pada pusat jaringanya pada kondisi arus lemah. Kondisi ini menyebabkan pusat jaringan akan tertutup oleh sedimen sehingga dapat mematikan jaringan yang berada di bawahnya. Sisi di setiap bagian corong dari semua jaringan terjaga dari adanya sedimentasi, sehingga masih dapat melakukan proses fotosintesis dan menangkap makanan yang terdapat di badan air. Karang jenis ini memiliki daya tolak sedimen yang tinggi pada kondisi arus cepat. Bentuk corong pada karang jenis ini dapat menghasilkan pusaran air yang menyebabkan adanya pergantian massa air sehingga sedimen ikut terbawa oleh air meninggalkan permukaan karang (Reigl dkk., 1996).

2.8 Pengaruh Sedimentasi terhadap Mortalitas Karang

Pengaruh sedimen terhadap ekosistem karang dapat mencakup aspek ekologi dan komposisi dari terumbu karang di suatu wilayah, salah satunya meningkatkan indeks mortalitas komunitas karang. Indeks mortalitas merupakan suatu laju perubahan dari karang hidup menjadi karang mati dan patahan karang (Partini, 2009). Menurut Changsang dkk. (1981) bahwa karang mengalami kematian akibat sedimentasi yang tinggi di Ko Pucket, Thailand. Sedimentasi di perairan ini disebabkan dari aktivitas pengerukan dan pemisahan timah yang berada di darat. Hal serupa juga terjadi di Teluk

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

Bang Tao yang berada di barat dari Ko Pucket, menyebabkan tutupan karang menjadi sangat rendah yaitu hanya 3-6% di daerah *reef flat*. Daerah ini merupakan kawasan yang paling banyak menerima sedimentasi jika dibandingkan dengan daerah lain. Daerah *reef edge* memiliki presentasi tutupan yang lebih tinggi yaitu 27-34% dan pada daerah *reef slope* presentase tutupan karang mencapai 26-34%. Sedimentasi di Teluk Bang Tao Thailand bagian utara menyebabkan kematian karang yang disebabkan oleh lumpur menutupi permukaan karang. Sedimentasi di Teluk Bang Tao Thailand disebabkan adanya aktivitas pengerukan dengan limbah berupa *plume* dan *tailing* yang terbawa ke perairan dengan ekosistem terumbu karang (Changsang dkk., 1981).

Hasil serupa juga disampaikan Supriharyono (2000) bahwa di Perairan Bandengan, Jepara, Jawa Tengah memiliki persentase tutupan karang yang rendah yaitu 21-37% pada daerah *reef flat*, dan meningkat menjadi 50-80% di daerah *reef edge* dengan jarak lebih jauh dari pantai dan tingkat sedimentasi lebih kecil dibandingkan daerah *reff flat*. Sedimentasi yang tinggi di perairan sekitar pantai ini disebabkan adanya *run-off* dari aktivitas pertanian dan aktivitas lainnya di darat. Semakin tinggi sedimentasi di perairan dekat ekosistem terumbu karang akan memberikan dampak yang serius dengan meningkatkan indeks mortalitas karang sehingga menyebabkan terjadinya degradasi ekosistem karang. Beberapa jenis karang memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap sedimentasi seperti disampaikan oleh Hutomo dan Mudjiono (1990) bahwa terjadi dominansi karang jenis Porites dan Goniopora pada perairan yang mengalami sedimentasi di Perairan Tanjung Jati Jepara. Hal ini menunjukan bahwa karang jenis Porites dan Goniopora memiliki daya toleransi yang tinggi terhadap adanya sedimentasi di perairan.

2.9 Pola Adaptasi Karang terhadap Sedimen

Adanya sedimentasi di ekosistem terumbu karang menuntut adanya kemampuan adaptasi dari karang baik adaptasi secara fisiologis maupun morfologis. Secara fisiologis, adaptasi karang berupa penolakan sedimen

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

secara aktif melalui gerakan silia, sedangkan secara morfologis kemampuan terhadap penolakan sedimen dilakukan secara pasif oleh karang. Kemampuan penolakan sedimen secara pasif dipengaruhi oleh kondisi hidrologi lokal dan bentuk corallum sehingga setiap jenis karang memiliki kemampuan berbeda terhadap penolakan sedimen (Partini, 2009). Menurut Kordi (2010) jenis karang yang memiliki daya tahan tinggi terhadap sedimentasi diantaranya adalah jenis *Montastrea cavernosa*, *Siderastrea radians*, *Siderastrea siderea*, dan *Diploria strigosa.* Berdasarkan Kordi (2010) menunjukan bahwa perairan dengan tingkat sedimentasi <10 mg/cm^2/hari memiliki diversitas >120 spesies karang, sedangkan di kawasan yang memiliki tingkat sedimentasi >200 mg/cm^2/hari memiliki diversitas rendah yaitu <4 spesies karang.

Sedimentasi juga disebabkan oleh adanya erosi dari karang baik secara fisik maupun biologis (*bioerosion*) yang dikenal dengan sedimen karbonat. Proses bioerosi ini biasanya disebabkan oleh hewan laut seperti bulu babi, ikan, bintang laut, dan berbagai hewan laut lainya (Supriharyono, 2000). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kordi (2010) menyatakan bahwa lebih dari 50% sedimen karbonat tahunan disebabkan oleh bulu babi (*Diadema antilarum*) yaitu sebesar 90 ton/ha/tahun di Barbados. Bioerosi juga disebabkan oleh biota lain, yaitu ikan dan sponge. Bioerosi yang disebabkan oleh ikan menghasilkan sedimen karbonat sebesar 0.5 ton/ha/tahun, dan hasil sedimen karbonat oleh sponge sebesar 5 ton/ha/tahun. Sedimentasi ini sangat mempengaruhi kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan karang.

2.10 Kanstin FABA

Kanstin FABA merupakan bentuk pemanfaatan limbah B3 dominan berupa *fly ash* dan *bottom ash* oleh PT Jawa Power di PLTU Paiton Probolinggo (Suprianto, 2016). Pemanfaatan ini dimulai pada tahun 2014 dengan menggunakan *fly ash* dan *bottom ash* sebagai bahan baku pembuatan kanstin dan mendapatkan ijin pemanfaatan pada tahun 2016 melalui keputusan Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor SK.183/MenLHK/Setjen/PSLB3/3/2016 dan berlaku selama 5 tahun. Menurut Suprianto (2016) bahwa pemanfaatan *fly ash* dan *bottom ash*

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

menjadi kanstin melalui beberapa tahapan, yaitu pengayakan, pencampuran, pencetakan, dan pengeringan. Produk kanstin ini telah teruji secara laboratorium melalui uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leachate Procedure*) oleh Lab ALS Indonesia yang menyatakan bahwa produk ini tidak berpotensi mencemari lingkungan. Pemanfaatan ini dapat menggunakan limbah *bottom ash* sebesar 5% dari seluruh limbah yang dihasilkan selama pengoperasian aktivitas PLTU (Suprianto, 2016).

Hasil pemanfaatan ini digunakan dalam mendukung program CSR di sekitar lokasi kegiatan, salah satunya untuk program CSR lingkungan yang menggunakan kanstin FABA sebagai media transplantasi terumbu karang. Kanstin FABA yang dijadikan sebagai media transplantasi ini memiliki komposisi 25% *fly ash* dan 75% *bottom ash.* Berdasarkan hasil uji oleh SUCIFINDO Cabang Surabaya tahun 2016 menunjukan bahwa *fly ash* dan *bottom ash* yang digunakan sebagai bahan pembentuk FABA mengandung beberapa komposisi kimia sebagaimana pada Tabel 2.3 (Suprianto, 2016). Menurut Guntur (2018) bahwa *fly ash* dan *bottom ash* sebagai bahan pembuatan media transplantasi kanstin FABA mengandung unsur yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan karang pada terumbu buatan.

Tabel 2.3 Komposisi penyusun kanstin FABA

No.	Parameter	Satuan (% berat)	*Fly ash* (25%)	*Bottom ash* (75%)	Total	Komposisi penyusun terumbu buatan (Guntur, 2011)
1	SiO_2	%	7	37.43	44.43	40.61 - 42.65
2	Al_2O_3	%	3.68	7.31	10.99	15.31 - 15.92
3	Fe_2O_3	%	4.94	10.07	15.01	3.95 - 4.13
4	CaO	%	5.81	9.58	15.39	5.67 - 6.07
5	MgO	%	2.36	4.38	6.74	1.96 - 2.09
6	Na_2O	%	0.13	1.04	1.17	8.66 - 8.81
7	K_2O	%	0.27	0.52	0.79	1.10 - 1.32
8	TiO_2	%	0.18	0.41	0.59	1.63 - 1.71
9	Cr2O3	%	0.003	0.007	0.01	-
10	SO3	%	0.32	0.47	0.79	-
11	Mn2O3	%	0.063	0.11	0.17	-
12	LoI	%	0.10	3.35	3.45	-
13	Lain-lain	%	0.14	0.35	0.49	-
Total			25	75	100	

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

2.11 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4 Penelitian terdahulu

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter	Metode	Hasil
1	Efek sedimentasi terhadap terumbu karang di Pantai Timur Kabupaten Bintan	Partini, 2009	- Mengkaji komunitas terumbu karang - Menghitung laju sedimentasi di ekosistem terumbu karang - Menganalisa hubungan dan pengaruh laju sedimentasi terhadap komunitas karang	- Parameter fisika dan kimia - Laju sedimentasi - Pertumbuhan karang	Analisis komponen utama dengan metode PCA	Laju sedimentasi berkorelasi negatif terhadap tutupan karang dan berkorelasi positif terhadap indeks mortalitas
2	Pengaruh perbedaan intensitas cahaya terhadap kelimpahan zooxanthella pada karang bercabang (marga: Acropora di perairan Pulau	Fahrurrozie A., Patria M. P., dan Widiarti R., 2012	- Kelimpahan zooxanthella akibat perbedaan intensitas cahaya pada koloni karang dari tipe *life form* bercabang.	- Intensitas cahaya - Salinitas, pH, suhu, DO, dan arus - Kesehatan dan pertumbuhan karang	Membedakan intensitas cahaya yang diterima terumbu karang dengan menutup karang dengan plastik terang, plastik setengah gelap, dan plastik gelap	- Kelimpahan zooxanthella mengalami penurunan di ketiga perlakuan - Perbedaan intensitas cahaya menyebabkan perbedaan kelimpahan zooxanthella yang berdampak terhadap pertumbuhan 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

No	Judul	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter	Metode	Hasil
	Pari Kepulauan Seribu					
3	Tingkat kelangsungan hidup karang *Acropora formosa* hasil transplantasi di Perairan Sawapudo Kecamatan Soropia	Nurman F.H., Sadarun B., dan Palupi, R.D. 2017	- Untuk mengetahui tingkat keangsungan hidup fragmen karang yang ditransplantasi di Perairan Sawapudo dan mengetahui faktor yang menyebabkan kematian fragmen karang	- Suhu, arus, salinitas, kecerahan, dan sedimentasi - Tingkat kelangsungan hidup fragmen karang	Metode transplantasi pada pipa semen pada ketinggian 40 cm. Transplantasi yang dilakukan sebanyak 60 fragmen dengan ukuran 7 cm	- Presentase hidup lebih tinggi pada kedalaman 3 dan 7 meter - Faktor penghambat tingkat kelangsungan hidup karang adalah adanya algae, sedimentasi, suhu, dan cabang fragmen yang berbeda - Kedalaman 7 m adalah kedalaman terbaik
4	Pengaruh sedimentasi terhadap terumbu karang di Kawasan Konservasi Laut daerah Bintan Timur Kepulauan Riau	Adriman, Arif P., Sugeng B., Ario D., 2013	- Untuk mengkaji kondisi terumbu karang, laju sedimentasi, kondisi kualitas perairan, dan untuk mengetahui pengaruh sedimentasi terhadap terumb karang	- Suhu, arus, salinitas, kecerahan, dan sedimentasi - Tingkat kelangsungan hidup	Memasang tiga *sediment trap* disetiap stasiun dengan jarak antar *sediment trap* 1-5 m. *Sediment trap* dipasang selama 20 hari	- Kondisi terumbu karang dalam kategori sedang - Laju sedimentasi berkisar 4.528 – 108.69 mg/cm^2/hari - Parameter air masih berada di bawah baku mutu air laut untuk

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	Penulis dan tahun terbit	Tujuan	Parameter	Metode	Hasil
				fragmen karang		biota kecuali nitrat dan laju sedimen berpengaruh negatif terhadap tutupan karang
5	Laju pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang *Acropora formosa*	Joni, Irawan H., dan Arief P., 2015	- Untuk mengetahui laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang *Acropora formosa* hasil transplantasi pada kedalaman berbeda	- Suhu, arus, salinitas, kecerahan, dan sedimentasi - Tingkat kelangsungan hidup fragmen karang transplantasi	Mengukur pertumbuhan panjang fragmen karang serta tingkat kelangsungan hidup karang yang disebabkan kedalman tranplantasi yang berbeda	- Kedalaman memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang yang mana kedalaman yang baik berkisar antara 3-9 meter dengan pertumbuhan cepat dan tingkat kelangsungan hidup tinggi

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

Penelitian ini merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dapat ditinjau dari beberapa aspek, yaitu tempat penelitian, jenis media tranplantasi dan metode pengamatan.

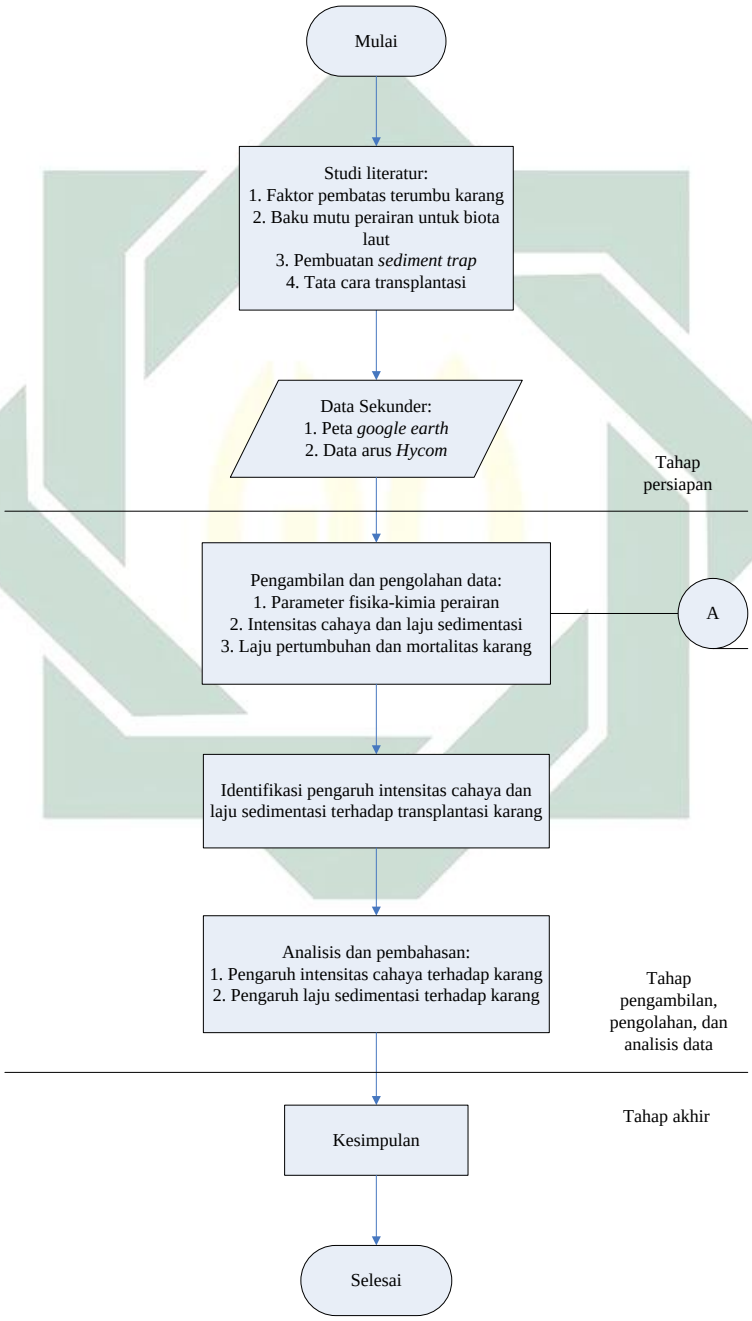
1. Tempat yang menjadi lokasi penelitian merupakan kawasan perairan di dekat outlet PLTU Paiton, probolinggo dengan jarak 377 m dari outlet dan 105 m dari port PLTU sehingga dimungkinkan mempengaruhi faktor oseanografi dan laju sedimentasi.
2. Media transplantasi merupakan kanstin FABA hasil pemanfaatan limbah padat batu bara berupa *fly ash* dan *bottom ash.*
3. Metode pengamatan faktor oseanografi, laju sedimentasi, laju pertumbuhan, dan indeks mortalitas dilakukan terhadap karang tranplantasi pada kedalaman 6 m dan 8 m setiap 2 minggu.

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

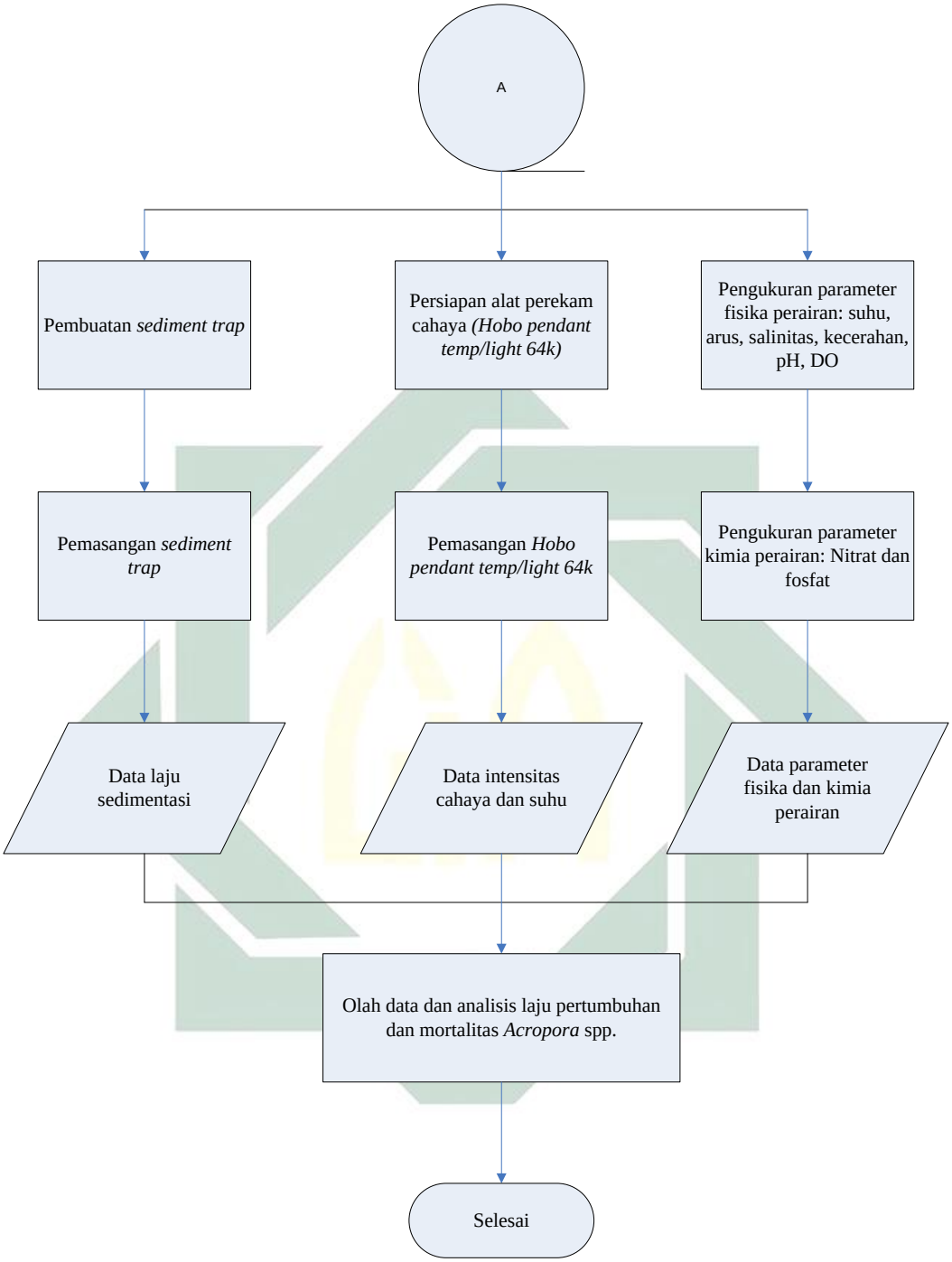
3.1 *Flowchart* Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang harus dilakukan seperti ditunjukan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1 *Flowchart* penelitian (Hasil Penelitian, 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

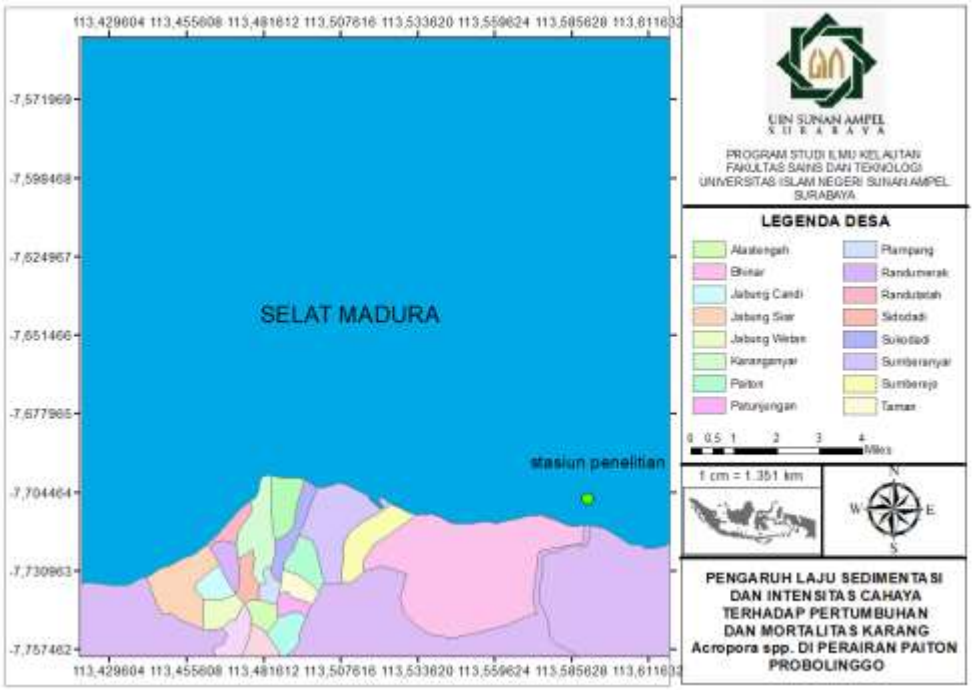


Gambar 3.2 *Flowchart* pengolahan data (Hasil penelitian, 2019)

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

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan yaitu pada Bulan April-Juli 2019 yang berlokasi di Perairan Paiton, Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Tempat yang menjadi objek penelitian adalah kawasan perairan di sekitar aktivitas PLTU Paiton Probolinggo dengan stasiun pengamatan pada koordinat 07º 42' 51,9" LS dan 113º 35' 39,9" BT. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Lokasi penelitian (Hasil Penelitian, 2019)

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini mencakup berbagai fungsi, baik untuk pengamatan faktor oseanografi, laju sedimentasi, dan laju pertumbuhan karang. Kelengkapan alat (Tabel 3.1) dan bahan (Tabel 3.2) serta metode yang akan digunakan untuk mengukur parameter dapat dilihat sebagai berikut:

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 3.1 Alat Penelitian (Hasil Penelitian, 2019)

Alat	Satuan	Fungsi	Keterangan
GPS	ltg – bjr	Posisi stasiun	In situ
Scuba set	Set	Penyelaman	In situ
Kabel tis	Pcs	Mengikat fragmen	In situ
Jangka sorong	Cm	Pengukuran	In situ
Underwater book	Buah	Penulisan	In situ
Tang	Buah	Pemotong karang	In situ
Kamera	Buah	Dokumentasi	In situ
Current meter	cm/s	Arus	In situ
Hobo pendant	Lux	Intensitas cahaya	In situ
pH paper	Buah	pH	in situ
Refraktometer	Ppt	Salinitas	in situ
DO meter	mg/l	DO	in situ
Hobo pendant	ºC	Suhu	in situ
Seschi disk	m	Kecerahan	In situ
Buku identifikasi	Buah	Jenis karang	In situ
Tali tampar	m	Mengikat alat	In situ
Botol sampel	Buah	Tempat sampel air	In situ
Sediment trap	mg/cm^2/hari	Laju sedimentasi	In situ
Oven	Buah	Pengovenan sedimen	Laboratorium
Timbangan analitik	Buah	Menimbang sampel	Laboratorium
Sieve Shaker	mm	Tekstur sedimen	Laboratorium
Nitrat *tools*	mg/l	Nitrat	Laboratorium
Phospat *tools*	mg/l	Phosphat	Laboratorium

Tabel 3.2 Bahan Penelitian (Hasil Penelitian, 2019)

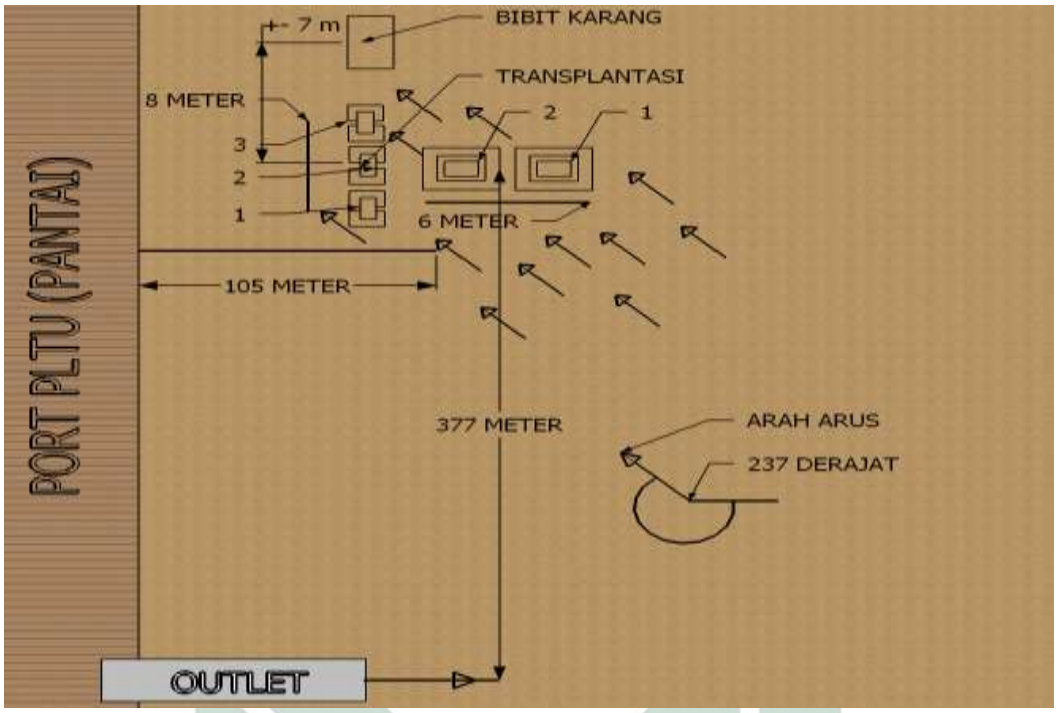
Bahan	Satuan	Keterangan
Acropora spp.	Individu	In situ
Aquades	ml	In situ
Sedimen	mg	In situ
Lem transplantasi	Pcs	In situ
Kanstin FABA	Buah	In situ
Data arus *Hycom*	-	laboratorium

3.4 Susunan Media Transplantasi

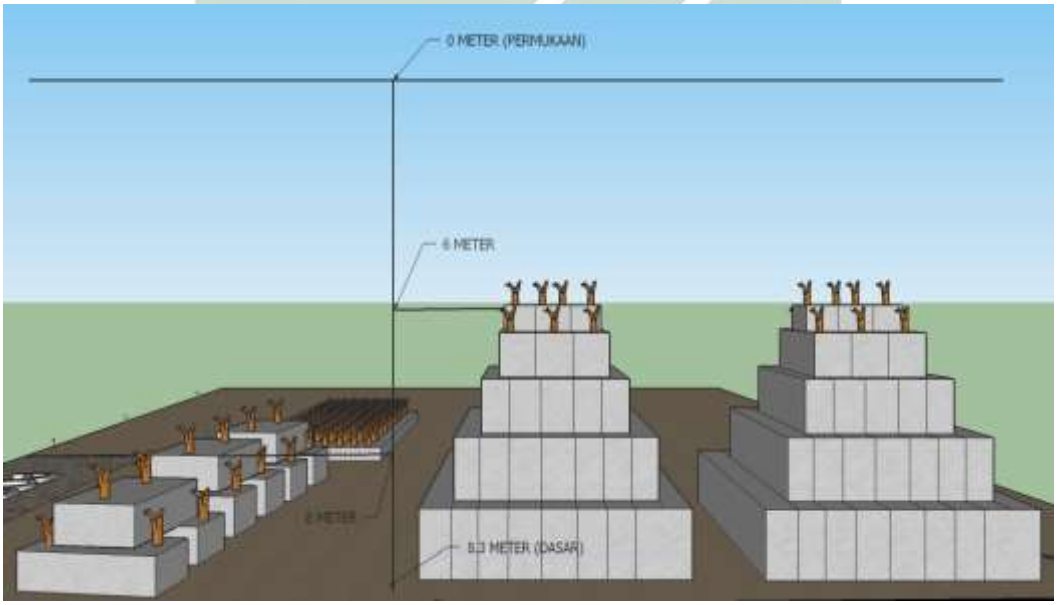
Media transplantasi dengan kanstin FABA pada penelitian ini disusun menjadi dua ketinggian berbeda, yaitu 6 m dan 8 m dari permukaan air. Setiap blok kanstin FABA memiliki volume 25 x 35 x 15 cm dengan daya tekan sebesar 32.43 N/mm^2 dan merupakan kategori mutu B berdasarkan SNI-03-

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

06391-1996. Penelitian ini menggunakan kanstin FABA dengan komposisi 25% *fly ash* dan 75% *bottom ash* sebagai media transplantasi karang yang merupakan pemanfaatan limbah padat B3 dari batu bara berupa *fly ash* dan *bottom ash* sejak tahun 2014 oleh PT Jawa Power, Paiton, Probolinggo. Sketsa penyusunan kanstin FABA sebagai media transplantasi dapat dilihat pada Gambar 3.4 a-d.

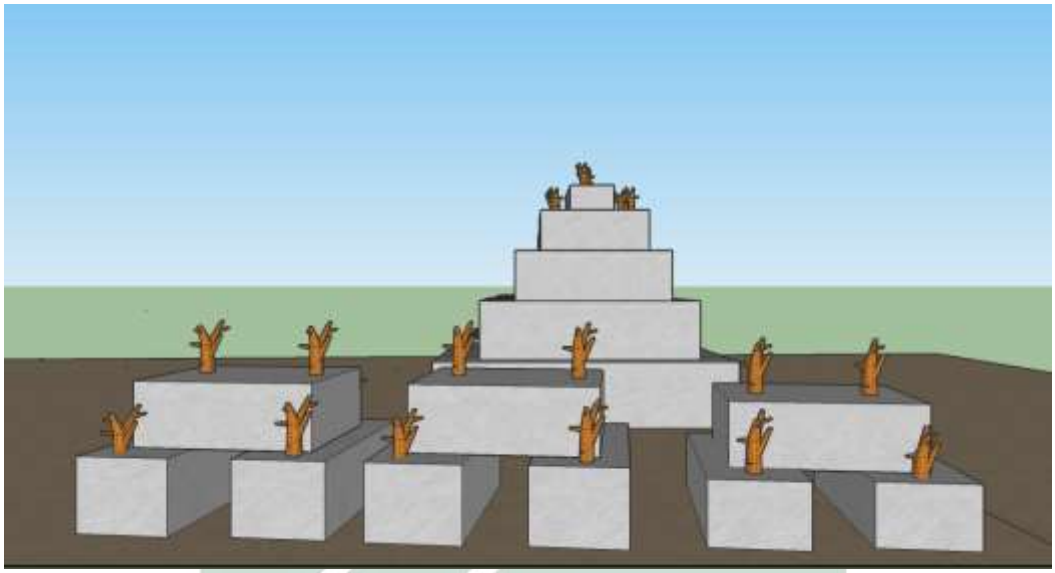


a. Tampak atas

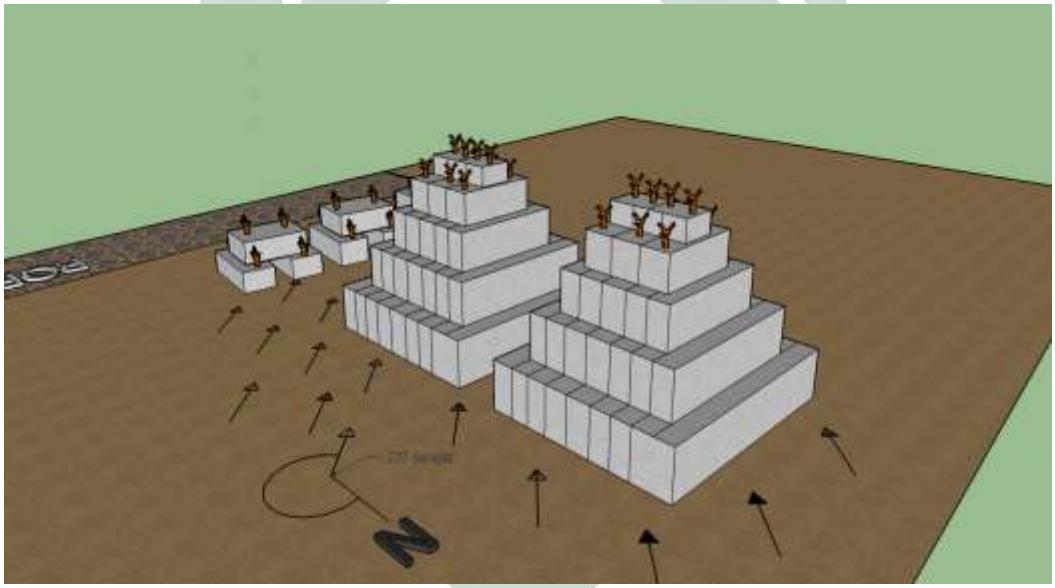


b. Tampak samping

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



c. Tampak depan



e. Tampak isometrik

Gambar 3.4 a-d Sketsa media transplantasi (Hasil Penelitian, 2019)

Gambar 3.4 a-d menunjukan bahwa terdapat dua ketinggian yang berbeda dari media transplantasi. Ketinggian media akan mempengaruhi tingkat kedalaman fragmen karang transplantasi dari permukaan air. Transplantasi pada kedalaman 6 m menggunakan blok kanstin FABA yang disusun membentuk kerucut piramida. Penyusunan bentuk piramida ini bertujuan untuk menguarangi resiko robohnya media yang disusun vertikal. Setiap piramida yang dibuat merupakan satu modul dengan karang yang ditransplantasikan berjumlah 10 fragmen terdiri dari jenis *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

dan *Acropora intermedia*. Jumlah modul pada kedalaman 6 m berjumlah 2 modul sehingga karang yang ditransplantasi berjumlah 20 fragmen. Transplantasi kedua yaitu pada kedalaman 8 m menggunakan 3 blok kanstin FABA disetiap modul dengan dua blok disusun di bawah sebagai kaki dan satu blok disusun di atasnya seperti pada Gambar 3.4. Modul pada kedalaman ini berjumlah 3,5 modul dengan fragmen karang tiap modul berjumlah 6, sehingga total fragmen yang ditanam berjumlah 20 dan terdiri dari karang jenis *Acropora formosa* dan *Acropora intermedia.* Blok kanstin paling atas disetiap kedalaman akan digunakan sebagai tempat peletakan *sediment trap* yang ditali menggunakan tali tampar dan tali karet.

3.5 Metode Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu membuat dua kondisi penelitian yang berbeda dan mampu menjelaskan sebab akibat antara satu variabel dengan variabel lainnya (X dan Y) (Sugiyono, 2009). Metode eksperimental pada penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil eksperimen dengan dua kondisi kedalaman yang berbeda yaitu 6 m dan 8 m. Metode ini memiliki tiga hal pokok yang harus dilakukan, yaitu mengontrol, memanipulasi, dan mengamati pada dua kondisi percobaan berbeda. Percobaan dengan metode ini sebisa mungkin harus memiliki parameter sama kecuali parameter yang sengaja dibedakan antara satu perlakuan dengan perlakuan lainya. Parameter yang disamakan pada penelitian ini adalah jenis dan jumlah framen karang serta media dan metode transplantasi. Langkah terakhir pada penelitian ini adalah observasi untuk mengetahui perubahan dan perbedaan yang terjadi pada masing-masing kelompok percobaan (Arifin, 2012). Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu:

- Penentuan stasiun, pengukuran faktor oseanografi, pengukuran laju sedimentasi dan pengamatan kondisi terumbu karang.
- Analisis faktor oseanografi, tekstur dan laju sedimentasi, serta laju pertumbuhan dan indeks mortalitas *Acropora* spp. yang ditransplantasikan.

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

- Analisis dan interpretasi data tentang pengaruh faktor oseanografi dan laju sedimentasi terhadap laju pertumbuhan dan mortalitas *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Proboliggo.
- Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer dari lokasi penelitian dan data sekunder pendukung penelitian berupa data arus dari *website Hycom.org* dan akan dilakukan validasi dengan data arus di lapangan.

3.5.1 Penentuan Stasiun

Penentuan stasiun pengamatan dilakukan dengan metode *purposive sampling* dimana lokasi penelitian ditentukan dengan pertimbangan tertentu (Winarno, 2011). Pertimbangan yang digunakan dalam penentuan lokasi transplantasi adalah jarak antara lokasi bibit karang ke lokasi transplantasi, yaitu ± 7 m. Lokasi transplantasi berada di sekitar outlet PLTU dengan jarak 377 m dari outlet dan 105 m dari port PLTU pada koordinat 07° 42’ 51,9” LS dan 113° 35’ 39,9” BT yang didapatkan setelah survei pendahuluan. Survei pendahuluan dilakukan dengan penyelaman yang bertujuan untuk memperoleh gambaran awal dasar perairan sebagai lokasi transplantasi.

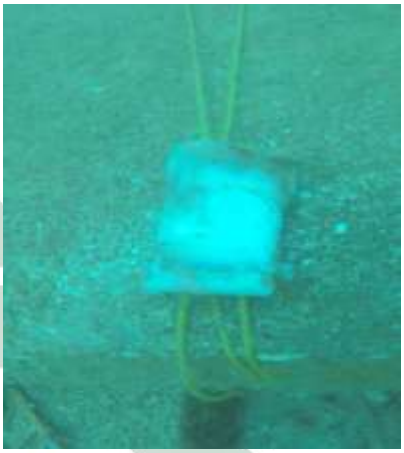
3.5.2 Pengukuran Faktor Oseanografi

Faktor oseanografi yang akan diukur meliputi faktor fisika, kimia, dan biologi. Faktor fisika yang diukur meliputi suhu perairan, kecerahan, arus, dan intensitas cahaya. Faktor kimia meliputi salinitas, pH, dan DO, sedangkan faktor biologi meliputi kandungan nitrat dan fosfat perairan. Pengukuran faktor oseanografi dilakukan pada kedalaman berbeda yang disesuaikan dengan kedalaman transplantasi yaitu 6 m dan 8 m. Pengukuran faktor fisika salah satunya adalah intensitas cahaya menggunakan *Hobo pendant temp/light 64k* yang dapat mengukur suhu dan intensitas cahaya di kedalaman perairan (Gambar 3.5 a dan b). Pengukuran faktor lain yaitu kandungan nitrat dan fosfat yang dilakukan dengan pengambilan sampel air dari tiap kedalaman dan selanjutnya disimpan dalam botol sampel untuk dilakukan

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

analisis di Laboratorium Badan Penelitian dan Konsultasi Industri, Ketintang Baru, Surabaya. Metode analisis yang digunakan adalah Kjeldahl yaitu metode untuk mengetahui nilai kuantitatif dari nitrogen dan fosfat melalui tiga tahapan yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi (Tristianto, 2017).

a. Persiapan di darat



b. Pemasangan di media transplantasi

Gambar 3.5 a dan b *Hobo pendant temp/light 46k* (Dokumentasi Penelitian, 2019)

3.5.3 Pengukuran Laju Sedimentasi

Pengukuran laju sedimentasi dilakukan dengan pemasangan *sediment trap* di lokasi transplantasi. Tabung *sediment trap* berupa pipa PVC dengan diameter 8.2 cm dan tinggi 21.5 cm (Gambar 3.6). Pada bagian atas terdapat sekat penutup (*baffles)* yang bertujuan untuk menghalang biota laut yang masuk ke dalam *sediment trap*.

Gambar 3.6 Tabung *sediment trap*

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

Tabung *sediment trap* dipasang dengan cara mengaitkan tabung dengan media transplantasi yang selanjutnya diikat menggunakan tali tampar dan tali karet. *Sediment trap* dipasang pada dua kedalaman berbeda yang disesuaikan dengan kedalaman transplantasi, yaitu 6 m dan 8 m. Sedimen yang terkumpul selanjutnya dikeringkan dengan cara pengovenan selama 24 jam pada suhu 60 ^{0}C (English dkk., 1997). Penimbangan berat kering sedimen dilakukan setelah pengovenan selesai menggunakan timbangan analitik dan hasilnya didapatkan dalam satuan milligram.

3.5.4 Pengamatan Terumbu Karang

Penelitian ini menggunakan jenis terumbu karang *Acropora formosa* dan *Acropora imtermedia* (Gambar 3.7 a-d) yang memiliki komunitas dominan di sekitar lokasi penelitian. Rangkaian kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengukuran laju pertumbuhan panjang, perhitungan tingkat kematian karang transplantasi, dan pengambilan dokumentasi pengamatan dengan kamera bawah air.

- Pengukuran laju pertumbuhan

  Pengukuran laju pertumbuhan menggunakan jangka sorong plastik pada sampel fragmen karang yang ditransplantasikan dengan satuan mm/minggu. Penggunaan bahan plastik bertujuan untuk menghindari adanya proses korosif pada alat ukur yang digunakan. Pengukuran pertumbuhan fragmen karang salah satunya dapat merepresentasikan tingkat stress karang (Fadli, 2008).

- Perhitungan indeks mortalitas

  Indeks mortalitas merupakan tingkat kematian fragmen karang transplantasi dan dapat merepresentasikan kesuksesan dari proses transplantasi itu sendiri. Semakin sedikit fragmen karang yang mati menunjukan bahwa proses transplantasi berhasil dan juga menunjukan bahwa metode, kualitas air, dan pemilihan lokasi transplantasi sesuai dengan kebutuhan karang dan begitu juga sebaliknya (Fadli, 2008).

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

- Pengambilan dokumentasi

  Pengambilan ini bertujuan untuk mendokumentasikan hasil dari pengamatan sebagai bahan laporan atas pengamatan yang telah dilakukan. Selain itu pengambilan dokumentasi juga dapat menguatkan data yang sudah didapatkan.

a. A. formosa (Hasil Penelitian, 2019) b. *A. formosa* (Suharsono, 2008)

c. *A. intermedia* (Hasil Penelitian, 2019) d. *A. intermedia* (Suharsono, 2008)

Gambar 3.7 a-d Jenis karang transplantasi (lapangan dan literatur) (Hasil Penelitian, 2019; Suharsono, 2008)

3.6 Analisis Data

Analisis merupakan proses pengolahan data yang sudah didapatkan dari pengambilan di lapangan dan data sekunder pendukung penelitian. Proses pengolahan data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

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

3.6.1 Faktor Oseanografi

Faktor oseanografi merupakan faktor pembatas bagi kehidupan dan pertumbuhan terumbu karang. Faktor oseanografi dapat merepresentasikan layak tidaknya suatu perairan bagi biota yang berada di dalamnya (Guntur, 2011). Kondisi faktor oseanografi yang didapatkan selama masa penelitian pada masing-masing kedalaman akan dihitung nilai rata-rata setiap faktor dan akan dikaitkan terhadap kondisi terumbu karang. Kondisi faktor oseanografi terukur akan dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang dan menurut penelitian terkait yang sudah dilakukan sebelumnya.

3.6.2 Analisa Butiran Sedimen dan Laju Sedimentasi

Butiran sedimen merupakan hal penting yang harus diperhatikan karena berkaitan dengan kecepatan laju sedimentasi. Klasifikasi sedimen ditentukan menggunakan skala *wentworth* dengan melakukan penyaringan bertingkat (*sieve shaker*). Sedimen yang terperangkap dalam *sedimen trap* diambil dan dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam 60 ^{0}C sehingga didapatkan sedimen kering untuk dilakukan analisis ukuran butiran dan laju sedimentasi. Penimbangan jumlah sedimen menggunakan neraca analitik dilakukan setelah penyaringan untuk mengetahui berat masing-masing kelas sedimen. Berat kering yang telah didapatkan pada pengklasifikasian sedimen selanjutnya dilakukan analisis laju sedimentasi melalui persamaan 1 (Roger dkk., 1994):

$$LS = \frac{Bs}{jumlah\ hari\ x\ \pi\ x\ r2}$$ …… (Persamaan 1)

Keterangan :

LS = Laju sedimentasi (mg/cm^2/hari)

Bs = Berat kering sedimen (mg)

π = konstanta (3,14)

r = Jari jari lingkaran sedimen traps (cm)

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

3.6.3 Pertumbuhan Karang

Perhitungan pertumbuhan panjang pada penelitian ini diukur menggunakan jangka sorong plastik yang selanjutnya dicatat menggunakan alat tulis bawah air. Pertama yang dilakukan adalah menghitung nilai awal dari panjang fragmen (Lo) pada pengamatan pertama (t_1) dan selanjutnya dilakukan pengamatan kedua sampai terakhir (t2-t5) untuk menghitung pertumbuhan panjangnya setelah dua minggu. Secara matematis, pertumbuhan panjang dapat dihitung dengan persamaan 2:

$$\Delta L = Lt - Lo \qquad \text{…… (Persamaan 2)}$$

Keterangan:

ΔL = pertumbuhan panjang (mm)

Lt = panjang ke – t

Lo = panjang ke – (t-1)

3.6.4 Indeks Mortalitas

Nilai indeks mortalitas didapatkan dengan perhitungan nilai dari persentase fragmen karang mati dari total keseluruhan fragmen yang di transplantasikan. Secara sistematis nilai indeks mortalitas dapat dihitung dengan persamaan 3 (Partini, 2009):

$$MI = \frac{A}{A+B} \qquad \text{…… (Persamaan 3)}$$

Keterangan:

MI = Indeks mortalitas

A = Persentase karang mati (%)

B = Persentase karang hidup (%)

Indeks mortalitas menunjukan laju perubahan dari karang hidup menjadi karang mati baik berupa patahan ataupun *death coral algae* (DCA). Nilai indeks mortalitas mendekati nilai 0 menunjukan bahwa tidak terdapat laju kematian yang begitu besar dari fragmen karang transplantasi, sedangkan nilai indeks mortalitas mendekati 1 menunjukkan bahwa terjadi perubahan besar dari karang hidup menjadi karang mati pada karang 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

3.6.5 Keterkaitan Komponen Utama / *Principal Component Analysis*

Pengukuran faktor oseanografi dan laju sedimentasi di lokasi penelitian akan dikorelasikan terhadap laju pertumbuhan dan mortalitas *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo. Penelitian ini menggunakan metode analisis statistik multivariabel *Principal Components Analysis* (PCA) untuk mendapatkan nilai korelasi antar faktor dengan hasil pengolahan berupa grafik informasi di suatu matriks data. *Software* yang digunakan untuk melakukan analisis statistik metode PCA ini adalah *software XLSTAT 2019* dalam *microsoft excel* 2016.

Proses pengolahan data diawali dengan penormalan data yang dianalisis melalui reduksi dan pemusatan. Penormalan data ini dilakukan karena faktor yang diukur memiliki satuan tidak sama. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah pemusatan data dengan melihat selisih antara nilai inisial dari suatu parameter. Proses pemusatan dan pereduksian data akan dilanjutkan dengan pengelompokan melalui jarak Euclidean. Jarak Euclidean merupakan jumlah kuadrat dari perbedaan antara baris (stasiun) terhadap kolom (variabel) yang memiliki hubungan sehingga dapat mengetahui kedekatan antar komponen (Partini, 2009).

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 Faktor Oseanografi Perairan Probolinggo

Hasil pengukuran faktor oseanografi yang dilakukan pada setiap kedalaman dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Kondisi faktor oseanografi pada kedalaman 6 m (Hasil Penelitian, 2019)

Kedalaman 6 meter									
No	**Parameter**	**Pengamatan**					**Rata-rata**	**Baku mutu**	**Ket.**
		t1	**t2**	**t3**	**t4**	**t5**			
1	Suhu (^{0}C)	30,4	31,9	31,6	31,5	31,5	31,38	**28-30 [a]**	**Sesuai***
2	Kecerahan (m)	6,3	6,5	7	7	6,5	6,67	**>5**	**Sesuai***
3	Arus (cm/s)	2,02	8,67	4,49	4,95	10,62	6,15	-	-
4	Cahaya (lum/ft2)	311,3	367,24	391,56	170,3	287,3	305,54	-	-
5	Salinitas (PPT)	30	30	31,5	31	32	30,90	**33-34 [b]**	**Sesuai***
6	pH	7	8	7,5	7,5	7,5	7,50	**7-8,5**	**Sesuai***
7	DO (mg/l)	5,4	5,6	5,6	5,6	5,7	5,58	**>5**	**Sesuai***
8	Nitrat (mg/l)	0,103	0,102	0,1	0,1	0,08	0,097	**0,008**	**Sesuai****
9	Fosfat (mg/l)	0,011	0,015	0,018	0,02	0,021	0,017	**0,015**	**Sesuai*****

Tabel 4.2 Kondisi fakotr oseanografi pada kedalaman 8 m (Hasil Penelitian, 2019)

Kedalaman 8 meter									
No	**Parameter**	**Pengamatan**					**Rata-rata**	**Baku mutu**	**Ket.**
		t1	**t2**	**t3**	**t4**	**t5**			
1	Suhu (^{o}C)	29,5	31,6	31	30,8	29,7	30,52	**28-30 [a]**	**Sesuai***
2	Kecerahan (m)	6,3	6,5	7	7	6,5	6,67	**>5**	**Sesuai***
3	Arus (cm/s)	1,77	7,92	3,49	4,67	10,21	5,61	-	-
4	Cahaya (lum/ft2)	201,32	217,24	247,6	55,3	135,1	171,31	-	-
5	Salinitas (PPT)	30	30	30	31	31,5	30,50	**33-34 [b]**	**Sesuai***
6	pH	7	8	7,5	7,5	7,5	7,50	**7-8,5**	**Sesuai***
7	DO (mg/l)	5,4	5,5	5,6	5,3	5,4	5,44	**>5**	**Sesuai***
8	Nitrat (mg/l)	0,107	0,11	0,115	0,12	0,13	0,116	**0,008**	**Sesuai****
9	Fosfat (mg/l)	0,015	0,02	0,025	0,028	0,033	0,024	**0,015**	**Sesuai*****

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

Keterangan:

a. Diperbolehkan adanya perubahan sampai dengan < 2 ^{0}C.

b. Diperbolehkan adanya perubahan sampai dengan < 5 ppt.

*. Sesuai kebutuhan karang berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III

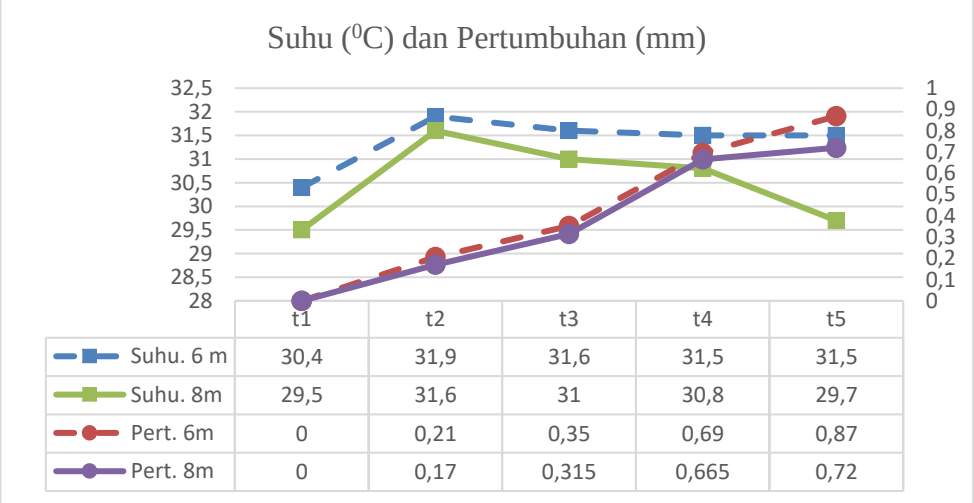
**. Sesuai toleransi perairan berdasarkan Effendi (2003).

***. Sesuai toleransi perairan berdasarkan Patty (2015).

t1 - t5. Waktu pengamatan dengan interval 2 minggu.

4.1.1 Suhu

Hasil pengukuran di lapangan menunjukan nilai suhu rata-rata selama penelitian sebesar 31,4 ± 0,57 ^{0}C pada kedalaman 6 m dan sebesar 30,5 ± 0,89 ^{0}C pada kedalaman 8 m. Kedua nilai tersebut berada dalam batas toleransi berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang yang berkisar antara 28-30 ^{0}C dengan nilai toleransi <2 ^{0}C. Fluktuasi suhu selama masa penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Fluktuasi suhu Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 2019)

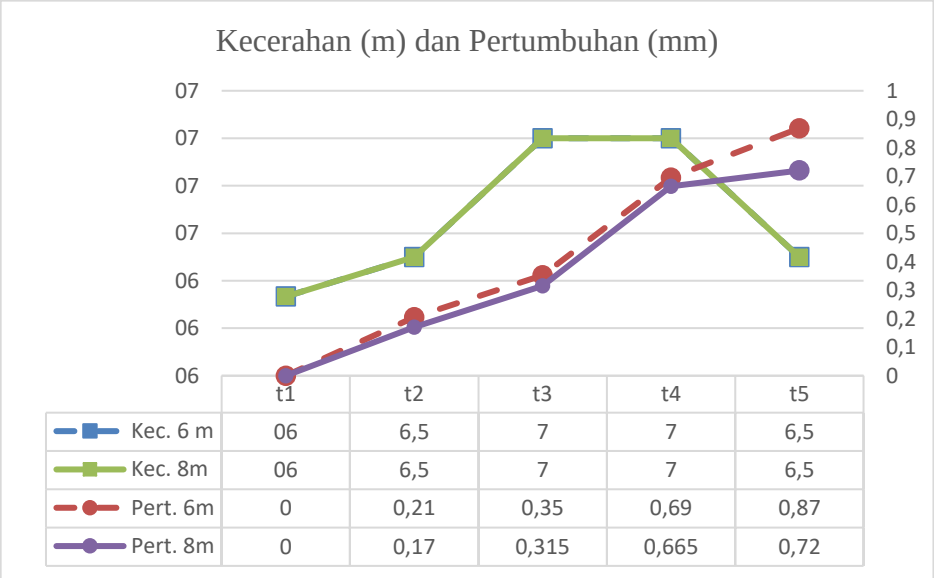
Menurut Guntur (2011) nilai suhu yang dibutuhkan karang untuk mencapai pertumbuhan maksimalnya hanya berkisar antara 23-25 ^{0}C dengan kemampuan toleransi terhadap fluktuasi suhu perairan mencapai suhu 36-40 ^{0}C. Hasil tersebut menunjukan bahwa kisaran suhu yang terukur dilokasi penelitian dinyatakan mendukung terhadap pertumbuhan karang. Kemampuan toleransi tersebut menyebabkan karang dapat bertahan pada

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

fluktuasi suhu yang terjadi di perairan. Hasil ini sesuai dengan Gambar 4.1 bahwa fragmen karang *Acropora* spp. transplantasi menunjukan laju pertumbuhan yang meningkat dari setiap pengamatan dengan suhu fluktuatif di lokasi penelitian. Suhu yang mengalami peningkatan atau penurunan dan tidak diikuti dengan fluktuasi laju pertumbuhan menunjukan bahwa suhu tidak memberikan pengaruh besar terhadap laju pertumbuhan *Acropora* spp. transplantasi di Perairan Paiton Probolinggo.

4.1.2 Kecerahan

Tingkat kecerahan rata-rata yang terukur di lokasi penelitian menunjukan hasil sama, yaitu sebesar 6,7 ± 0,31 m pada kedalaman 6 m dan 8 m. Tingkat kecerahan yang didapatkan pada kedua kedalaman memiliki nilai sama dikarenakan terletak dalam satu lokasi. Fluktuasi tingkat kecerahan selama masa penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.2.



	t1	t2	t3	t4	t5
Kec. 6 m	06	6,5	7	7	6,5
Kec. 8m	06	6,5	7	7	6,5
Pert. 6m	0	0,21	0,35	0,69	0,87
Pert. 8m	0	0,17	0,315	0,665	0,72

Gambar 4.2 Fluktuasi kecerahan Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 2019)

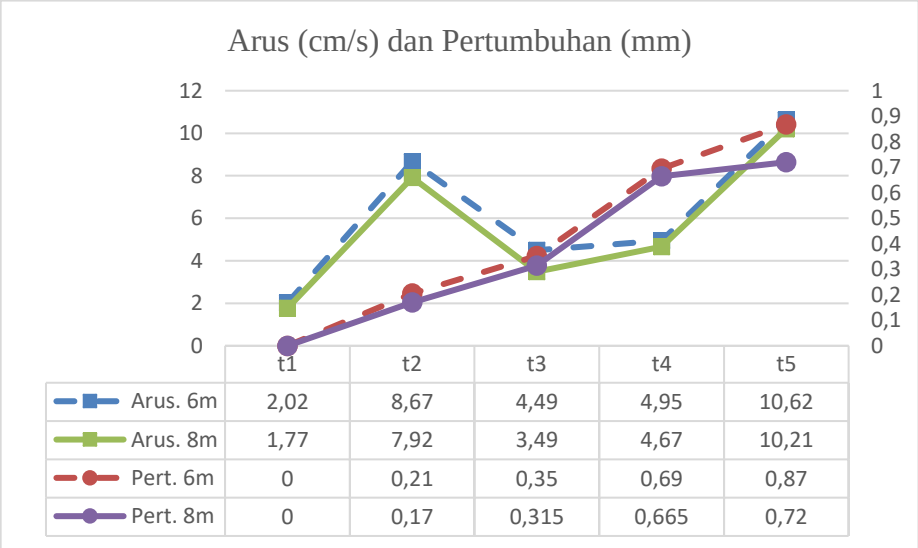
Kecerahan yang terukur di lokasi penelitian tergolong sesuai berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang yang menyatakan bahwa batas minimal kecerahan yaitu 5 m. Tingkat kecerahan perairan mencapai kisaran 7 m tergolong sebagai kondisi yang sesuai terhadap kehidupan dan pertumbuhan karang (Haerul, 2013). Kecerahan memiliki keterkaitan terhadap intensitas cahaya yang mempengaruhi laju

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

fotosintesis oleh alga simbion *zooxanthellae* dan berpengaruh terhadap proses respirasi dan kalsifikasi karang. Kecerahan juga berkaitan langsung terhadap padatan tersuspensi (TSS) dengan hubungan berbanding terbalik, yaitu jika TSS semakin meningkat maka kecerahan dan penetrasi cahaya akan mengalami penurunan sehingga menghambat laju pertumbuhan karang (Partini, 2009). Berdasarkan hasil pengukuran laju pertumbuhan pada Gambar 4.2 menunjukan bahwa laju pertumbuhan selalu mengalami peningkatan dari t1 sampai t5 meskipun intensitas cahaya tidak mengalami perubahan dari t3 ke t4 dan menurun pada t5. Hal ini menunjukan bahwa laju pertumbuhan tidak hanya dipengaruhi oleh tingkat kecerahan, tapi juga dipengaruhi oleh faktor lain.

4.1.3 Arus

Data arus yang digunakan merupakan hasil peramalan dari *website Hycom.org* dan divalidasi dengan beberapa data lapangan menunjukan kecepatan arus rata-rata sebesar 6,2 ± 3,4 cm/s pada kedalaman 6 m dan sebesar 5,6 ± 3,4 cm/s di kedalaman 8 m. Pengukuran arus lapangan dilakukan menggunakan *current meter* dengan metode Eularian pada kedalaman 6 m dan 8 m sesuai kedalaman transplantasi. Fluktuasi kecepatan arus dapat dilihat pada Gambar 4.3.



	t1	t2	t3	t4	t5
Arus. 6m	2,02	8,67	4,49	4,95	10,62
Arus. 8m	1,77	7,92	3,49	4,67	10,21
Pert. 6m	0	0,21	0,35	0,69	0,87
Pert. 8m	0	0,17	0,315	0,665	0,72

Gambar 4.3 Fluktuasi arus Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 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

Arus menyebabkan terjadinya sirkulasi perairan sehingga membawa oksigen, zooplankton, nutrien, planula karang dan juga padatan tersuspensi. Oksigen, zooplankton, serta nutrien yang terbawa arus berfungsi sebagai makanan penunjang pertumbuhan karang selain dari hasil fotosintesis sebagai sumber makanan utama (Irawan dkk, 2015). Arus juga memiliki efek positif dan negatif jika berkaitan dengan sedimentasi. Arus yang terdapat pada perairan dengan tingkat padatan tersuspensi tinggi akan membawa partikel tersebut melewati karang dan menyebabkan terjadinya abrasi mucus pada permukaan karang batu. Abrasi mucus yang terjadi menyebabkan karang akan menggunakan energinya dalam jumlah besar untuk memproduksi mucus baru sebagai respon kehilangan mucus akibat penggerusan sedimen. Penggunaan energi dalam jumlah besar untuk memproduksi mucus akan menyebabkan pertumbuhan karang menjadi terhambat (Partini, 2009). Berdasarkan pengukuran arus yang dilakukan menunjukan bahwa pada t1-t5 mengalami peningkatan dengan laju pertumbuhan meningkat kecuali pada arus t3 yang mengalami penurunan namun laju pertumbuhan tetap meningkat.

Arus juga mempengaruhi besar kecilnya ukuran butir sedimen yang terdistribusi baik secara horizontal ataupun vertikal. Pernyataan sama disampaikan Wibisono (2005) bahwa arus merupakan komponen penting dalam proses distribusi sedimen baik dari segi ukuran atupun jumlah sedimen yang ditransportasikan. Arus juga memiliki efek positif terhadap laju pertumbuhan, yaitu peranan sebagai *sedimen rejector* di permukaan karang (Joni dkk., 2015). Fungsi arus dalam *sedimen rejection* memiliki pengaruh positif terhadap pertumbuhan karang yang ditransplantasi sebagaimana ditunjukan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Pengaruh arus terhadap pertumbuhan karang (Hasil Penelitian, 2019)

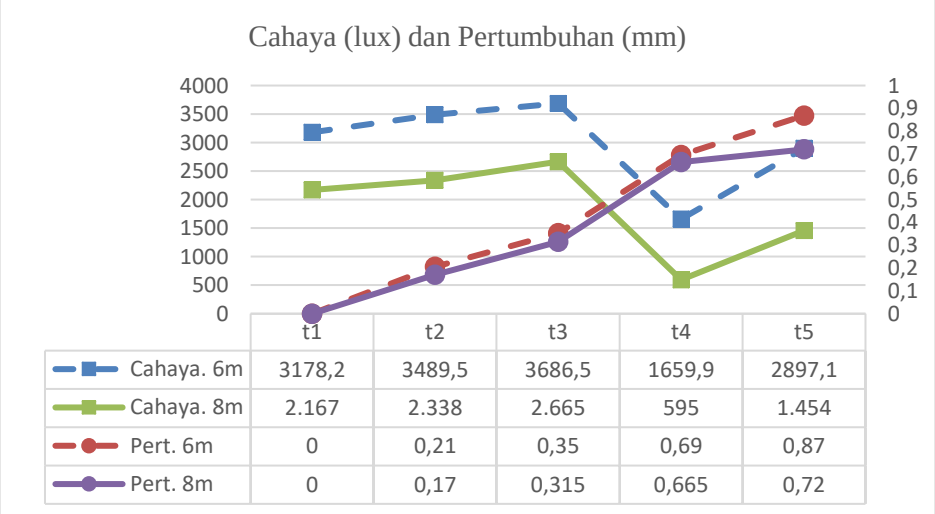
Kedalaman	**Modul**	**Laju Pertumbuhan (mm)**	
		Arus Langsung	**Arus Residu**
6 meter	Modul 1	4,59	3,63
	Modul 2	5,75	5,44
8 meter	Modul 3	4,50	4,25
	Modul 4	7,33	4,13
	Modul 5	5,40	4,69

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

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan laju pertumbuhan antara fragmen karang yang terkena arus langsung dan arus residu. Fragmen karang dengan arus langsung memiliki laju pertumbuhan lebih cepat dibandingkan fragmen dengan arus residu di kedua kedalaman. Hal ini disebabkan pada arus langsung tingkat sedimentasi di permukaan karang menjadi lebih kecil akibat fungsi *sediment rejector* oleh arus. Tingkat cekaman pada fragmen karang yang terkena arus langsung menjadi lebih rendah, sehingga tidak mengganggu laju pertumbuhan dari fragmen karang. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Jipriandi dkk. (2017) bahwa adanya pergerakan arus akan membantu terumbu karang untuk mempercepat proses *sedimen rejection* yang terdapat di permukaan tubuhnya sehingga proses pemulihan fisiologis karang berlangsung lebih cepat.

4.1.4 Intensitas Cahaya

Hasil pengukuran yang sudah dilakukan menunjukan intensitas cahaya rata-rata pada kedalaman 6 m sebesar 2982.2 ± 798 lux dan 1844 ± 826.7 lux pada kedalaman 8 m. Fluktuasi intensitas cahaya yang mencapai terumbu karang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Fluktuasi intensitas cahaya Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 2019)

Perbedaan intensitas cahaya di kedua kedalaman disebabkan oleh semakin menurunnya kemampuan cahaya untuk mencapai perairan lebih dalam. Hal ini sesuai dengan Partini (2009) bahwa intensitas cahaya 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

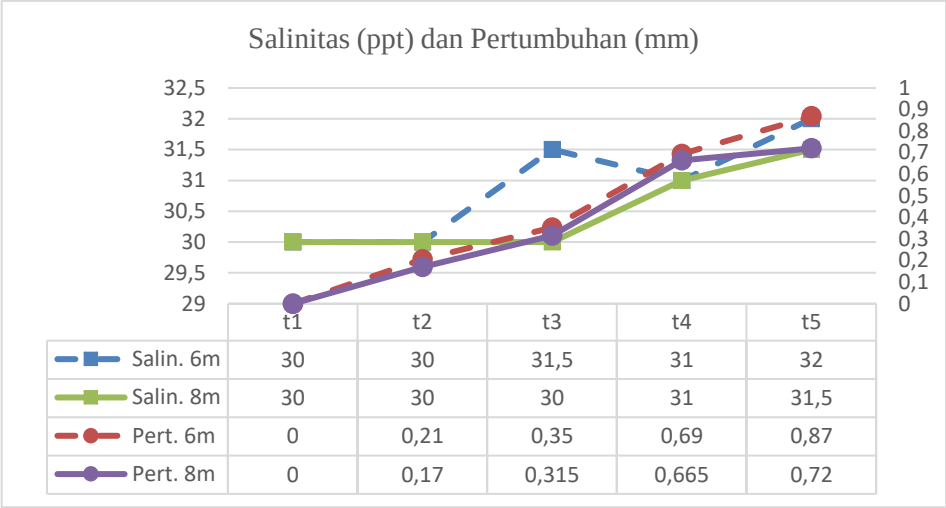
menembus perairan akan semakin menurun dengan semakin bertambahnya kedalaman. Menurut Joni dkk. (2015) bahwa perbedaan intensitas cahaya yang mencapai terumbu karang akan mempengaruhi laju fotosintesis dan pembentukan kalsium karbonat dalam pertumbuhan karang oleh *zooxhantellae*. Makanan yang dibutuhkan oleh karang untuk pertumbuhan 90 % nya disediakan oleh *zooxhantellae* melalui proses fotosintesis, sehingga cahaya merupakan faktor penting bagi kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan karang.

Hewan karang memiliki titik kompensasi terhadap cahaya yang berkisar antara 200-700 *footcandle* atau setara dengan 2152.8-7534.7 lux (Ismail, 2010). Berdasarkan kategori tersebut menunjukan bahwa intensitas cahaya terukur di lokasi penelitian termasuk dalam titik kompensasi karang kecuali pada t4 yang mengalami penurunan di setiap kedalaman dan t5 pada kedalaman 8 m dengan intensitas cahaya terukur dibawah 2152.8 lux. Gambar 4.4 menunjukan bahwa peningkatan laju pertumbuhan pada *Acropora* spp. transplantasi sejalan dengan peningkatan intensitas cahaya, kecuali pada t4. Terjadinya penurunan intensitas cahaya pada t4 yang diikuti laju pertumbuhan lebih cepat menunjukan bahwa cahaya memiliki pengaruh terhadap laju pertumbuhan, namun bukan satu-satunya faktor yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo.

4.1.5 Salinitas

Hasil pengukuran kadar salinitas di lapangan menunjukan nilai rata-rata sebesar 31 ± 0,89 ppt pada kedalaman 6 m dan sebesar 30,5 ± 0,71 ppt pada kedalaman 8 m. Berdasarkan baku mutu KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang menyatakan bahwa kadar salinitas yang terukur di kedalaman 6 m dan 8 m berada dalam batas toleransi sehingga mendukung terhadap laju pertumbuhan karang. Fluktuasi kadar salinitas selama masa penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.5.

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 4.5 Fluktuasi salinitas Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 2019)

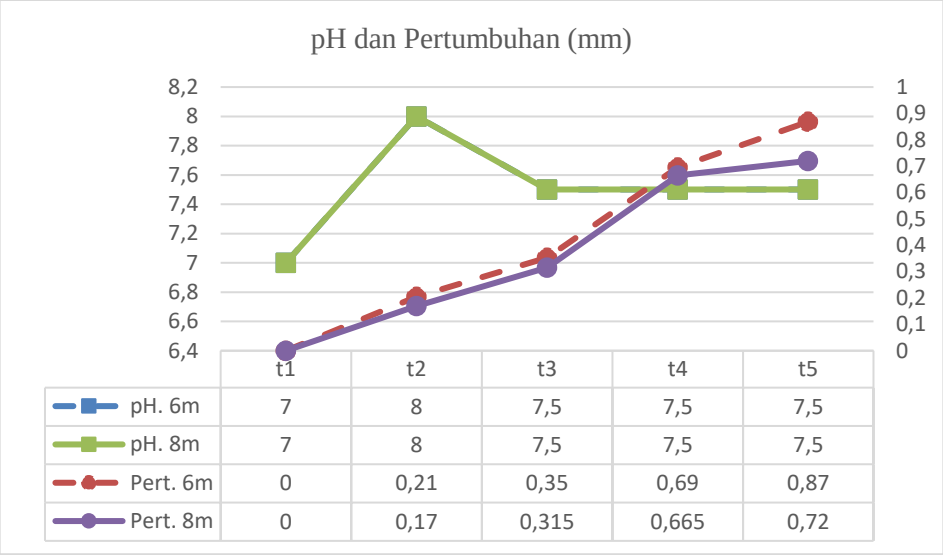
Kadar salinitas terukur di kedalaman 6 m dan 8 m masih dikategorikan dalam kondisi normal yaitu pada kisaran 30-35 ppt sehingga kondisi perairan di lokasi penelitian sesuai untuk kehidupan terumbu karang. Secara garis besar terumbu karang memiliki kemampuan toleransi terhadap perubahan salinitas yaitu berkisar antara 25-40 ppt yang akan berbeda pada jenis karang dan letak geografis (Guntur, 2011). Terjadinya peningkatan salinitas pada t3-t5 di kedalaman 6 m dan t4-t5 di kedalaman 8 m yang berada pada Bulan Mei-Juni disebabkan oleh semakin rendahnya intensitas hujan pada bulan tersebut. Berdasarkan data BMKG yang diakses melalui *www.google.com* pada 18 Juli 2019 menunjukan bahwa Bulan April memiliki intensitas hujan dalam kategori menengah, sedangkan pada bulan Mei dan Juni dalam kategori rendah sehingga salinitas menjadi lebih tinggi (Haerul, 2013). Gambar 4.5 menunjukan bahwa peningkatan kadar salinitas sejalan dengan peningkatan laju pertumbuhan. Hasil tersebut menunjukan bahwa kadar salinitas memiliki pengaruh besar terhadap laju pertumbuhan *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo.

4.1.6 pH

Pengukuran nilai pH rata-rata di lokasi penelitian menunjukan hasil yang sama pada kedalaman 6 m dan 8 m, yaitu sebesar 7,5 ± 0,35. pH merupakan derajat keasaman perairan dengan fungsi untuk mengontrol laju

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

dan tipe reaksi kimia yang terjadi di suatu perairan. Fluktuasi kadar pH selama masa penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.6.



	t1	t2	t3	t4	t5
pH. 6m	7	8	7,5	7,5	7,5
pH. 8m	7	8	7,5	7,5	7,5
Pert. 6m	0	0,21	0,35	0,69	0,87
Pert. 8m	0	0,17	0,315	0,665	0,72

Gambar 4.6 Fluktuasi pH Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 2019)

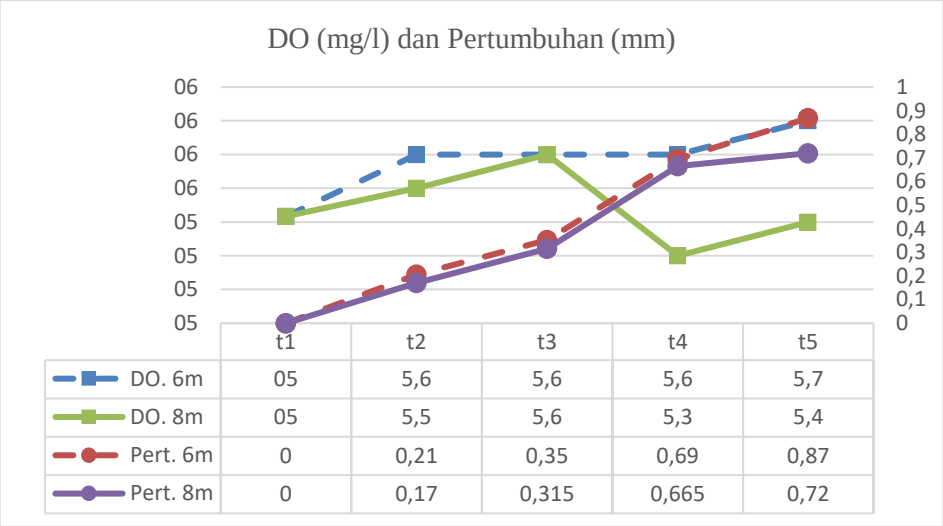
Nilai pH yang terukur termasuk dalam kategori sesuai bagi kehidupan biota laut karena berada dalam ambang batas baku mutu berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang dengan rentang pH antara 7-8.5. Menurut Jipriandi dkk. (2017) bahwa nilai pH yang berada dalam ambang batas baku mutu merupakan faktor penunjang kehidupan bagi makhluk biotik di perairan, termasuk terumbu karang. Hasil pengukuran pH menunjukan adanya peningkatan pada t2 dan stabil pada t3-t5 dengan laju pertumbuhan *Acropora* spp. transplantasi yang terus mengalami peningkatan dari t1-t5. Hal ini menunjukan bahwa kadar PH perairan tidak memberikan pengaruh besar terhadap laju pertumbuhan *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo pada kedalaman 6 m dan 8 m.

4.1.7 DO

Hasil pengukuran DO yang dilakukan di lokasi penelitian menunjukan nilai rata-rata sebesar 5,6 ± 0,11 mg/l pada kedalaman 6 m dan sebesar 5,4 ± 0,11 mg/l pada kedalaman 8 m. DO yang didapatkan tergolong dalam kategori sesuai bagi kehidupan karang berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang dengan nilai DO diatas 5 mg/l sebagai 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

penunjang kehidupan bawah laut terutama terumbu karang. Fluktuasi nilai DO selama masa penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.7.



	t1	t2	t3	t4	t5
DO. 6m	05	5,6	5,6	5,6	5,7
DO. 8m	05	5,5	5,6	5,3	5,4
Pert. 6m	0	0,21	0,35	0,69	0,87
Pert. 8m	0	0,17	0,315	0,665	0,72

Gambar 4.7 Fluktuasi DO Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 2019)

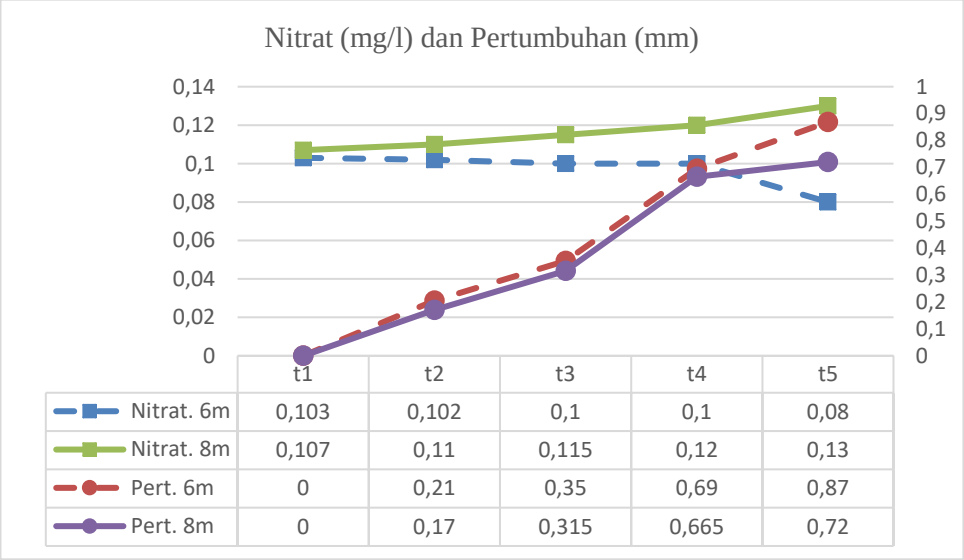
DO merupakan faktor yang berperan penting terhadap berjalanya proses kimia ataupun biologi di perairan (Joni dkk, 2015). Selain itu, menurut Jipriandi dkk. (2017) DO merupakan faktor yang dibutuhkan terumbu karang dalam proses metabolisme dan berkembang biak. Konsentrasi DO yang menurun akan menyebabkan peningkatan toksisitas dari suatu bahan pencemar di perairan sehingga menyebabkan dampak buruk bagi kelangsungan hidup karang dengan mengganggu pertumbuhan ataupun mematikan karang. Berdasarkan hasil pengukuran DO di lapangan menunjukan kondisi stabil dari t2-t4 pada kedalaman 6 m dengan laju pertumbuhan yang semakin meningkat di setiap pengamatan. Kadar DO juga mengalami penurunan pada t4 dan t5 di kedalaman 8 m namun disertai laju pertumbuhan yang semakin cepat pada t4 dan t5. Hal ini menunjukan bahwa kadar DO perairan tidak memberikan pengaruh besar terhadap laju pertumbuhan *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo.

4.1.8 Nitrat

Pengukuran kandungan nitrat perairan di lokasi penelitian menunjukan bahwa pada kedalaman 6 m kandungan nitrat rata-rata sebesar

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

0,097 ± 0,01 mg/l, dan lebih tinggi pada kedalaman 8 m yaitu sebesar 0.116 ± 0,01 mg/l. Nitrat yang terukur di kedua kedalaman termasuk dalam kategori melebihi batas berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang dengan nilai maksimal sebesar 0.008 mg/l, namun menurut Effendi (2003) kandungan nitrat tersebut berada dalam batas toleransi perairan yaitu 0,2 mg/l sehingga masih mendukung terhadap pertumbuhan karang. Fluktuasi kandungan nitrat di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.8.



	t1	t2	t3	t4	t5
Nitrat. 6m	0,103	0,102	0,1	0,1	0,08
Nitrat. 8m	0,107	0,11	0,115	0,12	0,13
Pert. 6m	0	0,21	0,35	0,69	0,87
Pert. 8m	0	0,17	0,315	0,665	0,72

Gambar 4.8 Fluktuasi nitrat Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 2019)

Kandungan nitrat yang lebih tinggi pada kedalaman 8 m diduga disebabkan adanya penggunaan nitrat untuk proses fotosintesis oleh fitoplankton pada kedalaman 6 m, sehingga tingkat konsumsi terhadap nitrat menjadi lebih tinggi (Wulandari, 2009). Selain aktivitas fitoplankton, kandungan nitrat lebih tinggi di kedalaman 8 m yang berada dekat dasar perairan dipengaruhi oleh adanya produksi nitrat oleh sedimen dari biodegradasi bahan organik menjadi ammonia dan teroksidasi menjadi nitrat (Patty, 2015). Kadar nitrat lebih tinggi pada kedalaman 8 m sesuai berdasarkan Hutagulung dan Rozak (1997) yang menyatakan bahwa kadar nitrat akan meningkat jika kedalaman bertambah (sebaran vertikal) dan akan menurun jika menjauhi pantai (sebaran horizontal).

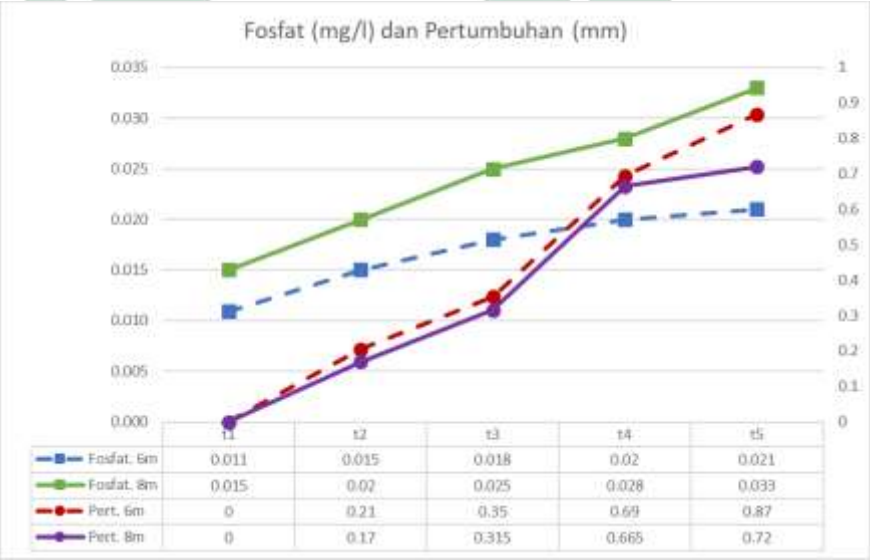
Nitrat merupakan salah satu nutrien yang dibutuhkan oleh terumbu karang dan dapat mempengaruhi laju pertumbuhannya, namun hanya

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

dibutuhkan dalam jumlah sedikit yaitu kurang dari 0.2 mg/l. Kandungan nitrat perairan >= 0.2 mg/l sangat berpotensi untuk terjadinya eutrofikasi (Effendi, 2003). Berdasarkan hasil pengukuran menunjukan semakin cepatnya laju pertumbuhan berbanding lurus dengan meningkatnya kandungan nitrat di kedalaman 8 m dan berbanding terbalik pada kedalaman 6 m. Hal ini menunjukan bahwa nitrat tidak memiliki pengaruh besar terhadap laju pertumbuhan *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo.

4.1.9 Fosfat

Hasil pengukuran kandungan fosfat lokasi penelitian menunjukan hasil berbeda di kedua kedalaman. Kandungan fosfat rata-rata pada kedalaman 6 m sebesar 0,017 ± 0,004 mg/l dan sebesar 0,024 ± 0,007 mg/l pada kedalaman 8 meter. Kandungan fosfat terukur melebihi batas maksimal berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang dengan nilai maksimal sebesar 0.015 mg/l, namun menurut Patty (2015) kandungan fosfat terukur berada dalam batas toleransi perairan yaitu < 0,087 mg/l sehingga masih mendukung terhadap laju pertumbuhan karang. Fluktuasi kandungan fosfat di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Fluktuasi fosfat Perairan Paiton (Hasil Penelitian, 2019)

Kandungan fosfat yang lebih rendah pada kedalaman 6 m kemungkinan disebabkan akibat penggunaan fosfat untuk proses fotosintesis

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

oleh fitoplankton di perairan lebih dangkal (Muchtar dan Simanjuntak, 2008). Hal ini sesuai dengan pernyataan Nontji (2008) bahwa kandungan nutrien akan memiliki nilai lebih rendah pada lokasi dengan kelimpahan fitoplankton yang tinggi. Tinggiya kandungan fosfat pada kedalaman 8 m yang berada di dekat dasar perairan disebabkan tingginya unsur zat hara baik berasal dari dekomposisi sedimen, ataupun dekomposisi senyawa organik flora fauna (Patty, 2015).

Fosfat sebagai sumber nutrien memiliki peran penting bagi ekosistem perairan terutama terumbu karang. Peran tersebut berkaitan dengan kebutuhan terumbu karang terhadap nutrien dalam proses metabolisme yang menghasilkan kalsium karbonat (Effendi, 2003). Hasil pengukuran laju pertumbuhan menunjukan perbandingan linear antara fosfat dan laju pertumbuhan baik pada kedalaman 6 m ataupun kedalaman 8 m. Hasil ini menunjukan bahwa kandungan fosfat memiliki pengaruh besar terhadap laju pertumbuhan *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo.

4.2 Pengaruh Sedimentasi terhadap Pertumbuhan dan Mortalitas *Acropora* spp. Transplantasi

Sedimentasi di perairan dengan struktur ekosistem terumbu karang memiliki pengaruh yang lebih besar karena mempengaruhi penurunan laju pertumbuhan karang dan peningkatan indeks mortalitas. Dampak sedimentasi terhadap karang dapat dipengaruhi oleh ukuran butiran dan laju sedimentasi (Tomascik dkk., 1997).

4.2.1 Analisa Butir Sedimen

Analisis butir sedimen dilakukan dengan mengambil sedimen yang terperangkap dalam *sediment trap* untuk dilakukan pencucian dan pengeringan dengan cara pengovenan. Proses pengovenan akan dilanjutkan dengan melakukan analisa butiran sedimen menggunakan *sieve shaker* berdasarkan Skala Wentworth (Wbisono, 2005). Berdasarkan hasil analisa butir sedimen yang dilakukan, diperoleh komposisi butiran sedimen 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

tidak jauh berbeda antara kedalaman 6 m dan kedalaman 8 m. Berat sedimen yang terperangkap pada kedalaman 6 m sebesar 44,5 gr dengan komposisi ditunjukan pada Tabel 4.4, sedangkan jumlah sedimen lebih besar terdapat pada kedalaman 8 m yaitu sebesar 121,5 gr dengan komposisi sedimen sebagaimana pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Klasifikasi butir sedimen pada kedalaman 6 m (Hasil Penelitian, 2019)

Klasifikasi Butir Sedimen			
Kedalaman 6 meter			**Kategori**
Size (µm)	**Berat**	**Persen**	
Pan	4,5	10,1%	medium silt (MSi)
53	15	33,7%	coarse silt (CSi)
106	14	31,5%	very fine sand (VFS)
212	5	11,2%	fine sand (FS)
425	3	6,7%	medium sand (MS)
850	3	6,7%	coarse sand (CS)
Total	**44,5**	**100%**	

Tabel 4.5 Klasifikasi butir sedimen pada kedalaman 8 m (Hasil Penelitian, 2019)

Klasifikasi Butir Sedimen			
Kedalaman 8 meter			**Kategori**
Size (µm)	**berat**	**Persen**	
Pan	3,3	2,7%	medium silt (MSi)
53	44	36,2%	coarse silt (CSi)
106	40	32,9%	very fine sand (VFS)
212	24	19,8%	fine sand (FS)
425	8	6,6%	medium sand (MS)
850	2	1,6%	coarse sand (CS)
1700	0,2	0,2%	veri coarse sand VCS)
Total	**121,5**	**100%**	

Jumlah sedimen lebih besar pada kedalaman 8 m disebabkan lokasi transplantasi yang berada di dekat dasar perairan sehingga lebih rentan terhadap penutupan sedimen. Sedimen yang terperangkap dalam *sedimen*

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

trap di kedua kedalaman didominasi oleh kelas lumpur kasar dengan ukuran fraksi sangat kecil yaitu antara 31,25-62,5 µm sehingga mudah terbawa oleh arus. Hal ini disebabkan arus di lokasi penelitian tergolong arus lemah sehingga tidak mampu memindahkan sedimen dengan fraksi yang lebih besar (Daruwedho dkk., 2016). Berdasarkan pernyataan Partini (2009) bahwa sedimen dengan ukuran fraksi kecil merupakan sedimen terbanyak yang dapat ditransportasikan oleh arus dibandingkan dengan sedimen dengan fraksi kasar.

4.2.2 Laju Sedimentasi

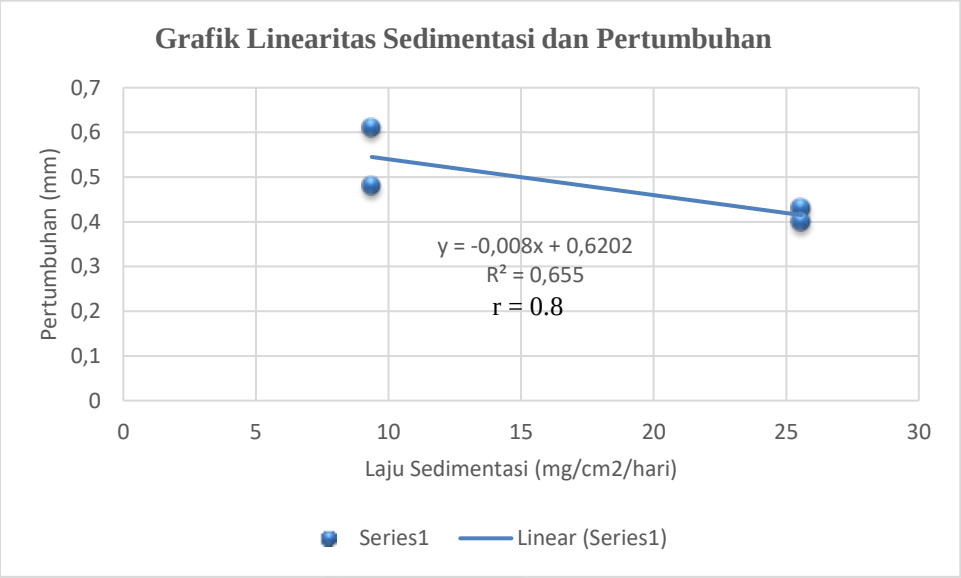
Laju sedimentasi merupakan proses pengendapan sedimen yang disebabkan oleh sifat mekanis perairan. Sedimentasi pada ekosistem terumbu karang memberikan dampak negatif terhadap kehidupan dan pertumbuhan karang melalui proses *shading* dan *covering* (Partini, 2009). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, laju sedimentasi di lokasi penelitian sebesar 9,37 mg/cm^2/hari pada kedalaman 6 m dan sebesar 25,57 mg/cm^2/hari pada kedalaman 8 m. Perbedaan laju sedimentasi di kedua kedalaman disebabkan oleh berbagai hal diantaranya adalah jarak antara transplantasi dengan dasar perairan. Transplantasi pada kedalaman 8 m memiliki jarak yang lebih dekat dengan dasar perairan sehingga lebih beresiko terhadap adanya sedimentasi di karang transplantasi. Faktor lain yang mempengaruhi perbedaan sedimentasi ini adalah arus sebagai media transport sedimen.

Kondisi arus lebih kecil pada kedalaman 8 m menyebabkan sedimen lebih mudah mengendap di fragmen karang transplantasi. Hal ini berkaitan dengan fungsi arus dalam proses purikasi air dan *sedimen rejection.* Arus di kedua kedalaman yang termasuk dalam kategori arus lemah menyebabkan sedimentasi tidak mencapai kedalaman 6 m sehingga laju sedimentasi lebih besar pada kedalaman 8 m. Hal lain yang berpengaruh terhadap laju sedimentasi adalah jenis sedimen berkaitan dengan besar volume, ukuran butiran, dan juga tingkat porositas dari sedimen (Hubbard, 1997)

Berdasarkan kategori dampak sedimentasi terhadap terumbu karang oleh Pastorok dan Bilyard (1985) pada Tabel 2.2 mengkategorikan laju

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

sedimentasi di kedalaman 6 m termasuk dalam kategori ringan-sedang dengan rentang 1-10 mg/cm^2/hari, sedangkan pada kedalaman 8 m laju sedimentasi yang terjadi termasuk dalam kategori sedang-bahaya dengan rentang 10-50 mg/cm^2/hari. Transplantasi pada kedalaman 8 m menunjukan adanya kematian fragmen yang diduga disebabkan tingginya tingkat cekaman sedimentasi perairan. Sedimen di perairan merupakan faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan dan juga kelangsungan hidup terumbu karang. Keterkaitan antara laju sedimentasi terhadap pertumbuhan dan mortalitas *Acropora* spp. yang ditransplantasikan dapat diketahui dengan melakukan uji korelasi dengan regresi linear. Hasil uji regresi linear antara laju sedimentasi terhadap laju pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 4.10.

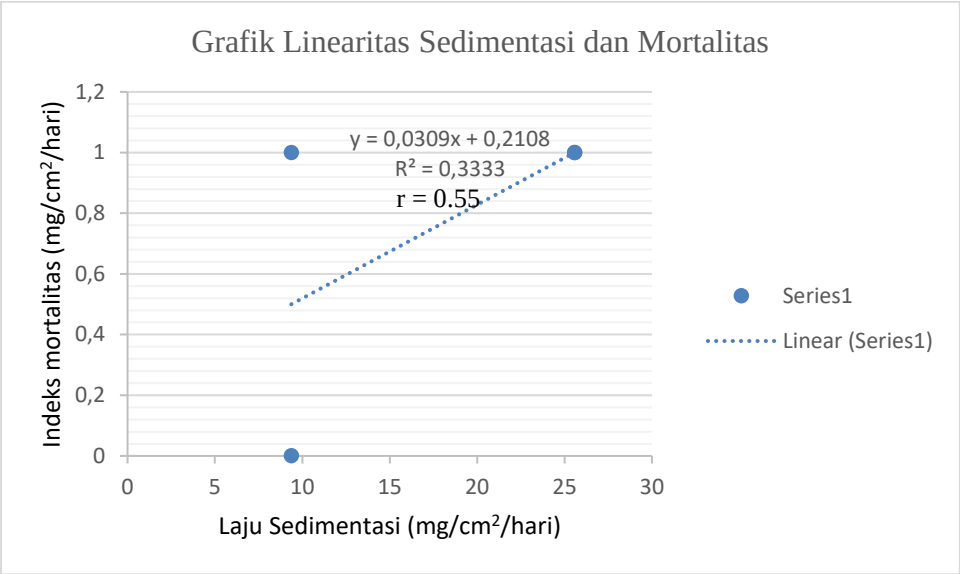


Gambar 4.10 Grafik linearitas sedimentasi dan pertumbuhan (Hasil Penelitian, 2019)

Laju sedimentasi terukur merupakan laju sedimentasi total di akhir penelitian pada setiap kedalaman, dan laju pertumbuhan yang dikorelasikan merupakan laju pertumbuhan rata-rata di setiap kedalaman. Gambar 4.10 menunjukan trendline dengan grafik penurunan yang berarti bahwa variabel bebas (laju sedimentasi) memiliki dampak negatif terhadap variabel terikat (laju pertumbuhan). Semakin meningkatnya laju sedimentasi maka akan menyebabkan penurunan laju pertumbuhan karang. Nilai r merupakan koefisien korelasi menunjukan nilai sebesar 0.8 yang berarti bahwa terdapat hubungan kuat antara laju sedimentasi terhadap laju pertumbuhan *Acropora*

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

spp. transplantasi di Perairan Paiton Probolinggo (Suyitno dan Heriawati, 2015). Laju sedimentasi di perairan juga berpengaruh terhadap indeks mortalitas karang transplantasi. Uji regresi linear antara laju sedimentasi terhadap indeks mortalitas dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Grafik linearitas sedimentasi dan mortalitas (Hasil Penelitian, 2019)

Gambar 4.11 menunjukan bahwa laju sedimentasi memiliki hubungan searah terhadap indeks mortalitas *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo. Nilai r menunjukan hasil sebesar 0.55 sehingga dapat diartikan bahwa laju sedimentasi memiliki pengaruh sedang terhadap indeks mortalitas (Sugiyono, 2005). Hubungan searah yang terjadi berarti bahwa jika laju sedimentasi semakin meningkat akan menyebabkan peningkatan pada indeks mortalitas karang transplantasi. Menurut Suyitno dan Heriawati (2015) jika nilai koefisien korelasi mendekati nilai 1 menunjukan pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat semakin besar dan sebaliknya jika koefisien korelasi mendekati nilai 0 maka pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat menjadi semakin kecil dan semakin terbatas pula kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan kuantitas sedimen akan memiliki dampak yang berbeda terhadap laju pertumbuhan dengan korelasi kuat dan indeks mortalitas karang dengan korelasi sedang. Hal ini sesuai pernyataan Tomascik dkk. (1997) bahwa semakin tingginya sedimentasi di ekosistem

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

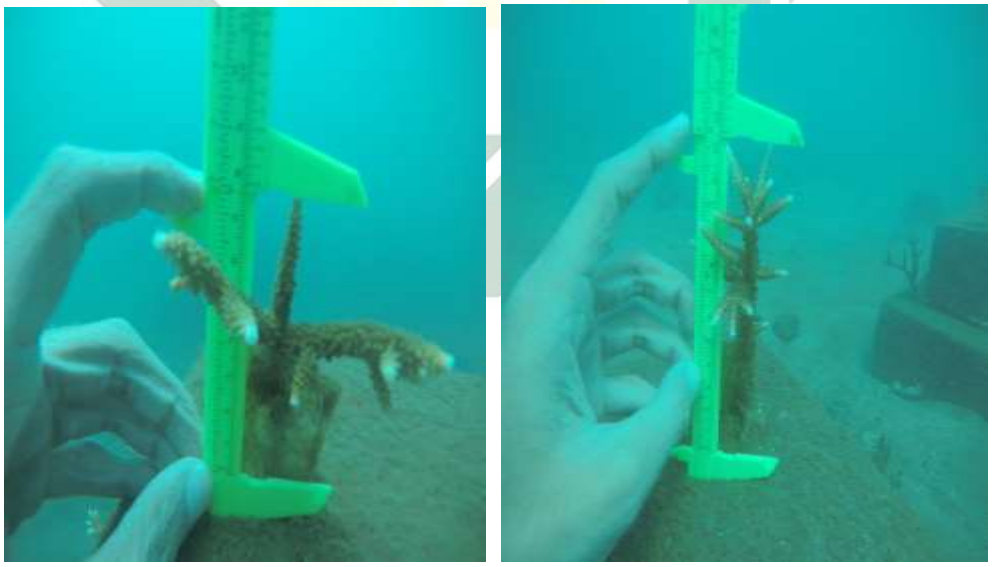
karang akan mereduksi laju pertumbuhan dan meningkatkan tingkat kematian dari ekosistem terumbu karang.

4.3 Pertumbuhan dan Mortalitas *Acropora* spp. Transplantasi

Kegiatan transplantasi merupakan upaya pemulihan kondisi terumbu karang di suatu wilayah yang dipengaruhi oleh berbagai faktor dalam kehidupannya. Instrumen yang digunakan untuk mengetahui tingkat kesuksesan dari kegiatan transplantasi salah satunya dengan mengetahui laju pertumbuhan dan tingkat kematian karang (mortalitas) dari fragmen karang yang ditransplantasikan.

4.3.1 Laju Pertumbuhan *Acropora* spp.

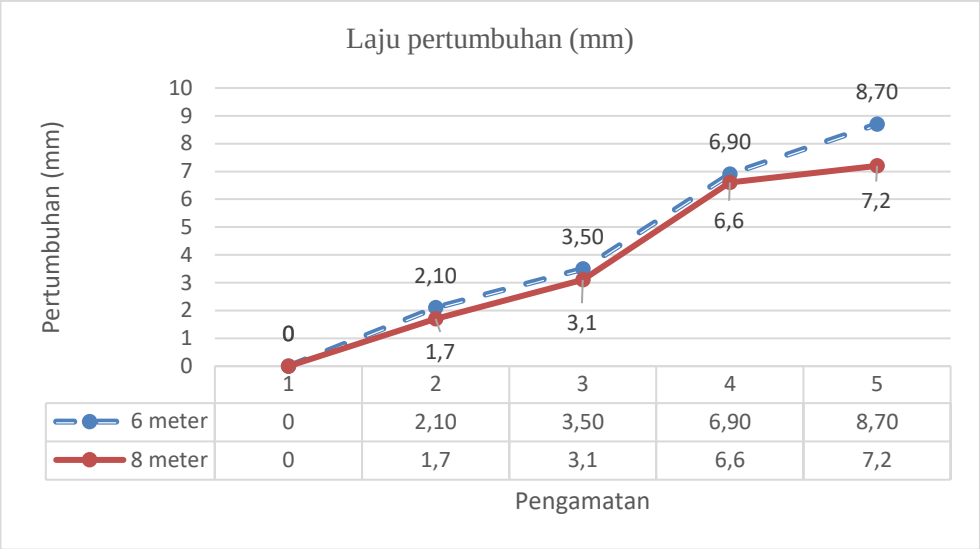
Pengukuran laju pertumbuhan karang dilakukan secara langsung pada kedalaman 6 m dan 8 m menggunakan peralatan SCUBA. Pengukuran pertumbuhan panjang yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 4.12 a dan b dengan hasil pengukuran laju pertumbuhan selama masa penelitian pada Gambar 4.13.



(a) ` (b)

Gambar 4.12 a. Pengukuran kedalaman 6 m; b. Pengukuran kedalaman 8 m (Dokumentasi Penelitian, 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



Gambar 4.13 Laju pertumbuhan karang transplantasi

Gambar 4.13 menunjukaan grafik laju pertumbuhan rata-rata dari setiap pengamatan tanpa membedakan jenis karang yang ditransplantasikan. Laju pertumbuhan terus mengalami peningkatan dari t1 (pengamatan awal) sampai t5 (pengamatan akhir) dengan interval tiap pengamatan 2 minggu. Laju pertumbuhan pada kedalaman 6 m menunjukan hasil yang lebih cepat dibandingkan dengan laju pertumbuhan di kedalaman 8 m disetiap pengamatan. Transplantasi yang dilakukan pada jenis yang berbeda juga menunjukan laju pertumbuhan yang berbeda seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pengukuran laju pertumbuhan mingguan (Hasil Penelitian, 2019)

Laju Pertumbuhan (mingguan)				
Kedalaman	**Modul**	**Spesies**	**Pertumbuhan (mm/minggu)**	**Rata-rata**
6 meter	1	*Acropora formosa*	1,8	2,15
		Acropora intermedia	2,8	
	2	*Acropora formosa*	2,6	3,1
		Acropora intermedia	3,4	
8 meter	3	*Acropora formosa*	2,0	2,0
		Acropora intermedia	2,8	
	4	*Acropora formosa*	2,0	
		Acropora intermedia	2,6	2,4
	5	*Acropora formosa*	1,9	
		Acropora intermedia	2,0	

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan laju pertumbuhan mingguan antara spesies *Acropora formosa* dan *Acropora*

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

intermedia. Laju pertumbuhan pada kedalaman 6 m sebesar 3,1 mm/minggu untuk *Acropora intermedia* dan sebesar 2,15 mm/minggu untuk *Acropora formosa*. Laju pertumbuhan pada kedalaman 8 m menunjukan hasil yang sama dimana *Acropora intermedia* tumbuh lebih cepat sebesar 2,4 mm/minggu dibandingkan *Acropora formosa* dengan laju pertumbuhan sebesar 2,0 mm/minggu. Laju pertumbuhan yang berbeda pada variasi kedalaman dan spesies ini disebabkan oleh berbagai hal, baik faktor internal maupun faktor eksternal.

Faktor internal yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan diduga adalah ukuran fragmen. Ukuran fragmen karang akan mempengaruhi tingkat adaptasi dan stress karang terhadap kondisi lingkungan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kambey (2013) bahwa ukuran fragmen karang yang kecil memiliki laju pertumbuhan lebih lambat dikarenakan penggunaan energi untuk memproduksi mucus ataupun pembentukan koloni. Laju pertumbuhan yang lebih cepat pada *Acropora intermedia* diduga karena *Acropora intermedia* memiliki percabangan lebih banyak dengan ujung cabang selalu membentuk percabangan sehingga memiliki lebih banyak *zooxhantellae* (Suharsono, 2008). Jumlah *zooxhantellae* yang lebih banyak pada karang akan mempercepat laju fotosintesis dan menghasilkan kalsium karbonat lebih banyak dalam menunjang laju pertumbuhan (Effendi dan Ainurrahim, 2013).

4.3.2 Indeks Mortalitas *Acropora* spp.

Kesuksesan suatu kegiatan transplantasi selain ditinjau melalui laju pertumbuhan juga dapat ditinjau melalui indeks mortalitas yang merupakan instrumen pengukur tingkat kematian karang (Partini, 2009). Indeks ini dapat menunjukan besarnya resiko perubahan karang hidup menjadi karang mati atau patahan karang. Nilai indeks mortalitas pada dua spesies di kedua kedalaman dapat dilihat pada Tabel 4.7.

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 4.7 Indeks mortalitas pada kedalaman 6 m dan 8 m (Hasil Penelitian, 2019)

Jenis Karang	Indeks Mortalitas	Karang hidup	%	Karang mati	%	Kedalaman
A. formosa	0,1	9	90%	1	10%	6 meter
A. intermedia	0	10	100%	0	0%	
	0,05	Mortalitas rata-rata				
A. formosa	0	10	100%	0	0%	8 meter
A. intermedia	0,2	8	80%	2	20%	
	0,1	Mortalitas rata-rata				

Nilai indeks mortalitas dihitung dari 20 fragmen karang di setiap kedalaman selama 3 bulan masa penelitian. Berdasarkan Tabel 4.7 dapat dilihat bahwa indeks mortalitas pada kedalaman 8 m memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi yaitu sebesar 0,1 jika dibandingkan dengan kedalaman 6 m sebesar 0,05. Kedalaman 8 m terdapat 1 fragmen yang mengalami patahan dan 1 fragmen mengalami kematian menjadi *death coral algae* (DCA) (Gambar 4.14 a). Hasil ini diduga disebabkan tingkat laju sedimentasi yang termasuk kategori sedang-bahaya pada kedalaman 8 m sehingga mengurangi kelimpahan karang. Indeks mortalitas pada kedalaman 6 m didapatkan dari 1 fragmen yang mengalami kematian menjadi patahan (Gambar 4.14 b). Berdasarkan Partini (2009) nilai indeks mortalitas di kedalaman 6 m dan 8 m tergolong kecil dengan nilai indeks mendekati 0. Hal ini menunjukan tidak adanya perubahan yang berati dari karang hidup menjadi karang mati selama masa penelitian.

a. b.

Gambar 4.14 a. *Death Coral Algae*; b. Karang Patah (Dokumentasi Penelitian, 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

Terjadinya kematian fragmen karang yang disebabkan sedimentasi pada kedalaman 8 m menunjukan bahwa sedimen dapat mematikan karang. Kematian karang akibat sedimentasi terjadi melalui dua mekanisme sebagai berikut (Partini, 2009):

- Berkurangnya intensitas cahaya yang mencapai terumbu karang akibat terhalang oleh sedimen. Intensitas cahaya yang menurun menyebabkan densitas *zooxhantelae* sebagai alga simbion karang akan berkurang dan jika terjadi dalam waktu lama akan menyebabkan *zooxhantellae* meninggalkan karang dan menyebabkan kematian pada karang.
- Rusaknya jaringan karang yang diikuti oleh kematian karang akibat tertutupnya permukaan karang oleh sedimen.

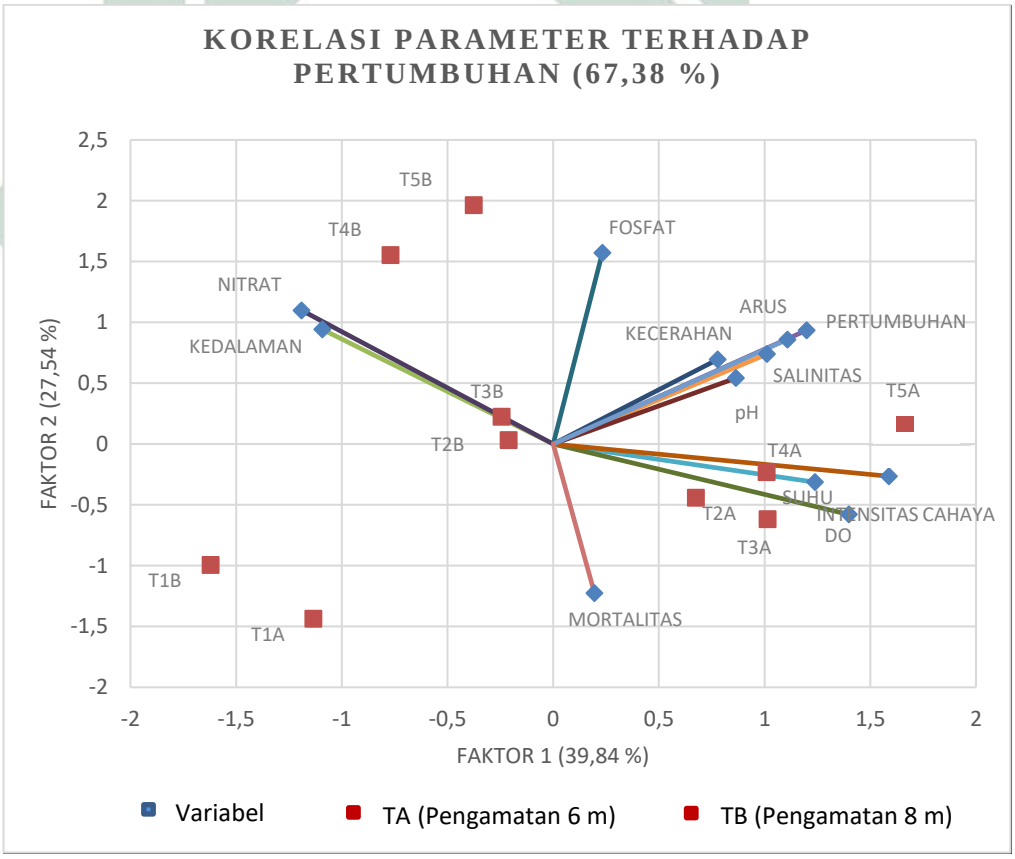
4.3 Analisis Komponen Utama

Analisis komponen utama atau *Principal Conponent Analysis* (PCA) merupakan metode analisis statistik yang dapat digunakan terhadap segala bentuk data penelitian dan dapat mengatasi masalah pelanggaran asumsi klasik dengan menghasilkan variabel bebas baru. Komponen yang digunakan dalam analisis PCA pada penelitian ini mencakup faktor oseanografi meliputi suhu, kecerahan, arus, intensitas cahaya, kedalaman, salinitas, pH, DO, serta kandungan nitrat dan fosfat. Komponen lain yang digunakan adalah laju pertumbuhan dan indeks mortalitas dari ekosistem karang. Hasil pengolahan data menggunakan PCA berupa matriks tabel dan grafik korelasi yang menunjukan hubungan antar variabel baik berupa korelasi positif maupun korelasi negatif. Hasil pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan 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

Tabel 4.8 Korelasi Spearman (Hasil Penelitian, 2019)

Variabel	Pertumbuhan	Mortalitas
Kedalaman	-0,244	-0.258
Pertumbuhan	1	-0.225
Suhu	0,165	0.113
Salinitas	0,853	-0.181
Kecerahan	0,571	-0.048
Ph	0,220	-0.306
Do	0,358	0.454
Nitrat	-0,231	-0.541
Fosfat	0,671	-0.441
Intensitas cahaya	0,588	0.247
Arus	0,673	-0.449
Mortalitas	-0,225	1



Gambar 4.15 Biplot parameter lingkungan dan karang (Hasil Penelitian, 2019)

Berdasarkan Tabel 4.8 terlihat bahwa terdapat korelasi positif dan korelasi negatif antara berbagai faktor terhadap variabel pertumbuhan karang. Korelasi negatif terdapat pada faktor kedalaman, nitrat dan mortalitas dengan koefisien korelasi kurang dari 0.5. Nilai tersebut berarti bahwa tidak ada

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

pengaruh yang berarti antara kedalaman, nitrat dan mortalitas terhadap laju pertumbuhan dengan hubungan korelasi terbalik yaitu semakin tinggi faktor tersebut akan menurunkan laju pertumbuhan. Nitrat merupakan nutrisi yang dibutuhkan karang untuk proses metabolisme, sehingga dengan jumlah nitrat semakin menurun dari t1-t5 menunjukan bahwa konsumsi nitrat semakin meningkat oleh karang dengan semakin tingginya laju pertumbuhan dari t1-t5. Gambar 4.13 juga menunjukan grafik yang berjauhan amtara faktor kedalamam, nitrat dan mortalitas terhadap pertumbuhan dengan korelasi negatif (>90^0).

Keterkaitan faktor terhadap indeks mortalitas juga ditunjukan oleh Tabel 4.8. Korelasi negatif ditunjukan oleh faktor kedalaman, pertumbuhan, salinitas, kecerahan, pH, fosfat, dan arus dengan koefisien korelasi kurang dari 0,5 yang berarti bahwa keeratan hubungan yang terjadi lemah. Faktor dengan hubungan korelasi negatif kuat hanya ditunjukan oleh nitrat dengan koefisien korelasi >0.5 yang berarti bahwa semakin tinggi nilai nitrat akan menyebabkan indeks mortalitas menjadi kecil. Hal ini berkaitan dengan fungsi nitrat sebagai nutrisi karang dalam proses fotosintesis, sehingga semakin tinggi nitrat (di bawah baku mutu) menjadikan laju fotosintesis meningkat dan resiko kematian menurun (Wulandari, 2009). Hubungan yang saling berkebalikan juga diperkuat oleh Gambar 4.13 yang menunjukan grafik berjauhan antara faktor tersebut dengan indeks mortalitas dengan derajat hubungan melebihi 90^0.

Korelasi positif juga ditunjukan pada Tabel 4.8 dan Gambar 4.13. Korelasi positif ditunjukan oleh faktor suhu, pH, DO terhadap laju pertumbuhan dengan koefisien korelasi < 0.5 yang menunjukan hubungan korelasi lemah antara faktor tersebut terhadap pertumbuhan. Hubungan korelasi kuat searah ditunjukan oleh faktor salinitas, kecerahan, fosfat, intensitas cahaya dan arus dengan koefisien korelasi >0.5 yang berarti bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh kuat terhadap laju pertumbuhan. Gambar 4.13 menunjukan kedekatan antara faktor berkorelasi positif terhadap laju pertumbuhan dengan derajat hubungan kurang dari 90^0. Faktor dengan korelasi positif juga ditunjukan oleh suhu, DO, dan intensitas cahaya terhadap

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

mortalitas dengan koefisien korelasi < 0.5 yang berarti bahwa ketiga faktor tersebut tidak memberikan pengaruh besar terhadap mortalitas. Hasil ini diperkuat oleh Gambar 4.13 yang menunjukan kedekatan grafik dengan derajat hubungan kurang dari 90^0. Menurut Kinasih dkk. (2018) nilai koefisien korelasi yang mendekati nol (<0,5) baik positif maupun negatif tidak dapat memberikan pengaruh besar bagi variabel terikat. Suatu korelasi dengan nilai positif mendekati satu menunjukan bahwa terjadi hubungan berbanding lurus, sedangkan korelasi dengan nilai mendekati negatif satu menunjukan bahwa terjadi hubungan berbanding terbalik yang terjadi antar variabel.

Gambar 4.13 merupakan biplot gabungan antara *score* plot dan *loading* plot yang menunjukkan keterkaitan antara stasiun dengan variabel dengan nilai eigen sebesar 67,38%. Nilai ini sudah memenuhi syarat minimum untuk menentukan banyaknya komponen yang diambil yaitu 60% (Supriyanto, 2004). Menurut Maqbool dkk. (2016) bahwa Faktor 1 dan Faktor 2 merupakan faktor yang dapat menggambarkan variabilitas tertinggi. Kuadran 1 menunjukan terdapat T5A yang memiliki karakteristik spesifik terhadap pH, arus, salinitas, pertumbuhan, kecerahan, dan fosfat. Hasil ini sesuai dengan data penelitian yang sudah dilakukan di lapangan bahwa laju pertumbuhan berada pada kondisi tercepat sehingga spesifik pada T5A.

Kuadran 2 menunjukkan T5B, T4B, T3B dan T2B memiliki karakteristik spesifik terhadap variabel nitrat dan kedalaman. Hal ini berarti bahwa pada T5B, T4B, T3B dan T2B variabel kedalaman dan nitat mendominasi dibandingkan dengan variabel lain. Hal ini juga dibuktikan dengan hasil penelitian yang menunjukan bahwa nitrat dan kedalaman memiliki nilai tinggi pada T5B, T4B, T3B dan T2B dibandingkan dengan stasiun lainnya. Kedua variabel ini menunjukan korelasi negatif terhadap pertumbuhan karang yang mana jika kedalaman bertambah maka laju pertumbuhan akan menurun, sedangkan pada nitrat, korelasi negatif disebabkan penggunaan nitrat oleh karang dalam proses metabolisme sehingga nilai nitrat akan menurun seiring bertambahnya panjang karang yang menyebabkan meningkatnya daya konsumtif terhadap nitrat.

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

Kuadran 3 menunjukan T1A dan T1B tidak memiliki karakteristik spesifik terhadap variabel tertentu. Selanjutnya pada kuadran 4 menunjukan T2A, T3A, dan T4A memiliki karakteristik spesifik terhadap suhu, DO, intensitas cahaya, dan mortalitas. Hal ini dibuktikan berdasarkan hasil penelitian bahwa titik tersebut memiliki nilai tertinggi pada suhu, DO, dan intensitas cahaya. Hal yang berbeda terdapat pada variabel mortalitas yang memiliki nilai negatif karena merupakan pengurangan dari karang hidup. Jika pada variabel bernilai positif, variabel spesifik dicirikan dengan nilai dominan, maka pada mortalitas variabel spesifik dicirikan dengan nilai kehilangan terendah. Hal ini dibuktikan bahwa pada T2A, T3A, dan T4A tidak terjadi kematian sehingga memiliki nilai mortalitas terendah. Keseluruhan hasil analisis PCA ini menunjukkan bahwa karakteristik fisika dan kimia mempengaruhi tingkat pertumbuhan dari fragmen karang yang ditransplantasikan 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. Kondisi faktor oseanografi di Perairan Paiton Probolinggo termasuk dalam kategori sesuai berdasarkan KepmenLH No. 51 Tahun 2004 Lampiran III untuk Karang dan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Kondisi ini menunjukan bahwa faktor oseanografi di lokasi penelitian mendukung terhadap pertumbuhan *Acropora* spp. yang ditransplantasikan di Perairan Paiton Probolinggo. Uji statistik menunjukan bahwa salinitas memiliki pengaruh dominan terhadap laju pertumbuhan dengan koefisien korelasi sebesar 0.8 berhubungan searah. Koefisien korelasi dengan hubungan negatif ditunjukan oleh kedalaman, nitrat dan mortalitas dengan nilai rata-rata sebesar -0.2.
2. Laju sedimentasi pada kedalaman 6 m termasuk dalam kategori ringan-sedang dengan laju sedimentasi sebesar 9.37 mg/cm^2/hari dan dikategorikan sedang-bahaya pada kedalaman 8 m dengan laju sedimentasi sebesar 25.57 mg/cm^2/hari. Uji regresi linear dilakukan antara laju sedimentasi terhadap laju pertumbuhan dan indeks mortalitas menunjukan koefisien korelasi sebesar 0.8 dan 0.55 yang berarti bahwa terdapat hubungan kuat antara kedua variabel.
3. Transplantasi yang dilakukan menunjukan hasil positif dengan laju pertumbuhan mingguan rata-rata pada kedalaman 6 m sebesar 3.1 ± 0.8 mm untuk *Acropora intermedia* dan sebesar 2.15 ± 0.7 mm untuk *Acropora formosa* dengan indeks mortalitas 0.05. Laju pertumbuhan rata-rata pada kedalaman 8 m sebesar 2.4 ± 0.9 cm untuk *Acropora intermedia* dan 2.0 ± 0.7 mm untuk *Acropora formosa* dengan indeks mortalitas 0,1.

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. Penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan pengambilan *sediment trap* secara berkala sesuai dengan interval pengukuran pertumbuhan karang pada setiap kedalaman untuk mengetahui laju sedimentasi setiap pengamatan.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan memiliki rentang waktu penelitian yang lebih lama sehingga diketahui secara pasti pengaruh faktor oseanografi dan laju sedimentasi terhadap pertumbuhan dan mortalitas *Acropora* spp. transplantasi.
3. Penggunaan jenis karang yang lebih banyak pada penelitian selanjutnya sehingga mengetahui laju pertumbuhan dan ketahanan masing-masing jenis terhadap cekaman lingkungan dan sedimentasi.

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

Arifin. Z. 2012. *Penelitian Pendidikan*. Bandung. Remaja Rosda Karya. Hal. 67-68.

Adriman, Arif P., Sugeng B., Ario D. 2013. *Pengaruh Sedimentasi terhadap Terumbu Karang di Kawasan Konservasi Laut Daerah Bintan Timur Kepulauan Riau.* Berkala Perikanan Terubuk. Vol. 41 (1): 90-101.

Bearman, G. 1999. *Waves, Tides, and Shallow Water Processes.* Open University. Waton Hall. Milton Keynes.

Burke L, Elisabeth S, Spalding M. 2002. *Terumbu Karang yang Terancam di Asia Tenggara.* Diterjemahkan dari Reef of Risk In South East Asia. World Resources Institute. Washington DC. USA.

Changsang H, Boonyate P, Charuchinda M. 1981. *Effect of Sedimentation from Coastal Mining on Coral Reef on the Northwestern Coas of Phucket Island, Thailand*. Proceeding 4th International Coral Reef Symposium. Manila. Vol 1 : 129 – 136. http://www.reefbase.org/references/refliterature.asp

Clark, R. B. 1992. *Marine Pollution*. Clarendon Press. Oxford London.

Connel D.W. dan Hawker DW. 1992. *Pollution in Tropical Aquatic System.* CRC Press. Inc. London.

Dahl, R. B. 1981. *Coral Reef Monitoring Handbook*. Soulth Pacific Commission Noumea. New Caledonia.

Daruwedho H., Bandi S., dan Fauzi J. A. 2016. *Analisis Pola Arus Laut Permukaan Perairan Indonesia dengan Menggunakan Satelit Altimetri Jason-2 Tahun 2010-2014*. Jurnal Geodesi Undip. Vol. 5 (2)

Davis AR Jr. 1991. *Oceanography. An Introduction to Marine Environment.* Wm. C. Brown Publishers. Iowa. USA.

Direktur konservasi dan keanekaragaman hayati laut. 2016. *Rencana Aksi Nasional Konservasi Karang 2017-2021*. Kementrian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Ditlev, H., 1980. *A Field Guide To The Building Corals of The Indo-Pasific*. Dr. W. Backnhuys Publication. Roterdams.

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

Dyer K.R. 1986. *Coastal and Estuaries Sediment Dynamics.* New York: John Wiley dan Sons Ltd.

Edward dan Taringan, M.S. 2003. *Pengaruh Musim terhadap Fluktuasi Kandungan Fosfat dan Nitrat di Laut Banda*. Makara Sains. Vol. 7(2): 82-89.

Effendi, F.W. dan Aunurohim. 2012. Densitas Zooxanthellae dan Pertumbuhan Karang *Acropora formosa* dan *Acropora nobilis* di Perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton, Probolinggo, Jawa Timur.

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

English S., Wilkinson, Baker V. 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources.* Ed. Ke-2. Australia Institute of Marine Science.

Fachrurrozie A., Nufti P. P., dan Riani W. 2012. *Pengaruh Perbedaan Intensitas Cahaya terhadap Kelimpahan Zooxanthellae pada Karang Bercabang (Marga: Acropora) di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.* Jurnal Akuatika. Vol. 3(2): 115-124.

Fadli, Nur. 2008. *Tingkat Kelangsungan Hidup Fragmen Karang Acropora formosa yang Ditransplantasikan pada Media Buatan yang Terbuat dari Pecahan Karang (Rubble).* Berita Biologi. Vol. 9 (3).

Friedman G.M. dan Sanders J.E. 1978. *Principles of Sedimentology.* John Wiley and Sons. New York. Hlm 108-109.

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

Guntur, Abu Bakar S., dan A. A. Jaziri. 2018. *Rehabilitasi Terumbu Karang.* Malang. UB Press. Hlm 69-70.

Haerul. 2013. *Analisis Keragaman dan Kondisi Terumbu Karang di Pulau Pulau Sarappolompo Kabupaten Pangkep*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Hubbard, D.K. 1997. *Reef as Dynamic System.* Edited by Charles Brikeland. Life and Death of Coral Reef. Champman and Hall. USA. P. 43 – 67.

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

Hutagulung, H.P. dan Rozak, A. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota.* Buku 2. Pisat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi LIPI, Jakarta.

Hutomo M. dan Mudjiono. 1990. *Coastal Habitat of Tanjung Jati Jepara with Emphasis on the Effect of Sedimentation on the Coral Reef Community*. Jakarta. Proceeding 1th ASEAN Symposium on Southeast Asian Marine Science and Environmental Protection. Regional Seas. United Nation Environment Programm. Hlm 83 – 103.

Joni, Irawan H., dan Arief P. 2015. *Laju Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang Acropora formosa Hasil Transplantasi pada Kedalaman Berbeda.* http://reaearchgate.net/publication/313396342.

Ismail. 2010. *Kajian Kepadatan Zooxanthellae di dalam Jaringan Polip Karang pada Tingkat Eutrofikasi yang Berbeda di Kepulauan Spermonde Kota Makassar Provinsi Suawesi Selatan*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Jipriandi, Arief P., dan Henky I. 2017. *Pertumbuhan Karang Acropora formosa dengan Teknik Transplantasi pada Ukuran Fragmen yang Berbeda.* http://reaearchgate.net/publication/322055700.

Kaleka D.M.W. 2004. *Transplantasi Karang Batu Marga Acropora Pada Substrat Buatan di Perairan Tablolong Kabupaten Kupang*. Makalah Falsafah Sains (PPS 702), Program S3 IPB. 8 hal.

Kambey, A. D. 2013. *The Growth of Hard Coral (Acropora sp.) Transplants in Coral Reef of Malalayang Waters, North Sulawesi, Indonesia*. Jurnal Ilmiah Platax.

KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004. 18 April 2019. Baku Mutu Air Laut untuk Air Laut. Jakarta.

Khasanah, R. I. dkk. 2018. *Monitoring Report Triwulan II (April – Juni).* Program Transplantasi Terumbu Karang. Probolinggo.

Kinasih, A.G., Rizqi A. P., dan Misbakhul M. 2018. *Studi Hubungan Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Makrobenthos dengan*

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

Kualitas Perairan di Rumah Mangrove Wonorejo, Surabaya. Proseding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV.

Kordi, K.M. Ghufron H. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang: Potensi, Fungsi, dan Pengelolaan.* Cetakan Pertama. P.T. Rineka Cipta. Jakarta.

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

Maqbool, M. A., Muhammad A., dan Hina Ali. 2016. *Evaluation of Advance Chikpea (Cicer arietinum L.) Accessions based on drought tolerance indices and SSR Markers Againts Different Water Treatment.* Pak. Journal. Bot. 48: 1421-1429.

Muchtar, M. dan Simanjuntak. 2008. *Karakteristik dan Fluktuasi Zat Hara Fosfat, Nitrat, dan Derajat Keasaman (pH) di Estuaria Cisadane.* LIPI: 139-148.

Neumann GJ, Pierson WJ. 1966. *Principles of Physical Oceanography.* Prentice – Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J.

Nontji A. 2008. *COREMAP Tahap I: Upaya Anak Bangsa dalam Penyelamatan dan Pemanfaatan Lestari Terumbu Karang.* Kantor Pengelola Program COREMAP. Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI.

Nontji. A. 1993. *Laut Nusantara.* Djambatan. Jakarta, 367 hal.

Nurman F.H., Sadarun B., dan Palupi, R.D. 2017. *Tingkat kelangsungan hidup karang Acropora formosa hasil transplantasi di Perairan Sawapudo Kecamatan Soropia.* Sapa Laut. Vol. 2(4): 119-125.

Nybakken, J, W., 1992. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologi* (terjemahan Eidman, H. Muhamad dkk, edisi pertama). P.T. Gramedia. Jakarta.

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.

Pastorok, R.A. dan G.R. Bilyard. 1985. *Effect of Sewage Pollution on Coral Reef Communities.* Marine Ecology Progress Series, 21: 175-189.

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

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

Riegl, B. C. Heine, G.M. Branch. 1996. *Function of Funnel-shaped Coral Growth in a High Sedimentation Environment.* Marine Ecology Progress Series (145): 87 – 93.

Rogers C.S., Ginger C., Rikki G., Zandy M. H., dan Mary Ann F. 1994. *Coral Reef Monitoring Manual for the Carribean and Western Atlantic.* National Park Service. Virgin Island National Park.

Sorokin, Y.I. 1993. *Coral Reef Ecology.* Springer _ Verlag Berlin Heidelberg. Germany.

Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan, Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung. Alfabeta. Hal 42

Suharsono dan Moosa, M. K. 1995. *Rehabilitasi dan Pengelolaan Terumbu Karang: Suatu Usaha Menuju ke Arah Pemanfaatan Sumberdaya Terumbu Karang Secara Lestari*. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Terumbu karang. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.

Suharsono, 1996. *Metode Penelitian Terumbu Karang dalam Diktat Pelatihan Metodologi Penelitian Ekosistem Terumbu Karang*. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.

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

Sukarno, 1995. *Mengenal Ekosistem Terumbu Karang dalam Diktat Pelatihan Metodologi Penelitian Ekosistem Terumbu Karang*. Puslitbang Oseanologi LIPI. Jakarta.

Sukarno, M. Hutomo, M.K. Moosa dan P. Darsono. 1981. *Terumbu Karang di Indonesia. Sumberdaya, Permasalahan dan Pengelolaannya*. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Alam di Indonedia. Lembaga Oseanologi Nasional-LIPI, Jakarta : 112 hal.

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

Supriharyono. 2000. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Djambatan. Jakarta. 118 hal.

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

Supriyanto, J. 2004. *Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi*. Rieka Cipta. Jakarta.

Suyitno, P.P.W. dan Heriawati. 2015. *Metode Regresi Linear Berganda Kualitas Super Member Supermall terhadap Peningkatan Jumlah Pengunjung pada Supermall Karawang*. Bina Insani ICT Journal. Vol. 2 (2): 101-116.

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.

Wibisono, MS. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan.* PT Gramedia Widiarsarana Indonesia. Jakarta.

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

Wulandari, D. 2009. Keterikatan antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisika-Kimia di Estuaria Sungai Brantas (Porong) Jawa Timur. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. FPIK.IPB.

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