KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN *MACROFOULING* PADA MEDIA TERUMBU BUATAN DENGAN BAHAN MATERIAL BETON NORMAL DAN BETON CAMPURAN CANGKANG KERANG DI PANTAI PASIR PUTIH SITUBONDO

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana sains di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya

Oleh:
IMRON ABDUL MALIK
NIM. H74214013

PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2018

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Imron Abdul Malik
NIP : H74214013
Program Studi : Ilmu Kelautan
Angkatan : 2014

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN *MACROFOULING* PADA MEDIA TERUMBU BUATAN DENGAN BAHAN MATERIAL BETON NORMAL DAN BETON CAMPURAN CANGKANG KERANG DI PANTAI PASIR PUTIH SITUBONDO. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan. Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 17 Juli 2018

METERAI TEMPEL
43627ADF636253164
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Pernyataan

Imron Abdul Malik
NIM H74214013

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Skripsi oleh :

Nama : Imron Abdul Malik

NIM : H74214013

Judul : KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN *MACROFOULING* PADA MEDIA TERUMBU BUATAN DENGAN BAHAN MATERIAL BETON NORMAL DAN BETON CAMPURAN CANGKANG KERANG DI PANTAI PASIR PUTIH SITUBONDO

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 17 Juli 2018

Pembimbing I

Misbakhul Munir, SSi.,M.Kes
NIP. 198107252014031002

Pembimbing II

Dr. Rudhy Akhwadhy, M.T.
NIP. 197210062003121003

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh Imron Abdul Malik ini telah dipertahankan

Didepan tim Penguji Skripsi

Surabaya, 20 Juli 2018

Mengesahkan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Susunan Dewan Penguji

Penguji I

Misbakhul Munir, SSi.,M.Kes
NIP. 198107252014031002

Penguji II

Dr. Rudhy Akhwadhy, M.T.
NIP. 197210062003121003

Penguji III

Asri Sawiji, M. T.
NIP. 198706262014032003

Penguji IV

Mauludiyah M. T.
NIP. 201409003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Eni Purwati, M. Ag
NIP. 196512211990022001

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

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : IMRON ABDUL MALIK
NIM : H74214013
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ ILMU KELAUTAN
E-mail address : imronabdulm@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 :
KEANEKARAGAMAN DAN KEPADATAN *MACROFOULING* PADA TERUMBU
BUATAN DENGAN BAHAN BETON NORMAL DAN BETON CAMPURAN
CANGKANG KERANG DI PANTAI PASIR PUTIH SITUBONDO

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, 8 Agustus 2018

Penulis

(Imron Abdul Malik)

ABSTRAK

Ekosistem terumbu karang di Pasir Putih Situbondo memiliki persentase tutupan karang yang sangat rendah. Salah satu upaya rehabilitasi terumbu karang yang rusak dapat dilakukan dengan penempatan terumbu buatan. Terumbu buatan yang ditanam di perairan Pasir Putih Situbondo terbuat dari bahan material beton normal dan beton dengan campuran cangkang kerang. Adanya terumbu buatan ini memungkinkan adanya biota yang hidup disekitarnya. Setiap benda yang terendam dalam air laut umumnya bisa ditempeli oleh biota penempel (*biofouling*), baik berupa *microfouling* (*biofouling* berukuran mikroskopis) maupun *macrofouling* (*biofouling* berukuran makroskopis). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kepdatan dan keanekaragaman *macrofouling* pada terumbu buatan beton normal dan cangkang kerang. Untuk pengambilan data *macrofouling* dilakukan dengan metode analisa deskriptif, dimana pengumpulan data biota dilakukan dengan cara menganalisis hasil dokumentasi dan pengamatan kondisi terumbu buatan. Indeks keanekaragaman pada terumbu buatan cangkang kerang dan beton normal yaitu 1,56 untuk cangkang kerang dan 1,28 untuk beton normal. Berdasarkan kategori indeks keanekaragaman (H') nilai < 2,0 masuk dalam kategori rendah. Pada terumbu buatan bahan material cangkang kerang, nilai kepadatan tertinggi yaitu biota *barnacle* 39,6 individu/m^2. Setelah itu untuk biota lainya yaitu *bryozoan* 34,3 individu/m^2, *oyster* 28,2 individu/m^2, *tunicate* 9,02 individu/m^2, *white encrusting sponge* individu/m^2, *nudibranch* 0,29 individu/m^2, lili laut 3,2 individu/m^2, dan *pheophyciae* 4,95 individu/m^2. Sedangkan pada terumbu buatan bahan material beton normal kepadatan tertinggi yaitu pada biota *barnacle* dengan nilai 33,5 individu/m^2. Setelah itu untuk biota lainya yaitu *bryzoan* 21 individu/m^2, *oyster* (kerang) 17,8 individu/m^2, *white encrusting sponge* 0,29 individu/m^2, *purple encrusting sponge* 5,24 individu/m^2, dan *sea urchin* 0,29 individu/m^2.

Kata kunci: terumbu karang, *biofouling*, terumbu buatan.

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

Coral reef ecosystem in Pasir Putih Situbondo has a very low percentage One of the rehabilitation efforts of damaged coral reefs can be done by the placement of artificial reefs. Artificial reefs are made from normal concrete and concrete with mixed shells. The existence of these reefs allows the existence of biota living around it. Any object submerged in seawater can generally be attached by a sticking biota (*biofouling*). The purpose of this study is to determine the tightness and diversity of macrofouling on reefs to make normal concrete and shellfish shells. For *macrofouling* data retrieval is done by descriptive analysis method, where data collection of biota is done by analyzing the result of documentation and observation of artificial reef condition. The diversity index on artificial reefs of normal shell and concrete shells is 1.56 for mussel shells and 1.28 for normal concrete. Based on the category of diversity index (H') the value <2.0 falls into the low category. On artificial reefs, shellfish material has the highest density value, namely *barnacle* biota 39.6 individual/m^2. After that, for other biota, *bryozoan* 34.3 individual/m^2, *oyster* 28.2 individual/m^2, *tunicate* 9.02 individual/m^2, *white encrusting sponge* individual/m^2, *nudibranch* 0.29 individual/m^2, sea lilies 3.2 individual/m^2, and *pheophyciae* 4.95 individual/m^2. On artificial reefs the highest density of normal concrete material is on biota *barnacle* with a value of 33.5 individual/m^2. After that, the other biota are *bryzoans* 21 individual/m^2, *oyster* (shellfish) 17.8 individual/m^2, *white encrusting sponge* 0.29 individual/m^2, *purple encrusting sponge* 5.24 individual/m^2, and *sea urchin* 0.29 individual m^2.

Keywords: coral reefs, *biofouling*, artificial reefs.

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

HALAMAN JUDUL i
PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI ii
PENGUJI PEMBIMBING iii
PERNYATAAN KEASLIAN iv
UCAPAN TERIMA KASIH v
ABSTRAK vii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang 1
1.2 Rumusan masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat 3
II. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Biofouling 5
2.1.1. Definisi 5
2.1.2 Proses Penempelan Biofouling pada Substrat. 6
2.1.3. Jenis-jenis *biofouling* 7
2.2 Terumbu Buatan 10
2.2.1 Terumbu Buatan Bahan Material Beton Normal 11
2.2.2 Terumbu Buatan Bahan Material Cangkang Kerang 12
2.3 Rumus Pengolahan Data 12
2.3.1 Indeks keanekaragaman (H) 12
2.3.2 Kepadatan 13
2.3.3 Komposisi jenis 14
2.3.4 Analisa Uji Statistik Mann Whitney 14
2.4 Pengukuran Parameter 15
2.5 Penelitian Terdahulu 16
III. METODOLOGI 21
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 21

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 Alat dan Bahan 22
3.3 Prosedur Penelitian 23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian 27
4.2 Hasil Parameter Fisika dan Kimia 28
4.3 Jumlah Biota 32
4.4 Komposisi Jenis Biota 34
4.5 Keanekaragman Macrofouling 38
4.6 Kepadatan Macrofouling 39
4.7 Analisa Statistik Uji Mann Whitney 44
V. PENUTUP 47
5.1 Kesimpulan 47
5.2 Saran 47
DAFTAR PUSTAKA 49
Lampiran 53

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur waktu penempelan *biofouling* pada substrat..... 6
Gambar 2.2 Terumbu Buatan Botol..... 10
Gambar 3.3 Peta lokasi penelitian..... 21
Gambar 3.4 Flowchart Penelitian..... 23
Gambar 3.5 Urutan Pengambilan Sampel 25
Gambar 4.6 Peta Wisata Pantai Pasir Putih Situbondo..... 28
Gambar 4.7 Biota yang ditemukan pada terumbu buatan di perairan Pasir Putih Situbondo 37
Gambar 4.8 Kepadatan Biofouling 43

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori indeks keanekaragaman (H') 13
Tabel 3.2 Alat Penelitian 22
Tabel 3.3 Bahan yang dibutuhkan 22
Tabel 3.4 Komposisi Material Terumbu Buatan 24
Tabel 4.5 Hasil pengukuran parameter perairan 29
Tabel 4.6 Biota pada terumbu buatan cangkang kerang 32
Tabel 4.7 Biota pada terumbu buatan bahan beton normal 33
Tabel 4.8 Komposisi Biota pada terumbu Buatan Cangkang Kerang 34
Tabel 4.9 Komposisi Biota pada terumbu Buatan Beton Normal 35
Tabel 4.10 Grafik Keanekaragaman pada terumbu buatan 38
Tabel 4.11 Kepadatan Biota pada Terumbu Buatan Cangkang Kerang 40
Tabel 4.12 Kepadatan Biota pada Terumbu Buatan Beton Normal 41
Tabel 4.13 Uji Normalitas Data 44

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

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia memiliki luas yang dominan berpotensi sangat besar pada sektor laut dengan luas wilayah laut sebesar 96.079,15 km^2 dan panjang garis pantai 95.161 km, terpanjang kedua setelah Kanada. Pada kenyataanya, potensi laut tersebut belum tereksplorasi dan terkelola dengan baik. Salah satu potensi yang dimiliki indonesia yaitu terumbu karang. Terumbu karang yang terdapat di Indonesia memiliki luas sekitar 75000 km^2. Luas tersebut menjadikan indonesia memiliki kurang lebih 14% dari terumbu karang di dunia (Gianto, 2007). Seharusnya potensi tersebut bisa menjadi salah satu modal untuk kesejahteraan masyarakat pesisir.

Ekosistem terumbu karang di Pasir Putih Situbondo memiliki persentase yang sangat rendah yaitu 23% - 49% (Luthfi, 2008). Persentase tersebut masih dikatakan tergolong rendah dan dapat mengancam keberadaan ikan karang yang sangat bergantung pada terumbu karang. Salah satu faktor yang dapat menyebabkan kerusakan terumbu karang di pasir putih adalah adanya kegiatan wisata bahari.

Pantai pasir putih Situbondo memang sangat terkenal dengan wisata bahari. Wisatawan yang berkunjung terus meningkat terutama pada saat hari libur. Kegiatan seperti *snorkeling, diving* dan lain-lain, yang menjadi faktor penyebab kerusakan karang misalnya berupa pematahan karang di Pasir Putih menjadi sangat memprihatinkan.

Mengenai kerusakan lingkungan telah dijelaskan dalam al-Qur'an surat ar-Rum ayat 41

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

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

Artinya: *"Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena* perbuatan *tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)". (QS. Ar-Rum ayat: 41)*

Salah satu upaya rehabilitasi terumbu karang yang rusak dapat dilakukan dengan penempatan terumbu buatan di lokasi pantai Pasir Putih Situbondo. Fungsi dari terumbu buatan yaitu sebagai habitat baru bagi kehidupan biota laut dalam hal ini sebagai pelindung, tempat mencari makan, memijah dan berkembangbiak (Guntur, 2011). Pemanfaatan terumbu karang buatan memerlukan kajian terlebih dahulu yang meliputi kondisi hidrooseanografi, pemilihan lokasi penurunan dan penempatannya.

Terumbu buatan yang ditanam pada perairan Pasir Putih Situbondo terbuat dari bahan material beton normal dan beton dengan campuran cangkang kerang. Adanya terumbu buata ini memungkinkan adanya biota yang hidup disekitarnya. Biota penempel merupakan jenis biota (baik hewan maupun tumbuhan serta bakteri) yang melekat pada suatu substrat keras. Setiap benda yang terendam dalam air laut umumnya bisa ditempeli oleh biota penempel atau *biofouling communities*. (Ruslan, 2014). *Biofouling* dapat dibagi menjadi 2, antara lain *microfouling* yaitu pembentukan biofilm (kolonisasi bakteri dan mikroalga) sedangkan *macrofouling* yaitu penempelan makroorganisme (kolonisasi avertebrata dan makroalga) yang bersifat merusak (Railkin, 2004). Berdasarkan hal tersebut maka dirasa perlu dilakukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan kepadatan *biofouling* pada terumbu buatan 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

1.2 Rumusan masalah

1. Bagaimana keanekaragaman *macrofouling* pada terumbu buatan dengan bahan material beton normal dan beton dengan campuran cangkang kerang?
2. Bagaimana kepadatan *macrofouling* pada terumbu buatan dengan bahan material beton normal dan beton dengan campuran cangkang kerang?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui keanekaragaman *macrofouling* pada terumbu buatan dengan bahan material beton normal dan beton dengan campuran cangkang kerang.
2. Untuk mengetahui kepadatan *macrofouling* pada terumbu buatandengan bahan material beton normal dan beton dengan campuran cangkang kerang.

1.4 Batasan Masalah

Pengamatan dilakukan hanya difokuskan pada *macrofouling* (*biofouling* yang terlihat langsung oleh kasat mata) dan pengaruh penggunaan terumbu buatan terhadap biota yang diperoleh.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh melalui penelitian ini yaitu diharapkan memberikan informasi tentang keanekaragaman dan kepadatan *macrofouling* pada terumbu buatan dengan bahan material beton normal dan cangkang kerang di pantai Pasir Putih Sitobondo. Selanjutnya untuk peneliti yang ingin melakukan penelitian berkaitan dengan *biofouling* mungkin bisa menggunakan data atau informasi dari penelitian ini.

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

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biofouling

2.1.1. Definisi

Secara umum *biofouling* adalah penempelan dan pertumbuhan organisme pada permukaan benda atau material yang terbenam di laut. Organisme ini dapat saja melekat sementara maupun permanen pada permukaan material yang ditempelinya. *Biofouling* merupakan kumpulan mikroorganisme khususnya bakteri yang melekat erat pada permukaan substrat dan diselubungi oleh matriks ekstraselular polimerik. *Biofouling* tersebut diketahui merupakan prasyarat bagi penempelan dan metamorfosis dari organisme penempel (Sabdono, 2007.).

Rittchof (2001) menyatakan bahwa semua permukaan bawah air di dalam lingkungan laut dipengaruhi oleh penempelan organisme fouling seperti bakteri, alga dan invertebrata khususnya teritip. Faktor-faktor biologi, fisika, dan kimia juga mempengaruhi semua permukaan di lingkungan laut. Hal tersebut akan menghasilkan suatu lapisan kompleks dari perlekatan mikroorganisme (*microfouling*) dan makroorganisme (*macrofouling*) yang lebih dikenal sebagai *biofouling*. *Biofouling* adalah penempelan organisme hidup yang melekat pada permukaan substrat (material yang ditempeli *biofouling*).

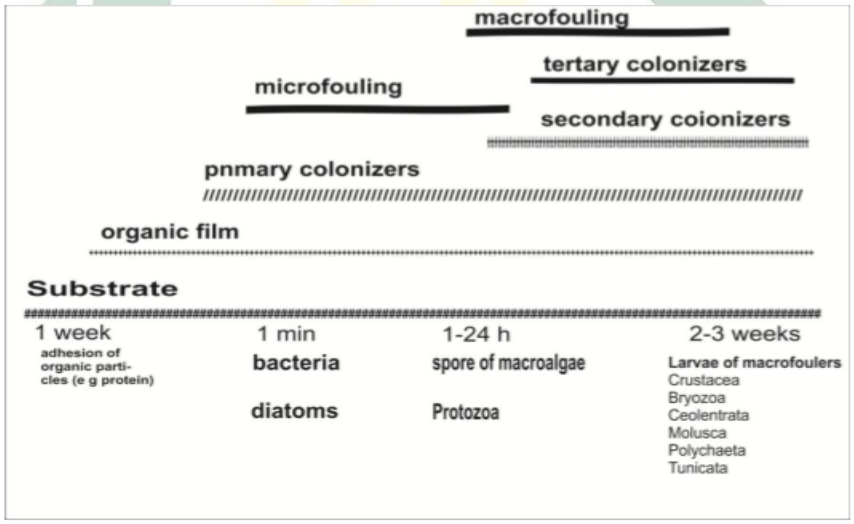
Ketika struktur atau substrat terndam di dalam air lut, substrat ini tidak dapat terhindar dari *biofouling*. Selain itu, *biofouling* juga terjadi sangat cepat pada skala mikroskopis, sehingga *biofouling* dapat dibagi menjadi 2, antara lain *microfouling* dan *macrofouling. Microfouling* yaitu pembentukan *biofilm* (kolonisasi bakteri dan mikroalga) sedangkan *macrofouling* yaitu penempelan makroorganisme (kolonisasi

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

avertebrata dan makroalga) yang bersifat merusak (Railkin, 2004).

2.1.2 Proses Penempelan Biofouling pada Substrat.

Proses *fouling* pada permukaan substrat keras diawali dengan penempelan mikro organisme terutama oleh bakteri dan diatom yang tumbuh berlipat kali secara cepat. Mikroorganisme tersebut berperan sebagai perintis bagi organisme penempel berikutnya yang umumnya berukuran lebih besar. Hewan dan tumbuhan yang selanjutnya menempel pada substrat tersebut umumnya berasal dari hewan dan tumbuhan yang secara alami hidup menempel (sesil) di sekitar lokasi bangunan pada substrat seperti karang dan lain-lain (Raiklin, 2005).



Gambar 2.1 Struktur waktu penempelan *biofouling* pada substrat
Sumber : (Abarzua dan Jakubowsk, 1995)

Pembentukan biofilm (Gambar 2.1) pada suatu substrat di perairan membutuhkan waktu-waktu tertentu dalam setiap tahapannya (Abarzua dan Jakubowski, 1995). Bakteri planktonik yang berada di perairan mengalami pengendapan yang berubah-ubah dalam hitungan detik. Selanjutnya bakteri melekat pada substrat dalam hitungan menit (pelekatan awal). Bakteri 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

melekat membentuk koloni dan melekat secara permanen pada substrat karena terjadi produksi eksopolimer dalam hitungan menit hingga jam. Selanjutnya terjadi proses pematangan biofilm tahap awal (maturasi 1) dalam hitungan 1 jam sampai 24 jam. Pematangan biofilm tahap akhir (maturasi 2) terjadi pada hitungan 24 jam hingga 1 minggu. Pada hitungan 2 minggu hingga 1 bulan terjadi proses disphersi, yaitu sebagian bakteri siap untuk menyebar dan berkolonisasi di tempat lain.

2.1.3. Jenis-jenis *biofouling*

Ada tiga jenis biofouling yang paling umum ditemukan seperti *moluska, bryozoa* dan *tunicate*. Jenis *biofouling* selebihnya tidak terlalu sering ditemukan. (Darmaraj, et al.,1987).

a. Moluska

Moluska berasal dari bahasa Romawi yaitu molis yang berarti lunak. Moluska merupakan binatang yang berdaging dan tidak bertulang, ada yang dilindungi cangkang dan ada pula yang tidak dilindungi cangkang. Bentuk cangkang bermacam-macam, ada yang bercangkang tunggal (*gastropoda*), bercangkang berganda (*bivalvia*), berbentuk tanduk (*scaphoda*), berlapis-lapis seperti susunan genting (*polyplacophora*) dan yang bercangkang di dalam tubuh, misalnya *Loligo sp*. (Dharma, 1988). Selanjutnya, Oemarjati dan Wardhana (1990) mengatakan bahwa Moluska adalah hewan simetri bilateral, bertubuh lunak dan tidak bersegmen. Kebanyakan dari anggotanya mempunyai cangkang yang terbuat dari zat kapur dengan bentuk beranekaragam.

Menurut Dharma (1988) Filum Moluska dibagi tujuh kelas yaitu *aplacophora*, *monoplacophora*, *polyplacophora*, *scaphopoda*, *gastropoda*, *pelecypoda* dan *cephalopoda*. Sementara itu Nontji (1993) mengatakan bahwa Moluska terdiri atas lima kelas yakni *amphineura*, *gastropoda*,

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

scaphopoda, *pelecypoda* dan *cephalopoda*. Dari kelima kelas tersebut hanya tiga yang penting karena mempunyai arti ekonomi yaitu *gastropoda* (jenis-jenis keong), *pelecypoda* (jenis-jenis kerang) dan *cephalopoda* (cumi-cumi, sotong dan gurita).

Moluska termasuk hewan yang dapat menyesuaikan diri untuk hidup di beberapa tempat dan cuaca. Ada yang hidup di hutan bakau, di laut yang sangat dalam, menempel pada substrat karang, di atas pasir, membenamkan dirinya dalam pasir, di atas tanah berlumpur dan ada yang hidup di darat (Dharma, 1988).

Teritip merupakan salah satu kelompok hewan yang paling luas penyebarannya, yang didapati di perairan pasang dan surut atau laut dangkal (McConnaughey dan Zottoli, 1983). Tiga jenis teritip yaitu *Balanus amphitrite*, *Balanus titinabulum*, *Balanus trigonus* merupakan jenis penghuni lautan dangkal (Nybakken, 1992). Hal ini disebabkan oleh cangkang yang keras dan daya tahannya cukup kuat terhadap perubahan lingkungan yang besar sehingga pertumbuhannya lebih cepat (Rohmimohtarto, 1999). Selanjutnya menurut Hutagalung (1982), Penempelan dan perkembangan teritip sangat dipengaruhi oleh kondisi oseanografis antara lain pasang surut, kecerahan, cahaya, arus dan gelombang. Selain itu, sifat fisik dari substrat, sifat kimia substrat, persediaan makanan dan ruang juga mempengaruhi kehidupan teritip.

b. Bryozoa

Bryozoa merupakan sekumpulan hewan yang berukuran mikroskopis yang hidup berkoloni di perairan, dalam bahasa Yunani, *bryozoa,* Bryon berarti lumut dan zoon berarti hewan, sehingga *bryozoa* dikatakan juga sebagai sekumpulan hewan yang menyerupai lumut. *Bryozoan* dapat ditemukan dilaut dan beberapa jenis dapat ditemukan di perairan dangkal 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

subur dan jernih. *Bryozoa* hidup dengan cara menempelkan diri pada batu, benda, atau tumbuhan lain yang berada pada perairan.

Klasifikasi *bryozoa* dibagi menjadi tiga yaitu *phylactolaemata* (Lophophore tapa kuda), *gymnolaemata* (lophophore lingkaran), *stenolaemata* (lophophore gelang). *Bryozoa* termasuk organisme yang memiliki warna mencolok dan tidak meiliki duri serta tidak dilindungi oleh cangkang sebagai penutup tubuh, sehingga organisme ini mengembangkan suatu mekanisme pertahanan diri dengan memproduksi senyawa kimia. Senyawa kimia yang dihasilkan oleh invetebrata laut ini berguna untuk mencegah dan mempertahankan diri dari serangan predator, media kompetisi, mencegah infeksi bakteri, membantu proses reproduksi dan mencegah sengatan sinar ultraviolet (Hyman, 1959).

c. Tunicata

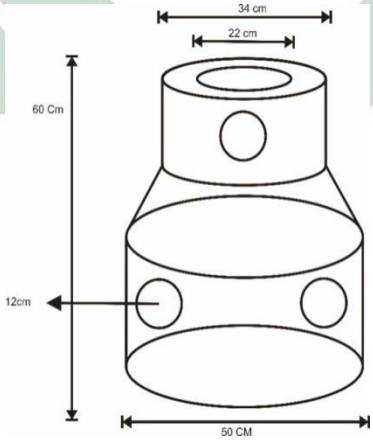
Hewan yang termasuk subfilum ini bertempat tinggal di laut. Merupakan hewan yang hidup secara melekat atau sesil. Makanan diperoleh dari aliran air yang masuk melalui mulut ke celah insang. Diberi nama *tunicata* karena tubuhnya diselubungi oleh cangkang yang tersusun dari tunika. Tunika tersusun dari selulose. Selulosa biasanya terdapat pada tumbuhan atau protista tertentu, yang dapat memberi petunjuk hewan ini *chordata* yaitu adanya celah insang. Hewan ini ketika pada tingkat dewasa tidak mempunyai chorda dorsalis dan sistem saraf. Seperti hewan melekat yang lain , *tunicata* menghasilkan larva yang berenang, sehingga dapat mencari lokasi baru. Ciri kalau larva termasuk *chordata* yaitu mempunyai *chorda* dorsalis dan sistem saraf yang terdapat pada bagian dorsal tubuh. Larva akhirnya melekat 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

substrat dan berkembang menjadi bentuk dewasa yang kehilangan sifat-sifat chordatanya (Nontji, 1993).

2.2 Terumbu Buatan

Terumbu buatan merupakan suatu rekayasa struktur bangunan yang diturunkan ke dasar laut yang berfungsi dalam rehabilitasi terumbu karang agar menjadi perairan yang lebih baik. Terumbu buatan yang disusun agar menjadi tempat berlindung, mencari makan, tempat memijah dan berkembang biak untuk biota laut yang ada di dalamnya. Selain untuk kegiatan rehabilitasi terumbu karang sesuai dengan tujuan yang diinginkan maka diperlukan kajian terlebih dahulu untuk kondisi Hidro-Oseanografi, pemilihan lokasi penurunan dan penempatanya. Secara tidak langsung penurunan terumbu buatan harus sesuai dengan faktor lingkungan yang sesuai, karena untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam rehabilitasi dengan penenggelaman terumbu buatan maka penempatan lokasi terumbu buatan harus tepat. Terumbu buatan berbahan beton normal dan cangkang kerang yang digunakan dalam penelitian ini, merupakan terumbu buatan dengan model atau bentuk botol (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Terumbu Buatan Botol
Sumber : (Akhwady dan Ridho, 2017)

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

2.2.1 Terumbu Buatan Bahan Material Beton Normal

Menurut Syamsudin, *et al.* (2011) Beton normal merupakan salah satu bahan bangunan yang merupakan campuran heterogen antara agregat kasar dan halus dengan bahan pengikat, semen dan air yang dalam proses pencampuranya mengalami pengerasan dalam kurun waktu tertentu. Mayoritas volume bahan bangunan menggunakan beton karena sifatnya yang mudah dibentuk sesuai bangunan yang diinginkan serta bahanya yang relatif mudah didapat dan didistribusikan.

Penggunaan terumbu buatan berbahan beton merupakan salah satu solusi dalam transplantsi dengan menggunakan rak transplan, jaring dan substrat. Pada teknik transplantasi sendiri mempunyai kelemahan, diantaranya kelemahan ketahanan transplantasi tersebut pada arus dan ombak yang menghantam. Penggunaan rak dalam transplantasi dalam kurun waktu yang lama akan menyebabkan kerobohan dikarenakan rak tersebut tidak kuat dalam menahan karang yang sudah tumbuh besar. Pada transplantasi yang memakai jaring, dalam kurun waktu yang lama akan mengalami putus dan sobek.

Penelitian yang dilakukan menggunakan terumbu buatan beton berbentuk piramid memiliki hasil kelimpahan total koloni karang rekrut yang ditemukan pada bulan Oktober 2009 berjumlah 641 koloni dan meningkat menjadi 673 koloni pada bulan Maret 2010. Pada Perairan Pulau Pramuka ditemukan sebanyak 457 koloni dari 21 genera dan pada perairan Gosong Pramuka ditemukan sebanyak 216 koloni dari 16 genera. Hasil penelitian tersebut menunjukan bahwa terumbu buatan beton tipe piramid cukup efekif untuk digunakan dalam rehabilitasi terumbu karang dalam mempercepat pemulihan terumbu yang rusak (Aziz, et al. 2011). Bisa dikatakan pada umumnya komposisi semen dan pasir

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

adalah materi dasar pembuatan terumbu buatan yang paling umum digunakan (Wazir, 2003).

2.2.2 Terumbu Buatan Bahan Material Cangkang Kerang

Kerang laut merupakan biota yang bisa dikonsumsi oleh masyarakat, biota tersebut banyak terdapat di perairan Indonesia dan mempunyai nilai protein yang tinggi. Dengan banyaknya masyarakat dalam mengkonsumsi kerang laut maka limbah cangkang kerang tersebut menumpuk. Besarnya jumlah limbah padat cangkang kerang yang dihasilkan diperlukan upaya serius untuk menanganinya agar bermanfaat dan mengurangi dampak negatif yang akan terjadi terhadap lingkungan (Afranita, et al. 2014). Sementara ini dalam pemanfaatan cangkang kerang hanya dibuang dan hanya sebagian kecil dimanfaatkan sebagai kerajinan tradisional, maka dari itu pemanfaatan cangkang kerang bisa dipakai sebagai campuran beton pada terumbu buatan. Cangkang kerang memiliki kandungan $CaCO_3$, kandungan $CaCO_3$ sendiri merupakan zat penyusun utama terumbu. Pemanfaatan cangkang kerang sebagai campuran beton untuk terumbu buatan diharapkan membantu proses rehabilitasi terumbu karang.

2.3 Rumus Pengolahan Data

2.3.1 Indeks keanekaragaman (H)

Indeks keanekaragaman (H') adalah penggambaran yang menunjukkan sifat suatu komunitas yang memperlihatkan tingkat keanekaragamannya dalam suatu komunitas. Menurut sifat komunitas, keanekaragaman ditentukan dengan banyaknya jenis serta kemerataan kelimpahan individu tiap jenis yang didapatkan (Tabel 2.1). Semakin besar nilai suatu keanekaragaman berarti semakin banyak jenis yang didapatkan dan nilai ini sangat

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

bergantung kepada nilai total dari individu masing-masing jenis atau genera (Odum, 1983).

Tabel 2.1 Kategori indeks keanekaragaman (H')

No	Keanekaragaman	Kategori
1	H' < 2,0	Rendah
2	2,0 < H' < 3,0	Sedang
3	H' ≥ 3,0	Tinggi

Sumber : (Odum, 1983)

Untuk perhitungan Indeks Keanekaragaman di gunakan rumus sebagi berikut:

$$\frac{Lnni}{N} = (Pi) \quad \text{..... (1)}$$

Dengan :

Ln ni : hasil kali dari jumlah individu jenis yang teramati

N : jumlah total Individu

$$Pi \times LnPi \quad \text{..... (2)}$$

Dengan :

Pi : hasil penjumlahan dari jumlah individu jenis yang teramati dibagi dengan total jumlah individu

$$H = Ln \times Pi \quad \text{..... (3)}$$

Dengan :

H : hasil penjumlahan nilai Pi

2.3.2 Kepadatan

Untuk menghitung kepadatan *macrofouling* maka digunakan rumus Krebs (1989).

$$D = \frac{ni}{A} \quad \text{..... (4)}$$

Dengan:

D : Kepadatan Spesies (Ind/m^2)

ni : Jumlahindividu (individu)

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

A : Luas permukaan luar Terumbu Buatan (m^2)

2.3.3 Komposisi jenis

Komposisi jenis merupakan perbandingan antara jumlah individu suatu jenis terhadap jumlah individu secara keseluruhan (English et al, 1997). Untuk menghitung komposisi jenis biofouling digunakan rumus:

$$Ki = \frac{ni}{N} \times 100 \quad \text{.....} \quad (5)$$

Dengan :

Ki : Komposisi jenis Ke- i %

ni : Jumlah individu setiap jenis yang teramati

N : Jumlah total individu

2.3.4 Analisa Uji Statistik Mann Whitney

Analisis statistik ujimann-whitney adalah uji non parametris yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata-rata dua sampel yang tidak berpasangan atau tidak memiliki hubungan, Uji mann-whitney merupakan pilihan uji non parametris yang dilakukan jika data penelitian tidak terdistribusi normal dan tidak homogen. Aplikasi IBM SPSS digunakan untuk mempermudah uji normalitas dan analisis statistik uji mann-whitney, untuk mengetahui pengaruh penggunaan bahan material cangkang kerang dan beton normal terhadap jumlah biota yang menempel pada terumbu buatan.

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

2.4 Pengukuran Parameter

Parameter lingkungan yang diukur yaitu parameter fisika dan kimia seperti suhu, kecerahan, kadar oksigen terlarut, salinitas, dan kecepatan arus dilakukan secara insitu. Sebelum melakukan pengukuran parameter kualitas perairan yaitu dilakukan terlebih dahulu mengkalibrasi alat yang bertujuan untuk meminimalisir kesalahan pada saat penggunaan alat dalam pengukuran kulaitas perairan. Pengukuran parameter kualiatas perairan dilakukan sekali pengambilan dengan tiga kali pengulangan.

a. Suhu dan DO Meter

Suhu dan DO dapat diukur dengan menggunakan DO meter digital, dengan cara direndam pada perairan selama 3 menit kemudian dapat dilihat pada skalanya. Pengukuran suhu dan DO meter diulang dengan tiga kali pengulangan lalu dicatat.

b. Salinitas

Salinitas perairan diukur dengan menggunakan alat Refraktometer, cara memakainya yaitu pengambilan sampel air terlbih dahulu dengan menggunakan pipet tetes dan diletakan pada permukaan dasar yang sudah dibersihkan, setelah itu ditutup dan dibaca pada skala penunjuk angka.

c. Kecerahan perairan

Pengukuran kecerahan perairan yaitu dengan menggunakan sechidisk dengan ditenggelamkan ke dalam perairan, lau dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut English et al., (1997)

$$KecerahanPerairan = \frac{K1 + K2}{K2} \quad \text{.....} \quad (6)$$

Keterangan

k1 : Batas secchi disk terlihat remang-remang

K2 : Batas secchi disk tidak terlihat

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

d. Nitrat dan Fosfat

Mengidentifikasi Nitrat dan Fosfat yaitu terlebih dahulu dilakukan pengambilan sampel air laut dengan menggunakan botol etilen 500ml, botol dicelupkan kedalam perairan dan isi botol tersebut hingga penuh, setelah itu tutup hingga rapat kemudian dibungkus dengan menggunakan plastik hitam dan dijauhkan dari sinar matahari.

2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti mengenai *biofouling* yaitu:

1. Studi literatur yang dipakai dalam proses pengerjaan penelitian yaitu dengan judul Kepadatan dan Keragaman *Macrobiofouling* pada Dermaga Beton dan Dermaga Kayu di Pulau Balanglompo. Kec. Mattiro Sompe. Kab. Pangkep, untuk penulis pada judul ini Ahmad Faisal Ruslan tahun 2014. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk Mengeta-hui kepadatan dan keragaman *macrofouling* dan membandingkan kepadatan *macrofouling* yang melekat pada dermaga beton dan dermaga kayu. Parameter yang digunakan yaitu suhu, salinitas, arus dan pasang surut. Metode yang digunakan dalam pengambilan data yaitu memakai transek kuadran. Hasil dari penelitian ini yaitu :
   - Nilai kepadatan *macrobiofouling* pada tiang dermaga kayu dan tiang dermaga beton secara umum didominasi oleh *Balanus sp*.
   - Nilai indeks keanekaragaman *macrobioufouling* pada tiang dermaga kayu kategori tidak terekspos lebih tinggi. Nilai dan tidak indeks keanekaragaman Pada tiang dermaga beton kategori tidak terekspos lebih tinggi
2. Studi literatur yang dipakai dalam proses pengerjaan penelitian yaitu dengan judul Evaluasi Penggunaan Abu Batu dan Cangkang Kerang Sebagai Material Potensial pada Terumbu Buatan Berbahan Beton di Perairan Pasir Putih, Situbondo, untuk penulis dari judul ini yaitu Pandu Cahya Tamtomo pada tahun 2017,

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

dengan tujuan yaitu untuk Mengetahui jumlah rekrutmen karang, komposisi jenis, laju penempelan dan kepadatan biota pada media abu batu dan cangkang kerang dan untuk Mengevaluasi penggunaan abu batu dan cangkang kerang sebagai material potensial untuk terumbu buatan. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu suhu, DO, salinitas, arus, kecerahan, nitrat dan fosfat. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan UPT (*Underwater Photo Transect*). Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu

- Pada kedua jenis media terumbu buatan abu batu dan cangkang kerang ditemukan 8 jenis biotaya itu *oyster, barnacle, bryozoan, tunicate, coralline algae, sponge, nudibranch dan sea urchin*.
- Biota yang mendominasi pada media abu batu yaitu *oyster* dengan nilai 73%. Dan untuk nilai kepadatan seluruh biota yang diperoleh pada media abu batu adalah 844 individu/m pada media cangkang kerang adalah 866 individu/m.
- Material cangkang kerang memiliki potensi lebih baik untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahancampuran pada terumbu buatan berbahan beton, dan biota *coralline algae* yang ditemukan lebih banyak.

3. Studi literatur ketiga yang diguanakan dalam proses pengerjaan penelitian yaitu dengan judul Pemanfaatan *Artificial Reef* Berbahan Dasar Beton Standar dan Beton Campuran Cangkang Kerang Sebagai Media Potensial Dalam Membentuk Ekosistem Terumbu Karang Buatan Di Pasir Putih Situbondo, untuk penulis dari judul ini yaitu Muhammad Akhyar Maududi pada tahun 2017, dengan tujuan yaitu Mengetahui komposisi biota pada *artificial reef* berbahan dasar material beton standar dan beton campuran cangkang kerang, Menghitung tingkat kepadatan dan laju penempelan biota pada *artificial reef* berbahan dasar material beton standar dengan beton campuran cangkang kerang dan

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

Membandingkan antara artificial reef berbahan dasar material beton. Parameter yang digunakan yaitu Suhu, DO, Salinitas, Arus, Kecerahan, Nitrat dan Fosfat, Sedimentasi. Metode yang digunakan yaitu UPT (*Underwater Photo Transect*). Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu

- Terdapat sembilan jenis biota yang ditemukan pada *artificial reef* beton standar dan beton campuran cangkang kerang. Diantaranya adalah *bernacle, hermit crab, bivalve, bryozoan, tunicate, sponge, blue green algae, green algae* dan *tube worm.*
- Total kepadatan rata-rata dan laju penempelan biota pada beton campuran cangkang kerang lebih tinggi dibandingkandengan beton standar. Secara umum dan yang menjadi pembeda utama adalah dominasi dari *bivalve*, *bernacle* dan *bryozoan.*
- Artificial reef beton campuran cangkang kerang lebih direkomendasikan karena pada media tersebut memiliki kepadatan biota dan laju penempelan lebih tinggi terutama pada biota *calcareous*. Dengan alasan tersebut planula karang cenderung akan lebih cepat menempel dan berkembang pada permukaanya.

4. Studi literatur keempat yang digunakan sebagai refrensi dalam pengerjaan penelitian ini yaitu yang berjudul Kolonisasi Biota Sesil Pada Media Semen di Kedalaman Berbeda di Perairan Gosong Pramuka Kepulauan Seribu, untuk penulisnya yaitu Genadi Algadri pada tahun 2013, tujuan dari penelitian ini yaitu melihat laju penempelan biota sesil pada media semen antara rak di kedalaman 6 meter dan rak di kedalaman 10 meter, mengetahui laju penempelan biota sesil pada media semen antara sisi atas dan sisi bawah di kedalaman 6 meter dan 10 meter, dengan menghitung luas daerah penutupannya. Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu suhu, kecerahan, nitrit, orthofosphat, dan salinitas. Hasil yang didapatkan dalam

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 yaitu Perbedaan persentase penutupan biota sesil pada media semen antara rak di kedalaman 6 meter dan rak di kedalaman 10 meter berbeda nyata (P< 0.0001). Semua biota sesil yang menempel pada media semen berbeda nyata antara kedalaman 6 meter dan 10 meter, kecuali pada spons (P = 0.0670). Biota sesil yang menempel hampir semua memiliki luas penutupan yang lebih besar pada media di kedalaman 6 meter dibandingkan dengan di kedalaman 10 meter. Pada rak di kedalaman 6 meter hanya cacing yang berbeda nyata (P = 0.0007), organisme yang lain secara umum seperti alga hijau, alga merah, kerang, spons, dan cacing tidak berbeda nyata. Secara umum pada rak di kedalaman 10 meter organisme yang menempel pada sisi media semen bawah lebih banyak dibandingkan dengan sisi atas

5. Studi literatur terakhir yang digunakan dalam proses penyelesaian laporan akhir yaitu berjudul Keanekaragaman Biota Penempel (*Biofouling*) pada Substrat Kayu dan Fiber yang digunakan oleh Kapal di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta yang ditulis oleh Achmad Faizal pada tahun 2016. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis keanekaragaman hayati biota penempel (*biofouling*) dan menganalisis laju *biofouling* pada substrat kayu dan fiber serta mengevaluasi pengaruh warna hitam terhadap *biofouling*. Parameter yang digunakan pada literature ini yaitu hanya salinitas dan suhu. Metode dalm pengambilan sampel yaitu dengan menggunakan kuadran untuk meneliti luasan yang diteliti, setelah itu sampel diambil. Hasil dari penelitian ini yaitu Komunitas biofouling yang ditemukan pada substrat kayu dan fiber yang diletakkan pada dermaga LIPI Pulau Pari, Kepulauan Seribu terdiri dari 8 kelas. Kelas *bacillariophyceae* dan *cyanophyceae* merupakan kelas yang paling sering ditemukan pada substrat kayu dan fiber. Substrat kayu dan fiber tanpa pengecatan warna hitam memiliki jumlah kelimpahan tertinggi.

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

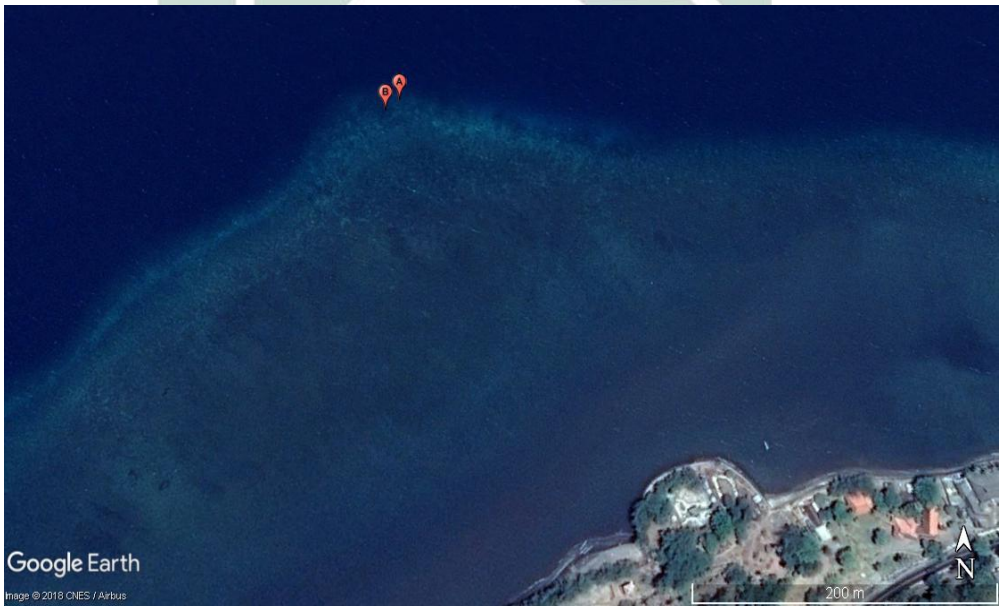
Kelimpahan komunitas *biofouling* terendah ditemui pada substrat Fiber dengan pengecatan warna hitam. Penempelan komunitas *fouling* ditentukan oleh jenis substrat (substrat), warna substrat, suhu, dan salinitas.

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

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Juli 2018. Lokasi penelitian ini dilakukan di Perairan Batulawang, Pasir Putih, Situbondo, Jawa Timur. Lokasi terumbu buatan cangkang kerang secara geografis terletak pada koordinat 7º41'37,50" LS dan 113º49'06,73" BT dengan simbol A, sedangkan untuk terumbu buatan beton normal terletak pada koordinat 7º41'37,84" LS dan 113º49'06,34" BT diberikan symbol B Berikut adalah peta lokasi penelitian (Gambar 3.3).



Gambar 3.3 Peta lokasi penelitian
Sumber : (www.googleearth.com, 2018)

Upaya dalam merehabilitasi terumbu karang yang rusak di perairan Batu Lawang ini yaitu dengan menggunakan terumbu buatan berbahan beton normal dan campuran cangkang kerang. Pada penelitian ini terumbu buatan yang diamati berbentuk botol dengan bahan campuran cangkang kerang dan beton normal dan masing-masing 4 buah terumbu buatan.

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 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu :

Tabel 3.2 Alat Penelitian

No	Alat	Fungsi
1.	Alat Selam (SCUBA)	Untuk Mobilitas Bawah Air
2.	Software IBM SPSS	Untuk Mempermudah Uji Normalitas dan Analisis Statistik Uji Mann-Whitney
3.	GPS	Untuk Menentukan Titik Koordinat Lokasi Penelitian
4.	Sechi Disk	Untuk Mengukur Kecerahan
5.	DO meter	Untuk Mengukur Kadar Oksigen Terlarut dan Suhu Perairan
6.	Alat Tulis	Untuk Mencatat Hasil Pengukuran Parameter
7.	Kamera Underwater	Untuk Dokumentasi Penelitian
8.	Refraktometer	Untuk Mengukur Salinitas
9.	Buku Identifikasi	Untuk Mengidentifikasi Sampel
10.	Botol Poli Etilen 500 ml	Untuk Menyimpan Sampel Air Laut.

Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

Sedangkan untuk bahan yang digunakan pada saat penelitian yaitu :

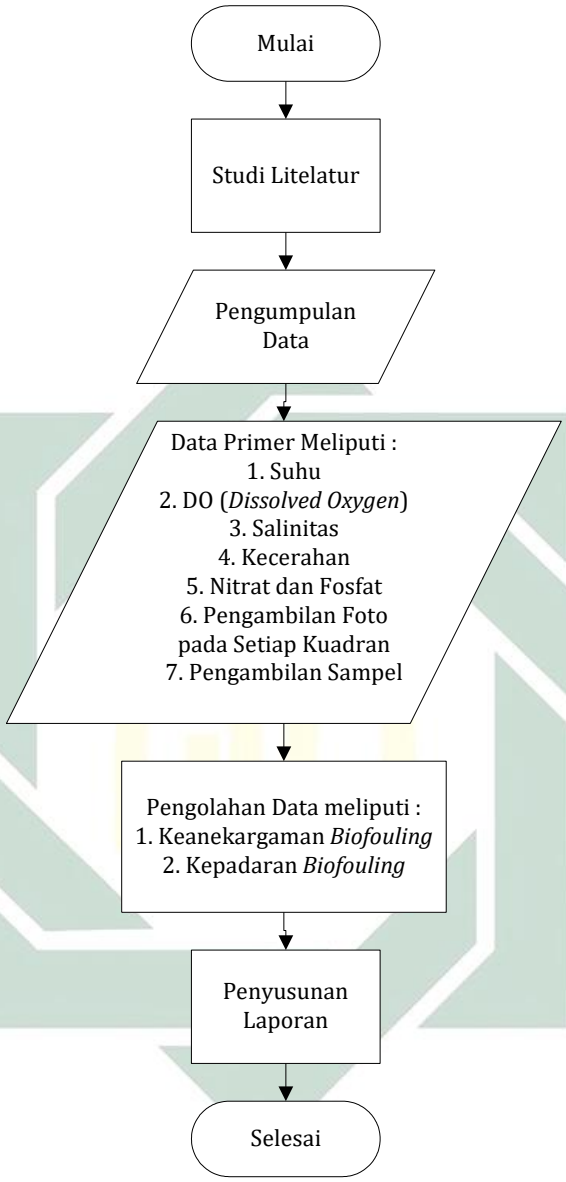
Tabel 3.3 Bahan yang dibutuhkan

No	Bahan	Fungsi
1.	Alkohol 70%	Untuk Mengawetkan Sampel Apabila Sampel Tidak Diketahui Jenisnya
2.	Aquades	Untuk Kalibrasi Alat Pengukuran Parameter

Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

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

3.3 Prosedur Penelitian



Gambar 3.4 Flowchart Penelitian
Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

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

1. Studi literatur

Setelah melakukan identifikasi masalah pada lokasi yang ditentukan, peneliti dapat mencari refrensi mengenai *biofouling* dan metode dalam penelitian. Selain itu, literatur dapat berupa jurnal, koran, konferensi resmi, dan publikasi media yang akan membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari pengukuran secara insitu di perairan Bululawang, Pasir Putih, Situbondo. Data primer meliputi kandungan DO perairan, Salinitas, suhu, Kecerahan, Nitrat dan Fosfat. Sedangkan untuk data sekunder didapatkan dari studi literatur meliputi penelitian terdahulu yang bersumber dari jurnal.

Pengumpulan data parameter dilakukan sebanyak satu kali yaitu pada saat awal penelitian, pengambilan dilakukan pada satu titik dengan tiga kali pengulngan dan diambil rata-rata. Sedangkan untuk pengambilan data *macrofouling* dilakukan dengan metode analisa deskriptif, dimana pengumpulan data biota dilakukan dengan cara menganalisis hasil dokumentasi dan pengamatan kondisi terumbu buatan. Perhitungan yang dilakukan yaitu dengan menghitung kepadatan dan keanekaragaman *macrofouling* yang menempel pada kedua jenis media terumbu buatan pada bahan beton normal dan beton dengan campuran cangkang kerang. Komposisi material bahan pembentuk beton normal diberikan pada Tabel 3.4

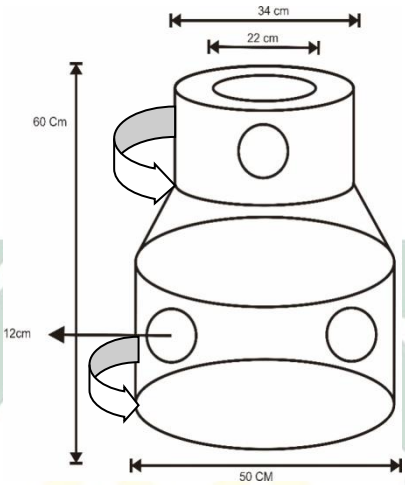
Tabel 3.4 Komposisi Material Terumbu Buatan
(Akhwady dan Ridho, 2017)

Materal Terumbu Buatan	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Liter)	Batu (Kg)	Kerang (Kg)
Cangkang Kerang	28	107	6	-	27
Beton Normal	28	50	9	80	-

Oleh karena itu pengamatan dilakukan hanya difokuskan pada macrobiota (dapat terlihat langsung oleh kasat mata). Pengambilan data dilakukan dengan cara mengambil gambar dengan kamera

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

underwater pada setiap terumbu buatan, dimulai dari lingkaran atas dan dilakukan secara berputar ke kanan terlebih dahulu setelah itu dilanjutkan pada bagian lingkaran bawah. Selanjutnya pengambilan sampel dan pengambilan gambar pada bagian lingkaran atas dan bawah pada setiap biota yang ditemukan (Gambar 3.5).



Gambar 3.5 Urutan Pengambilan Sampel
Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

Setiap biota terlihat secara kasat mata, baik yang masih hidup maupun yang sudah mati, diambil untuk dilakukan identifikasi di laboratorium, dihitung, dicatat, dan diambil gambarnya dengan menggunakan kamera *underwater* dengan pengaturan makro beserta luas sisi permukaan terumbu buatan sebagai acuan luasan biota yang akan diamati. Setelah biota difoto dan diambil sampel *biofouling*, hasilnya akan diidentifikasi.

3. Pengolahan data

   Pengolahan data penelitian yaitu dengan mengidentifikasi terlebih dahulu dari hasil dokumentasi dan sampel yang sudah diambil, setelah itu diolah dengan mencari keanekaragaman *biofouling,* dan kepadatan *biofouling*.

4. Pembuatan laporan

   Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian ini, mulai dari tahap awal sampai tahap analisis hingga diperoleh kesimpulan.

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

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada perairan Batulawang, Pasir Putih, Situbondo, Jawa Timur dengan koordinat 07°41'37,50". Dimana pada lokasi tersebut salah satu tempat lokasi *diving* favorit bagi wisatawan, maka tidak heran ketika terumbu karang pada lokasi tersebut memiliki presentase yang sangat rendah sebesar 23 % - 49% (Luthfi, 2008). Dengan kondisi terumbu karang yang dapat dikatakan memiliki persentase tutupan karang yang rendah maka akan berdampak terhadap ikan karang yang sangat bergantung pada terumbu karang, maka dari itu dengan adanya terumbu buatan diharapkan sebagai habitat baru bagi komunitas ikan karang untuk melangsungkan hidupanya. Terumbu buatan ini bertujuan sebagai tempat mencari makan, tempat berlindung, tempat pemijahan dan pembesaran bagi komunitas ikan karang.

Pantai Pasir Putih terletak di jalur pantura Jawa Timur, tepatnya di Kabupaten Situbondo , Kecamatan Bungatan, Desa Pasir Putih. Lokasinya yang strategis membuat Wisata Pasir Putih ini mudah di akses. Wisatawan yang datang ke tempat ini hampir setiap hari, pada saat *weekend* wisatawan akan sangat meningkat. Beberapa wisata air yang dapat dinikmati oleh wisatawan seperti berkeliling dilaut menggunakan kapal layar, *canoeing*, *snorkeling*, *diving* dan berenang.

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 4.6 Peta Wisata Pantai Pasir Putih Situbondo
Sumber : (www.google.com, 2018)

Ekosistem terumbu karang pada perairan Pasir Putih dapat dijumpai pada kedalaman 2 m hingga kedalaman 10 m. Kedalaman perairan yang kurang dari 1m masih dikatakan sangat jelek ditandai dengan adanya pecahan karang (*rubble*) dan kondisi substrat berpasir dan belum ditemukanya ekosistem karang. Kedalaman perairan 3 m - 9 m dengan kondisi substrat berpasir ditemukanya ekosistem karang yang masih bisa dikatakan bagus, dikarnakan cahaya masih bisa dimanfaatkan oleh *zooxhantelle*. Kedalaman yang lebih dari 10m dengan kondisi substrat pasir berlumpur, juga tidak ditemukan ekosistem terumbu karang karena kurangnya pencahayaan pada kedalaman tersebut.

4.2 Hasil Parameter Fisika dan Kimia

Pada (Tabel 4.5) merupakan parameter Fisika dan Kimia yang didapatkan pada saat penelitian yang dilakukan pada bulan April 2018 untuk mengetahui kuliatas perairan.

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 4.5 Hasil pengukuran parameter perairan
Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

No	Parameter	Satuan	Nilai
1	Kecerahan	Meter	6,5
2	Suhu	^{o}C	31,6
3	DO	mg/l	7,31
4	Salinitas	‰	32,91
5	pH		8
6	Nitrat	mg/l	0,000893
7	Fosfat	mg/l	0,024

Pada (Tabel 4.5) telah disajikan rata-rata hasil pengukuran parameter pada lokasi penelitian, suhu perairan yang didapatkan pada lokasi penelitian adalah 31,6 ^{o}C. Kecerahan pada lokasi penelitian yaitu 6,5 meter. Oksigen terlarut yang diperoleh pada lokasi penelitian yaitu 7,31 mg/l. Parameter salinitas yang didapatkan yaitu 32,91 ‰. Derajat keasaman (pH) diperoleh nilaii sebesar 8, dan untuk kadar nitrat pada lokasi perairean sebesar <0,00893 mg/l. Sedangkan untuk kadar fosfat yang diperoleh sebesar 0,0248 mg/l.

a. pH

Derajat keasaman (pH) berperan penting dalam kualitas perairan di laut, pH yang didapatkan pada lokasi penelitian yaitu 8, menurut Souhoka (2013), pH dengan nilai 8 masih bisa membantu kehidupan biota laut dalam melakukan aktifitasnya, pH yang baik untuk biota laut yaitu antara 6-9. Febrianto, *et al.* (2014), dalam penelitianya disebutkan bahwasanya derajat keasaman (pH) 8 sangat efektif untuk tertip dalam melakuklan aktifitasnya. Menurut Peck *et al.,* (2015) dalam penelitianya penurunan pH yang diakibatkan oleh suhu permukaan laut meningkat dapat memperlambat pertumbuhan beberapa biota seperti *ascidians*, *sponge*, *spirorbids* dan *crustacean*.

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

b. Nitrat dan Fosfat

Kadar Nitrat dan Fosfat menjadi salah satu parameter dalam kesuburan suatu perairan, Nitrat dan Fosfat yang didapat pada lokasi penelitian yaitu <0,00893 mg/l untuk Nitrat sedangkan fosfat 0,0248 mg/l. Nitrat berfungsi sebagai senyawa dalam sintesis protein bagi hewan dan tumbuhan, akan tetapi terjadinya pertumbuhan alga yang tidak terbatas (*blooming algae*) yaitu ketika nitrat pada konsentrasi yang tinggi (McCook L.J dan Diaz-Pulido, 2001). Selain itu kadar fosfat pada siang hari berada pada keadaan minimum, ini terkait penyinaran matahari dan proses fotosintesis (Rohmimotarto dan Juwana, 1999). Menurut Tamtomo (2018) Tinggi rendahnya kadar fosfat dalam suatu perairan yaitu disebabkan oleh kandungan fosfor dalam sedimen. Sedimen sendiri mempunyai kadar fosfat yang terendam dalam air. Sedimen yang memiliki kandungan fosfat mengalami dekomposisi dengan bantuan proses abiotik yang kemudian menghasilkan senyawa fosfat terlarut.

c. Salinitas

Salinitas yang didapatkan ketika penelitian yaitu 32,91 ‰. menurut Guntur (2011), perairan yang baik untuk kehidupan terumbu karang mempunyai salinitas yang optimal dengan kisaran 32‰–35‰. Semakin tinggi kadar salinitas dalam laut maka semakin cepat pula pertumbuhan biota dalam membentuk biofilm pada substrat terumbu buatan. Sedangkan menurut Maryanti, *et al,.* (2012) faktor salinitas mempengaruhi pertumbuhan biota penempel. Menurut Gosling (2003) *bivalvia* yang hidup di laut, dapat bertahan pada rata-rata salinitas 35‰. Faktor lingkungan yang berpengaruh dalam perubahan salinitas yaitu seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Nontji 1993).

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

d. DO (Dissolved Oxygen)

Oksigen terlarut salah satu parameter dalam penentuan kualitas perairan pada lokasi penelirian, oksigen terlarut salah satu kebutuhan biota laut untuk proses respirasi biota laut dan penguraian zat-zat organik. Hasil dari pengukuran DO pada saat penelitian yaitu didapatkan 7.31 mg/l. Kadar oksigen terlarut (DO) tersebut dapat dikatakan sangat bagus karena kadar DO yang baik pada suatu perairan yaitu >5, dimana pengambilan kadar oksigen pada saat penelitian berada pada nilai optimum dan bisa dimanfaatkan oleh biota laut. (Salmin 2005). Menurut Patty et al., 2015 penyebab terganggunya ekosistem perairan yaitu disebabkan karena kadar DO dalam suatu perairan menurun, kadar DO menurun dapat mengakibatkan populasi biota yang semakin berkurang.

e. Suhu

Suhu menjadi salah satu faktor penting dalam keberlangsungan hidup biota laut secara insitu ataupun eksitu. Peranan suhu terhadap biota laut mempunyai peranan penting dalam kecepatan laju metabolisme ekosistem perairan. Hasil pengukuran suhu yang dilakukan pada lokasi penelitian didapatkan 31.6^{o}C. Suhu tersebut masih dikatakan optimal karena kisaran suhu perairan alami menurut Rohmimotarto dan Juwana (1999) suhu yang optimal dalam suatu perairan yaitu berkisar antara dibawah 0°C hingga 33°C.

f. Kecerahan

Peranan kecerahan suatu perairan sangat berperan penting bagi kelangsungan hidup biota laut, karena ada beberapa biota ketika cahaya semakin kuat maka pertumbuhan biota tersebut sangat cepat begitupun sebaliknya, ketika cahaya tersebut lemah maka pertembuhan biota tersebut semakin lambat, seperti *barnacle* dan *bivalve* (Maryanti et al, 2012). Parameter kecerehan yang didapat pada lokasi penelitian yaitu sampai kedalaman 6,5

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

meter. Kedalaman 6,5 meter tersebut cahaya masih dikatakan kuat. Cahaya tersebut dimanfaatklan oleh sebagian organisme autotrof agar proses fotosintesis masih dapat berlangsung.

4.3 Jumlah Biota

Biota yang ditemukan pada terumbu buatan dengan bahan material cangkang kerang dan beton normal yaitu *barnacle bryzoans, oyster* (kerang)*, tunicate, white encrusting sponge, purple encrusting sponge, nudibranch,* lili laut*, pheophyciae, sea urchin*. Biota yang ditemukan secara kasat mata kemudian di dokumentasikan dan dihitung. Hasil perhitungan jumlah biota yang ditemukan pada terumbu buatan dengan bahan material cangkang kerang dan beton normal telah disajikan pada (Tabel 4.6 dan 4.7).

Tabel 4.6 Biota pada terumbu buatan cangkang kerang
Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

No	Nama	**Spesies**	Kelas	**Jumlah**
1	*Barnacle*	*Sembilanus balanoides*	Cirripedia	136
2	*Bryzoans*	*Cheilostome sp*	Gymnolaemata	118
3	*Oyster* (kerang)	*Pinctada sp*	Bivalvia	97
4	*Tunicate*	*Ascidian sp*	Ascidiciae	31
5	*White Encrusting Sponge*	*Clatrhria sp*	Demospongiae	6
6	*Nudibranch*	*Elysia Crispata*	Gastropoda	1
7	Lili Laut	*Holopus sp*	Crinoidea	11
8	*Pheophyciae*	*Polypoides sp*	Alga	17
			Total	417

Hasil dari biota yang ditemukan pada terumbu buatan campuran cangkang kerang, biota yang mendominasi pada terumbu buatan tersebut yaitu *barnacle* dan *bryzoans*, untuk *barnacle* pada terumbu buatan dengan bahan campuran cangkang kerang yaitu sebesar 136 individu. Sedangkan untuk jumlah *bryzoans* yang ditemukan yaitu sebesar 118 individu.

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 Biota pada terumbu buatan bahan beton normal
Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

No	Nama	Spesies	Kelas	Jumlah
1	*Bernacle*	*Sembilanus balanoides*	Cirripedia	115
2	*Bryozoan*	*Cheilostome sp*	Gymnolaemata	72
3	*Oyster* (kerang)	*Pinctada sp*	Bivalvia	61
4	*White Encrusting Sponge*	*Clatrhria sp*	Demospongiae	1
5	*Purple Encrusting Sponge*	*Halliclona permalis*	Demospongiae	18
6	*Sea Urchin*	*Dredama antillarium*	Echinoidea	1
			Total	268

Pada terumbu buatan dengan bahan beton normal, yang mendominasi yaitu tidak berbeda dengan terumbu buatan dengan campuran cangkang kerang yaitu *barnacle* dan *bryzoans*, namun jumlah *barnacle* pada terumbu buatan dengan bahan beton normal yaitu sebesar 115 individu. Pada *bryzoans* yang ditemukan pada terumbu buatan dengan bahan beton normal yaitu sebesar 72 individu. Selain itu terdapatnya biota yang beragam pada terumbu buatan dengan bahan campuran cangkang kerang seperti *tunicate* dengan jumlah 31 individu, *algae* (*dyctyotales*) yang berjumlah 17 individu, *nudibranch* dengan jumlah 1 individu dan lili laut yang berjumlah 11 individu. Keempat spesies tersebut tidak ditemukan pada terumbu buatan bahan normal.

Sedangkan biota yang tidak ditemukan pada terumbu buatan campuran cangkang kerang namun ditemukan pada terumbu buatan beton normal seperti *Sea urchin* yang berjumlah 1 individu. Jumlah *encrusting sponge* yang terdapat pada terumbu buatan bahan normal lebih banyak dengan jumlah 19 individu sedangkan *encrusting sponge* pada terumbu buatan cangkang kerang hanya berjumlah 6 individu. Pada *encrusting sponge* yang terdapat pada terumbu buatan beton normal terdapat 2 biota dengan rincian *encrusting sponge*

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

white 1 individu dan *encrusting sponge purple* 18 individu, berbeda dengan *encrusting sponge* yang terdapat pada terumbu buatan cangkang kerang hanya *encrusting sponge white* saja dengan jumlah 6 individu.

4.4 Komposisi Jenis Biota

Hasil identifikasi biota pada terumbu buatan bahan material cangkang kerang dan beton normal ditemukan 8 biota pada terumbu buatan bahan material cangkang kerang, sedangkan untuk terumbu buatan bahan material beton normal ditemukan 6 biota saja. 8 biota yang ditemukan pada terumbu buatan cangkang kerang yaitu *barnacle*, *bryozoan*, *oyster*, *tunicate*, *white encrusting sponge*, *nudibranch*, lili laut dan *pheophyciae*. Pada terumbu buatan bahan beton normal biota yang ditemukan yaitu *barnacle*, *bryozoan*, *oyster*, *white encrusting sponge*, *purple encrusting sponge*, dan *sea urchin*. Organisme-organisme yang dapat beradaptasi pada terumbu buatan, menunjukan berhasilnya suatu terumbu buatan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai habitat mahluk hidup. Pada terumbu buatan cangkang kerang ditemukan 417, sedangkan untuk terumbu buatan beton normal 268 biota yang ditemukan. *Barnacle* mendominasi pada kedua terumbu buatan masing 33% dan 43%.

Tabel 4.8 Komposisi Biota pada terumbu Buatan Cangkang Kerang
Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

No	Nama	Spesies	Kelas	Komposisi (Ki)
1	*Barnacle*	*Sembilanus balanoides*	Cirripedia	33
2	*Bryzoans*	*Cheilostome sp*	Gymnolaemata	28
3	*Oyster* (kerang)	*Pinctada sp*	Bivalvia	23
4	*Tunicate*	*Ascidian sp*	Ascidiciae	7.4
5	*White Encrusting Sponge*	*Clatrhria sp*	Demospongiae	1.4
6	*Nudibranch*	*Elysia crispata*	Gastropoda	0.2
7	Lili Laut	*Holopus sp*	Crinoidea	2.6
8	*Pheophyciae*	*Polypoides sp*	Alga	4.1
			Total	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

Pada terumbu buatan cangkang kerang ditemukan 417 invidu yang terbagi dalam 8 spesies dengan rincian 33% *barnacle*, *bryozoan* 28%, *oyster* 23%, *tunicate* 7,4%, *white encrusting sponge* 1,4 %, *nudibranch* 0,2 %, lili laut 2,6%, dan *pheophyceae* 4,1%.

Tabel 4.9 Komposisi Biota pada terumbu Buatan Beton Normal
Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

No	Nama	Spesies	Kelas	Komposisi (Ki)
1	*Bernacle*	*Sembilanus balanoides*	Cirripedia	43
2	*Bryozoans*	*Cheilostome sp*	Gymnolaemata	27
3	*Oyster* (kerang)	*Pinctada sp*	Bivalvia	23
4	*White Encrusting Sponge*	*Clatrhria sp*	Demospongiae	0.4
5	*Purple Encrusting Sponge*	*Halliclona permalis*	Demospongiae	6.7
6	*Sea Urchin*	*Dredama antillarium*	Echinoidea	0.4
			Total	100

Sedangkan untuk terumbu buatan bahan beton normal ditemukan 268 individu yang terbagi dalam 6 spesies dengan rincian *barncle* 43%, *bryozoan* 27%, *oyster* 23%, *white encrusting sponge* 0,4%, *purple encrusting sponge* 6,7% dan *sea urchin* 0,4%. Perbedaan untuk komposisi pada kedua terumbu buatan yaitu pada biota yang ditemukan, untuk terumbu buatan cangkang kerang tidak ada biota seperti *purple encrusting sponge* dan *sea urchin*, sedangkan untuk terumbu buatan bahan material beton normal tidak ditemukanya biota seperti lili laut, *pheophyceae*, *nudibranch*, dan *tunicate*.

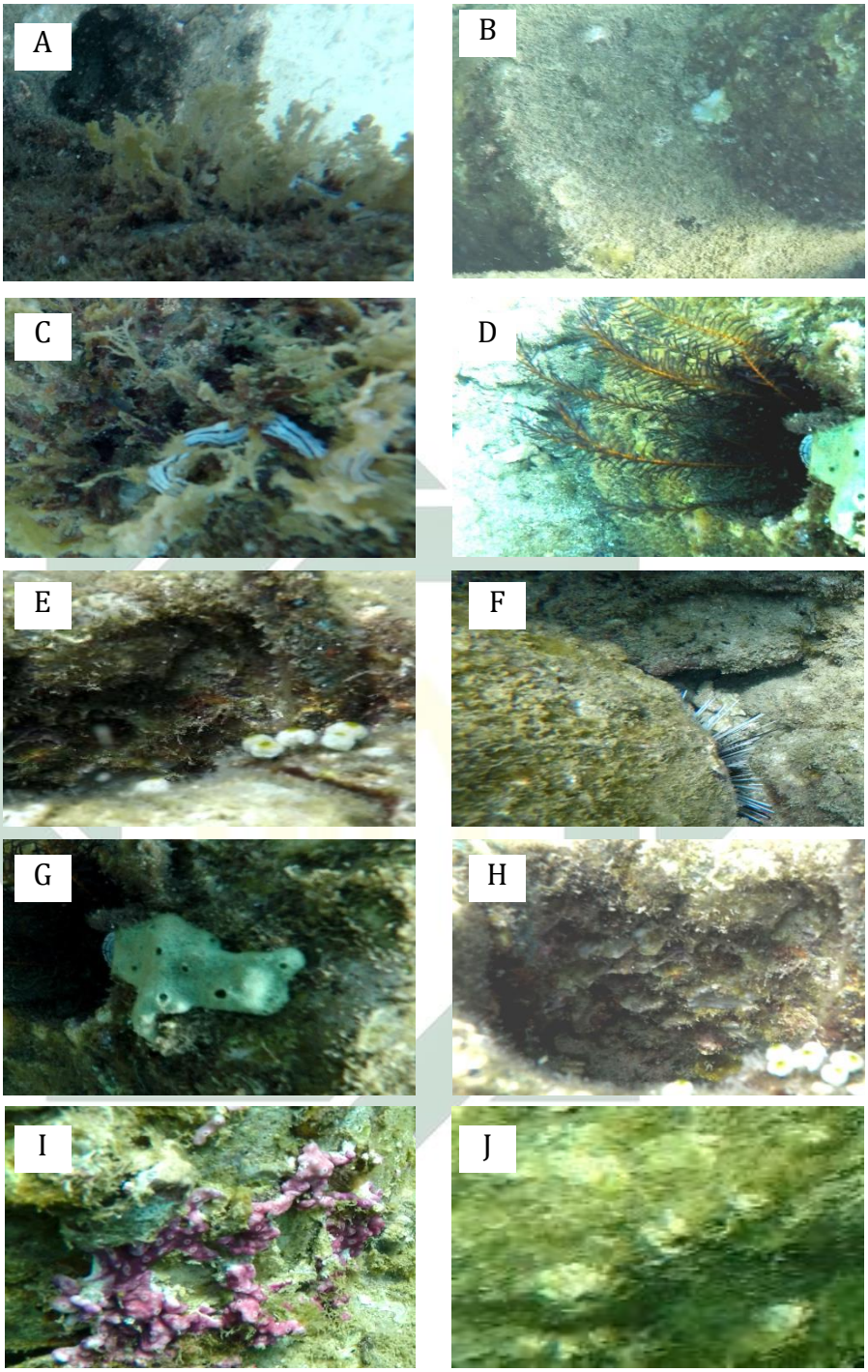
Pada 35ahas komposisi biota (Tabel 4.8 dan 4.9) menunjukan persentase tertinggi pada kedua terumbu buatan yaitu biota *barnacle* dengan persentase 33% untuk cangkang kerang dan 43% untuk beton normal. *Barnacle* memulai awal kehidupanya dengan menjadi larva atau *cyprids* yang berenang bebas di air. *Cyprids* tersebut menempelkan dirinya ke substrat yang keras yang berongga

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

untuk melanjutkan fase dewasanya, *cyprids* menemukan substrat yang tepat untuk menempel dengan mengunakan cairan semennya untuk merekatkan ke substratnya. Semen tersebut keluar melalui ujung antenanya dan di produksi dari kelenjar yang ada di antenanya mengalir melalui pipa diantara antenanya dan keluar melalui ujungnya. Setelah tritip tumbuh, kelenjarnya juga ikut tumbuh menjadi organ yang lebih kompleks dan menghasilkan semen sekunder yang membuatnya merekat lebih keras pada substratnya (Victoria, 2009).

Penyebab proses biofouling adanya akumulasi nutrient pada permukaan, hal tersebut memicu tersedianya sumber makanan dan menarik mikroorganisme untuk menempel. Semakin meningkatnya biofouling pada terumbu buatan yaitu dengan meningkatnya kekasaran permukaan, seperti halnya *barnacle* yang mempunyai semen sekunder agar merekat lebih keras pada substrat yang akan di tempatinnya. Hal ini telah dibuktikan dalam penelitianya oleh Kerr (1999) yaitu pada substrat kaca dan akrilik memperoleh data bahwa kekasaran permukaan meningkatkan jumlah organisme *fouling*. Selain dari permukaan kasar yang menyebabkan terjadinya peningkatan *biofouling* yaitu dengan parameter yang mendukung untuk melangsungkan kehidupan *biofouling* tersebut. Sesuai pernyataan oleh Odum (1983), bahwa kualitas air sangat mempengaruhi daya tahan biota penempel terhadap lingkungan.

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 4.7 Biota yang ditemukan pada terumbu buatan di pantai Pasir Putih Situbondo " A. *Pheophyciae* B. *Bryozoan* C. *Nudibranch* D. LiliLaut E. *Tunicate* F. *Sea Urchin* G. *White Encrusting Sponge* H. *Oyster* i. *Purple Encrusting Sponge* dan J. *Barnacle*

Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

Keberadaan *Biofouling* yang terdapat pada terumbu buatan tersebut di indikasikan bahwasanya pada terumbu buatan 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

adanya kehidupan dan dapat dimungkinkan pada terumbu buatan tersebut bisa ditumbuhi terumbu karang yang baru karena fungsi utama dari terumbu buatan tersebut yaitu merehabilitasi terumbu karang yang mengalami kerusakan.

4.5 Keanekaragman Macrofouling

Indeks keanekaragaman yaitu keanekaragaman jenis biota penempel (*biofouling*) yang terdapat pada suatu komunitas, dimana nilai keanekaragaman ada hubunganya dengan sedikit banyaknya jumlah spesies yang ditemukan dalam komunitas tersebut.

Tabel 4.10 Grafik Keanekaragaman pada terumbu buatan

Terumbu Buatan	Keanekaragaman (H')	Kategori
Cangkang Kerang	1,56	Rendah
Beton Normal	1,28	Rendah

Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

Nilai indeks keanekaragaman (H') *macrofouling* yang didapat pada terumbu buatan bahan material cangkang kerang dengan nilai 1,56, sedangkan nilai indeks keanekaragaman pada terumbu buatan bahan material beton normal 1,28.

Berdasarkan (Tabel 4.10) indeks keanekaragaman pada setiap terumbu buatan menunjukan nilai indeks keanekaragaman yang lebih tinggi pada terumbu buatan bahan material cangkang kerang dari pada terumbu buatan dengan bahan beton normal. Indeks keanekaragaman pada terumbu buatan cangkang kerang dan beton normal yaitu 1,56 untuk cangkang kerang dan 1,28 untuk beton normal. Berdasarkan kategori indeks keanekaragaman (H') nilai < 2,0 masuk dalam kategori rendah (Odum, 1983). Lebih terperinci lagi untuk kategori indeks keanekaragaman yang dijelaskan dalam penelitianya Wibisono (2005) nilai 1,56 dan 1,28 dapat dikategorikan stabil, menurut Brower (1998), keanekaragaman spesies merupakan pengukur dari stabilitas komunitas (kemampuan struktur komunitas untuk tidak terpengaruh oleh gangguan dari komponennya). Stabilnya suatu komunitas adanya hubungan antara

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

jumlah dengan nutrisi yang diperoleh. Jika tingkat nutrisi yang diperoleh sangat baik, maka komunitas akan stabil. Komunitas yang stabil mempunyai keanekaragaman yang sangat tinggi. Indeks keanekaragaman pada kedua terumbu buatan hampir sama, namun nilai dari terumbu butan bahan material cangkang kerang lebih tinggi dikarenakan pada terumbu buatan campuran cangkang kerang adanya kandungan $CaCO_3$ yang membuat biota seperti *barnacle* dan *oyster* dapat ditemukan pada terumbu buatan cangkang kerang dari pada beton normal, biota seperti *barnacle* dan oyster termasuk hewan moluska yang mebutuhkan kandungan zat kapur tersebut, seperti pernyataan dari Oemarjati dan Wardhana (1990) mengatakan bahwa Moluska adalah hewan simetri bilateral, bertubuh lunak dan tidak bersegmen. Kebanyakan dari anggotanya mempunyai cangkang yang terbuat dari zat kapur dengan bentuk beranekaragam.

4.6 Kepadatan Macrofouling

Kepadatan biota diperoleh dari perhitungan jumlah biota penempel dibagi dengan luas sisi permukaan terumbu buatan. Untuk menghitung luas sisi permukaan pada terumbu buatan dapat menggunakan rumus (Lampiran 8).

Hasil perhitungan diatas didapatkan dengan menggunakan rumus Luas media dan diperoleh hasil 34364,08 cm2 dan kemudian dirubah kedalam meter maka hasil yang didapat 3,436 m^2. Setelah itu dibulatkan menjadi 3,4 m^2. Nilai tersebut adalah luas permukaan luar terumbu buatan.

Kepadatan yang didapatkan yaitu dari jumlah biota dari seluruh sisi permukaan terumbu buatan, kemudian dibagi dengan luasan pada seluruh sisi permukaan pada terumbu buatan, dan didapatkan hasil perbandingan kepadatan biota pada media dari terumbu buatan.

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 4.11 Kepadatan Biota pada Terumbu Buatan Cangkang Kerang

Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

No	Nama	Spesies	Kelas	Jumlah	Kepadatan (D)
1	*Barnacle*	*Sembilanus balanoides*	Cirripedia	136	39,6
2	*Bryzoans*	*Cheilostome sp*	Gymnolaemata	118	34,3
3	*Oyster* (kerang)	*Pinctada sp*	Bivalvia	97	28,2
4	*Tunicate*	*Ascidian sp*	Ascidiciae	31	9,02
5	*White Encrusting Sponge*	*Clatrhria sp*	Demospongiae	6	1,75
6	*Nudibranch*	*Elysia crispata*	Gastropoda	1	0,29
7	Lili Laut	*Holopus sp*	Crinoidea	11	3,2
8	*Pheophyciae*	*Polypoides sp*	Alga	17	4,95
			Total	417	113

Hasil dari perhitungan kepadatan pada terumbu buatan dengan bahan campuran cangkang kerang, biota yang mendominasi pada terumbu buatan tersebut yaitu *barnacle* dan *bryzoans*, untuk *barnacle* pada terumbu buatan dengan bahan campuran cangkang kerang yaitu sebesar 39,6 individu/m^2. Sedangkan untuk jumlah *bryzoans* yang ditemukan yaitu sebesar 34,3 individu/m^2.

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 4.12 Kepadatan Biota pada Terumbu Buatan Beton Normal
Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

No	Nama	Spesies	Kelas	Jumlah	Kepadatan (D)
1	*Bernacle*	*Sembilanus balanoides*	Cirripedia	115	33,5
2	*Bryozoan*	*Cheilostome sp*	Gymnolaemata	72	21
3	*Oyster* (kerang)	*Pinctada sp*	Bivalvia	61	17,8
4	*White Encrusting Sponge*	*Clatrhria sp*	Demospongiae	1	0,29
5	*Purple Encrusting Sponge*	*Halliclona permalis*	Demospongiae	18	5,24
6	*Sea Urchin*	*Dredama antillarium*	Echinoidea	1	0,29
			Total	268	78

Pada terumbu buatan dengan bahan beton normal, yang mendominasi yaitu tidak berbeda dengan terumbu buatan dengan campuran cangkang kerang yaitu *barnacle* dan *bryzoans*, namun jumlah *barnacle* pada terumbu buatan dengan bahan beton normal yaitu sebesar 33,5 individu/m^2. Pada *bryzoan* yang ditemukan pada terumbu buatan dengan bahan beton normal yaitu sebesar 21 individu/m^2. Selain itu terdapatnya biota yang beragam pada terumbu buatan dengan bahan campuran cangkang kerang seperti *tunicate* dengan jumlah 9,02 individu/m^2, *algae* (*dyctyotales*) yang berjumlah 4,95 individu/m^2, *nudibranch* dengan jumlah 0,29 individu/m^2 dan lili laut yang berjumlah 3,2 individu/m^2. Keempat spesies tersebut tidak ditemukan pada terumbu buatan bahan normal. Sedangkan biota yang tidak ditemukan pada terumbu buatan campuran cangkang kerang namun ditemukan pada terumbu buatan beton normal seperti *sea urchin* yang berjumlah 0,29 individu/m^2.

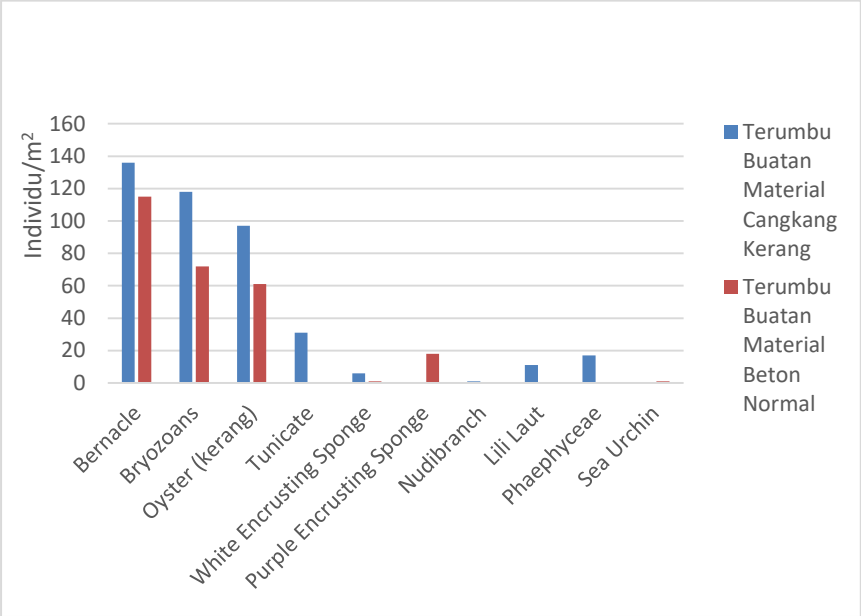
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Demospongiae yang terdapat pada terumbu buatan beton normal terdapat 2 biota dengan rincian *white encrusting sponge* 0,29 individu/m^2 dan *purple encrusting sponge* 5,24 individu/m^2, berbeda dengan *demospongiae* yang terdapat pada terumbu buatan cangkang kerang hanya *white encrusting sponge* saja dengan jumlah 1,75 individu/m^2.

Kepadatan pada terumbu buatan material beton normal dan campuran cangkang kerang yang menempati tingkat kepadatan paling tinggi yaitu *barnacle* (Tabel 4.11 dan 4.12). Persamaan biota dengan kepadatan tertinggi yang terdapat pada masing-masing bahan material terumbu buatan yaitu *barnacle*, *bryozoan* dan *oyster* (kerang). Cangkang kerang mengandung banyak zat kapur (CaCO3), sedangkan cangkang kerang merupakan zat penyusun utama terumbu dan biota yang ditemukan pada terumbu buatan bahan material campuran cangkang kerang paling banyak di dominasi oleh biota *calcareous*, biota tersebut akan membutuhkan kandungan zat yang terdapat pada cangkang kerang yaitu $CaCO_3$ (Peck *et al.,* 2015).

Biota seperti *barnacle* yang memiliki kepadatan tertinggi dikarenakan biota tersebut hidup pada parameter yang sangat optimal, menurut Maryanti et al, (2012) *barnacle* dan *bivalve* sangat bergantung pada kecerahan yang diterima, ketika cahaya semakin kuat maka pertumbuhan biota tersebut sangat cepat begitupun sebaliknya, ketika cahaya tersebut lemah maka pertembuhan biota tersebut semakin lambat. Berbeda dengan *bryozoan*, biota tersebut lebih suka dengan cahaya yang sedikit (Ryland, 2005), yang membedakan kepadatan *bryozoan* pada masing-masing terumbu buatan yaitu bahan materialnya, banyaknya *bryzoan* yang ditemukan pada terumbu buatan cangkang kerang dikarenakan *bryozoan* membutuhkan kandungan $CaCO_3$ dalam penyusunan organ pada *bryozoan*, sedangkan terumbu buatan cangkang kerang sangat kaya akan kandungan $CaCO_3$, maka dari itu pada terumbu buatan beton normal lebih sedikit ditemukanya biota 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



Gambar 4.8 Kepadatan Biofouling

Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

Perbedaan dari kepadatan biota (Gambar 4.8) yang ditemukan pada beton normal dan cangkang kerang yaitu pada kelas *demospongiae*, pada media terumbu buatan beton normal untuk *purple encrusting sponge* dan *white encrusting sponge* lebih dominan. Menurut Nadia dan Fauzi (2011) beton yang berkualitas merupakan adanya reaksi antara senyawa kimia antara silika dengan kapur bebas, dengan adanya kandungan silika pada media terumbu buatan beton normal. *Sponge* dapat bertumbuh dengan baik, karena pengaruh tumbuhnya *sponge* pada terumbu buatan beton normal disebabkan adanya kandungan silika yang sangat tinggi (Aziz *et al*., 2011). Bagian *sponge* terdapat spikula yang dimana spikula tersebut mempunyai fungsi untuk memperkokoh kerangka tubuh pada *sponge* dan memiliki kandungan silika (Amir dan Budiyanto, 1996).

Spesies *ascidian* ditemukan hanya pada terumbu buatan cangkang kerang, menurut Fikruddin (2011) habitat *ascidian* hampir disemua lokasi perairan Indonesia dan menempel pada semua benda atau kontruski yang tercelup dalam air (dermaga, kontruksi budidaya ikan dan lain sebagainya). Terumbu buatan cangkang

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

kerang mengandung senyawa karbon, senyawa karbon tersebut merupakan salah satu molekul pembentuk selulosa, yang dimana mantel utama pada *ascidian* tersusun dari zat semacam selulosa (Suwignyo DKK, 2005). Lebih dominan lagi pada kelas alga hanya ditemukan pada terumbu buatan cangkang kerang, menurut Harris (2004) alga akan menyediakan makanan bagi biota invertebrate dan ikan-ikan kecil, kehadiran ikan-ikan kecil tersebut menarik perhatian ikan yang lebih besar untuk memangsanya. Terbukti pada saat penelitian banyaknya ikan-ikan kecil disekitar terumbu buatan cangkang kerang.

4.7 Analisa Statistik Uji Mann Whitney

Analisa statistik Uji Mann-Whitney dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh dalam perbandingan dari kedua bahan terumbu buatan yaitu pada cangkang kerang dan beton normal. Sebelum uji statististik mann whitney dilakukan terlebih dahulu dilakukan uji normalitas shapiro wilk dengan tujuan untuk mengetahui data penelitian berdistribusi normal atau tidak dengan menggunakan software IBM SPSS.

Tabel 4.13 Uji Normalitas Data

Terumbu Buatan	Shapiro-Wilk (Nilai SIG)
Cangkang Kerang	0,006
Beton Normal	0,002

Sumber : (Pengolahan Data, 2018)

Nilai Sig. (2-tailed) yang diperoleh dari hasil uji normalitas adalah 0,006 dan 0,002 (Tabel 4.13). Dalam pengambilan keputusan untuk mengetahui data penelitian tersebut berdistribusi normal atau tidak yaitu ditentukan sebagai berikut :

1. Jika nilai signifikasi > 0,05 maka data penelitian berdistribusi normal.
2. Jika nilai signifikasi <0,05 maka data penelitian tidak berdistribusi normal.

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

Data penelitian yang tidak berdistribusi normal maka menggunakan statistik non parametrik sedangkan untuk nilai signifikasi berdistribusi normal digunakan uji statistik parametrik. Nilai sig pada kolom Shapiro Wilk menunjukan bahwa data penelitian tidak berdistribusi normal kemudian dilakukan uji Mann-Whitney non parametrik dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS.

Nilai Sig. (2-tailed) yang diperoleh dari hasil uji Mann-Whitney adalah 0.319 (Lampiran 7), dari nilai yang diperoleh kemudian akan dilakukan hipotesis untuk mengetahui adanya pengaruh perbedaan bahan terumbu buatan yaitu pada cangkang kerang dan beton normal terhadap rata-rata jumlah *macrofouling.*

Hipotesis yang akan dilakukan pada terumbu buatan untuk mengetahui pengaruh perbedaan dari 2 jenis bahan material beton campuran cangkang kerang dan beton normal terhadap hasil biota yang ditemukan pada terumbu buatan adalah sebagai berikut :

- H0: pengaruh penggunaan bahan material beton normal dalam mempengaruhi hasil biota yang ditemukan pada terumbu buatan = pengaruh penggunaan bahan material cangkang kerang dalam mempengaruhi hasil biota yang ditemukan pada terumbu buatan.
- H1: pengaruh penggunaan bahan material beton normal dalam mempengaruhi hasil biota yang ditemukan pada terumbu buatan ≠ pengaruh penggunaan bahan material cangkang kerang dalam mempengaruhi hasil biota yang ditemukan pada terumbu buatan.

Hipotesis pada statistik uji mann whitney adalah jika nilai "Asymp Sig. (2-tailed)" >0.05 maka H0 diterima, sedangkan jika nilai "Asymp Sig. (2-tailed)" <0.05 maka H0 ditolak. Hasil ketika analisis statistik uji mann whitney dilakukan dengan menggunakan software IBM SPSS diperoleh nilai "Asymp Sig. (2-tailed)" sebesar 0.319, nilai tersebut menunjukan bahwasanya nilai "Asymp Sig. (2-

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

tailed)" >0.05, maka hipotesis H0 diterima, dengan kata lain "pengaruh penggunaan bahan material beton normal dalam mempengaruhi hasil biota yang ditemukan pada terumbu buatan = pengaruh penggunaan bahan material cangkang kerang dalam mempengaruhi hasil biota yang ditemukan pada terumbu buatan". Hasil hipotesis pada statistik uji mann whitney menunjukan adanya pengaruh penggunaan terumbu buatan dengan bahan yang berbeda yaitu terumbu buatan material beton normal dan terumbu buatan campuran cangkang kerang terhadap hasil biota yang ditemukan.

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

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh selama penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwasanya, yaitu :

1. Indeks keanekaragaman pada terumbu buatan cangkang kerang dan beton normal masing-masing 1,56 dan 1,28. Nilai indeks keanekaragaman (H') tersebut masuk dalam kategori rendah (nilai H' < 2,0).
2. Pada terumbu buatan bahan material cangkang kerang, nilai kepadatan tertinggi yaitu biota *barnacle* 39,6 individu/m^2. Setelah itu untuk biota lainya yaitu *bryozoan* 34,3 individu/m^2, *oyster* 28,2 individu/m^2, *tunicate* 9,02 individu/m^2, *white encrusting sponge* individu/m^2, *nudibranch* 0,29 individu/m^2, lili laut 3,2 individu/m^2, dan *pheophyciae* 4,95 individu/m^2. Sedangkan pada terumbu buatan bahan material beton normal kepadatan tertinggi yaitu pada biota *barnacle* dengan nilai 33,5 individu/m^2. Setelah itu untuk biota lainya yaitu *bryzoans* 21 individu/m^2, *oyster* (kerang) 17,8 individu/m^2, *white encrusting sponge* 0,29 individu/m^2, *purple encrusting sponge* 5,24 individu/m^2, dan *sea urchin* 0,29 individu/m^2.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penempelan biofouling dengan rentang waktu minimal 3 – 5 bulan agar dapat terlihat pertumbuhan *biofouling* dari bulan ke bulan pada kedua terumbu buatan. Selain itu media dapat ditumbuhi oleh biota-biota bentik yang nantinya akan menjadi awal dari pembentukan suatu komunitas terumbu karang.

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

DAFTAR PUSTAKA

Abarzua, S and S. Jakubowski. 1995. Biotechnological Investigation for the Prevention of Biofouling. I. Biological and Biochemical Principles for the Prevention of Biofouling. Marine Ecology Progress Series Vol. 123; 301312, 1995. Inter Research. Germany

Afranita, G., Anita, S., & Hanifah, T. A. 2014. Potensi Abu Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Adsorben Ion Timah Putih.

Akhwady, R., Ridho, B., 2017. The Influence of Clamshell on Mechanical Properties of NonStructure Concrete as Artificial Reef.Asian J. Appl. Sci. 5.

Amir, Ichsan,. Budiyanto, Agus. 1996. *Mengenal spons laut (demospongiae) secara umum*. Jakarta. Oseana, Volume XXI, Nomor 2 : 15-31.

Aziz, A. M., Kamal, M. M., Zamani, N. P., & Subhan, B. 2011.Coral Settlement on Concrete Artificial Reefs in Pramuka Island Waters, Kepulauan Seribu, Jakarta and Management Option. Journal of Indonesia Coral Reefs 1(1) (2011) 55-64.

Brower, J.E. 1998. Field and Laboratory Methodsfor General Ecology. United States of America:McGraw-Hill Companie

Darmaraj.S, A. Chellam and T.S. Velayudhan. 1987. Biofouling, Boring and Predation of Pearl Oyster. CMFRI bulletin 39. Central Marine Fisheries Research Institute. India

Dharma, B. 1988.Siput dan Kerang Indonesia. Penerbit PT. Sarana Graha, Jakarta.

English, S.A., Wilkinson, C., Baker, V., Australian Institute of Marine Science (Eds.), 1997. Survey manual for tropical marine resources, 2. Ed. Ed. Australian Institute of Marine Science, Townsville.

Fikruddin, Muh. 2103. Distribusi dan Keanekaragaman Tunikata (Ascidiaceae) pada Kondisi Perairan yang Berbeda di Pulau Badi, Bone Batang dan Lae-lae. Makassar. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar.

Febrianto, I. A., Zulkifli, & Nasution, S. 2014. Vertical Distribution of Barnacle(Balanus sp) at Pier Pole of Sungai Bela Village Post in Indragiri HilirRegency. Marine Science Faculty of Riau University.

Gianto. 2007. Perdagangan karanh hias : suatu ancaman terhadap ekosistem terumbu karang?. J. Oseana 32 (4) 21-27.

Guntur. 2011. Ekologi Karang Pada Terumbu Buatan. Ghalia Indonesia

Gosling, E. M. 2003. Bivalve molluscs: biology, ecology, and culture. Oxford ;Malden, MA: Fishing News Books.

Harris, V dan Staufer R. 2004. Cladhopora Research and Management in The Great Lakes. Proceedings of a workshopheld at the great lakes water institute. University of Wisconsin-Milwaukee. United States of America

Hutagalung, S. P. 1982. Studi Tentang Kesenangan Teritip (Balanus spp) Terhadap Beberapa Jenis Subtratum pada Tingkatan Suhu dan Kondisi Oseanografis yang Berbeda di Perairan PLTU Muara

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, Teluk Jakarta.Skripsi Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 90 hal (tidak diterbitkan)

Hyman, LH. 1959. The invertebrates smaller ceolometsgroups V. Mcgraw-hill: New York

Kerr. A, C. M. Beveridge, M.J. Cowling, T. Hodgkiess, A.C.S. Parr and M.J. Smith. 1999. Some physical factorsaffecting the accumulation ofbiofouling. Journal of the MarineBiological Association of the UK (1999), 79:2:357-359.

Krebs, T. 1989. Ecology, the Experimental Analysis of Distribution an Abundance. Harper and Row. New York.

Luthfi, O. M., & Yamindago, A. 2008) Telaah Struktur Komunitas Terumbu Karang Sebagai Studi Awal Program Rehabilitasi Terumbu Karang Di Perairan Pasir Putih Situbondo. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Maududi, M. A. 2017. Pemanfaatan Artificial Reef Berbahan Dasar Beton Standar Dan Beton Campuran Cangkang Kerang Sebagai Media Potensial Dalam Membentuk Ekosistem Terumbu Karang Buatan Di Pasir Putih Situbondo. Skripsi. Universitas Brawijaya Malang.

Maryanti, P. F., Armono, H. D., & Supomo, H. 2012. Studi Eksperimen LajuPertumbuhan Marine Growth Pada Plat Baja ASTM A36 Akibat PengaruhKuat Cahaya dan Variasi Salinitas. Jurnal Teknik Pomits, Volume. 1, No.1.

McConnaughey, B. H. and Zottoli, R. 1983. Pengantar Biologi Laut. Diterjemahkan oleh H. Z. B. Tafal.The C. V. Mosby Co. London.410 hal.

McCook L. J, Diaz-Pulido, 2001.Competition between corals and algal turfs along a gradient of terrestrial influence in the nearshore central Great Barrier Reef. Coral Reefs 19, 419–425.

Nadia dan Fauzi, Anwar. 2011. Pengaruh Kadar Silika pada Agregat Halus Campuran Beton terhadap Peningkatan Kuat Tekan. Jakarta. Jurnal kontrusi volume 3 nomor 1.

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

Nybakken, J.W., 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan oleh. M. Eidiman, Koesbiono, D. G. Bengen. M. Hotomo dan S. Soekardjo. Gramedia. Jakarta. 495 hal.

Oemarjati, B.S dan W. Wardhana. 1990. Taksonomi Avertebrata, Pengantar Praktikum Laboratorium. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.

Odum, E. P. 1983. Dasar-dasar Ekologi. Edisi Ketiga (Alih 50ahasa oleh T. Samingan). Gajah Mada University Press. Yogyakarta

Patty, S. I., Arfah, H., & Abdul, M. S. 2015. Zat Hara (Fosfat, Nitrat), OksigenTerlarut dan pH Kaitannya Dengan Kesuburan di Perairan Jiku merasa, Pulau Buru. Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis, 1(1), 43–50.

Peck, L.S., Clark, M.S., Power, D., Reis, J., Batista, F.M., Harper, E.M., 2015.Acidification effects on biofouling communities: winners and losers. Glob.Change Biol. 21, 1907–1913. Doi:10.1111/gcb.12841

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

Railkin, A.I. 2004. Marine Biofouling; Colonization Processes and Defence.CRC Press. Florida.

Rittchof, D. 2001. Natural poduct antifoulant and coatings development. In: J.B. Raiklin, A. I. 2005. Marine Biofouling Colonization Processes and Defenses.CRC PRESS.Boca Raton London New Work Washington D.C.

Rohmimotarto, dan Juwana. 1999. Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut.Pusat Penelitian dan Pergembangan Oseanologi-LIPI. Jakarta.

Ruslan, Ahmad F. 2014. Kepadatan dan Keragaman Macrobiofouling pada Dermaga Beton dan Dermaga Kayu di Pulau Balanglompo.Kec. Mattiro Sompe. Kab. Pangkep. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makasar.

Ryland, J.S., 2005. Bryozoa: An Introductory Overview, er. Ed, 28. NationalMuseum, Denisia 16, Austria.

Sabdono, A. 2007.Pengaruh ekstrak antifouling bakteri karang Pelagiobacter variabilis Strain USP3.37 terhadap penempelan bernakel di perairan pantai Teluk Awur, Jepara. J. Coast. Dev, 12(1): 18-23

Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan,

Souhoka, J., & Patty, S. I. 2013. Hydrology Monitoring In Conjunction With TheCondition Of Coral Reefs In The Waters of Talise Island, North Sulawesi.Jurnal Ilmiah Platax, 1(3), 138–147.

Suwignyo, Sugiarti dkk, *Arvertebrata Air Jilid 1*. Jakarta : Swadaya : 2005

Syamsudin, Ristinah, Agung Wicaksono, Fauzan Fazairin M. 2011. Pengaruh air laut pada perawatan (curing) beton terhadap kuat tekan dan absorpsi beton dengan variasi faktor airsemen dan durasi perawatan. Malang. JURNAL REKAYASA SIPIL/ Volume 5, No 2 – 2011 ISSN 1978-5658 Oseana, Volume XXX, Nomor 3, 2005 : 21-26.

Tamtomo, Pandu C. 2017. Evaluasi Penggunaan Abu Batu dan Cangkang Kerang Sebagai Material Potensial pada Terumbu Buatan Berbahan Beton Di Perairan Pasir Putih, Situbondo. Malang. Skripsi. Universitas Brawijaya Malang.

Victoria, M., 2009. How do barnacles cement themselves to rocks. Mus. Vic.

Wazir, M., 2003. Ekosistem Terumbu Karang Peranan, Kondisi Dan Konservasinya. Inst. Pertan. Bogor, Makalah Falsafah Sains PPs 702

Wibisono, M.S. 2005. Pengantar Ilmu Kelautan. PTGramedia Widiasarana Indonesia: Jakarta

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