

Struktur Komunitas Karang Lunak Pada Kedalaman Berbeda di Teluk Jemeluk Amed, Kabupaten Karangasem, Bali

Putu Adi Prawira ^a, Dwi Budi Wiyanto ^{a*}, I Gusti Ngurah Putra Dirgayusa ^a

^a Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Kampus UNUD Bukit Jimbaran, Bali 80361, Indonesia

* Penulis koresponden. Tel.: +62-822-375-971-74

Alamat e-mail: budi.wiyanto@unud.ac.id

Diterima (received) 18 Agustus 2018; disetujui (accepted) 1 Oktober 2022; tersedia secara online (available online) 1 Desember 2022

Abstract

Reef is ecosystem in tropical waters which rich of biota constituent, with high species diversity. One of biota that compiler coral reefs are soft corals (Octocorallia, Alcyonacea). The aim of this research is to know the soft coral community structure at different depths and the influence of the limiting factors of soft corals. Soft coral data retrieval is done in 3 observation points. Each depth research carried out by installing 6 transects quadrants through 100 meter transect line parallel to the shoreline. Data retrieval of water quality carried out on site research and laboratory testing. The water quality data taken include; temperature, brightness, salinity, pH, flow velocity, DO, depth, nitrate and phosphate. Retrieving data using the soft coral community structure. The highest density values found in every station a depth of 5 meters and the lowest at each station a depth of 15 meters. According to Odum (1971), the value of diversity in the research area included in the high category of $H' \geq 3.0$, as well as to the value of uniformity in the high category at stations 1 and 3 on each depth of $H \geq 0.6$ and at station 2 for each depth in the low category of $E \leq 0.4$. According to Odum (1971), the value of dominance classified in the high category of 0.75 to 1.00, which means that there are species that dominate that *Sinularia flexibillis* except at a depth of 15 meters which is rated as moderate dominance. The observation of the condition of the community structure is still relatively good, as the limiting factor in the study area is very suitable for soft corals.

Keywords: soft coral, community structure, water quality

Abstrak

Karang merupakan ekosistem di perairan tropis yang kaya akan biota-biota penyusunnya, dengan keanekaragaman jenis yang tinggi. Salah satu biota penyusun terumbu karang adalah karang lunak (Octocorallia, Alcyonacea). Penelitian ini memiliki tujuan mengetahui struktur komunitas karang lunak pada kedalaman yang berbeda serta pengaruh faktor pembatas karang lunak. Pengambilan data karang lunak dilakukan pada 3 titik pengamatan dengan masing-masing titik mempunyai 3 kedalaman yang berbeda. Masing-masing kedalaman dilakukan penelitian dengan memasang 6 transek kuadran yang melalui 100 meter transek garis sejajar garis pantai. Pengambilan data kualitas air dilakukan pengamatan secara insitu dan uji laboratorium. Adapun data kualitas air yang diambil meliputi; suhu, kecerahan, salinitas, pH, kecepatan arus, DO, kedalaman, nitrat dan fosfat. Pengambilan data karang lunak menggunakan metode perhitungan struktur komunitas. Nilai kepadatan tertinggi ditemukan pada setiap stasiun kedalaman 5 meter dan yang terendah pada masing-masing stasiun kedalaman 15 meter. Menurut Odum (1971), nilai keanekaragaman di daerah penelitian termasuk dalam kategori tinggi sebesar $H' \geq 3,0$, begitu juga untuk nilai keseragaman termasuk dalam kategori tinggi di stasiun 1 dan 3 pada setiap kedalamannya sebesar $H' \geq 0,6$ dan pada stasiun 2 untuk setiap kedalaman dalam kategori rendah sebesar $E \leq 0,4$. Menurut Odum (1971), nilai dominansi tergolong pada kategori tinggi sebesar 0,75 sampai 1,00, yang berarti ada spesies yang mendominasi yaitu *Sinularia flexibillis* kecuali pada kedalaman 15 meter yang mempunyai nilai dominansi sedang. Hasil pengamatan kondisi struktur komunitas masih tergolong baik, karena faktor pembatas di daerah penelitian masih sangat sesuai bagi karang lunak.

Kata Kunci: karang lunak, struktur komunitas, kualitas air

1. Pendahuluan

Kawasan terumbu karang di Provinsi Bali khususnya Pantai Amed memiliki ekosistem terumbu karang yang cukup banyak, hal ini didukung oleh beberapa faktor diantaranya kawasan ini dihadapkan dengan Selat Lombok dan Laut Bali. Selat Lombok dan Laut Bali dialiri aliran arus lintas Indonesia (Arlindo) yang membawa banyak nutrient akibat dari percampuran massa air dari dua samudra (Samudera Hindia dan Samudera Pasifik) dan berada di lintang optimal, akan menjadi tempat pertumbuhan terumbu karang yang baik (KKP, 2012).

Terumbu Karang merupakan kumpulan dari tumbuhan dan hewan yang saling bersimbiosis yang berada di daerah perairan dangkal. Kumpulan hewan dan tumbuhan ini menghasilkan zat kapur yang diendapkan ratusan tahun yang merupakan struktur pembentuk terumbu karang. Ekosistem terumbu karang pada umumnya didominasi oleh karang keras. Dengan bentuk yang keras dan beragam yang menjadi tempat hidup, berlindung dan mencari makan oleh berbagai jenis biota seperti moluska dan ikan, bahkan dari filum coelenterata, kelas anthozoa atau hewan yang bentuk tubuhnya seperti bunga dan disebut polip (Manuputty, 2002). Salah satu jenis coelenterata adalah karang lunak atau lebih dikenal sebagai Alcyonaria. Istilah Alcyonaria penggolongan sub-kelas karang lunak (sub-kelas Alcyonaria atau Octocorallia) (Manuputty, 2002).

Karang lunak termasuk dalam kelompok oktokoral atau karang yang memiliki tentakel, yang hidup pada daerah tropis maupun subtropis. Kelompok oktokoral merupakan salah satu anggota Cnidaria yang juga berperan dalam pembentukan terumbu. Sama halnya dengan karang batu bentuk tubuh anggota oktokoral berbentuk bunga kecil atau "polip", namun berbeda dengan karang batu dari tekstur tubuhnya yang lunak dan memiliki kerangka berduri yang terbentuk dari kalsium karbonat, yang terbenam di dalam tubuhnya (Jerry dkk., 2013).

Karang lunak menghasilkan senyawa *terpen* atau senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuhan dan mengandung aroma dan bau yang harum, yang memiliki kegunaan bagi karang lunak sebagai penangkal dari serangan predator dan membantu dalam proses reproduksi. Seiring dengan berkembangnya ilmu dan teknologi, senyawa *terpen* ternyata dapat digunakan sebagai

senyawa yang diperlukan bagi bidang farmasi, sebagai antibiotik, anti jamur dan anti tumor (Manuputty, 2002).

Dari berbagai macam kegunaannya atau fungsinya tersebut perlu diketahui struktur komunitas dan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang lunak sebagai bahan acuan untuk penelitian-penelitian berikutnya. Pertumbuhan dan perkembangan karang lunak dipengaruhi oleh faktor-faktor pembatas. Faktor-faktor pembatas itu antara lain kecerahan, suhu, salinitas, kecepatan arus, kedalaman, pH, DO, nitrat dan fosfat.

Salah satu faktor pembatas yang berpengaruh cukup besar terhadap pertumbuhan karang adalah kedalaman (Nybakken, 1998). Kedalaman mempengaruhi penetrasi cahaya, suhu, kecepatan arus dan faktor pembatas lainnya. Kedalaman sangat besar dampaknya pada pertumbuhan karang khususnya karang lunak sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang struktur komunitas karang lunak serta faktor pembatas pertumbuhan pada kedalaman berbeda. Penelitian tentang karang lunak di Indonesia, khususnya di Bali masih sangat terbatas. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang karang lunak. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui struktur komunitas karang lunak serta dapat menambah pengetahuan kita tentang karang lunak, sehingga dapat dijadikan sumber informasi bagi pihak-pihak tertentu dalam pengelolaan sumberdaya laut yang berkelanjutan.

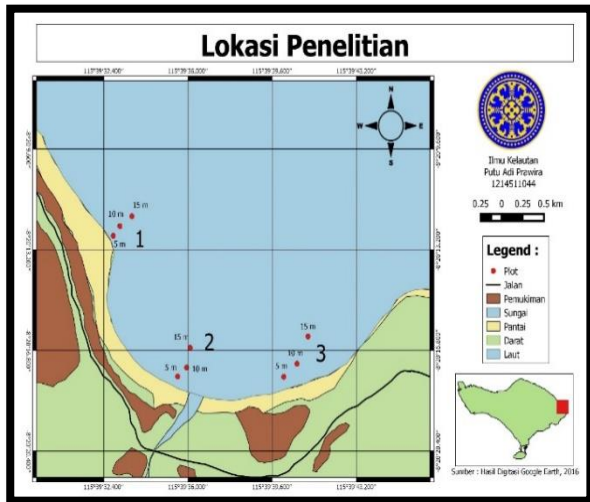
2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret tahun 2016 di Teluk Jemeluk Amed, Kabupaten Karangasem, Bali. Menurut KKP (2012), Perairan Teluk Jemeluk Amed merupakan daerah potensial bagi pertumbuhan terumbu karang. Teluk Jemeluk Amed merupakan salah satu lokasi yang memiliki spesies terumbu karang terbanyak setelah Perairan Pulau Menjangan (KKP, 2012). Lokasi dan titik penelitian dapat dilihat pada (Gambar 2) dibawah ini.

Daerah penelitian untuk pengambilan sampel karang lunak pada (gambar 2) mempunyai 3 stasiun pengamatan, yang pada masing-masing stasiun mempunyai 3 kedalaman yang berbeda, yaitu kedalaman 5, 10 dan 15 meter. Stasiun 1

terletak paling utara dari stasiun lainnya, yang mempunyai karakteristik tempat penyelaman yang tidak terlalu ramai. Stasiun 2 terletak ditengah-tengah dari stasiun lainnya, yang mempunyai karakteristik muara dari aliran sungai yang hanya aktif saat hujan dan banyak dijadikan tempat penambatan kapal. Stasiun 3 terletak paling dekat dengan tebing dan menjadi tempat paling ramai untuk penyelaman dan *snorkeling*.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Google Earth, 2016).

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam pengamatan komposisi spesies ini dapat dilihat pada tabel 1.

2.3 Pengambilan Data

2.3.1. Pengambilan Data Karang Lunak

Daerah penelitian ini mempunyai 3 stasiun pengamatan, masing-masing stasiun pengamatan ditarik 3 transek garis (roll meter) sepanjang 100 meter arah sejajar garis pantai yang masing-masing transek garis memiliki kedalaman yang berbeda, masing-masing transek berada pada kedalaman 5, 10 dan 15 meter. Setelah transek garis dipasang tentukan posisi 6 transek kuadran sejajar transek garis, jarak antara masing-masing transek kuadran memiliki jarak 20 meter. Pengambilan data karang lunak dilakukan secara berurutan, dengan pertimbangan waktu dan persediaan oksigen yang terbatas.

2.3.2. Pengambilan Data Kualitas Air

Faktor pembatas pertumbuhan karang lunak atau kualitas air yang diukur meliputi:

- a. Suhu
Pengukuran suhu perairan dilakukan dilokasi pengambilan sampel dengan menggunakan alat Thermometer.
- b. Kecerahan
Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan secchi disk yang diikat dengan tali kemudian diturunkan perlahan-lahan ke dalam perairan hingga tidak terlihat. Sebelumnya diukur kedalaman sebenarnya pada lokasi pengamatan. Kedalaman sebenarnya dibagi kedalaman pada saat secchi disk mulai terlihat ketika ditarik kembali dikali 100% merupakan tingkat kecerahan perairan. Selanjutnya dicatat posisi stasiun pengamatan.
- c. Salinitas
Pengukuran kadar garam (salinitas) perairan dilakukan dilokasi pengambilan sampel dengan menggunakan alat Refraktometer.
- d. pH
Pengukuran derajat keasaman (pH) air dilakukan di lapangan dengan menggunakan alat pH Meter.
- e. Kecepatan Arus
Arus dan kecepatan arus ditentukan dengan menggunakan current meter. Secara teknis ujung alat ini dicelupkan ke dalam air dan langsung mengeluarkan angka kecepatan arus di daerah yang diukur.
- f. Kedalaman
Pengukuran kedalaman perairan dilakukan dilokasi secara langsung dengan menggunakan alat Deep Scan.
- g. DO
Pengukuran dissolved oksigen atau oksigen terlarut (DO) air dilakukan di lapangan dengan menggunakan alat DO Meter.
- h. Nitrat dan Fosfat
Pengukuran konsentrasi nitrat dan fosfat di perairan yaitu dengan mengambil sampel air pada stasiun pengamatan, yang kemudian sampel disimpan dengan botol sampel dan dibawa ke Dinas Kesehatan Provinsi Bali untuk diukur. Setelah sampai di Lab Kesehatan Provinsi Bali, sampel disaring sebanyak 25ml untuk fosfat dan 10ml untuk nitrat kemudian dicampur dengan reagen lalu dilakukan analisis. Pengukuran konsentrasi nitrat dan fosfat menggunakan Spektrofotometer dengan panjang gelombang 680 mm untuk fosfat dan 405 mm untuk nitrat. Hasil yang didapat kemudian dirubah menjadi mg/l.

Tabel 1

Alat dan bahan serta kegunaannya dalam proses pengamatan.

No	Alat	Fungsi
1.	Perahu	Alat transportasi di lapangan
2.	GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Penentuan koordinat lokasi penelitian
3.	Alat selam dasar atau SCUBA	Pengambilan sampel karang lunak
4.	Alat tulis bawah air (<i>under water paper</i>)	Mencatat data saat pengamatan
5.	Kamera Underwater	Dokumentasi hasil penelitian
6.	Meteran 100 meter dan transek kuadran	Mengukur kepadatan dan keanekaragaman karang lunak
7.	Water Sampler	Mengambil sampel air pada kedalaman
8.	Refraktometer	Mengukur salinitas
9.	Secchi disk	Mengukur kecerahan
10.	pH meter	Mengukur pH
11.	Thermometer	Mengukur suhu
12.	Current Meter	Mengukur arus
13.	Deep Scan	Mengukur kedalaman
14.	DO	Mengukur DO

2.4 Metode Pengolahan Data

Jenis karang lunak didasarkan pada foto yang di ambil di dasar laut atau identifikasi habitat yang dicocokkan dengan buku identifikasi karang lunak. Adapun rumus untuk menghitung struktur komunitas adalah sebagai berikut:

2.4.1. Kepadatan Karang Lunak

Menghitung kepadatan terumbu karang dihitung dengan menggunakan rumus (Odum, 1971):

$$K = \frac{ni}{A} \quad (1)$$

dimana K adalah kepadatan individu setiap genus karang lunak ke- i (ind/m^2); ni adalah jumlah individu suatu genus; A adalah luas Area (m^2).

2.4.2. Kepadatan Karang Lunak

Menghitung keanekaragaman menurut (Odum, 1971) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \ln \left(\frac{ni}{N} \right) \quad (2)$$

dengan H' adalah keanekaragaman; ni adalah jumlah individu genus; N adalah jumlah Individu keseluruhan.

Kategori indeks keanekaragaman karang lunak dapat dilihat pada (Tabel 3) berikut ini.

Tabel 2

Kategori keanekaragaman.

Nilai Keanekaragaman (H')	Kategori
$H' \leq 2,0$	Tingkat keanekaragaman rendah, tekanan ekologi tinggi
$2,0 < H' \leq 3,0$	Tingkat keanekaragaman sedang, tekanan ekologi sedang
$H' \geq 3,0$	Tingkat keanekaragaman tinggi, tekanan ekologi rendah

Sumber: Odum, 1971

2.4.3. Keseragaman Karang Lunak

Menghitung keseragaman menurut (Odum, 1971) adalah sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H'_{Max}} \quad (3)$$

dengan E adalah keseragaman; H' adalah keanekaragaman; H'_{Max} adalah jumlah keanekaragaman keseluruhan.

Kategori keseragaman karang lunak dapat dilihat pada berikut ini (Tabel 3).

Tabel 3

Kategori keseragaman.

Nilai Keseragaman (E)	Kategori
$E \leq 0,4$	Tingkat keseragaman rendah, tekanan ekologi tinggi
$0,4 < E \leq 0,6$	Tingkat keseragaman sedang, tekanan ekologi sedang
$E \geq 0,6$	Tingkat keseragaman tinggi, tekanan ekologi rendah

Sumber: Odum, 1971

2.4.4. Dominansi Karang Lunak

Nilai ini dapat menerangkan bilamana suatu jenis lebih banyak terdapat selama pengambilan data (Odum, 1971). Rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut:

$$D = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2 \tag{4}$$

dengan *D* adalah dominansi; *ni* = Jumlah individu setiap genus; *N* = Jumlah individu seluruh genus

Kategori dominansi karang lunak dapat dilihat pada (Tabel 4) berikut ini.

Tabel 4
Kategori dominansi

Dominansi (D)	Kategori
0,00 < D ≤ 0,50	Dominasi rendah, tidak terdapat spesies yang secara ekstrim mendominasi genus lainnya, kondisi lingkungan stabil, tidak terjadi tekanan ekologis terhadap biota di lingkungan tersebut.
0,50 < D ≤ 0,75	Dominasi sedang, kondisi lingkungan cukup stabil.
0,75 < D ≤ 1,00	Dominasi tinggi, terdapat spesies yang mendominasi genus lainnya, kondisi lingkungan yang tidak stabil, terdapat suatu tekanan ekologi.

Sumber : Odum, 1971

3. Hasil dan Pembahasan

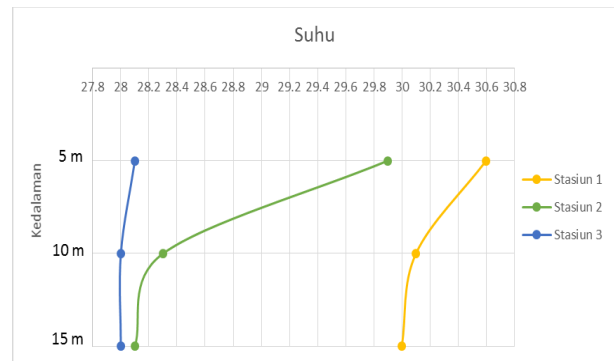
3.1 Faktor Pembatas Pertumbuhan Karang Lunak

3.1.1. Suhu

Pengaruh suhu secara langsung terhadap karang adalah meningkatkan reaksi kimia sehingga laju fotosintesis meningkat seiring dengan kenaikan suhu, sedangkan pengaruh suhu tidak langsung adalah berkurangnya reaksi kimia terhadap fotosintesis akibat suhu semakin menurun dan kerapatan air semakin meningkat seiring bertambahnya kedalaman perairan (Raymont, 1980).

Nilai suhu yang didapat pada daerah penelitian dapat dilihat pada (Gambar 6) berikut ini. Nilai suhu perairan yang didapatkan di lokasi penelitian (Gambar 2) menunjukkan nilai yang tidak jauh

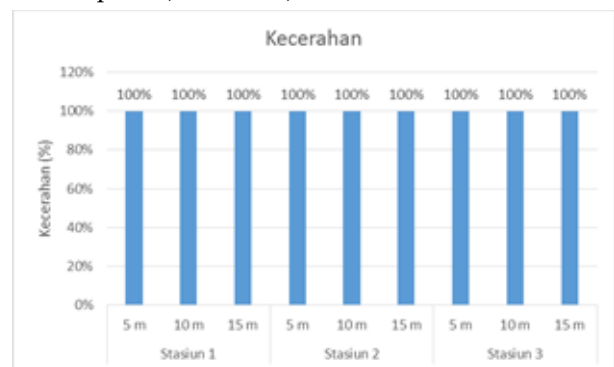
berbeda antara kedalaman 1 dengan lain, dimana stasiun 1 pada kedalaman 5 meter sebesar 30,6°C, pada kedalaman 10 meter sebesar 30,1°C dan pada kedalaman 15 meter sebesar 30°C. Stasiun 2 pada kedalaman 5 meter mempunyai nilai suhu sebesar 29,9°C, pada kedalaman 10 meter sebesar 28,3°C dan pada kedalaman 15 meter sebesar 28,1°C. Stasiun 3 memiliki nilai suhu yang tidak berbeda jauh dengan stasiun lainnya yaitu, pada kedalaman 5 meter sebesar 28,1°C, pada kedalaman 10 dan 15 meter 28°C. Nilai rata-rata untuk ketiga stasiun penelitian masih sesuai standar mutu baku air laut untuk biota laut sebesar 25-32 °C.



Gambar 2. Nilai Suhu di Lokasi Penelitian

3.1.2. Kecerahan

Nilai Kecerahan pada pada masing-masing stasiun pengamatan dan pada setiap kedalaman dapat dilihat pada (Gambar 3) berikut ini.



Gambar 3. Nilai Kecerahan di Lokasi Penelitian

Kecerahan pada setiap stasiun (Gambar 7) menunjukkan kecerahan yang sangat baik yaitu 100%, baik itu di kedalaman berbeda seperti kedalaman 5 meter, 10 meter dan 15 meter. Kecerahan bisa dipengaruhi oleh kekeruhan disuatu perairan, peningkatan kekeruhan bisa mempengaruhi penetrasi cahaya yang masuk sehingga sangat tidak baik untuk pertumbuhan spesies-spesies karang yang kehidupannya sangat

tergantung dari penetrasi cahaya yang masuk ke lautan. Cahaya diperlukan dalam proses fotosintesis alga simbiotik zooxanthella untuk memenuhi kebutuhan oksigen biota terumbu karang (Nybakken, 1998). Tanpa cahaya yang cukup, laju fotosintesis akan berkurang dan kemampuan karang untuk menghasilkan kalium karbonat akan berkurang (Harahap, 2004). Dari data kecerahan pada ketiga stasiun ini sangat baik untuk pertumbuhan karang lunak.

3.1.3. Salinitas

Nilai salinitas yang didapat pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 tidak berbeda jauh, berkisar antara 32-34 ‰. Sehingga pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 masih sangat baik untuk kehidupan biota laut menurut baku mutu standar kehidupan biota laut yaitu 33-34 ‰. Kinsman (1964) dalam Supriharyono (2000) menjelaskan, salinitas air laut rata-rata di daerah tropis adalah sekitar 35‰, karang lunak hidup subur pada kisaran salinitas sekitar 34-36‰.

Menurut Simanjuntak (2009), jika semakin tinggi suhu perairan maka semakin tinggi pula salinitas perairan, begitu juga sebaliknya. Pengukuran salinitas yang didapat pada perairan ini rata-rata semakin bertambah kedalaman, semakin rendah salinitas yang didapat. Kondisi ini erat kaitannya dengan pengadukan massa air dari bawah ke permukaan dan penyusupan massa air yang bersalinitas tinggi yang bergerak dari arah laut menuju pantai (Simanjuntak, 2009).

Nilai salinitas yang didapat pada setiap stasiun dan kedalaman di daerah pengamatan dapat dilihat pada (Gambar 4) berikut ini.



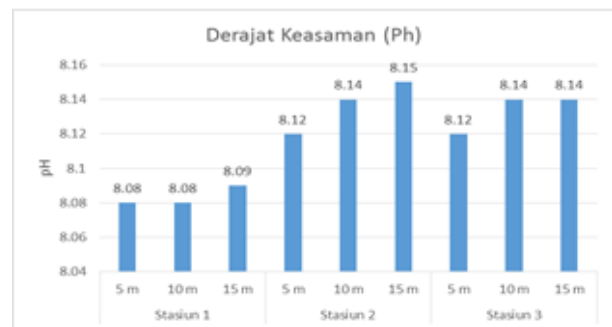
Gambar 4. Nilai Salinitas di Lokasi Penelitian

Salinitas perairan pada stasiun 1 menunjukkan nilai yang berbeda pada kedalaman 15 yaitu 34 ‰

dibanding dengan kedalaman yang lebih seperti kedalaman 5 meter dan 15 meter, namun kadar salinitas stasiun 1 masih sesuai untuk kehidupan karang lunak. Pada stasiun 2 memiliki salinitas yang homogen yaitu 34 ‰ dan merupakan yang tertinggi jika dibandingkan dengan stasiun lainnya. Pada stasiun 3 kadar salinitas yang lebih rendah dibanding stasiun lainnya dipengaruhi oleh pengambilan data saat hujan turun. Kadar salinitas di kedalaman 5 meter pada stasiun 3 yang sangat rendah menggambarkan kondisi pengambilan data saat itu yang dilakukan saat hujan turun. Nilai salinitas yang berbeda disetiap kedalaman bisa dilihat juga dari pengaruh suhu perairan, seperti nilai yang ditunjukkan pada.

3.1.4. Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasaman (pH) pada daerah pengamatan dapat dilihat pada (Gambar 5) berikut ini.



Gambar 5. Nilai Derajat Keasaman (pH) di Lokasi Penelitian

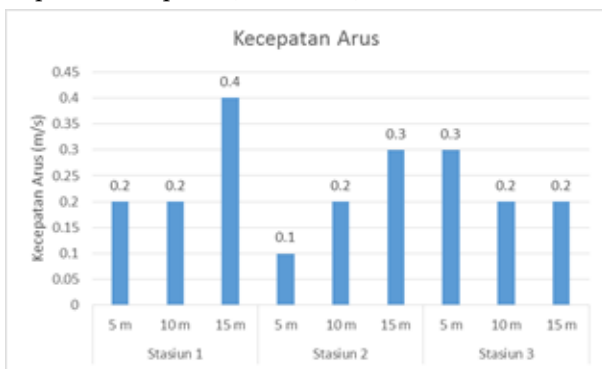
Derajat keasaman (pH) yang didapat pada setiap stasiunnya, yaitu stasiun 1 pada kedalaman 5 meter sebesar 8,08, pada kedalaman 10 meter sebesar 8,08 dan pada kedalaman 15 meter sebesar 8,09. Pada Stasiun 2 di kedalaman 5 meter memiliki derajat keasaman 8,12, pada kedalaman 10 meter sebesar 8,14 dan pada kedalaman 15 meter sebesar 8,15. Pada stasiun 3 kedalaman 5 meter sebesar 8,12 serta kedalaman 10 dan 15 meter sebesar 8,14. Nilai tersebut masih sesuai dengan baku mutu standar kehidupan biota laut (Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8) dan menunjukkan perairan di teluk jemeluk amed bersifat basa, karena menurut Sanusi (2005), perairan bersifat basa memiliki pH sebesar 7,50-8,30 yang dikarenakan mengandung ion-ion monovalent. Menurut Supriharyono (2007b), pH yang sesuai dengan kehidupan karang berkisar antara 6,5 sampai 8,5. Ditambahkan pula oleh Supriharyono (2007b), yang menyatakan bahwa

kondisi perairan dengan pH 7,5 sampai 8,5 mempunyai produktivitas tinggi baik terumbu karang, karang lunak maupun organisme lain.

3.1.5. Kecepatan Arus

Arus berfungsi sebagai pembawa zat makanan kedalam tubuh biota dan membersihkan koloni dari partikel-partikel pengganggu selain juga dapat merangsang fotosintesis pada hewan yang berasosiasi dengan zooxanthellae (Manuputty, 2008). Kecepatan dan arah arus mempengaruhi penyebaran nutrisi dan tingkat kesuburan di perairan (Priyono, 2007). Pada reproduksi karang lunak, kecepatan arus mempengaruhi penyebaran larva karang karang lunak ke daerah lain dalam kurun waktu beberapa minggu sampai mendapat tempat pelekatan yang sesuai (Manuputty, 2005).

Nilai Kecepatan arus di daerah pengamatan dapat dilihat pada (Gambar 6) berikut ini.



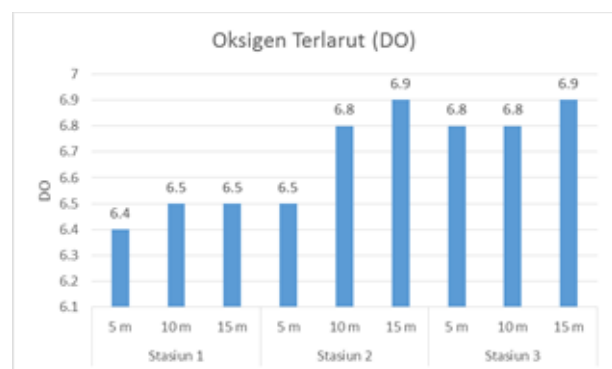
Gambar 6. Nilai Kecepatan Arus di Lokasi Penelitian

Nilai rata-rata pada setiap stasiunnya adalah 0,1-0,4 m/s. Kecepatan arus yang berbeda pada setiap stasiun maupun pada setiap kedalaman disebabkan oleh faktor geografis yang berbeda pada setiap stasiunnya. Pada stasiun 1 di kedalaman 5 dan 10 meter memiliki nilai kecepatan arus sebesar 0,2 m/s, hal ini disebabkan karena kondisi dasar perairan yang tidak terlalu curam disetiap kedalamannya. Pada stasiun 2 nilai kecepatan arus yang didapat berbeda disetiap kedalaman, seperti di kedalaman 5 meter mempunyai nilai kecepatan arus 0,1 m/s, pada kedalaman 10 meter sebesar 0,2 m/s dan meningkat pada kedalaman 15 meter sebesar 0,3 m/s. Hal ini disebabkan oleh perbedaan dasar perairan disetiap kedalaman yang sangat curam dan berpasir, sehingga tidak ada benda didasar perairan yang memecah arus. Pada stasiun 3 di kedalaman 5 meter memiliki arus yang lebih kuat dibanding kedalaman lainnya pada stasiun 3 sebesar 0,3 m/s.

Hal ini disebabkan oleh letak geografis stasiun 3 yang lebih menjorok ke laut lepas sehingga mengakibatkan kecepatan arus lebih tinggi. Kecepatan Arus di daerah penelitian tergolong rendah sampai dengan sedang, karena masih berada dibawah 0,5 m/s yang merupakan indikator arus tersebut kuat. Diduga tidak kuatnya arus laut di Teluk Jemeluk Amed disebabkan oleh peran ekologis terumbu karang dalam merambatkan dan melemahkan kekuatan arus yang mengalir ke wilayah itu (Muqsit dkk., 2016). Teluk Jemeluk Amed merupakan daerah ekosistem terumbu karang yang cukup luas dan tersebar di semua stasiun yang dilakukan penelitian.

3.1.6. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut dalam air sangat penting untuk kelangsungan hidup organisme laut. Kandungan *Dissolved Oxygen* (DO) mempengaruhi keanekaragaman organisme, perairan dengan kandungan DO yang cukup dan stabil akan memiliki jumlah spesies yang lebih banyak (Riza, 2015). Menurut Simanjuntak (2009), pola distribusi horizontal jika semakin jauh dari pantai kadar oksigen terlarut semakin tinggi. Nilai oksigen terlarut (DO) dapat dilihat pada (Gambar 7) berikut ini.



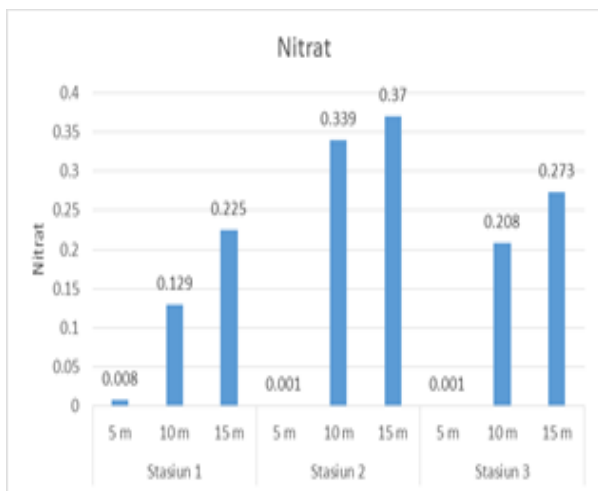
Gambar 7. Nilai Oksigen Terlarut (DO) di Lokasi Penelitian

Nilai oksigen terlarut atau DO yang didapat pada setiap stasiunnya menunjukkan grafik cenderung meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Menurut Simanjuntak (2009), semakin bertambah kedalaman, semakin tinggi juga DO. Hal ini diduga karena jika semakin bertambah kedalaman semakin tinggi suhu perairan dan semakin bertambah kedalaman semakin sedikit organisme yang menggunakan oksigen terlarut pada kedalaman tersebut (Simanjuntak, 2009). Pada stasiun 1 kedalaman 5 meter memiliki nilai DO

sebesar 6,4 mg/l, kedalaman 10 dan 15 meter sebesar 6,5 mg/l. Stasiun 2 kedalaman 5 meter memiliki nilai DO sebesar 6,5 mg/l, kedalaman 10 meter 6,8 mg/l dan di kedalaman 15 meter sebesar 6,9 mg/l. Pada Stasiun 3 di kedalaman 5 dan 10 meter memiliki nilai DO sebesar 6,8 mg/l sedangkan di kedalaman 15 meter sebesar 6,9 mg/l. Stasiun 2 kedalaman 10, 15 meter dan stasiun 3 kedalaman 5, 10 dan 15 meter memiliki nilai DO yang sangat besar dibandingkan dengan stasiun 1 di semua kedalaman, diduga karena sedikit organisme yang memanfaatkan oksigen terlarut atau DO (Simanjuntak, 2009). Dari grafik yang menunjukkan nilai DO, semakin dalam perairan, semakin besar juga nilai DO suatu perairan. Jika dibandingkan dengan suhu perairan nilai yang didapat berbanding terbalik yaitu, dengan semakin rendah suhu perairan semakin tinggi nilai DO suatu perairan.

3.1.7. Nitrat

Nutrien sangat penting bagi seluruh rantai kehidupan di pesisir dan lautan, karena unsur ini diperlukan oleh semua biota laut, termasuk karang lunak. Nitrat merupakan salah satu nutrisi penting yang dibutuhkan oleh organisme laut. Nilai nitrat pada setiap stasiun dan kedalaman di daerah pengamatan dapat dilihat pada (Gambar 8).



Gambar 8. Nilai Nitrat di Lokasi Penelitian

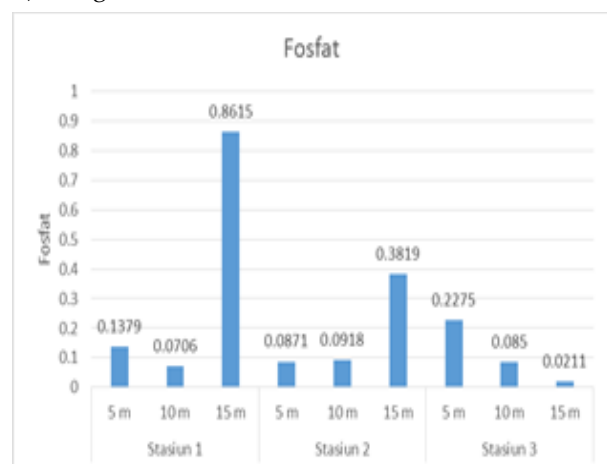
Pengambilan data nitrat dilakukan pada saat pasang menuju surut, karena penyelaman pengambilan data karang lunak diambil pada saat itu untuk faktor keamanan saat penyelaman dan pengambilan data. Perbedaan nilai nitrat yang didapat berbeda pada setiap kedalaman, yaitu semakin dalam perairan kandungan nitrat semakin

tinggi. Nilai nitrat yang tinggi melebihi dari standar baku yang ditetapkan adalah 0,008 mg/l.

Distribusi vertikal Nitrat di laut menunjukkan bahwa kadar Nitrat semakin tinggi bila kedalaman laut bertambah. Hal ini diduga karena tenggelamnya partikel-partikel yang mengandung nitrat serta bertambahnya partikel tersebut menjadi nitrogen organik, sehingga distribusi nitrat di laut dapat dikatakan hampir seragam baik vertikal maupun horizontal (Hutagalung et al., 1997). Selanjutnya distribusi nitrat di laut diduga dipengaruhi oleh proses fotosintesa, gravitasi residu organisme air dan gerakan arus atau massa air (adveksi up welling dll) (Hutagalung et al., 1997).

3.1.8. Fosfat

Senyawa fosfat yang berupa total fosfor adalah gambaran jumlah keberadaan fosfor yang berupa partikulat maupun terlarut, organik maupun anorganik. Nilai fosfat dapat dilihat pada (Gambar 9) sebagai berikut.



Gambar 9. Nilai Fosfat di Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil dan pengamatan yang didapat pada setiap stasiunya, nilai fosfat lebih besar didapat pada stasiun 1 kedalaman 15 meter sebesar 0,8615 mg/l dan stasiun 2 kedalaman 10 meter sebesar 0,918 mg/l, sedangkan baku mutu yang ditetapkan adalah 0,015 mg/l. Nilai fosfat yang sangat besar tersebut diduga karena berbagai faktor, antara lain adanya arus laut pada kedalaman tersebut yang membawa fosfat dan kelimpahan fitoplankton di stasiun 1 kedalaman 15 meter dan stasiun 2 kedalaman 10 meter. Hal ini sejalan dengan yang dinyatakan oleh Ulqodry et al., (2010) bahwa tingginya kandungan fosfat dapat berasal dari jasad flora atau fauna biota laut yang mati yang terbawa oleh arus.

3.2 Jenis dan Distribusi Karang Lunak

Umumnya di lapangan satu koloni karang lunak baik itu tingkatan klasifikasinya marga atau jenis, dianggap satu individu, dan biasanya satu koloni hanya terdiri dari satu jenis atau marga saja. Koloni Alcyonacea umumnya lunak, lentur, membentuk stolon, berbentuk lembaran, merambat (encrusting) atau tumbuh tegak lurus, dan atau bercabang-cabang seperti pohon. Sklerit atau spikula yang berfungsi sebagai kerangka dalam terdapat di sepanjang tubuh dimulai dari bagian basal sampai ke tentakel. Beberapa marga memiliki polip dimorfik yaitu memiliki autosoid dan sifonosoid, dan ada yang hanya memiliki autosoid saja (monomorfik).

Tabel 5

Distribusi Spesies Karang Lunak

Spesies	Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
<i>Nephthea Audouin</i>	✓								
<i>Simularia polydactyla</i>	✓	✓							
<i>Gorgonian sp.</i>		✓					✓		✓
<i>Simularia flexibilis</i>	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓

Pada Tabel 5 ditemukan 4 spesies yang distribusinya luas (semua lokasi atau pada kedua lokasi) yaitu *Simularia flexibilis*. Luasnya distribusi spesies tersebut merefleksikan akan tingginya daya adaptasi terhadap faktor lingkungan di stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3. Sedangkan spesies yang distribusinya rendah yaitu *Nephthea Audouin*, *Simularia polydactyla* dan *Gorgonian sp.* Ke-3 spesies tersebut memiliki daya adaptasi yang rendah terhadap variasi faktor lingkungan.

Karang lunak dari Alcyonacea umumnya menyebar di kawasan Indo Pasifik. Menurut perkiraan, lebih dari 100 spesies karang lunak yang didapatkan di Indo-Pasifik. Spesies-spesies ini banyak hidup pada daerah *reef crest* dan *reef slope*, dan juga di komunitas perairan dalam. Anggota Octocorallia terdapat pada seluruh lautan, dari daerah equator sampai pada kutub, pada seluruh kedalaman, intertidal sampai abisal, dan lebih melimpah pada perairan hangat dan dangkal di daerah tropis. Karang lunak (Ordo Alcyonacea) dan

gorgonian (Ordo Gorgonacea) menyusun sebagian besar fauna terumbu dan dalam beberapa areal, khususnya karang lunak, mendominasi pemandangan bawah laut (Bayer, 1956).

3.3 Struktur Komunitas Karang Lunak

3.3.1. Kepadatan

Data kepadatan karang lunak yang didapat pada setiap stasiun berkisar antara 0 sampai 12,5, dengan nilai kepadatan paling tinggi terdapat pada stasiun 1 kedalaman 5 meter dan yang terendah pada stasiun 2 kedalaman 15 meter. Pada kedalaman 5 meter di masing-masing stasiun memiliki kepadatan karang lunak yang besar. Pada stasiun 2 lebih sedikit karang lunak yang ditemukan, hal ini diduga karena substrat dasar yang berpasir dan kurangnya substrat dasar yang keras untuk pelekatan larva.

Nilai kepadatan pada setiap stasiun dan kedalaman di daerah penelitian dapat dilihat pada (Gambar 10) berikut ini.



Gambar 10. Grafik Kepadatan Karang Lunak

Perbedaan kepadatan di setiap stasiun dan kedalaman diduga dipengaruhi oleh faktor kondisi oseanografi ketiga stasiun dan kedalaman yang berbeda. Tabel kepadatan karang menunjukkan semakin bertambah kedalaman, semakin rendah juga kepadatan yang ditemukan. Hal ini diduga dipengaruhi oleh suhu perairan yang seiring bertambah kedalaman semakin rendah. Jika dilihat dari nilai derajat keasaman atau pH pada setiap stasiunnya, nilai pH yang sangat sesuai mempengaruhi kepadatan tertinggi adalah 8,08 sampai 8,12.

Kelompok karang lunak juga tergantung pada kondisi lingkungan di sekitar tempat tumbuhnya, terutama substrat dasar yang keras untuk

perlekatan larva. Parameter lingkungan yang mempengaruhi adalah parameter fisika seperti cahaya matahari dan pasang surut. Tingkat toleransi dan adaptasi terhadap faktor-faktor lingkungan tersebut berbeda pada masing-masing individu, jenis maupun marga (Fabricius and Death, 2000 dalam Manuputty, 2008).

Faktor lingkungan yang sangat penting mempengaruhi penyebaran dan kepadatan karang lunak adalah interaksi faktor biologi-fisik. Hewan ini sering menyebar pada kedalaman dibawah surut terendah menghindari proses pengeringan (Bayer, 1956).

Anggota *Octocorallia* ditemukan di perairan laut, dari perairan di katulistiwa sampai ke perairan kutub, pada semua kedalaman dari daerah pasang surut (*intertidal*) sampai ke perairan dalam (*abyssal*), khususnya kepadatan tertinggi ditemukan di perairan dangkal dan hangat di daerah tropis (Manuputty, 2002).

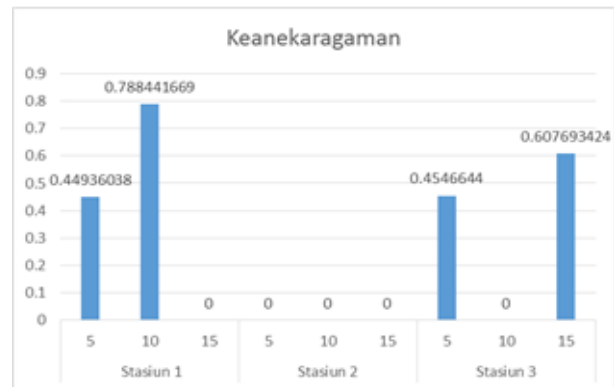
3.3.2. Keanekaragaman

Berdasarkan data karang lunak yang didapat, keanekaragaman pada stasiun 1 dan 3 bernilai tinggi, hal ini sesuai dengan kategori nilai keanekaragaman menurut Odum (1971) yaitu tingkat keanekaragaman dinyatakan tinggi jika nilai keanekaragaman lebih besar dari 3,0. Pada stasiun 1 di kedalaman 5 meter memiliki keanekaragaman sebesar 0,4493 lebih rendah dengan kedalaman 10 meter yang mempunyai keanekaragaman sebesar 0,7884. Pada stasiun 3 di kedalaman 5 meter memiliki keanekaragaman 0,4546, di kedalaman 10 meter 0 dan di kedalaman 15 meter 0,6076. Sedangkan untuk stasiun 2 memiliki keanekaragaman sangat rendah sebesar 0 disetiap stasiunnya. Hal ini diduga karena substrat yang berpasir sehingga tidak ada tempat perekatan larva. Faktor lingkungan diduga menjadi penyebab keanekaragaman yang rendah di stasiun 2 seperti daerah aliran sungai ketika hujan, substrat yang berpasir dan tempat parkir atau penambatan kapal.

Menurut Odum (1971), jika tingkat keanekaragaman rendah itu disebabkan oleh tingkat tekanan ekologi yang tinggi dan jika keanekaragaman tinggi disebabkan oleh tekanan ekologi yang rendah.

Faktor lingkungan yang sangat penting mempengaruhi penyebaran dan kepadatan karang lunak adalah interaksi faktor biologi-fisik. Karang

lunak sering menyebar pada kedalaman dibawah surut terendah menghindari proses pengeringan (Bayer, 1956). Menurut Simanjuntak (2009), kandungan kadar oksigen terlarut yang cukup stabil membuat jumlah keanekaragaman organisme menjadi lebih banyak. Pada kedalaman 5 sampai 15 meter kadar oksigen terlarut terlihat cukup stabil sehingga mempengaruhi keanekaragaman organisme khususnya spesies karang lunak yang ada di perairan Teluk Jemeluk Amed.



Gambar 11. Grafik Keanekaragaman Karang Lunak

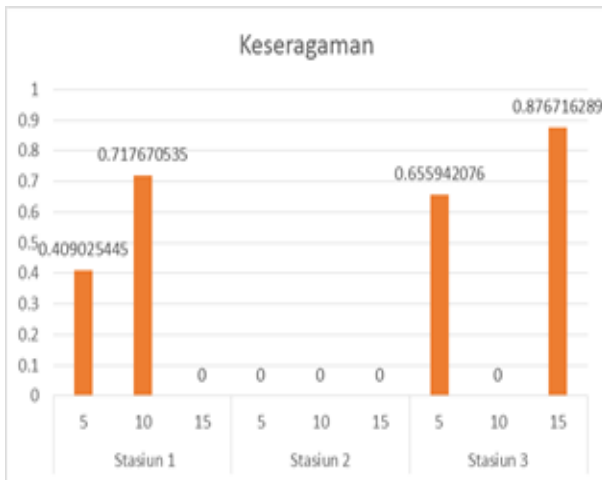
3.3.3. Keseragaman

Berdasarkan data pengamatan karang lunak yang dilakukan dilapangan tingkat keseragaman karang lunak lebih dominan pada stasiun 3. Pada stasiun 1 kedalaman 15 meter mempunyai nilai keseragaman 0,409, pada kedalaman 10 meter sebesar 0,717 dan kedalaman 15 meter sebesar 0. Pada stasiun 2 keseragaman yang diperoleh adalah 0 untuk setiap kedalaman. Pada stasiun 3 kedalaman 5 meter memiliki keseragaman sebesar 0,655, pada kedalaman 10 meter sebesar 0, dan pada kedalaman 15 meter memiliki keseragaman 0,876 lebih besar dibandingkan keseragaman di stasiun dan kedalaman lain.

Menurut Odum (1971), jika tingkat keanekaragaman rendah itu disebabkan oleh tingkat tekanan ekologi yang tinggi dan jika keanekaragaman tinggi disebabkan oleh tekanan ekologi yang rendah. Kategori indeks keanekaragaman dapat dilihat pada (Tabel 2).

Kandungan kadar oksigen terlarut yang cukup stabil membuat jumlah keanekaragaman organisme menjadi lebih banyak. Pada kedalaman 5, 10 dan 15 meter kadar oksigen terlarut terlihat cukup stabil sehingga mempengaruhi keanekaragaman organisme khususnya spesies karang lunak, namun diduga tidak terlalu berpengaruh untuk stasiun 2

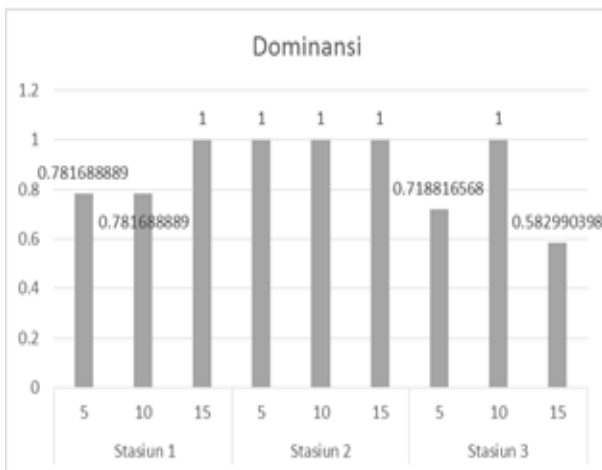
karena memiliki substrat yang berpasir akibat tidak adanya tempat untuk pelekatan.



Gambar 11. Grafik Keseragaman Karang Lunak

3.3.4. Dominansi

Nilai dominansi karang lunak yang didapat di setiap stasiunnya tergolong merata, namun pada stasiun 2 tergolong lebih tinggi dibanding stasiun lainnya disetiap kedalaman. Pada stasiun 2 di masing masing kedalaman memiliki nilai dominansi sebesar 1 yang artinya ada spesies yang mendominasi pada stasiun tersebut. Spesies yang mendominasi tersebut adalah *Sinularia flexibilis*. Selain mendominasi di stasiun 2 spesies *Sinularia flexibilis* juga mendominasi di stasiun 1 dan stasiun 3.



Gambar 12. Grafik Dominansi Karang Lunak

Menurut Odum (1971), jika nilai dominansi lebih besar dari 0,75 dan sama dengan atau lebih kecil dari 1,00, maka dominansi suatu spesies dianggap tinggi atau terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya. Suatu spesies

mendominasi dikarenakan kondisi lingkungan yang tidak stabil atau terdapat suatu tekanan ekologi.

4. Simpulan

Terdapat perbedaan struktur komunitas karang lunak pada kedalaman yang berbeda yaitu kedalaman 5 meter, 10 meter dan 15 meter. Nilai kepadatan tertinggi ditemukan pada kedalaman 5 meter yaitu pada stasiun 1 sebesar 12,5, pada stasiun 2 sebesar 7,5 dan pada stasiun 3 sebesar 10,8. Sedangkan untuk kepadatan terendah ditemukan pada kedalaman 15 meter yaitu pada stasiun 1 sebesar 1,83, stasiun 2 tidak ditemukan karang lunak dan pada stasiun 3 sebesar 2,3. Menurut KepMen LH no.04 (2001), kepadatan yang didapat di setiap stasiun atau setiap kedalaman dalam kategori buruk yaitu 0 sampai 24,9. Nilai keanekaragaman tinggi ditemukan pada stasiun 1 kedalaman 10 meter sebesar 0,78, jenis yang ditemukan terdiri dari 4 spesies yaitu dari spesies *Nephthea Audouin*, *Sinularia polydactyla*, *Gorgonian sp.*, *sinularia flexibilis*. Keseragaman tertinggi terdapat pada stasiun 3 kedalaman 15 meter sebesar 0,8 dan keseragaman terendah terdapat pada stasiun 1 kedalaman 5 meter 0,4. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat penyebaran spesies pada Teluk Jemeluk tersebut cenderung tidak merata. Menurut Odum (1971), perairan Teluk Jemeluk Amed memiliki dominansi tinggi pada stasiun 2 di setiap kedalaman yang memiliki nilai yang homogen sebesar 1, sedangkan dalam kategori sedang (0,4 sampai 0,6) terdapat pada stasiun 3 pada kedalaman 15 meter sebesar 0,5. Jenis yang mendominasi adalah dari spesies *Sinularia flexibilis*.

Faktor pembatas pertumbuhan karang lunak menunjukkan parameter kualitas air yang diukur mendapatkan nilai dengan kisaran yang tidak terlalu jauh berbeda di stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3. Sebagian besar parameter kualitas air yang diukur masih berada sesuai menurut baku mutu air laut untuk kehidupan biota laut, kecuali nilai nitrat dan fosfat.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan masukan dan bimbingan dalam pembuatan jurnal ilmiah ini. Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Kelautan dan Perikanan atas fasilitas-fasilitas yang telah diberikan. Rekan-rekan dalam

pengambilan data Dhanan, Dewi, Andreas, Erick, Shaumi dan teman-teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Made Suanda dan kawan-kawan selaku pengelola dan kelompok nelayan di wilayah Amed dan sekitarnya.

Daftar Pustaka

- Bayer, F. M. (1956). Octocorallia. In Moore, R. C. (Ed). *Treatise on Invertebrata Paleontology, Part F Coelenterata*. Geological Society of America and Univ: Kansas Press, pp, 163-231.
- Google Earth. (2015). *US Dept of State*. [online]. Tersedia di: <http://Kh.google.com>, [diakses: 27 Desember 2015].
- Harahap, A, D. (2004). *Kondisi Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Sekitar Pulau Batam, Riau*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Fakultas Kelautan dan Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Hutagalung, H. P & Rozak, A. 1997. *Metode Analisis air laut, sedimen dan biota*. (2nd ed.). Jakarta, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI
- Jerry, M. M. C., Kaligis, F. G., & Kusen, J. D. (2013). Distribusi Karang Lunak Di Perairan Teluk Manado Dengan Perbandingan Antara Kawasan Non Reklamasi Dan Reklamasi. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(2), 63-67.
- KKP. (2012). *Kajian Cepat Kondisi Kelautan Provinsi Bali 2011*. Denpasar, Indonesia: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Manuputty, A. E. (2002). *Karang Lunak (Soft Coral) Perairan Indonesia*. Jakarta, Indonesia: LIPI Press.
- Manuputty, A. E. (2005). Reproduksi dan Propagasi pada octocorallia. *Oseana*, 30(1), 21-27
- Manuputty, A. E. (2008). Beberapa aspek ekologi oktokoral. *Oseana*, 33(2), 33-42.
- Manuputty, A. E. (2010). Sebaran Karang Lunak Sinularia May 1895 (Octocorallia, Alcyonacea) di Pulau-Pulau Daerawan Kalimantan Timur. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia (OLDI)*, 36(2), 211-225.
- Muqsit, A., Purnama, D., & Ta'alidin, Z. (2016). Struktur komunitas terumbu karang di Pulau Dua Kecamatan Enggano Kabupaten Bengkulu Utara. *Jurnal Enggano*, 1(1), 75-87.
- Nybakken, J. W. (1998). *Marine biology: an ecological approach* (3rd edition). Dalam Eidman, M., Koesoebiono, K., Bengen, D. G., Hutomo, M., & Subarjo, S. (Terj.), *Biologi laut: suatu pendekatan ekologis*. Jakarta, Indonesia: Gramedia Pustaka Utama. (Buku asli diterbitkan 1992).
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. (3th eds). Philadelphia: WB Sounder Company.
- Priyono, B., Yunanto, A., & Arief, T. (2008). *Karakteristik oseanografi dalam kaitannya dengan kesuburan perairan di Selat Bali*. Bali: Balai Penelitian dan Observasi Laut.
- Raymont, J. E. G. (1980). *Plankton and Productivity in the oceans*. (2nd eds). New York: Pergamon Press.
- Riza, F., Bambang, A. N., & Kismartini. (2015). Tingkat pencemaran lingkungan perairan ditinjau dari aspek fisika, kimia dan logam di Pantai Kartini Jepara. *Indonesian Journal of Conservation*. Semarang, 4(1), 52-60.
- Sanusi, H. S., Kaswadji, R. F., Nurjaya, I. W., & Rafni, R. (2005). Kajian kapasitas beban pencemaran organik dan anorganik di Perairan Teluk Jobokuto Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 12(1), 9-16.
- Simanjuntak, M. (2009). Hubungan faktor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan*. 11(1), 31-45.
- Supriharyono. (2000). *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta, Indonesia: Djambatan.
- Supriharyono. (2007b). *Konservasi Ekosistem Sumber Daya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Yogyakarta, Indonesia: Pustaka Belajar.
- Ulqodry, T. Z., Yulisman, Syahdan M., & Santoso. (2010). Karakteristik Sebaran Nitrat, Fosfat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimunjawa, Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Sains*, 13(1), 35-41.

© 2022 by the authors; licensee Udayana University, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>).