

Makroinvertebrata yang Menempel pada *Artificial Reef* (Terumbu Buatan) Setelah Dua Tahun Penenggelaman di Pantai Damas, Trenggalek

Macroinvertebrata Recruitments in Artificial Reef After Two Years of Sinking on The Damas Beach, Trenggalek

Shafa Thasya Thaeraniza¹, Oktiyas Muzaky Luthfi¹ Andik Isdianto^{1*}

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang, Indonesia 65145

Koresponding: Andik Isdianto, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran, Malang, Indonesia 65145

E-mail: andikisdianto@ub.ac.id

Abstrak

Kondisi terumbu karang di perairan Pantai Damas termasuk kedalam kategori buruk karena banyak terdapat patahan-patahan dari terumbu karang (*rubble*) yang diakibatkan oleh adanya jaring nelayan yang tersangkut di karang. Berdasarkan permasalahan terumbu karang yang terdapat pada perairan Pantai Damas maka terdapat inovasi untuk menenggelamkan terumbu buatan. Kondisi terumbu buatan yang telah diturunkan di perairan Pantai Damas dalam waktu 2,5 tahun perlu dilakukan monitoring untuk mengetahui makroinvertebrata yang menempel pada terumbu buatan. Pengambilan data makroinvertebrata menggunakan metode *underwater photo transek* dengan bantuan kamera *underwater* untuk menghasilkan data pengamatan. Hasil penelitian ditemukan 10 jenis makroinvertebrata (tube worm, barnacle, hermit crab, bryzoan, green algae, tunicate, hydroid, brown algae, sponge dan red algae) dengan jumlah total 9.293 individu. Komposisi makroinvertebrata yang menempel didominasi oleh teritip sebesar 66% dan kepadatan makroinvertebrata didominasi oleh teritip sebesar 4,50 ind/m² dari jumlah kepadatan total sebesar 6,88 ind/m².

Kata Kunci : Biota Penempel, Makroinvertebrata, Pantai Damas, Teritip, Terumbu Buatan.

Abstract

The condition of coral reefs in Damas Beach is included in the bad category because there are many fragments of coral reefs (*rubble*) caused by fishing nets caught in the reef. Based on the problem of coral reefs contained in the waters of Damas Beach, there are innovations to sink artificial reefs. The condition of artificial reefs that have been derived in the waters of Damas Beach within 2.5 years needs to be monitored to find out the macroinvertebrates that stick to the artificial reefs. Retrieval of macroinvertebrate data using the underwater photo transect method with the help of underwater cameras to produce observational data. The results found 10 types of macroinvertebrates with a total of 9,293 individuals. The composition of attached macroinvertebrates is dominated by barnacles by 66% and the density of macroinvertebrates is dominated by barnacles by 4.50 ind / m² out of a total density of 6.88 ind / m².

Key Words : Artificial Reefs, Barnacle, Bio Fouling, Damas Beach, Macroinvertebrata.

1. Pendahuluan

Terumbu buatan adalah suatu habitat yang sengaja dibangun dan diletakkan di dasar perairan yang berfungsi untuk memperbaiki atau mengembalikan fungsi biologi ekosistem yang telah rusak sebelumnya (Dhiecha *et al.*, 2013). Terdapat macam-macam jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan konstruksi terumbu buatan (*artificial reef*) seperti ban bekas, kapal bekas, tempurung kelapa dan jenis beton lainnya. Terumbu buatan memiliki bentuk yang diketahui secara umum. Macam-macam bentuk terumbu buatan diantaranya yaitu kotak kubus, piramida dan bola (*reef ball*). Komposisi untuk membuat terumbu buatan pada umumnya menggunakan bahan dasar pasir atau semen. Bentuk-bentuk terumbu buatan pastinya memiliki kelebihan dan kekurangan tergantung dari jenis bahan dasar. Benda-benda tersebut diharapkan dapat menjadi tempat menempelnya hewan karang yang baru (Pardede, 2012).

Permukaan bawah air laut sangat dipengaruhi oleh penempelan organisme *fouling* khususnya teritip. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut seperti faktor fisika dan kimia. Faktor-faktor tersebut akan menghasilkan beberapa lapisan yang kompleks dari perekatan mikroorganisme atau *microfouling* dan makroorganisme atau *macrofouling*

(Ruslan, 2014). Organisme *microfouling* umumnya terdiri dari bakteri dan jamur (*biofilm*) serta diatom (perifiton). Sementara untuk *macrofouling* umumnya berasal dari golongan alga dan larva avertebrata. Biota tersebut dapat menghambat planula karang untuk menempel pada media. Pembentukan *macrofouling* diakibatkan oleh adanya *microfouling* yang identik dikenal sebagai *biofouling* (Marhaeni, 2012).

Proses pembentukan komunitas *biofouling* melalui beberapa proses yang dimana kolonisasi pada suatu permukaan yang baru terjadi sebagai hasil akhir dari beberapa tahap. Pada awalnya terbentuk sebuah lapisan secara biokimia pada permukaan yang bersih, peristiwa ini kemudian diikuti penempelan mikroba atau *microfouling* (kolonisasi bakteri dan diatom) dan tahap akhirnya adalah *macrofouling* (kolonisasi makroalga dan invertebrata) (Mujiyanto dan Satria, 2011). Penempelan dan pertumbuhan organisme hidup pada permukaan yang terpapar di lingkungan perairan sebagai *biofouling* termasuk masalah yang serius. *Biofouling* dapat dibagi menjadi dua yaitu *microfouling* dan *macrofouling*. *Microfouling* yaitu pembentukan biofilm atau proses kolonisasi bakteri dan mikroalga. *Macrofouling* merupakan penempelan dari organisme atau kolonisasi avertebrata dan makroalga yang memiliki sifat merusak (Railkin, 2004).

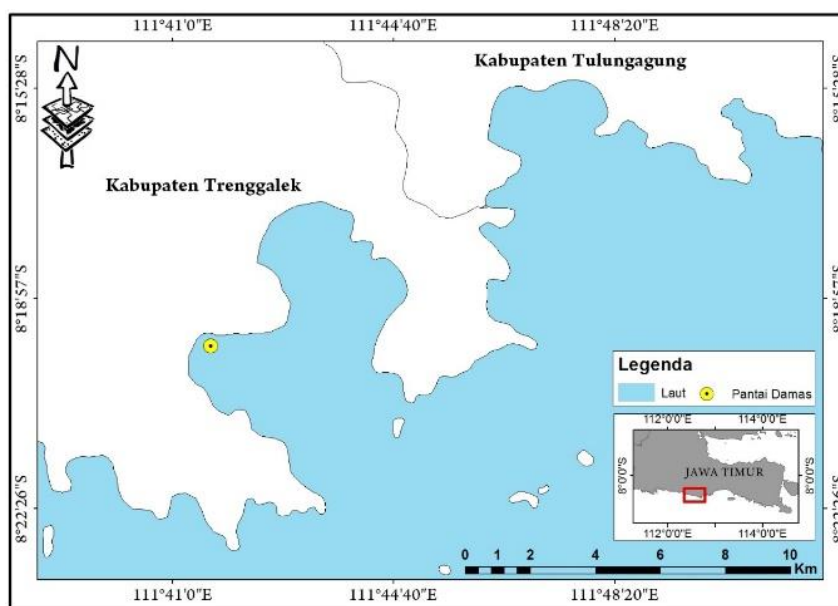
Perairan Pantai Damas terletak ($111^{\circ} 24-112^{\circ} 11$ BT dan $7^{\circ} 53'-8^{\circ} 34'$ LS) di Desa Karangandu, Kecamatan Watulimo dan termasuk dalam bagian Kabupaten Trenggalek. Deburan ombak atau gelombang dan tekstur pasir yang terdapat pada perairan Pantai Damas kurang diminati oleh pengunjung dikarenakan air laut yang mengandung lumpur (Prasetya, 2016). Kondisi terumbu karang di Pantai Damas termasuk dalam kategori terumbu karang yang buruk karena terdapat banyak patahan-patahan karang (*rubble*) yang disebabkan oleh alat tangkap yang tersangkut di terumbu karang (Wibowo dan Adrim, 2013). Berdasarkan masalah di wilayah tersebut, beberapa dosen dari Universitas Brawijaya memberikan solusi untuk menenggelamkan terumbu buatan

(TB). Proses penenggelaman Terumbu Buatan (TB) dilakukan pada bulan September 2017 dengan total TB yang ditenggelamkan 25 TB berbentuk kubus di perairan Pantai Damas (Fattah, 2017). Kondisi terumbu buatan di perairan Pantai Damas dalam waktu dua tahun harus dilakukan pemantauan untuk mengetahui makroinvertebrata yang telah berhasil menempel di terumbu buatan. Data diambil untuk menentukan jumlah, komposisi, dan kerapatan makroinvertebrata.

2. Material dan Metode

Lokasi Penelitian

Pengambilan data lapangan dilakukan di perairan Pantai Damas, Desa Karangandu, Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa



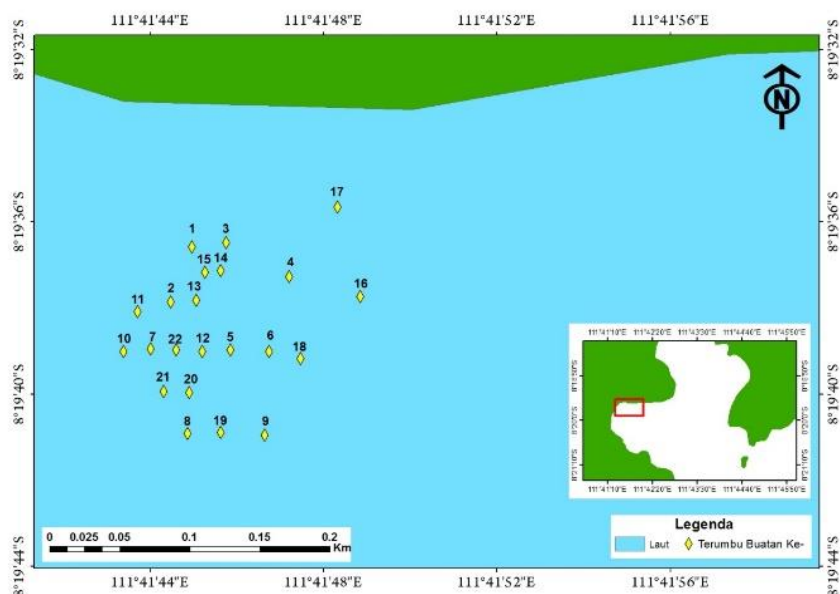
Gambar 1. Lokasi penelitian ditunjukkan oleh titik kuning di perairan Pantai Damas.

Timur. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2020. Semua tempat di Pantai Damas adalah daerah pariwisata sehingga pariwisata lokal dapat dikunjungi secara bebas. Peta lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1.

Stasiun penelitian ditentukan dengan adanya terumbu buatan yang terdapat di zona perairan Pantai Damas, Trenggalek. Stasiun penelitian ditentukan secara acak mengikuti terumbu karang buatan yang telah di tenggelamkan sebelumnya agar pengambilan data tersebut dapat menghasilkan cakupan daerah yang rata dan mendapatkan data makroinvertebrata yang lebih beragam. Stasiun penelitian disajikan dalam Gambar 2.

Metode Penelitian

Teknik pengambilan data makroinvertebrata dilakukan pada terumbu buatan yang berbentuk kubus dan memiliki enam sisi, namun proses pengamatan hanya dapat dilakukan dengan pengamatan lima sisi karena satu sisi menempel pada substrat. Setiap sisi terdiri dari permukaan luar dan kolom dalam. Data makroinvertebrata didapatkan menggunakan metode *Underwater Photo Transect* dengan cara pengamatan secara visual dan pengambilan foto menggunakan kamera *underwater*. Pengambilan foto menggunakan mode *macro* untuk menghasilkan foto yang jelas dan hasil foto akan diidentifikasi (Lindberg dan Seaman, 2011). Pembagian sisi kubus disajikan dalam Gambar 1.

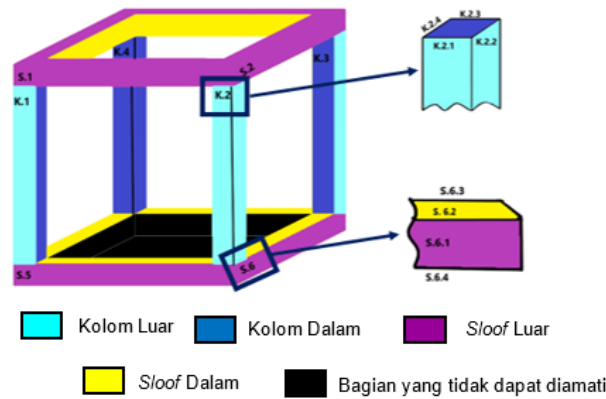


Gambar 2. Stasiun penelitian ditandai dengan titik kuning.

Bahan dan Pengolahan Data

Peralatan pengambilan data di lapangan terdiri dari alat tulis, peralatan selam, kamera *underwater*, dan alat pengukur parameter perairan. Jumlah dan

menggunakan AAQ 1183, kecepatan arus dengan *Current meter* Flowatch, kecerahan perairan dengan Secchi disk, dan Nitrat, fosfat dengan kit uji Prodac.



Gambar 3. Pembagian Sisi Kubus

komposisi organisme makroinvertebrata dihitung sebagai jumlah individu dibagi dengan jumlah total individu dikalikan 100%. Kepadatan organisme makroinvertebrata dapat dihitung dengan jumlah koloni-i dibagi dengan luas permukaan (m²). Pengukuran parameter perairan seperti kedalaman, suhu, pH salinitas, DO

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran Parameter Perairan

Parameter oseanografi yang diukur di perairan Pantai Damas adalah kedalaman, suhu, DO, salinitas, pH, kecepatan arus, kejernihan air, nitrat, dan fosfat dengan

Tabel 1. Parameter perairan di sekitar terumbu buatan

TB	d (m)	T (°C)	C (m/ s)	V (m)	S (‰)	p -	D (mg/ l)	N (mg/ l)	F (mg/ l)
Utara	6,2	25,96	0,2	3,9	34,67	8,34	6,65	0,04	0,055
Timur	7,0	25,84	0,1	2,8	34,68	8,41	6,67	0,03	0,052
Selatan	7,0	25,60	0,1	3,2	34,68	8,26	6,68	0,05	0,054
Barat	7,5	25,70	0,2	3,4	34,68	8,37	6,66	0,04	0,054

Keterangan: C (Kecepatan arus), D (DO), d (kedalaman), F (Fosfat), N (Nitrat), p (pH), S (Salinitas), T (suhu), TB (Terumbu buatan), V (Kecerahan).

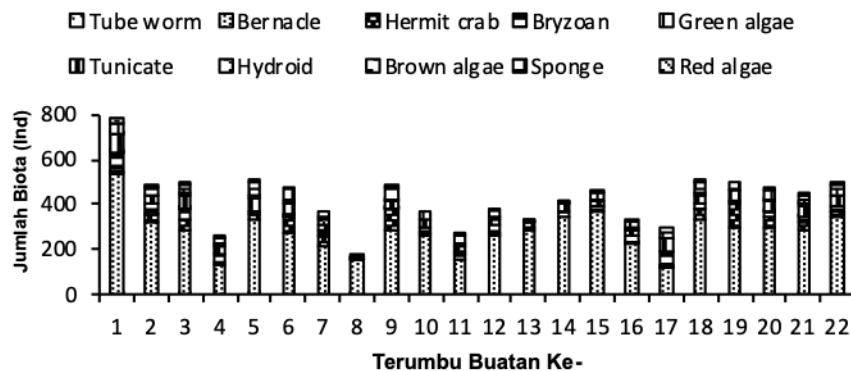
lokasi terumbu karang buatan yang dikelompokkan sesuai dengan arah angin. Hasil parameter oseanografi di perairan Pantai Damas dapat dilihat pada Tabel 1.

Jumlah Organisme Makroinvertebrata

Pengamatan organisme dilakukan di 22 media terumbu buatan dan ditemukan beberapa organisme seperti seperti *tube worm*, *barnacle*, *hermit crab*, *bryzoan*, *green algae*, *tunicate*, *hydroid*, *brown algae*, *sponge* dan *red algae*. Hasil perhitungan jumlah organisme yang diperoleh pada media terumbu buatan disajikan pada Gambar 4.

Grafik jumlah organisme makroinvertebrata pada Gambar 4, menunjukkan tiga biota tertinggi yaitu *barnacle* 6114 individu, *tunicate* 824 individu dan *sponge* 781 individu pada 22 terumbu buatan. Larva teritip atau *barnacle* merupakan biota yang sangat peka terhadap adanya cahaya.

Teritip menggunakan salah satu bagian tubuhnya yaitu antena yang digunakan sebagai perasa untuk melakukan suatu pergerakan maupun penempelan pada substrat (Visscher, 2014). Penempelan larva *barnacle* dapat disebabkan oleh salah satunya dengan dipengaruhi oleh paparan gelombang. Gelombang membawa larva *barnacle* yang sudah mampu bermetamorfosis dan menempel pada substrat. Jika proses awal penempelan pada permukaan berhasil, kemudian dilanjutkan proses penempelan masal (Raimonndi, 1990). Jumlah barnacle yang ditemukan setiap terumbu buatan memiliki jumlah yang berbeda, karena beberapa terumbu buatan tidak tertimbun oleh sedimen sehingga luas penempelan barnacle pada struktur terumbu buatan berkurang. Habitat teritip untuk bertahan hidup yaitu dengan cara melekat pada substrat yang keras dan memiliki permukaan yang kasar seperti beton



Gambar 4. Jumlah Organisme Makroinvertebrata

(Permadi, 2014).

Jumlah organisme tunicate yang ditemukan sebesar 824 individu. *Ascidian* dapat ditemukan pada sela-sela terumbu karang yang masih hidup maupun sudah mati. Fitoplankton memiliki hubungan yang erat dengan *ascidian* dikarenakan *ascidian* dewasa akan mengkonsumsi bahan-bahan yang tersuspensi dari fitoplankton, mikro alga, bakteri serta bahan terlarut pada perairan (Mawaleda, 2014). Perairan Pantai Damas memiliki konsentrasi klorofil yang tinggi, sehingga kelimpahan fitoplankton juga tinggi. Tingginya kelimpahan fitoplankton akan mempengaruhi kelimpahan pada ikan terumbu dan kelimpahan organisme makroinvertebrata lainnya seperti *ascidian*. Organisme *ascidian* ditemukan hampir pada semua tipe habitat di perairan dangkal dan selalu menempel pada substrat keras. Tingginya nilai kepadatan jenis organisme *ascidian* dipengaruhi oleh faktor ekologi meliputi fisik dan biologi, seperti arus, suhu, intensitas cahaya, kondisi substrat dan ketersediaan makanan. Umumnya *ascidian* ditemukan dalam koloni yang besar (Saputri *et al.*, 2019).

Jumlah organisme *sponge* yang ditemukan sebesar 781 individu. Proses penempelan larva spons diawali dengan pelepasan larva spons ke lingkungan dan larva akan merespon dengan melakukan metamorfosis. Larva membutuhkan waktu empat jam untuk pengembangan lebih

lanjut pada suhu sekitar 24°C dan larva spons akan berenang dan mencari substrat untuk melakukan penempelan. Setelah menempel, larva mengalami proses metamorfosis cepat dan reorganisasi tubuh (Degnan *et al.*, 2015). Persebaran *sponge* dapat ditemukan pada beberapa kedalaman yang berbeda dan tingkat kecerahan yang cukup dan berfungsi sebagai faktor pertumbuhan organisme *sponge* (Haedar *et al.*, 2016). Faktor yang menyebabkan kelimpahan *sponge* rendah dibandingkan dengan teritip dan *tunicate* adalah pemangsa *sponge* yaitu dari jenis penyu sisik, bintang laut dan dari jenis *Moluska* yaitu *Nudibranch* (Marzuki, 2018).

Komposisi Organisme Makroinvertebrata

Hasil dari pengamatan organisme makroinvertebrata pada terumbu buatan ditemukan yaitu sepuluh organisme yang menempel pada delapan sisi terumbu buatan. Keberadaan organisme tersebut menandakan terumbu buatan berbahan beton tersebut telah dimanfaatkan sebagai tempat untuk hidup. Komposisi organisme yang ditemukan berdasarkan *Phylum* dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan tabel komposisi organisme, bisa dilihat bahwa organisme yang ditemukan diklasifikasikan menjadi sembilan *Phylum* dan 10 *Class* taksonomi. Delapan *phylum* tersebut diantaranya adalah *Annelida*, *Arthropoda*, *Bryzoa*, *Chlorophyta*,

Tabel 2. Biota yang ditemukan pada terumbu buatan

No	Phylum	Class	General name	Total	Average (%)
1	Annelida	Polychaeta	<i>Tube worm</i>	10	0,11
2	Arthropoda	Cirripedia	<i>Barnacle</i>	6114	65,78
3	Arthropoda	Malacostraca	<i>Hermit crab</i>	638	6,86
4	Bryzoa	Gymnolaemata	<i>Bryzoa</i>	647	6,96
5	Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Green algae</i>	13	0,14
6	Chordata	Ascidiacea	<i>Tunicate</i>	824	8,87
7	Cnidaria	Hydrozoa	<i>Hydroid</i>	131	1,41
8	Phaeophyta	Phaeophyceae	<i>Brown algae</i>	22	0,24
9	Porifera	Demospongiae	<i>Sponge</i>	781	8,40
10	Rhodophyta	Rhodophyceae	<i>Red algae</i>	114	1,23
Total				9293	100

Chordata, *Cnidaria*, *Phaeophyta*, *Porifera* dan *Rhodophyta*. Komposisi biota yang dapat ditemukan pada terumbu buatan berbatu dasar beton adalah berasal dari filum *Annelida*, *Arthropoda*, *Bryzoa*, *Chlorophyta*, *Chordata*, *Cnidaria*, *Phaeophyta*, *Porifera* dan *Rhodophyta* (Lacoste et al., 2014). *Barnacle*, *bryzoan* dan *bivalve* adalah biota *macrofouling* yang paling umum dapat ditemukan di berbagai perairan tropis. Biota tersebut diketahui merupakan proses awal atau organisme suksesi dalam keberhasilan terumbu buatan untuk menggantikan ekosistem alami (Saptarini et al., 2010).

Organisme yang paling mendominasi adalah *barnacle* dengan persentase 66% dan terdapat beberapa biota yang memiliki persentase biota < 1%. Teritip atau *barnacle* memiliki jumlah yang banyak dikarenakan penyebarannya sangat luas dan dapat ditemukan di daerah pasang surut, pantai terbuka, dan laut lepas (Losada et al., 2008). Proses penempelan dan perkembangan pada teritip sangat dipengaruhi oleh kondisi oseanografis

seperti cahaya, kecerahan, kecepatan arus, pasang surut dan gelombang (Ruslan, 2014). *Barnacle* sanggup bertahan hidup di daerah dalam kondisi kehilangan air untuk waktu yang cukup lama. *Barnacle* juga tahan terhadap perubahan suhu yang signifikan (Puryono et al., 2019). Teritip juga dapat menyimpan air tambahan jika telah terjadi perubahan suhu yang signifikan, air tambahan akan disimpan di rongga mantel teritip. Teritip menggunakan cangkangnya untuk menjaga suhu tubuh agar tidak kehilangan air (Wally, 2011).

Rendahnya komposisi pada *green algae*, *brown algae* dan *tube worm* yang memiliki persentase biota < 1% diakibatkan oleh adanya beberapa faktor yaitu *macroalgae* memiliki toleransi yang rendah terhadap perubahan pada salinitas di suatu perairan. Kadar nitrat dan fosfat juga sangat berpengaruh terhadap kesuburan *algae* dan setiap *algae* membutuhkan kadar nitrat yang berbeda untuk menunjang pertumbuhannya. Kemudian kecepatan arus pada perairan Pantai Damas tergolong rendah, arus yang lambat kurang mendukung bagi

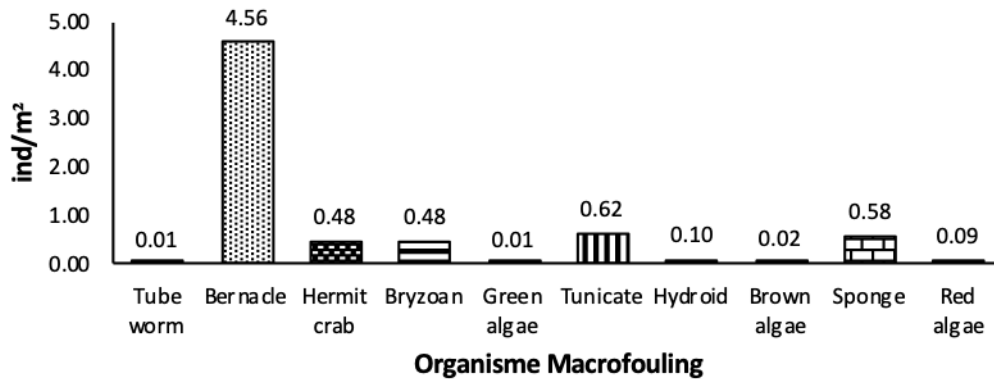
pertumbuhan *algae* (Didu *et al.*, 2019). Suhu pada perairan Pantai Damas tergolong tinggi lebih kurang 26°C hal tersebut kurang cocok dengan adanya *tube worm* karena untuk reproduksi *tube worm* membutuhkan suhu 10-18°C.

Kepadatan Organisme Makroinvertebrata

Hasil dari perhitungan kepadatan organisme makroinvertebrata pada terumbu buatan dengan perhitungan jumlah individu dibagi luas permukaan terumbu buatan. Grafik kepadatan organisme telah disajikan pada Gambar. 5.

et al., 2011). Karakteristik daerah intertidal seperti tipe substrat, luas area, dan morfologi pantai menjadi faktor kepadatan biota (Yulianda *et al.*, 2013). Selain faktor-faktor tersebut perkembangan dan pertumbuhan pada biota penempel tidak terjadi pada waktu yang singkat (Leonard, 2014), sehingga ekosistem akan terbentuk dengan sempurna dalam kurun waktu lima tahun masa media substrat ditenggelamkan (Seaman, 2000).

Kepadatan *barnacle* bergantung pada suatu media dengan tingkat kekasaran, lama rendaman dan bentuk substrat. Teritip



Gambar 5. Kepadatan Organisme Makroinvertebrata

Berdasarkan grafik kepadatan biota Gambar 5, bisa dilihat tiga biota yang memiliki nilai tertinggi adalah *barnacle* 4.77, *tunicate* 0.65 dan *sponge* 0.61 ind/m². Kepadatan organisme sangat dipengaruhi oleh kecepatan arus dan kecerahan, semakin tinggi kecepatan arus dan kecerahan maka berpengaruh untuk penempelan biota pada suatu substrat (Fajri

merupakan jenis biota yang hidupnya menempel secara permanen. Salah satu jenis teritip memiliki senyawa *arthropodine* yang berfungsi untuk mengundang teritip dari suatu jenis yang sama untuk ikut menempel bahkan menumpuk pada substrat yang sama (Mudzni, 2014). Patahan karang (*rubble*) serta substrat yang keras akan menjadi lokasi penempelan dari

biota perairan seperti sponge dan ascidian (Tuhumena *et al.*, 2013). *Ascidian* merupakan biota dasar yang dapat menempel kuat pada substrat di dasar perairan. Keragaman dari *ascidian* pada suatu tempat tergantung pada ketersediaan suhu, salinitas dan substrat keras (Primo dan Vazquez, 2009). Kepadatan *sponge* semakin beragam apabila kondisi perairan jauh dari daratan (Haris *et al.*, 2014). Kepadatan *sponge* akan terhambat apabila perairan setempat memiliki sedimentasi yang tinggi sehingga menghambat perkembangan *sponge* (Samawi *et al.*, 2009).

4. Kesimpulan

Hasil pengamatan organisme invertebrata didapatkan jumlah total organisme invertebrata yang telah ditemukan pada semua terumbu buatan sebanyak 9.293 biota. Terdapat sepuluh organisme yang ditemukan, diantaranya yaitu *tube worm*, *barnacle*, *hermit crab*, *bryzoa*, *green algae*, *tunicate*, *hydroid*, *brown algae*, *sponge* dan *red algae*. Komposisi organisme tertinggi yang didapatkan dari perhitungan jumlah total organisme yaitu didominasi oleh organisme *barnacle* sebanyak 66% dan biota terendah <1% yaitu *brown algae*, *green algae* dan *tube worm*. Total kepadatan organisme invertebrata pada 22 TB yaitu sebesar 6,88 ind/m². Kepadatan organisme invertebrata pada terumbu

buatan tertinggi didominasi oleh *barnacle* dengan jumlah 4,5 ind/m².

Acknowledgement

Kami berterima kasih kepada anggota *Acropora Study Club*: Anda Putra R. Sirait, Maulana Fikri, Valessa Senshi Moira, dan Mayshita Yonar karena membantu mengumpulkan data dan terima kasih kepada pengulas anonim atas ulasan kritis untuk meningkatkan kualitas artikel ini.

Daftar Pustaka

- Adji, A.S., Indrabudi, T., & Alik, R. (2016). Penerapan metode foto transek bawah air untuk mengetahui tutupan terumbu karang di Pulau Pombo, Maluku. Pusat Penelitian Laut Dalam-LIPI. Ambon. Maluku. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(2):633-643.
- Awaliyah, S. (2018). Aplikasi senyawa bioaktif lamun *Enhalus acoroides* terhadap organisme *fouling* pada substrat kayu dan fiber. Skripsi. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Degnan, B.M., Adamska, M., Richards, G.S., Larroux, C., Leininger, S., Bergum, B., Calcino, A., Taylor, K., Nakanishi, N & Degnan, S. M. (2015). Porifera. centre for marine science. Brisbane, Australia: School of Biological Sciences. University of Queensland.
- Dhiecha, D. M., Kiki, P. U & Dian, R. J. (2013). Perencanaan artificial reef sebagai restorasi terumbu karang dan pengaman pantai di Pulau Lemukutan Kabupaten Bengkayang. *Jurnal*

- Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 3(1):1-10.
- Didu, L., Ma'ruf, K., & Emiyarti. (2019). Komposisi jenis dan keanekaragaman makrobiofouling pada jaring kantung apung dengan dan tanpa menggunakan sintetik anti fouling hubungannya dengan pertumbuhan *Kappacycus alvarezii* di Perairan Pantai Lakeba Kota Baubau. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, 4(2):111-121.
- Fajri, M.A., Surbakti, H., & Putri, W. A. E. (2011). Laju penempelan teritip pada media dan habitat yang berbeda di Perairan Kalianda Lampung Selatan. *Maspari Journal*, 3:63-68.
- Fattah, M. (2017). Penenggelaman terumbu buatan. Website Program Studi Sosial Ekonomi Perikanan. FPIK. Universitas Brawijaya. <http://sep.fpik.ub.ac.id/penenggelaman-terumbu-karang-buatan/>. Diakses pada tanggal 15 September 2019.
- Haedar, Sadarun, B., & Palupi, R. D. (2016). Potensi keanekaragaman jenis dan sebaran spons di perairan Pulau Saponda Laut Kabupaten Konawe. *Jurnal Sapa Laut*, 1(1):1-9.
- Haris, A., Werorilangi, S., Gosalam, S., & Mas'ud, A. (2014). Komposisi jenis dan kepadatan sponge (Porifera: Demospongiae) di Kepulauan Spermonde Kota Makassar. *Biota*, 19(1):36-42.
- Lacoste, E., Moullac, G.L., Levy, P., Gueguen, Y., & Mazouni, N.G. (2014). Biofouling development and its effect on growth and reproduction of the farmed pearl Oyster *Pinctada margaritifera*. Université de la Polynésie. Francaise. Vol: 434. pp:18-26.
- Leonard, J. (2014). Pengaruh pertumbuhan biofouling terhadap laju korosi material alat penukar panas mesin kapal. Makassar: Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin.
- Lindberg, W., & Seaman, W. (2011). Guidelines and management practices for artificial reef siting, use, construction, and anchoring in Southeast Florida. Florida Department of Environmental Protection Coral Reef Conservation Program. Miami.
- Peréz-Losada, M., Harp, M., Høeg, J.T., Achituv, Y., Jones, D., Watanabe, H., & Crandall, K.A. (2008). The tempo and mode of barnacle evolution. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 46:328-346.
- Marhaeni, B. (2012). Biofouling pada beberapa jenis substrat permukaan kasar dan halus. *Jurnal Sains Akuatik*, 14(1):41-47.
- Marzuki, I. (2018). Eksplorasi spons indonesia: seputar kepulauan spermonde. Makassar: Penerbit Nas Media Pustaka.
- Mawaleda, R. (2014). Distribusi dan preferensi habitat urochordata kelas Ascidiacea di daerah terumbu karang Pulau Barranglompo Kota Makassar. Skripsi. Makassar: FPIK. Universitas Hasanuddin.
- Mudzni, A. (2014). Sebaran teritip intertidal dan hubungannya dengan kondisi lingkungan perairan di pelabuhan Kota Dumai. Tesis. Bogor: Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Mujiyanto, M., & Satria, H. (2011). Keanekaragaman jenis jenis biota penempel di lokasi terumbu karang buatan di Teluk Saleh Nusa Tenggara Barat. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Hasil Penelitian Kelautan*

- dan Perikanan. Universitas Gajah Mada.
- Pardede, F. M. (2012). Efektivitas terumbu buatan berbahan dasar tempurung kelapa sebagai fish aggregating device di Pulau Pramuka Kepulauan Seribu. Skripsi. Bogor: FPIK. Institut Pertanian Bogor.
- Permadi, J. (2014). Status taksonomi teritip karang di kepulauan karimunjawa: Studi kekerabatan berdasarkan karakter morfologi. *Jurnal Penelitian Inovasi*, 40(2):147-160.
- Prasetya, S. P. (2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan jumlah pengunjung Pantai Karanggongso, Pantai Prigi, Pantai Cengkong Dan Pantai Damas Di Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek. Surabaya: Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Surabaya.
- Primo, C., & Vázquez, E. (2009). Antarctic ascidians: An isolated and homogeneous fauna. *Polar Research*, 28(3):403-414.
- Puryono, S., Anggoro, S., Suryanti & Anwar, I. S. (2019). Pengelolaan pesisir dan laut berbasis ekosistem. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Railkin, A. I. (2004). Marine biofouling: Colonization processes and defenses. Boca Raton. Florida: CRC Press.
- Raimondi, P.T. (1990). Patterns, mechanisms, consequences of variability in settlement and recruitment of an intertidal barnacle. Departement of Biological Sciences. University of California. *Ecological Monographs*, 60(3):283-309.
- Ruslan, A. F. (2014). Kepadatan dan keragaman macrobiofouling pada dermaga beton dan dermaga kayu di Pulau Balanglombo. Kecamatan Matiro Sompe. Kabupaten Pangkep. Skripsi. Makassar: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin.
- Samawi, M. F., Rani, C., & Ramli. (2009). Keterkaitan antara kondisi oseanografi dengan komposisi jenis dan kepadatan sponge laut di Kepulauan Spermonde. Artikel Ilmiah. Makassar: Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin.
- Saptarini, D., Aunurohim & Fahlusi, N. I. (2010). Komposisi dan kelimpahan larva invertebrata planktonik pada tiga desain terumbu buatan di Pantai Pasir Putih, Bungatan, Situbondo, Jawa Timur. Surabaya: FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Saputri, N. M. P. M., Putra, I. D. N. N., & Karim, W. (2019). Kelimpahan dan keanekaragaman tunikata (Ascidacea) di Perairan Jemeluk dan Penuktukan, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1):11-21.
- Seaman, W., Jr.(Ed.). (2000). Artificial reef evaluation. With application to natural marine habitats. Florida: CRC Press.
- Tahumena, J. R., Kusen, J. D & Paruntu, C. P. (2013). Struktur komunitas karang dan biota asosiasi pada kawasan terumbu karang di perairan Desa Minanga Kecamatan Malalayang II dan Desa Mokupa Kecamatan Tombariri. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1):6-12.
- Visscher, J. P. (1928). Reactions of the cyprid larvae of barnacles at the time of attachment. *The Biological Bulletin*, 54(4):327–335.
- Wally, D. A. (2011). Adaptasi organisme bentik di zona intertidal. *Bimafika*, 3:244-249.

Wibowo, K., & Adrim, M. (2013). Komunitas ikan-ikan karang di Teluk Prigi Trenggalek, Jawa Timur. *Zoo Indonesia*, 22(2):29-38.

Yulianda, F., Yusuf, M. S & Prayogo, W. (2013). Zonasi dan kepadatan komunitas intertidal di daerah pasang surut, Pesisir Batuhijau, Sumbawa. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2):409-416.