

ISSN 1858-1684

Vol. 4 No. 1 Februari 2020



# PASIR LAUT

ISSN 1858-1684  
**Journal Of  
Coastal and Marine  
Resources Management**  
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pasirlaut>

Journal of Coastal and Marine Resources Management



**Scientific Journal published by**  
Magister Program in Aquatic Resources Management  
Faculty of Fisheries and Marine Science  
Universitas Diponegoro Semarang

## DAFTAR ISI

<b>Paper:</b>	Halaman
1. ANALISIS TOTAL BAKTERI <i>Vibrio</i> sp. DI SEDIMEN PADA KERAPATAN MANGROVE YANG BERBEDA DI PANTAI UJUNG PIRING, JEPARA <i>Oleh: Ayu Lailatussyifa, Niniek Widyorini dan Oktavianto Eko Jati</i>	1 - 8
2. IDENTIFIKASI MOLEKULER SPESIES BAKTERI KANDIDAT PROBIOTIK YANG DIISOLASI DARI USUS UDANG VANAME ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) KOLEKSI DARI KABUPATEN SUBANG, JAWA BARAT <i>Oleh: Siwi Sarastiti, Suminto, Sarjito</i>	9 - 15
3. HUBUNGAN KELIMPAHAN MAKROZOOBENTOS DENGAN TEKSTUR SEDIMEN BAR, DAN BAHAN ORGANIK DI PERAIRAN PANTAI MANGKANG WETAN, SEMARANG <i>Oleh: Adhi Nugroho, Max Rudolf Muskananfolo, Bambang Sulardiono</i>	16 - 21
4. ANALISIS KELIMPAHAN BAKTERI <i>Pseudomonas</i> sp. DI PERAIRAN DESA BEJALEN RAWA PENING, JAWA TENGAH <i>Oleh: Estri Nur'aini, Niniek Widyorini, Oktavianto Eko Jati</i>	22 - 27
5. KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DI DESA MANGUNHARJO, KECAMATAN TUGU, KOTA SEMARANG <i>Oleh: Qadarina Nur Laila, Pujiono Wahyu Purnomo, Oktavianto Eko Jati</i>	28 -35
6. PENGARUH BERBAGAI TEMPERATUR TERHADAP PELEPASAN DENSITAS ZOOXANTHEL-LAE PADA KARANG <i>ACROPORA</i> SP. DALAM SKALA LABORATORIUM <i>Oleh: Maya Sri Mulyani, Pujiono Wahyu Purnomo dan Supriharyono</i>	36 - 41
7. ASPEK BIOLOGI <i>Emerita emeritus</i> (Linnaeus 1767) DI PANTAI GLAGAH, PANTAI PARANGTRITIS, DAN PARANGKUSUMO <i>Oleh: Irzani Hamzah Setya Rahmatuloh, Agus Hartoko, Bambang Sulardiono</i>	42 - 51
8. HUBUNGAN TUTUPAN KARANG DENGAN KEANEKARAGAMAN ECHINODERMATA DI PULAU KARIMUNJAWA, JEPARA <i>Oleh: Ainun Fitriyah, Suryanti, Siti Rudiyantri</i>	52 - 59

## **PENGARUH BERBAGAI TEMPERATUR TERHADAP PELEPASAN DENSITAS *ZOOXANTHELLAE* PADA KARANG *Acropora* sp. DALAM SKALA LABORATORIUM**

**Effect of The Various Temperatures on Releasing Zooxanthellae Density *Acropora* sp. in a laboratory scale**

Maya Sri Mulyani, Pujiono Wahyu Purnomo dan Supriharyono  
Departemen Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH. Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax +6224 7474698  
Email : [mayasri77@gmail.com](mailto:mayasri77@gmail.com), [purnomopoed@gmail.com](mailto:purnomopoed@gmail.com), [pries1950@gmail.com](mailto:pries1950@gmail.com)

*Diserahkan tanggal: 29 Agustus 2019, Revisi diterima tanggal: 17 September 2019*

### **ABSTRAK**

Terumbu karang adalah ekosistem yang struktur utamanya berupa karang keras, tersusun oleh polip-polip karang yang bersimbiosis dengan alga *zooxanthellae*. Keberadaan *zooxanthellae* di dalam polip karang dipengaruhi oleh temperature. Pada temperatur perairan yang tinggi menyebabkan kematian karang akibat lepasnya *zooxanthellae* dari jaringannya; dan sebaliknya pada temperatur rendah dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan karang melalui peran *zooxanthellae*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai tingkat temperatur terhadap pelepasan *zooxanthellae* dan kemampuan *recovery* karang setelah diberi tekanan temperatur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai Januari 2019 di Laboratorium Histopatologi BBPBAP Jepara. Untuk mengetahui pengaruh berbagai temperatur terhadap densitas *zooxanthellae* pada karang *acropora* sp. maka dilakukan dengan faktor temperatur 3 level (28 °C, 32 °C, 36 °C) yang diulang tiga kali. Peubah yang diamati adalah densitas *zooxanthellae* dan variable kualitas air DO, pH, salinitas pada hari ke 0, 1, 3, 5 10 dan 15. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian tekanan temperatur tinggi sangat berpengaruh pada densitas *zooxanthellae*. Karang mengalami *bleaching* sempurna pada hari ke-6 pada perlakuan *treatment* temperatur 36 °C. Karang mampu beradaptasi dan pulih kembali pada temperatur normal 28 °C dan temperatur 32 °C dan tidak dapat *recovery* pada temperatur 36 °C.

**Kata Kunci:** *Acropora* sp., *Bleaching*, Densitas *Zooxanthellae*, *Recovery*

### **ABSTRACT**

*Coral reefs are ecosystems which composed of coral polyps in symbiosis with algae zooxanthellae. The presence of zooxanthellae in coral polyps is influenced by temperature. At high water temperatures, it causes coral bleaching due to the release of zooxanthellae from their tissues; but at low temperatures can support coral growth and development through the recover of zooxanthellae. The purpose of this study was to discover which temperature level affect the highest release of zooxanthellae and to find out which temperature induce the coral recovery after being subjected to temperature pressure. This research was conducted in December 2018 to January 2019 in the Histopathology Laboratory of BBPBAP Jepara. The coral used for this research was Acropora sp., while the method used was complete random design experiment with 3 level factor temperatures (28°C, 32°C, 36°C) and three replications. The observed variables were zooxanthellae density and water quality variables included DO, pH, and salinity which was measured since the day 0, 1, 3, 5, 10 and 15. The results showed that high temperature pressure rendered the density of zooxanthellae in Acropora sp. Therefrom, the Acropora sp. experienced bleaching on the day 6 at temperature of 36°C. Further experiment showed that Acropora sp. was able to adapt and recover at normal temperature of 28°C and 32°C, but unable to recover at 36°C.*

**Key words:** *Acropora* sp., *Coral bleaching*, *Zooxanthellae* density, *Recovery*

### **PENDAHULUAN**

Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem khas laut tropis dangkal. Ekosistem ini mempunyai produktivitas yang tinggi, serta banyak memiliki manfaat baik itu dari segi ekologi maupun fisik secara ekonomi bagi manusia (Asmiati, 2017). Terumbu karang adalah tumpukan endapan yang sangat masif kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yang diproduksi oleh filum *Cnidaria*, Kelas *Anthozoa*, Ordo *Madreporaria*, dengan adanya penambahan dari alga berkapur dan organisme lain yang menghasilkan kalsium karbonat.

Terumbu karang di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami penurunan akibat pemutihan karang (*Coral bleaching*). Faktor yang mempengaruhi terjadinya *bleaching* adalah adanya perubahan temperatur yang ekstrim, logam berat, polutan lain, intensitas cahaya, serta salinitas. Mayoritas pemutihan karang secara besar-besaran dalam kurun waktu dua dekade terakhir ini berhubungan dengan peningkatan temperatur permukaan laut (Sjafrie, 2014). Temperatur permukaan air laut meningkat disebabkan oleh Emisi global dari gas rumah kaca yang meningkatkan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer dan di lautan ke tingkat yang akhirnya mengurangi kemampuan terumbu karang untuk tumbuh dengan proses pengapuran normal, (Westmacott, 2000). Pada kenaikan temperatur lebih dari 3 °C polip karang mengalami stress dan jika berlangsung dalam waktu lama (3-6 bulan) akan menyebabkan lepasnya alga *zooxanthellae* dalam tubuh hewan karang. Peristiwa ini disebut pemutihan karang (*coral bleaching*) (Latuconsina, 2010).

*Coral bleaching* merupakan fenomena lepasnya *zooxanthellae* dari polip karang, dan dilanjut dengan kematian hewan karang tersebut. Salah satu faktor paling besar dalam mempengaruhi *bleaching*nya terumbu karang adalah temperatur. Pemutihan karang didefinisikan sebagai depigmentasi jaringan karang karena gangguan simbiosis antara endosimbiotik dinoflagellata (*Symbiodinium* spp.) dan inang koral ini biasanya ditandai dengan hilangnya dinoflagellata simbiotik. Stimulus lingkungan seperti temperatur air laut tinggi atau rendah, tinggi radiasi sinar atau UV atau bakteri infeksi dapat memicu proses ini (Sudek *et al.*, 2013). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai tingkat temperatur terhadap pelepasan *zooxanthellae* dan mengetahui kemampuan *recovery* setelah karang diberikan perlakuan temperatur.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2018 – Januari 2019 di di Laboratorium Histopatologi Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara.

### Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah karang *Acropora* sp. Peralatan yang digunakan untuk uji laboratorium meliputi: lux meter, *Hand counter*, pipet tetes, gelas plastik, pH meter, DO meter, *refraktometer*, termometer, tang pemotong, mikroskop *optilab*, *haemocytometer*, *cover glass*, saringan *Zooxanthellae*, *thermoregulator*, 4 buah Akuarium, kertas karbon, roll kabel, mortar, aerator, alat tulis, kamera, timbangan elektrik, *aluminium foil*, dan *valcon*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi air laut filtrasi, aquades dan alkohol 70%.

### Metode Penelitian

Metode penelitian yang diacu adalah metode eksperimental yaitu suatu cara untuk mengetahui hubungan sebab akibat dengan cara memberikan satu atau lebih perlakuan dan membandingkan hasilnya untuk dilihat pengaruhnya terhadap obyek penelitian yang dilakukan Utomo *et al.*, (2013). Perlakuan yang diaplikasikan pada penelitian ini adalah beberapa taraf temperatur (28 °C, 32 °C dan 36°C) dengan tiga kali pengulangan.

#### - Pembuatan perlakuan temperatur

Menyiapkan 4 buah akuarium uji yakni dengan variasi temperatur pertama adalah 28 °C, 32 °C dan 36 °C dan 1 akuarium uji untuk *recovery* yaitu dengan temperatur normal 28 °C. Akuarium diisi dengan air laut terfilter kurang lebih sebanyak 50 liter. Air laut terfilter diambil dari air laut tendon dari Laboratorium BBPBAP Jepara yang telah mengalami penyaringan dan perlakuan kimia. Pada media penelitian dipasangkan aerator untuk menjaga kualitas air. Perhitungan densitas *zooxanthellae* dilakukan pada hari ke-0, hari ke-1, hari ke-3, hari ke-5, hari ke-10 dan hari ke-15 pada temperatur 28 °C dan temperatur 32 °C, Pada temperatur 36 °C dilakukan setiap hari hingga karang tersebut mengalami *bleaching*.

#### - Perhitungan Densitas *Zooxanthellae*

Pengamatan kepadatan atau densitas pada tahap homogenisasi sel *zooxanthellae* mengacu pada Nordemar *et al.*, (2003) yaitu dengan mengambil sebagian *specimen* karang *Acropora* sp. dengan luasan 5-10 cm kemudian dicacah hingga *mucus* (lendir) hancur dan *zooxanthellae* lepas, selanjutnya sampel diencerkan dengan 10 ml aquades dan dihomogenkan. Selanjutnya mengacu pada Asmiati (2017) sampel disaring menggunakan saringan lalu dilakukan pengamatan dengan menggunakan *haemocytometer*. Sampel diambil dengan mikropipet yang diambil dari *supernatant* dan diletakkan di *haemocytometer*. Pengamatan mikroskopis dengan mikroskop perbesaran 100x. Jumlah *zooxanthellae* dihitung didasarkan kepada luas area. Rumus perhitungannya seperti dilakukan oleh Effendi dan Aunurohim (2013) adalah:

$$D = \frac{Q \times P \times 10000}{L}$$

Keterangan:

- D = Densitas zooxanthellae
- Q = Jumlah Perhitungan (sel)
- P = Pengenceran (ml)
- L = Luas Fragmen Karang ( $cm^2$ )

Perhitungan luas permukaan karang menggunakan metode Marsh (1970). Pertama-tama membungkus fragmen karang menggunakan aluminium foil dan selanjutnya melepas aluminium foil tersebut, lalu menimbanginya. Hasil timbangan tersebut dikonversi dalam satuan  $cm^2$ . Cara mendapatkan nilai konversi luas dengan berat yaitu: mengukur aluminium foil berukuran 5x5 cm berarti luasnya adalah 25  $cm^2$ , setelah itu menimbang aluminium foil tersebut, dan didapatkan hasil 0,09 gram. Berdasarkan nilai luas dan berat aluminium foil tersebut maka hasil pembungkusan fragmen karang didapatkan hasil berat aluminium foil, selanjutnya dilakukan substitusi hingga didapatkan nilai akhir luasan karang tersebut.

**- Pengukuran Kualitas perairan**

Variabel kualitas air yang diukur adalah temperatur air, pH, salinitas, kecerahan, kedalaman dan DO. Variabel tersebut diukur langsung saat pengambilan sampel. Waktu pengukuran disesuaikan dengan perencanaan penelitian.

**Analisis data**

Untuk melakukan evaluasi data dipergunakan uji *one way anova* dan analisis regresi linier sederhana pada Ms. Excel. Temperatur merupakan variabel bebas (x) dan pelepasan *zooxanthellae* (y) merupakan variabel terikat.

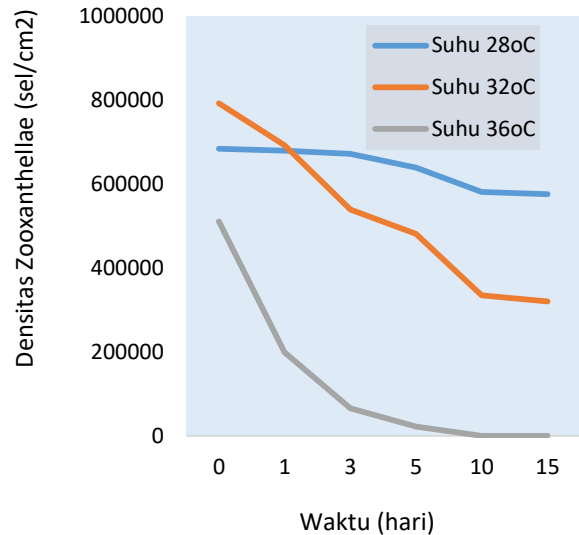
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Penelitian Densitas *Zooxanthellae***

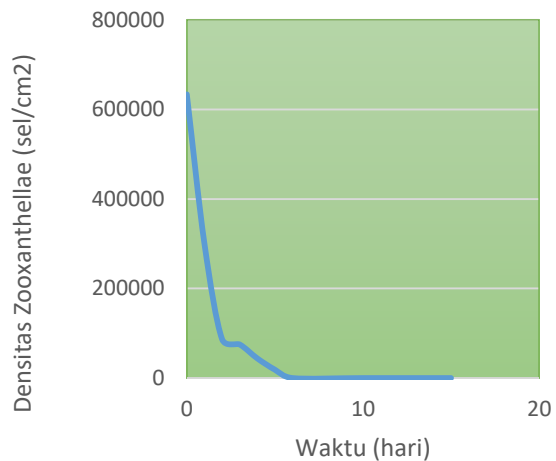
Data hasil pengukuran densitas *zooxanthellae* dimasukkan ke dalam Ms. Excel kemudian disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4 dan 5. Diketahui bahwa semua karang uji mengalami penurunan densitas *zooxanthellae*.

Berdasarkan Gambar 1 dan 2 dapat diperhitungkan laju pelepasan *zooxanthellae* pada setiap perlakuan temperatur yang disajikan pada Tabel 5.

Hasil pelepasan *zooxanthellae* tersebut menunjukkan bahwa semakin meningkat temperatur maka semakin meningkat laju pelepasan *zooxanthellae*. Uji ragam (anova) terhadap perlakuan tersebut menunjukkan berbeda nyata ( $\alpha < 0,05$ ). Respon pelepasan *zooxanthellae* tersebut memperlihatkan pola linier seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 1.** Perubahan Densitas *zooxanthellae* ( $sel/cm^2$ ) selama 15 hari inkubasi pada Beberapa Tingkat Temperatur

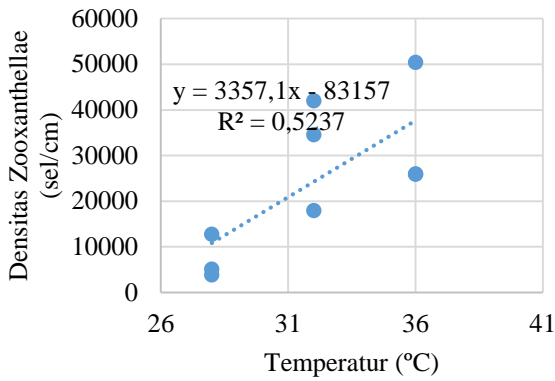


**Gambar 2.** Densitas *zooxanthellae* pada temperatur 36 °C

**Tabel 2.** Laju Pelepasan *Zooxanthellae*

Laju Pelepasan *Zooxanthellae* ( $sel/hari$ ) pada temperatur:

Ulangan	28°C	32 °C	36 °C
1	12776	34554	25945
2	5088	17934	50402
3	3835	41986	25924
rataan	7233	31491	34090



**Gambar 3.** Respon Pelepasan Zooxanthellae Berdasarkan Perbedaan Temperatur

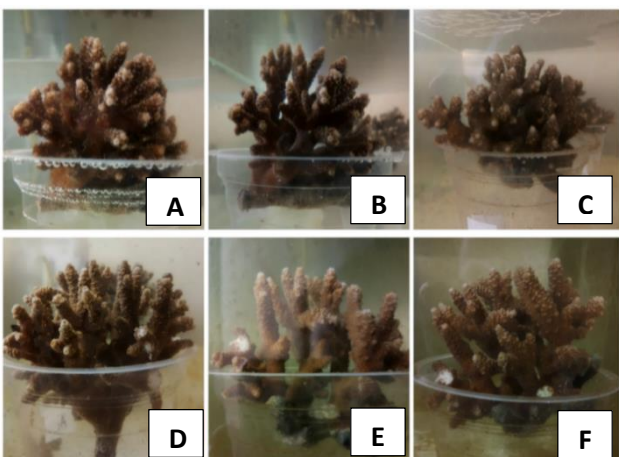
**Kondisi Visual Karang**

Hasil pengamatan secara visual menunjukkan bahwa setiap perlakuan temperatur terjadi perubahan warna pada tiap koloni karang. Pada gambar 4 pada perlakuan temperatur 28 °C penurunan tingkat warna terjadi pada hari ke-10 dan hari ke-15. Pada perlakuan temperatur 32 °C sangat terlihat nyata bahkan pada hari ke tiga sudah terlihat penurunan degradasi warnanya. Penurunan degradasi warna terjadi terus menerus sampai hari ke 15.

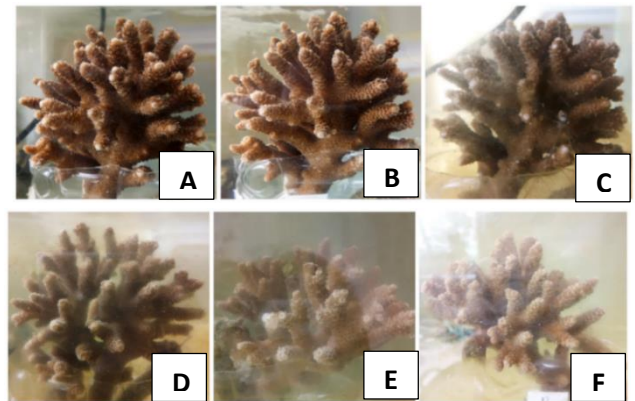
Perlakuan temperatur 36 °C merupakan perlakuan yang mengalami degradasi paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan temperatur lainnya. Pada hari ke-3 karang terlihat sudah terjadi pemutihan. Menurut *sheet* pada *coral health chart* pada hari ke 15 karang sudah berada di sheet D1.

**Recovery karang pasca treatment**

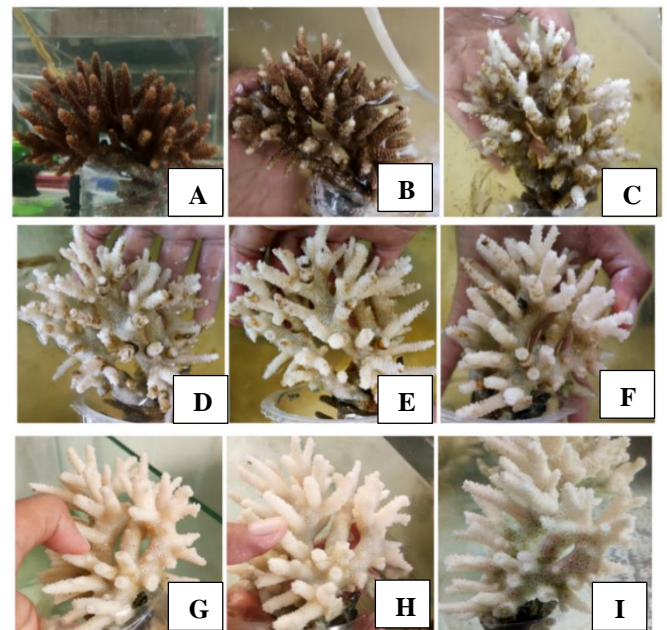
Setelah karang uji diberikan perlakuan temperatur selama 15 hari, dilanjutkan uji *Recovery* untuk melihat daya pulih dari karang uji. *Recovery* dilakukan selama 2x24 jam dalam satu akuarium dengan kondisi normal. Hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.



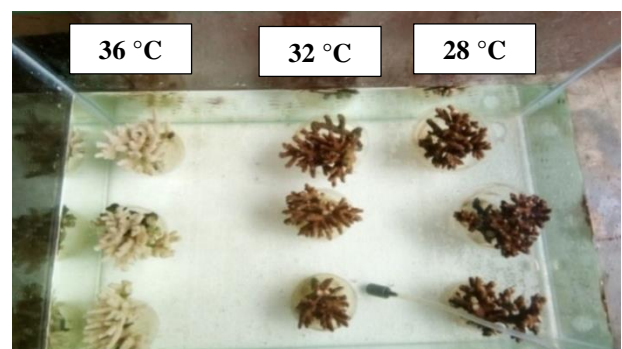
**Gambar 4.** Kondisi visual karang uji pada temperatur 28°C, A (hari ke-0), B (hari ke-1), C (hari ke-3), D (hari ke-5), E (hari ke-10) dan F (hari ke-15)



**Gambar 5.** Kondisi visual karang uji pada temperatur 32 °C, A (hari ke-0), B (hari ke-1), C (hari ke-3), D (hari ke-5), E (hari ke-10) dan F (hari ke-15)



**Gambar 6.** Kondisi visual karang uji pada temperatur 36 °C A (hari ke-0), B (hari ke-1), C (hari ke-2), D (hari ke-3), E (hari ke-4) F (hari ke-5), G (hari ke-6), H (hari ke-10) dan I (hari ke-15)



**Gambar 7.** Recovery pada karang Pasca Tekanan Beberapa Temperatur Media

## Pembahasan

Berdasarkan data hasil pengukuran kualitas air di Pulau Panjang Jepara pada saat pengambilan sampel karang, diketahui bahwa secara umum kualitas perairan dalam kondisi relatif baik. Parameter temperatur perairan di titik tersebut sebesar 30,1 °C. Menurut pendapat Arini (2013), Temperatur optimum untuk pertumbuhan terumbu karang di perairan adalah berkisar antara 23-30 °C dengan temperatur minimum 18 °C. Salinitas pada perairan tersebut adalah 30 ‰ Menurut Nontji (1993) dalam Puspitasari *et al.*, (2016), tinggi rendahnya kadar salinitas ini tergantung oleh berbagai faktor antara lain: sirkulasi, penguapan, curah hujan, dan aliran sungai. Kisaran salinitas air laut adalah >17 ‰, sedangkan di laut lepas berkisar antara 30 – 34 ‰. Nilai DO pada titik pengambilan sampel karang adalah sebesar 5,39 mg/l, kadar DO tersebut masih dalam kategori baik untuk menunjang kehidupan karang. Hasil tersebut dapat dikatakan baik karena telah memenuhi standar baku mutu kandungan oksigen pada air laut, dengan kandungan > 5 mg/l, (Efendi, 2013). Pada titik sampling nilai pH adalah sebesar 6,8, Menurut Puspitasari (2016), yang menyatakan bahwa pH permukaan air laut Indonesia bervariasi antara 6,0 – 8,5.

Berdasarkan data densitas yang didapatkan terjadi penurunan pada setiap karang uji baik pada temperatur normal, 32 °C dan 36 °C. Pada temperatur normal (28 °C) terjadi penurunan dari 684.535 sel/cm menjadi 576.040 sel/cm. Penurunan densitas diperkirakan disebabkan karena kurang optimalnya cahaya yang diterima oleh karang didalam laboratorium uji. Cahaya matahari yang kurang optimal akan mengganggu fotosintesis *zooxanthellae* pada karang. Apabila *zooxanthellae* tidak dapat melakukan fotosintesis maka karang akan mengalami gangguan dan dapat menyebabkan kematian pada karang (Mellani, 2019).

Nilai densitas *zooxanthellae* pada perlakuan temperatur 32 °C juga mengalami penurunan, pada perlakuan temperatur 4 °C diatas dari temperatur normal ini juga tergolong tinggi. Rata-rata densitas awal sebelum perlakuan pada karang uji adalah 793.148 sel/cm pada hari ke-15 densitas 320.781 sel/cm. Rata-rata penurunan densitas dari hari ke-1 sampai hari ke-15 adalah 94.473 sel/cm. Menurut Supriharyono (2007), Perubahan temperatur secara mendadak sekitar 4-6 °C dibawah atau diatas *ambient level* dapat mengurangi pertumbuhan karang bahkan mematikanya.

Pada temperatur ke 36 °C Jumlah densitas sel awal karang uji pada temperatur 36 °C adalah sebesar 511.353 sel/ml dan turun menjadi 199.520 sel/ml pada hari ke-1. Densitas terus menurun sampai pada hari ke-5 densitas *zooxanthellae* hanya mencapai 22.337 sel/cm. Pengukuran pada hari ke-6 karang uji sudah benar-benar *bleaching* sempurna dikarenakan jumlah densitas ketiga pengulangan menunjukkan nilai 0.

Meskipun batas toleransi karang terhadap temperatur bervariasi antar spesies atau antar daerah pada spesies yang sama, tetapi dapat dinyatakan bahwa karang dan organisme-organisme terumbu hidup pada temperatur dekat dengan batas atas toleransinya, oleh karena itu dapat dinyatakan bahwa hewan karang relatif sempit toleransinya terhadap temperatur, Rani (2015).

Menurut (Howells *et al.*, 2013), bahwa Peningkatan anomali dan penurunan temperatur sangat membuat stres untuk *symbiodinium*, jika karang mengalami tekanan panas secara terus menerus maka akan menghasilkan akumulasi spesies oksigen reaktif dalam sel-sel *symbiodinium*, yang berpotensi bocor ke jaringan inang. Ketika kapasitas mekanisme fotoprotektif dan antioksidan yang mencegah dan menghapus molekul-molekul yang merusak ini melampaui batas, stres oksidatif meningkatkan disosiasi dan *symbiodinium* maka akan terjadi pemutihan karang.

*Recovery* pada karang hanya bisa efektif pada karang uji perlakuan temperatur normal 28 °C dan temperatur 32 °C dengan (SR = 100%). Hal tersebut dikarenakan pada temperatur 36 °C karang sudah mengalami *bleaching* atau pemutihan sempurna (SR = 0 %). Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur yang diberikan diatas temperatur normal maka akan semakin tinggi pula pelepasan *zooxanthellae* pada polip karang. Pada saat stress, pigmen warna (Alga bersel satu atau *zooxanthellae*) yang melekat pada tubuhnya akan pergi ataupun mati sehingga menyebabkan terjadinya pemutihan (*bleaching*). Bila karang memutih atau mati, rantai makanan akan terputus yang berdampak pada ketersediaan ikan dilaut dan ekosistem laut, (Salim, 2012).

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemberian tekanan temperatur tinggi sangat berpengaruh pada laju pelepasan densitas *zooxanthellae* pada polip karang, semakin tinggi temperatur yang diberikan semakin besar pelepasan densitas *zooxanthellae*. Karang mengalami *bleaching* sempurna pada hari ke-6 setelah diberikan perlakuan treatment temperatur 36 °C.
2. Karang mampu beradaptasi dan pulih kembali pada perlakuan temperatur normal 28 °C dan temperatur 32 °C dengan (SR 100 %). Sedangkan pada *treatment* temperatur 36 °C karang tidak dapat melakukan *recovery* (SR 100 %).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kepada seluruh pihak yang membantu selama

penelitian dan memberikan semangat untuk terselesainya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arini, D. I. D. 2013. Potensi terumbu Karang Indonesia "Tantangan dan Upaya Konservasinya". INFO BPK Manado. 3(2): 147-173.
- Asmiati, R. D. Palupi dan Ira. Densitas *Zooxanthellae* Berdasarkan Bentuk Pertumbuhan Karang di Perairan Kessilampe dan Bungutoko Kendari. Sapa Laut. 2(2): 37-44.
- Ardiananto, R. A., B. Sulardiono dan P.W. Purnomo. 2014. Studi Kelimpahan Teripang (Holothuridae) Pada Ekosistem Lamun dan Ekosistem Karang Pulau Panjang Jepara. Diponegoro Journal of Maquares. 3(2): 66-73.
- Baird, A. H., R. Bhagooli, P. J. Ralph dan S. Takahashi. 2007. *Coral Bleaching the role of the host. Trends in ecology and evolution.* 24(1): 16-20.
- Effendi, F. W dan Aunurohim. 2013. Densitas *Zooxanthellae* dan Pertumbuhan Karang *Acropora formosa* dan *Acropora nobilis* di Perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Fachrurozie, A., M. P. Patria dan R. Widiarti. 2012. Pengaruh Perbedaan Intensitas Cahaya Terhadap Kelimpahan *Zooxanthellae* pada Karang Bercabang (Marga: *Acropora*) di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. Jurnal Akuatika. 3(2): 115-124.
- Howells, E. J., R. Berkelmans, M. J. H. Van Oppen, B. L. Willis dan L. K. Bay. 2013. *Historical Thermal Regimes Define Limits to Coral Acclimatization.* *Ecology.* 94(5): 1078-1088.
- Khuzma, N.L., A. Suryanto dan P. W. Purnomo. 2016. Hubungan Kandungan Nitrat dengan Densitas *Zooxanthellae* pada Beberapa Jenis Karang di Reef Flat Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. Diponegoro Journal of Maquares. 5(4):293-301.
- Latuconsina, H. 2010. Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir dan Lautan. Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan UMMU-Ternate. 3(1): 1-8
- Marsh, J. A. 1970. *Primary Productivity of Reef-Building Calcareous Red Algae.* *Ecology* 51: 255-263.
- Mellani, N. L. P. Febbi., I. G. Hendrawan dan W. Karim. 2019. Kondisi Karang Genus *Porites* di Perairan Jemeluk dan Penuktukan-Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science.* 5(1): 29-35.
- Nordemar, I., M. Nystrom dan R. Dizon. 2003. Effects of Elevated Seawater Temperature and Nitrate Enrichment on The Branching Coral *Porites cylindrica* In The Absence of Particulate Food. *Marine Biology.* 142: 669-667.
- Piggot, A. M., B. W. Fouke dan M. Sivaguru. 2009. *Change in zooxanthellae and Mucocyte tissue density as an adaptive response to environmental stress by the Coral, Montasrea annularis.* *Mar Biol* 156: 2379-2389.
- Puspitasari, A. T., Amron dan S. Alisyahbana. 2016. Struktur Komunitas Karang Berdasarkan Karakteristik Perairan di Taman Wisata Perairan (TWP) Kepulauan Anabas. *Omni Akuatika,* 12(1): 55-72.
- Rani, C. 2015. Perubahan Iklim: Kaitannya Dengan Terumbu Karang. *Jurnal ilmu kelautan.* Universitas Hasanudin: 1-15.
- Salim, D. 2012. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Akibat Pemutihan (Bleaching) dan Rusak. *Jurnal Kelautan.* 5: 1-14.
- Sjafrie, N. D. M. 2014. *Coral Bleaching: Mekanisme Pertahanan Karang Terhadap Stress.* *Oseana.* 39(4): 1-13
- Sudek, M., T. M. Work, G. S. Aeby dan S. K. Davy. 2012. *Histological Observations in the Hawaiian Reef Coral, Porites compressa, Affected by Porites Bleaching with Tissue Loss.* *Journal of Invertebrate Pathology.* 111: 121-125.
- Supriharyono. 2007. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang.* Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Weis, V. M. 2008. *Cellular Mecanisms of Cnidarian Bleaching: Stress Causes the Collapse of Symbiosis.* *The Journal of Experimental Biology* 211. 3059-3066.
- Westmacott S., K. Teleki, S. Wells dan J. West. *Pengelolaan terumbu Karang yang Telah Memutih dan Rusak Kritis.* *Newbury Inggris: IUCN, Gland, Swiss, dan Cambridge, Inggris.*