

**PERTUMBUHAN *ZOOXANTHELLAE* BERDASARKAN TIGA SPESIES
KARANG BERBEDA DARI PERAIRAN PULAU PANJANG, JEPARA**

***ZOOXANTHELLAE GROWTH BASED ON THREE DIFFERENT CORAL
SPECIES FROM PANJANG ISLAND WATERS, JEPARA***

Dwi Kritiyasari, Pujiono Wahyu Purnomo, dan Suryanti Suryanti

Departemen Sumberdaya Akuatik, FPIK, Universitas Diponegoro

Email: dwikritiyasari023@gmail.com

Registrasi: 26 Mei 2020; Diterima setelah perbaikan: 13 Juli 2020

Disetujui terbit : 13 September 2020

ABSTRAK

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem khas perairan pesisir tropik, yang ditandai dengan keanekaragaman jenis biota tinggi yang hidup di dalamnya. *Zooxanthellae* adalah salah satu penyusun karang yang paling penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan laju pertumbuhan *Zooxanthellae* dari tiga jenis inang karang yang berbeda dan juga mengetahui faktor fisik yang mempengaruhi pertumbuhan *Zooxanthellae*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November – Desember 2019 di Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai (LPWP) Jepara dengan pengambilan spesimen karang di perairan Pulau Panjang. Data hasil pengukuran laju pertumbuhan di analisis menggunakan SPSS *Anova One Way* dan data hasil pengukuran fisik dikaji secara deskriptif. Densitas awal *Zooxanthellae* yang ditanam dari spesies *Acropora sp.* sebanyak $1,70 \times 10^8$ sel/mL, *Porites sp.* sebanyak $1,74 \times 10^8$ sel/mL, dan spesies *Favites sp.* sebanyak $1,77 \times 10^8$ sel/mL. Faktor lingkungan yang dikontrol meliputi cahaya, suhu, salinitas, pH, dan nutrisi mempengaruhi pola pertumbuhan *Zooxanthellae*. Rata-rata densitas *Zooxanthellae* dari spesies *Acropora sp.* sebanyak $1,57 \times 10^8$ sel/mL, *Porites sp.* sebanyak $1,63 \times 10^8$ sel/mL, dan *Favites sp.* sebanyak $0,97 \times 10^8$ sel/mL. *Porites sp.* memiliki pertumbuhan paling rendah dibandingkan dengan *Acropora sp.* dan *Favites sp.* Perbedaan pertumbuhan *Zooxanthellae* diperkirakan karena perbedaan jenis clade *Zooxanthellae* dari ketiga karang tersebut.

Kata Kunci : Clade, densitas, lingkungan, pertumbuhan, spesies.

ABSTRACT

The coral reef is one of the typical ecosystems of tropical coastal waters, which is characterized by a diversity of species of high biota that live in it. *Zooxanthellae* is one of the most important reef compilers. This study aims to determine the differences in the growth rate of *Zooxanthellae* from three different types of host coral and also determine the physical factors that influence the growth of *Zooxanthellae*. The method used in this study is the experimental method. This research had been carried out from November - December 2019 at the Jepara Coastal Region Eco-Development by taking coral specimens in Pulau Panjang waters. Data on growth rate measurements were analyzed using Anova One Way SPSS and physical measurement data were reviewed descriptively. The initial density of *Zooxanthellae* grown from *Acropora* sp. as many as 1.70×10^8 cells / mL, *Porites* sp. as much as 1.74×10^8 cells / mL, and species of *Favites* sp. as much as 1.77×10^8 cells / mL. Controlled environmental factors include light, temperature, salinity, pH, and nutrients affecting the growth pattern of *Zooxanthellae*. The average density of *Zooxanthellae* from *Acropora* sp. as much as 1.57×10^8 cells / mL, *Porites* sp. as many as 1.63×10^8 cells / mL, and *Favites* sp. as much as 0.97×10^8 cells / mL. *Porites* sp. Had the lowest growth compared to *Acropora* sp. And *Favites* sp. The difference in the growth of *Zooxanthellae* was estimated due to differences in the type of *Zooxanthellae* clade from the three corals.

Keywords: Clade, density, environment, growth, species.

1. PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem khas perairan pesisir tropik, yang ditandai dengan keanekaragaman jenis biota yang memiliki nilai ekonomi penting seperti ikan karang, moluska, krustasea, echinodermata, alga, lamun, dan biota lainnya (Rondonuwu *et al.*, 2013). Fenomena *coral bleaching* adalah pemutihan karang akibat dari keluarnya *Zooxanthellae* dari tubuh hewan karang atau berkurangnya konsentrasi pigmen fotosintesis pada *Zooxanthellae* (Fachrurrozie *et al.*, 2012). Mayoritas penanganan kerusakan karang dilakukan dengan transplantasi berbagai spesies karang di habitatnya dan melakukan konservasi terhadap

ekosistem terumbu karang, namun penanganan tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama untuk pemulihan ekosistem terumbu karang.

Menurut Asmiati *et al.*, (2017) Hubungan mutualisme terjadi antara karang dengan *Zooxanthellae* atau biasa disebut endosimbiosis. *Zooxanthellae* yang hidup dalam inang karang dapat berasal dari berbagai sumber, ada yang bersifat endemik, berasal dari induknya, dan juga berasal dari lingkungan secara bebas dan acak. Perbedaan pertumbuhan dari spesies karang yang berbeda telah dikaji dari berbagai aspek seperti perbedaan berdasarkan kedalaman, tingkat sedimentasi, maupun karakteristik dari karang itu sendiri, namun belum dikaji berdasarkan pola pertumbuhan

Zooxanthella.

Pulau Panjang merupakan Pulau kecil yang terletak 2 mil disebelah Barat Pantai Kartini Jepara. Pulau ini dikelilingi oleh ekosistem terumbu karang dangkal dan padang lamun. Spesies Karang yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Acropora sp.*, *Porites sp.*, dan *Favites sp.* Spesies-spesies tersebut merupakan spesies yang mendominasi dan memiliki resiko stress yang kecil jika dipindahkan dari habitat asli ke habitat baru karena mudah untuk diambil dan dipindahkan. Pemilihan tiga jenis karang tersebut juga dilihat dari bentuk koralitnya yang berbeda-beda. Kondisi ekosistem terumbu karang saat ini telah mengalami kerusakan akibat aktivitas manusia seperti panangkapan ikan dan rekreasi. Kegiatan-kegiatan tersebut menyebabkan beberapa kerusakan terhadap ekosistem terumbu karang, seperti patah dan terangkatnya koloni karang dan pengangkatan substrat ke kolom perairan sehingga menutupi polip karang dan mengganggu proses fotosintesis. Tekanan terhadap ekosistem terumbu karang di Pulau Panjang juga disebabkan oleh banyaknya aliran sungai yang bermuara di Jepara yang membawa *run off* daratan sehingga menimbulkan penurunan kondisi ekosistem terumbu karang (Suryono et al., 2017)

Salah satu cara yang dapat memulihkan kerusakan terumbu karang dengan cepat yaitu dengan melakukan injeksi *Zooxanthellae* ke dalam polip karang. Penelitian

terhadap injeksi *Zooxanthellae* ke dalam karang perlu mengetahui bagaimana pertumbuhan *Zooxanthellae* dari setiap spesies karang, sehingga diperlukan penelitian terlebih dahulu mengenai pertumbuhan karang dari spesies yang berbeda, karena setiap spesies karang memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan laju pertumbuhan *Zooxanthellae* dari ketiga jenis inang (karang) dan mengetahui faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *Zooxanthella* melalui media kultur.

2. BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada tanggal 22 November – 4 Desember 2019 di Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai (LPWP) Jepara. Sampel karang diambil dari Perairan Pulau Panjang. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling

Bahan dan Cara Kerja

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pertumbuhan *Zooxanthellae* dari 3 spesies karang (*Acropora sp.*, *Porites sp.*, dan *Favites sp.*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spesimen karang, nutrisi f/2 *Guillard*, air laut, dan alkohol 7%. Alat yang digunakan dalam kultur *Zooxanthellae* yaitu alu mortar, setrifius, erlenmeyer 500 mL, gelas ukur, pipet tetes, lampu, AC, aerator, mikroskop, haemocytometer, hand counter, refraktrometer, pH meter, dan termometer.

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui hasil dari perlakuan yang diberikan. Menurut Santoso (2007), terdapat 5 tahapan dalam metode ini yaitu :

a. Sterilisasi Alat

Alat yang akan digunakan untuk kultur dicuci menggunakan deterjen, kemudian direbus dengan suhu > 80°C selama 15 menit, selanjutnya alat disemprot dengan alkohol 70% agar mikroorganisme yang tidak diinginkan seperti jamur dan bakteri mati (Cahyaningsih *et al.*, 2009).

b. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel karang dilakukan secara acak pada kedalaman 0,5 m. Setiap spesies karang diambil 1 sampel karang hidup dengan ukuran 10 cm. Karang diaerasi dalam ember selama 24 jam sebelum dilakukan *blending*.

c. Penanaman *Zooxanthellae*

Zooxanthellae yang ditanam sebanyak 1 mL diperoleh dari larutan supernatan hasil dari spesimen karang yang diblending kemudian di sentrifius dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Sel *Zooxanthellae* ditanam pada media kultur (0,5 mL f/2 *Guillard* + 498,5 mL air laut). Masing-masing spesies karang dilakukan 3 pengulangan dalam pembudidayaannya, sehingga didapatkan 9 unit kultur *Zooxanthellae*. Pengukuran densitas *Zooxanthellae* dilakukan secara periodik setiap hari mulai pukul 08.00 – 20.00 WIB urut dari spesies *Acropora sp.*, *Porites sp.*, dan *Favites sp.* selama 12 hari.

d. Perhitungan Densitas *Zooxanthellae*

Pengamatan *Zooxanthellae* dengan meneteskan larutan kultur yang homogen menggunakan pipet tetes melalui celah diantara cover slip dan haemocytometer. Larutan harus terdistribusi menyeluruh dengan baik. Penelitian menggunakan Blok Sudut (A, C, G, I) pada haemocytometer untuk perhitungan *Zooxanthellae*, memiliki rumus

$$D = \frac{N}{V} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- D = Densitas *Zooxanthellae* (sel/mL)
- N = Jumlah keseluruhan sel terhitung dibagi jumlah kotak terhitung (16 kotak)
- V = volume per kotak 16 = 6,25 x 10⁻⁵ mL (Santoso, 2007)

e. Pengukuran Variabel Kontrol

Variabel kontrol yang diukur dalam penelitian ini meliputi, suhu menggunakan termometer, salinitas menggunakan refraktometer, dan pH menggunakan pH meter. Variabel kontrol diukur sehari sekali dengan 3 kali pengulangan pada pukul 12.00 WIB.

Densitas *Zooxanthellae* dihitung menggunakan program komputer *Microsoft Excel* kemudian dianalisis dengan Uji ANOVA satu arah untuk mengetahui signifikansi pola pertumbuhan *Zooxanthellae* dari 3

spesies karang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Parameter Lingkungan

Sejak awal penanaman *Zooxanthellae* hingga hari ke-12 (hari terakhir) pengamatan, tidak terjadi perubahan suhu dan pH, suhu masih tetap stabil pada 24°C dan pH 7. Salinitas mengalami perubahan pada hari ke-2 dan setiap spesies tidak semua nilai salinitasnya sama. Nilai salinitas pada semua kultur berkisar antara 30 – 35 ‰ (Tabel 1).

Tabel 1. Variabel kontrol pada kultur

Rata-rata dan Rentang Variabel	Spesies			Nilai Optimum	Sumber
	<i>Acropora sp.</i>	<i>Porites sp.</i>	<i>Favites sp.</i>		
Suhu (°C).	24	24		24 25 – 29	Hasanah <i>et al.</i> , 2018
pH	7,67 – 7,76	7,58 – 7,66	7,57 – 7,72	7 – 9	Gunawan, 2012
Salinitas (‰)	30 – 35	30 – 35	30 - 35	25 – 37	Hadikusuma, 2007
Cahaya (lux)	4297	4297	4297	3800 – 6250	Suliswati <i>et al.</i> , 2016

Uji nitrat dari ketiga spesies dilakukan pada hari ke-tujuh pada saat densitas *Zooxanthellae* telah mengalami penurunan yang sangat drastis, bahkan hasil menunjukkan konsentrasi nitrat sudah habis (Tabel 2). Hari ke-delapan dilakukan penambahan nutrisi sebanyak 0,5 mL pada semua kultur *Zooxanthellae* yang menyebabkan pertumbuhan *Zooxanthellae* kembali meningkat. Hari ke-12 tidak dilakukan pengukuran nitrat dikarenakan pola pertumbuhan *Zooxanthellae* sudah terlihat dan dapat diketahui berapa lama *Zooxanthellae*

dapat bertahan hidup dengan jumlah nutrisi yang diberikan.

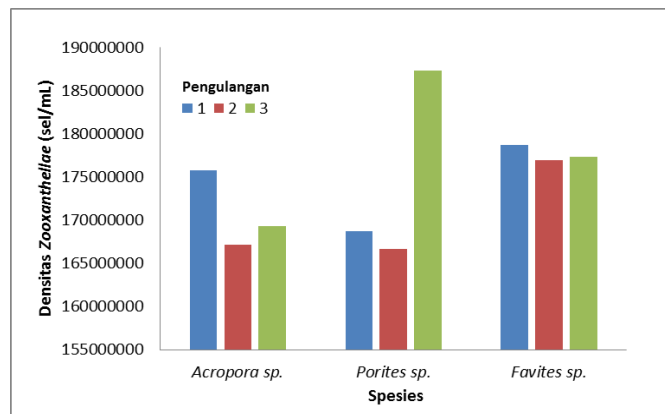
Tabel 2. Hasil uji nitrat

Sampel	Nitrat (mg/L)
Nitrat media awal 1	0,915
Nitrat media awal 2	0,920
Nitrat kultur <i>Zooxanthellae</i> pada hari ke-7 dari <i>Acropora sp.</i>	0,000
Nitrat kultur <i>Zooxanthellae</i> pada hari ke-7 dari <i>Porites sp.</i>	0,000
Nitrat kultur <i>Zooxanthellae</i> pada hari ke-7 dari <i>Favites sp.</i>	0,000

Pertumbuhan *Zooxanthellae*

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan yang sama kepada tiga jenis karang yang diambil dari Pulau Panjang Jepara yaitu *Acropora sp.*, *Porites sp.*, dan *Favites sp.* untuk diamati pertumbuhannya selama 12 hari. Jumlah awal sel *Zooxanthellae* yang ditanam dari

spesies *Acropora sp.* sebanyak $1,70 \times 10^8$ sel/mL, *Porites sp.* sebanyak $1,74 \times 10^8$ sel/mL, dan spesies *Favites sp.* sebanyak $1,77 \times 10^8$ sel/mL (Gambar 2). Penanaman *Zooxanthellae* dari tiap spesies sebanyak 1 mL larutan supernatan yang memiliki jumlah sel berbeda-beda setiap mL-nya.



Gambar 2. Jumlah awal penanaman *Zooxanthellae*

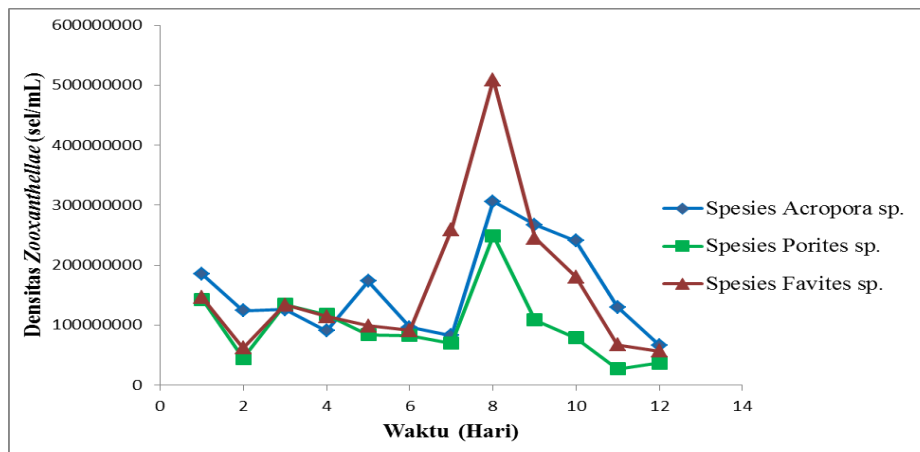
Hasil perhitungan densitas *Zooxanthellae* pada spesies *Acropora* cenderung berfluktuatif. Hari ke-2, ke-4, ke-6, dan ke-7 mengalami penurunan sedangkan pada hari ke-3 dan ke-5 mengalami kenaikan. Hari ke-8 mengalami kenaikan secara drastis dikarenakan adanya penambahan nutrisi pada hari ke-7 yang membantu dalam proses pertumbuhan dan pembelahan sel *Zooxanthellae*. Hari ke-9 hingga hari ke-12 mengalami penurunan secara bertahap dikarenakan semakin bertambahnya waktu, maka jumlah ketersediaan nutrisi juga terus berkurang. Pertumbuhan tertinggi *Zooxanthellae* mencapai $3,06 \times 10^8$ sel/mL.

Nilai tersebut merupakan rata-rata densitas *Zooxanthellae* dari tiga pengulangan kultur spesies *Acropora sp.*

Spesies ke-2 yaitu *Porites sp.* dengan hasil densitas *Zooxanthellae* pada hari pertama sebanyak $1,42 \times 10^8$ sel/mL, sama halnya dengan *Acropora sp.* pada hari ke-2 perhitungan mengalami penurunan. Hari ke-3 mengalami kenaikan dengan hasil perhitungan $1,34 \times 10^8$ sel/mL. Penurunan kembali terjadi pada hari ke-4 hingga ke-7 dan pada hari ke-9 hingga ke-11. Puncak kenaikan terjadi pada hari ke-8 setelah pemberian nutrisi pada hari ke-7 dengan hasil perhitungan $2,49 \times 10^8$ sel/mL.

Spesies terakhir yang ditanam adalah *Favites sp.* dengan pertumbuhan hari pertama mencapai $1,45 \times 10^8$ sel/mL. Hari ke-2 langsung mengalami penurunan jumlah menjadi $0,62 \times 10^8$

sel/mL. Hari ke-3 mengalami kenaikan menjadi $1,33 \times 10^8$ sel/mL. Hari ke-4 hingga ke-6 mengalami penurunan akibat nutrisi sudah semakin sedikit. Hari ke-8 densitas *Zooxanthellae* naik secara drastis mencapai $5,08 \times 10^8$ sel/mL dan kembali menurun dari hari ke-9 sampai hari ke-12 menjadi $0,56 \times 10^8$ sel/mL.



Gambar 3. Grafik Pola Pertumbuhan *Zooxanthellae* dari ketiga spesies

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPSS ANOVA *One-Way* dengan uji Tukey HSD dan Bonferroni menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan dan waktu terhadap ketiga spesies *Zooxanthellae* yang dikultur adalah berbeda secara signifikan ($\alpha < 0,05$). Rata-rata densitas *Zooxanthellae* dari spesies *Acropora sp.* sebanyak $1,57 \times 10^8$ sel/mL, *Porites sp.* sebanyak $1,63 \times 10^8$ sel/mL, dan *Favites sp.* sebanyak $0,97 \times 10^8$ sel/mL. Berdasarkan perbedaan uji Tukey menunjukkan tingkat pertumbuhan *Acropora sp.* tidak berbeda secara signifikan dengan *Favites sp.*, sedangkan dengan *Porites sp.* berbeda signifikan. Pertumbuhan terendah terjadi pada hari terakhir pengamatan

(hari ke-12) dan pertumbuhan tertinggi terjadi pada hari ke-8.

Pembahasan

Kultur *Zooxanthellae* dilakukan dengan kontrol berbagai variabel diantaranya suhu, salinitas, pH, dan cahaya yang dikendalikan. Sumber inang yang digunakan adalah *Acropora sp.*, *Porites sp.*, dan *Favites sp.*. Variabel kualitas air diukur secara periodik dengan tujuan meminimalisir perubahan nilai atau konsentrasi masing-masing variabel agar dapat disesuaikan kembali dengan kondisi awal penanaman. Faktor lingkungan yang tidak terpenuhi akan menyebabkan pertumbuhan yang lambat ataupun motilitas, hal ini

dikarenakan masing-masing variabel memiliki pengaruh terhadap proses metabolisme dalam sel *Zooxanthellae*.

Zooxanthellae dapat tumbuh baik pada kondisi optimum yaitu pada suhu 25 – 29 °C. Suhu 32°C dan 34°C menyebabkan kloroplas, nukleus, dan mitokondria dari *Zooxanthellae* simbiotik menjadi terfragmentasi dan mulai kehilangan morfo identifikasi mereka. Suhu air laut yang tinggi dengan paparan yang lama akan merusak membran fotosintesis dan mitokondria *Zooxanthellae* (Hasanah *et al.*, 2018). Suhu yang diberikan dalam kultur sebesar 24°C dengan tujuan agar ruangan tetap steril dan tidak terjadi kontaminasi pada media kultur. Karang yang bersimbiosis dengan *Zooxanthellae* dapat mentoleransi suhu rendah hingga 15°C, tetapi proses metabolisme dan perkembangbiakan akan terganggu (Riyadi, 2010).

Kultur diberikan perlakuan pH sebesar 7 sesuai dengan kondisi lapangan tanpa ada penambahan perlakuan. pH optimal untuk *zooxnthellae* berkisar antara 7 – 9 (Gunawan, 2012). Tinggi rendahnya pH air di pengaruhi oleh konsentrasi CO₂, apabila CO₂ dalam perairan meningkat maka pH akan menurun, sebaliknya apabila CO₂ dalam perairan menurun maka nilai pH akan naik (Sa'adah dan Widyaningsih, 2018).

Karang *scleractenian* relatif stenohalin. Karang ini hanya dapat mentolerir sedikit perubahan salinitas, namun mereka mati jika salinitas <25 atau >45 ‰. Perubahan salinitas tidak hanya mempengaruhi proses

fotosintesis tetapi juga reproduksi dan pernapasan karang. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa karang cenderung lebih toleran terhadap salinitas daripada tekanan suhu. Kemampuan karang untuk mentolerir tekanan salinitas atau tekanan lain tergantung pada spesies, bentuk dan ukuran koloni, rentang toleransi, *stress*, *Zooxanthellae clades*, dan kemampuan untuk regenerasi setelah gangguan (Kuanui *et al.*, 2015).

Intensitas cahaya yang diberikan dalam kultur sebesar 4297 lux. Nilai tersebut hasil dari kalkulasi lampu TL (*Fluorescent lamp*) yang digunakan 36 watt dengan jarak 0,2 m terhadap media kultur. Besarnya cahaya yang diberikan pada kultur sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan fotosintesis *Zooxanthellae* dikarenakan penyinaran dilakukan full period selama 12 hari. Cahaya yang diberikan terhadap kultur tidak terlalu tinggi karena berdasarkan penelitian Suliswati *et al.*, (2016) bahwa *Zooxanthellae* tumbuh dengan kepadatan tinggi pada perlakuan intensitas cahaya 6250 lux dan pertumbuhan dengan kepadatan rendah pada intensitas cahaya 3800 lux. Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan ukuran dan diameter sel yang relatif kecil, sedangkan cahaya rendah menyebabkan ukuran diameter dan volume sel relatif lebih besar.

Pertumbuhan *Zooxanthellae* dipengaruhi oleh ketersediaan nutrien, terutama nitrat dan fosfat. Nitrat dan fosfat memberikan energi untuk *Zooxanthellae* dalam melakukan proses

kelangsungan hidupnya. *Zooxanthellae* berkembangbiak dengan cara membelah diri. Perkembangbiakan ini akan menurun jika faktor pembatas tidak terpenuhi ataupun kandungan nutrisi yang ada di sekitar menurun. Nitrat yang dibutuhkan *Zooxanthellae* biasanya berasal dari hasil ekskresi inangnya, namun dalam kultur *Zooxanthellae* bebas (tanpa inang), *Zooxanthellae* memerlukan nutrisi terlarut untuk dapat melanjutkan proses metabolismenya. Nutrisi dalam kultur berasal dari media f/2 *Guillard* sebanyak 1 mL dengan konsentrasi nitrat sebesar $\pm 0,918$ mg/L. Nitrat untuk pertumbuhan optimum organisme berkisar antara 0,9 – 3,5 mg/L (Patty *et al.*, 2015). Terlalu sedikit nitrat menyebabkan kepadatan sel menurun, sedangkan terlalu tinggi menyebabkan pertumbuhan terlalu pesat sehingga menyebabkan *eutrofikasi*. Kekurangan nitrogen menyebabkan dinding sel *Symbiodinium* menebal hingga dua kali lipat dari biasanya, namun tidak merubah ukuran sel secara signifikan. Peningkatan ukuran sel di bawah batasan nutrisi dapat dikaitkan dengan penurunan tingkat pembelahan sel (Rosset *et al.*, 2015). Kekurangan fosfat menyebabkan penurunan kapasitas fotosintesis dan menyebabkan karang rentan terhadap panas / stres ringan (D'Angelo dan Wiedenmann, 2013). Kecepatan penyerapan fosfat meningkat dalam cahaya, menunjukkan hubungan dengan aktivitas fotosintesis *Zooxanthellae* (Godinot *et al.*, 2009). Karang simbiosis

dapat mentolerir *undersupply* dengan nitrogen jauh lebih baik daripada *undersupply* dengan fosfor, ini merupakan adaptasi dari simbiosis alga terhadap lingkungan nutrisi terumbu karang di mana proses kebanyakan nitrogen terbatas. Pengayaan nitrogen merangsang pertumbuhan *Zooxanthellae* dan menghasilkan kepadatan *Zooxanthellae* yang lebih tinggi, seringkali tanpa efek negatif yang jelas pada karang (Rosset *et al.*, 2017).

Masa *lag phase* *zooxanthellae* pada kultur terjadi selama 2 hari, pada hari ke-tiga telah menunjukkan kenaikan densitas *Zooxanthellae* dan terus menurun pada hari berikutnya. Waktu penggandaan *Zooxanthellae* terjadi lebih cepat dalam kultur (2 hingga 5 hari), dibandingkan dalam inang karang (10 hingga 70 hari) (Allemand dan Furla 2018). Kenaikan densitas pada hari ke-8 terjadi karena dilakukan penambahan nutrisi pada hari ke-7. Setelah mencapai puncak kelimpahan *Zooxanthellae* hanya terjadi dalam waktu yang sedikit dikarenakan *Zooxanthellae* melakukan pembelahan sel dengan sangat cepat yang mengakibatkan nutrisi menjadi berkurang dengan cepat dan *Zooxanthellae* mulai menurun pada hari berikutnya dikarenakan ketersediaan nutrisi yang terbatas. Selain itu, penyebab menurunnya densitas *Zooxanthellae* juga disebabkan oleh persaingan memperebutkan tempat hidup karena jumlah selnya semakin banyak, namun volume tetap.

Perbedaan dari pola

Dwi Kritiyasari et al.
Pertumbuhan *Zooxanthellae* Berdasarkan
Tiga Spesies Karang Berbeda dari
Perairan Pulau Panjang, Jepara

pertumbuhan *Zooxanthellae* dari spesies yang berbeda dapat disebabkan oleh sifat genetik dari *Zooxanthellae* yang terdapat pada karang tersebut. Gen *Zooxanthellae* dapat berbeda di antara lingkungan, lokasi geografis, spesies, dan/atau tahap pertumbuhan. *Zooxanthellae* sangat penting untuk spesies inang, namun hanya beberapa spesies inang yang mewarisi *Zooxanthellae* sel dari orang tua mereka, sebagian besar spesies inang harus memperoleh spesiesnya sendiri *Zooxanthellae* dari lingkungan sekitarnya (Morishima et al., 2019). Sekarang telah dilaporkan bahwa terdapat 9 clades dengan banyak sub-clades yaitu Clade A, B, C, D, E, F, G, H dan I. Setiap Clade mengandung sub-clades, dan variasi dari sub-clades. Masing-masing Clade dari *Zooxanthellae* memiliki karakteristik yang berbeda-beda dilihat dari kemampuan adaptasinya dari pengaruh perubahan kondisi lingkungan.

Zooxanthellae karang *Porites sp.*, *Acropora sp.*, dan *Favites sp.* pada penelitian ini diperkirakan karena *Zooxanthellae* dari *Porites sp.* mengandung clade C, sedangkan *Acropora sp.* lebih dominan *Zooxanthellae* dengan clade D, dan *Favites sp.* mengandung *Zooxanthellae* dengan clade D. Clade D cenderung lebih toleran dibandingkan dengan clade C, oleh sebab itu *Zooxanthellae* dari karang *Porites* mempunyai pertumbuhan yang paling rendah. Karang dengan spesies *Porites harrisoni* dan *Porites lutea* terkandung

secara eksklusif *Symbiodinium* tipe C3 sebagai *Zooxanthellae* dominan mereka selama periode 22 bulan (Hume et al., 2015). Studi lain di Perairan Dongsha Atoll Laut Cina Selatan menyatakan bahwa *Porites* 100% mengandung clade C (di perairan dalam), *Acropora* mengandung clade C dan D, dan *Favites* (berada di perairan dangkal) mengandung clade D (Keshavmurthy et al., 2017). Clade D dominan di perairan dangkal, sedangkan clade C ditemukan di perairan yang lebih dalam. *Symbiodinium* jenis D umumnya lebih toleransi terhadap suhu dari jenis C clade dalam inang karang yang sama, dan bahwa pertukaran clade dari C ke D dapat terjadi pada beberapa inang akibat stres panas (Noonan et al., 2013). Tidak menutup kemungkinan bahwa terdapat clade lain dalam tiga spesies karang yang diteliti. Perairan Pulau Panjang terdapat *Zooxanthellae* yang dominan dengan Clade A dari karang *Goniastrea aspera* (Purnomo, 2014). Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai clade maupun sub-clades *Zooxanthellae* dari ketiga spesies karang pada penelitian ini untuk mengetahui secara detail apakah clade *Zooxanthellae* yang berbeda mempengaruhi tingkat pertumbuhan *Zooxanthellae* tersebut dan tingkat toleransinya terhadap perubahan lingkungan.

Setiap negara mempunyai karakteristik genetik *Symbiodinium* yang berbeda-beda karena pengaruh iklim dan juga topografi di setiap wilayah yang berbeda. Perbedaan Clade *Symbiodinium* lebih terlihat pada

toleransinya terhadap tinggi rendahnya suhu di perairan. Spesies karang yang paling umum dari terumbu karang Arab, Iran, dan Saudi di Teluk Persia adalah *Symbiodinium* yang dominan dengan clade D, yang dapat menyebabkan beberapa perlindungan dari tekanan panas masa depan dan pemutihan karang (Shahhossaeny *et al.*, 2011). Clades A dan clade B di perairan Karibia lebih umum terdapat pada perairan dangkal dan clade C pada kedalaman perairan yang lebih besar, sedangkan di Samudra Pasifik, clade C adalah simbion yang dominan dalam perairan dangkal (Grajales dan Sanchez, 2016). Terjadi fleksibilitas yang cukup besar dalam hubungan antara inang dan simbion, satu spesies karang dapat memiliki distribusi lebih dari satu jenis koloni *Symbiodinium* (Shahhosseiny *et al.*, 2011). Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi ekosistem terumbu karang yang luas, namun masih sedikit penelitian mengenai karakteristik dan fisiologi dari setiap gen *Zooxanthellae* yang berbeda, oleh karena itu diperlukan riset untuk perkembangan ilmu pengetahuan mengenai perbedaan Clade *Zooxanthellae* dari berbagai spesies karang dan wilayah di perairan Indonesia terhadap peran dan kemampuannya dalam menghadapi perubahan lingkungan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian pertumbuhan *Zooxanthellae* dari tiga spesies karang yaitu:

1. Pertumbuhan *Zooxanthellae* pada inang *Porites sp.* memiliki pertumbuhan paling rendah dibandingkan dengan *Acropora sp.* dan *Favites sp.* Rata-rata densitas *Zooxanthellae* dari spesies *Acropora sp.* sebanyak $1,57 \times 10^8$ sel/mL, *Porites sp.* sebanyak $1,63 \times 10^8$ sel/mL, dan *Favites sp.* sebanyak $0,97 \times 10^8$ sel/mL. Perbedaan pertumbuhan *Zooxanthellae* dari karang yang berbeda diperkirakan karena perbedaan jenis clade *Zooxanthellae* dari masing-masing spesies karang tersebut.
2. Faktor lingkungan yang dikontrol dalam kultur berpengaruh terhadap pola pertumbuhan dan kematian sel *Zooxanthellae*.

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pertumbuhan *Zooxanthellae* berdasarkan tingkat genetiknya dari berbagai spesies karang dan wilayah di Indonesia. Penelitian juga dapat dikembangkan berdasarkan perbedaan kedalaman spesies karang, perbedaan inang *Zooxanthellae* seperti anemon laut, kima, dan *soft coral*.

DAFTAR PUSTAKA

- Allemand D, Furla P. 2018. *How Does an Animal Behave Like a Plant? Physiological and Molecular Adaptations of Zooxanthellae and Their Hosts to Symbiosis. Comptes Rendus Biologies.* 341:276–280.

Dwi Kritiyasari et al.
Pertumbuhan *Zooxanthellae* Berdasarkan
Tiga Spesies Karang Berbeda dari
Perairan Pulau Panjang, Jepara

- Asmiati RD, Palupi, Ira. 2017. Densitas *Zooxanthellae* Berdasarkan Bentuk Pertumbuhan Karang di Perairan Kessilampe dan Bungkutoko Kendari. *Jurnal Sapa Laut*. 2(2):37 – 44.
- Cahyaningsih S, Muchtar ANM, Purnomo SJ, Kusumaningrum I, Haryono PA, Slamet, dan Asniar. 2009. *Juknis Produksi Pakan Alami*. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Air Payau Situbondo. hal 35.
- D'angelo C, Wiedenmann J. 2013. Impacts of Nutrient Enrichment on Coral Reefs: New Perspectives and Implications for Coastal Management and Reef Survival. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 7:82–93.
- Fachrurrozie A, Patria MP, Widiarti R. 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.
- Godinot C, Ferrier-Page`S C, Grover R. 2009. Control of Phosphate Uptake by *Zooxanthellae* and Host Cells in the Scleractinian Coral *Stylophora Pistillata*. *Limnol. Oceanogr.*, 54(5): 1627–1633.
- Grajales A, Sánchez JA. 2016. Holobiont Assemblages of Dominant Coral Species (Symbiodinium Types and Coral Species) Shape Caribbean Reef Community Structure. *Natural Sciences*. 40(155):300–311.
- Gunawan. 2012. Pengaruh perbedaan pH pada Pertumbuhan Mikroalga Kelas Chlorophyta. *Bioscientiae*. 9: 62 –65.
- Hadikusuma. 2007. *Variabilitas Musiman Temperature dan Salinitas di Teluk Jakarta*. LIPI.
- Hasanah AN, Rukminasari N, Yunus B, Yanuarita D, Jompa J, Suharto, Inaku DF. 2018. The Effect of Temperature on *Zooxanthellae* of *Isopora Palifera* and *Acropora Hyacinthus* from Karanrang Island, Indonesia. *Jurnal Spermonde*. 4 (1) : 7 – 11.
- Hume BCC, D'Angelo C, Smith EG, Stevens JR, Burt J, Wiedenmann J. 2015. *Symbiodinium thermophilum* sp. nov., a thermotolerant symbiotic alga prevalent in corals of the world's hottest sea, the Persian/Arabian Gulf. *Scientific Reports*. 5(8562):1–8.

- Keshavmurthy S, Tang KH, Hsu CM, Gan CH, Kuo CY, Soong K, Chou HN, Chen CA. 2017. Symbiodinium spp. associated with scleractinian corals from Dongsha Atoll (Pratas), Taiwan, in the South China Sea. *PeerJ*. 1 – 21.
- Kuanui P, Chavanich , V. Viyakarn, M. Omori, dan C. Lin. 2015. Effects of Temperature and Salinity on Survival Rate of Cultured Corals and Photosynthetic Efficiency of *Zooxanthellae* in Coral Tissues. *Ocean Sci. Journal*, 50(2):263 – 268.
- Morishima S, Yamashita H, SO-Hara, Nakamura Y, Quek VZ, Yamauchi M, Koike K. 2019. Study on Expelled But Viable *Zooxanthellae* from Giant Clams, with an Emphasis on their Potential as Subsequent Symbiont Sources. *Plos One Journal*. 1 – 20.
- Noonan SHC, Fabricius KE, Humphrey C. 2013. Symbiodinium Community Composition in Scleractinian Corals Is Not Affected by Life-Long Exposure to Elevated Carbon Dioxide. *Plus One*. 8(5):1 – 10.
- Patty SI, Arfah H, Abdul MS. 2015. Zat Hara (Fosfat, Nitrat), Oksigen Terlarut dan pH Kaitannya dengan Kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1):43–50.
- Purnomo PW. 2014. Translocation Study of Some *Zooxanthellae* Clade to the Survival and Growth of *Goniastrea aspera* after Bleaching. *International Journal of Marine and Aquatic Resource Conservation and Co-existence*. 1(1): 50-56.
- Riyadi, Agung. 2010. Penerapan Terumbu Karang Buatan (Rumpon) Di Perairan Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*. 5(2):63 – 71.
- Rondonuwu AB, Tombakan JL, Rembet UN. 2013. Distribusi dan Kelimpahan Ikan Karang Famili *Pomacentridae* di Perairan Terumbu Karang Desa Poopoh Kecamatan Tombarir Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(2):87–92.
- Rosset S, D'angelo C, Wiedenmann J. 2015. Ultra Structural Biomarkers in Symbiotic Algae Reflect the Availability of Dissolved Inorganic Nutrients and Particulate Food to the Reef Coral Holobiont. *Frontiers in Marine Science*. 2:1–10.
- Rosset S, Wiedenmann J, Reed AJ, D'angelo C. 2017. Phosphate Deficiency Promotes Coral

Dwi Kritiyasari et al.
Pertumbuhan *Zooxanthellae* Berdasarkan
Tiga Spesies Karang Berbeda dari
Perairan Pulau Panjang, Jepara

Bleaching and is Reflected by the Ultrastructure of Symbiotic Dinoflagellates. *Marine Pollution Bulletin*. 1 – 8.

Kelautan Tropis. 20(1) : 60-64.

Sa'adah N, Widyaningsih S. 2018. Pengaruh Pemberian CO₂ Terhadap Ph Air pada Pertumbuhan *Caulerpa Racemosa* Var. *Uvifera*. *Jurnal Kelautan Tropis*. 21(1):17-22.

Santosa GW. 2007. *Budidaya Laut*. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro. 28 – 34.

Shahhosseiny MH, Mostafavi PG, Fatemi SMR, Karimi E. 2011. Clade Identification of Symbiotic *Zooxanthellae* of Dominant Sclerectinian Coral Species of Intertidal Pools in Hengam Island. *African Journal of Biotechnology*. 10(9):1502–1506.

Suliswati, Harpeni E, Muhaemin M. 2016. Effect of Light Intensity on the Cell Density, Diameter and Cell Volume *Zooxanthellae* from Isolate Softcoral *Zoanthus* Sp. *Jurnal Aquasains*. 5(1):457 – 462.

Suryono, Munasik, Ario R, Handoyo G. 2017. Inventarisasi Bio-Ekologi Terumbu Karang di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Jurnal*