

KELIMPAHAN ZOOXANTHELLAE PADA *Acropora* sp. BERDASARKAN KEDALAMAN PERAIRAN DAN NAUNGAN YANG BERBEDA DI PULAU PARI KEPULAUAN SERIBU JAKARTA

Abundance of Zooxanthellae in Acropora sp. Based on Depth and Difference of Shading in Pari Island, Seribu Islands Jakarta

Khaslinda Pratiwi Rauf, Supriharyono*), Pujiono Wahyu Purnomo

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax +6224 7474698
Email : khaslindapратиwi@gmail.com

ABSTRAK

Zooxanthellae merupakan mikroalga yang hidup bersimbiosis dengan karang. *Acropora* sp. merupakan salah satu jenis karang yang dapat hidup dan berkembang mulai dari rata-rata terumbu (*reef flat*) hingga tubir (*slope*), baik dalam keadaan ternaung maupun tidak. Tipe naungan akan mempengaruhi simbiosisnya dengan zooxanthellae. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran karang *Acropora* sp. yang ada di pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta, dan menganalisis perbedaan kelimpahan zooxanthellae karang *Acropora* sp. berdasarkan kedalaman dan tipe naungan yang berbeda. Penelitian ini dilakukan di 3 stasiun selatan pulau Pari, berlangsung antara 20-23 Juni 2014. Pada Penelitian ini diukur penutupan terumbu karang khususnya *Acropora* sp yang hidup, kualitas air dan kelimpahan zooxanthellae. Analisis perbedaan kelimpahan zooxanthellae menggunakan uji chi-kuadrat. Persentase penutupan *Acropora* sp. di selatan pulau Pari mendominasi jenis karang hidup dengan persentase 30,6 % sampai dengan 41,6 % di *reef flat* dan 29,5 % sampai dengan 50,1 % di *slope*. Kelimpahan zooxanthellae pada tipe naungan *non-shading* lebih tinggi dan terdapat perbedaan yang sangat nyata dibandingkan tipe naungan *shading*. Berdasarkan kedalaman perairan yang berbeda, kelimpahan zooxanthellae yang ditemukan pada level kedalaman *reef flat* lebih tinggi dan terdapat perbedaan yang sangat nyata daripada level kedalaman *slope*. Kelimpahan zooxanthellae berdasarkan stasiun menunjukkan bahwa kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun I kemudian stasiun III dan yang terendah pada stasiun II, hal ini terjadi dikarenakan kondisi lingkungan antar stasiun yang berbeda.

Kata kunci : Zooxanthellae; *Acropora* sp.; Kedalaman Perairan; Tipe naungan.

ABSTRACT

Zooxanthellae is a microalga lived inside the coral's tissue by symbiotic system. Acropora sp. is one of those species that can live and develop from the reef flat to slope, both in shading or not. The difference of shading will affect the symbiotic between coral and zooxanthellae. The purposes of this study were to determine the distribution of Acropora sp. in Pari Island and analyze the differences abundance of zooxanthellae inside Acropora sp based on depth and shading's type. This research had been carried out in three stations in south of Pari island from 20 to 23 June 2014. This study measured the covering of living coral especially Acropora sp., water quality and zooxanthellae's abundance. Analysis for differences of zooxanthellae's abundance used chi-square test. Percentage of coral cover, Acropora sp., in the south of Pari Island was dominated by living coral species, at 30.6-41.6% in the reef flat area and 29.5-50.1% in the slope area. Zooxanthellae's abundance on non-shading part was highly significant higher than shading part. As well based on the depth, the abundance of zooxanthellae on reef flat was highly significant higher ($P > 0.01$) than on the slope. Abundance of zooxanthellae based on station showed that the highest abundance found in station I, station III and the lowest one appeared at station II, because the environmental condition in every stations were different.

Keywords : Zooxanthellae; *Acropora* sp; Depth of waters; Shading corals.

*) Penulis Penanggungjawab

1. PENDAHULUAN

Salah satu jenis karang yang umum dijumpai di perairan adalah *Acropora* sp. (Suharsono, 2004). Jenis ini merupakan karang yang keberadaannya sangat diperlukan sebagai penahan ombak menuju ke darat. *Acropora* sp. mempunyai daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan sehingga kecepatan pertumbuhannya lebih tinggi daripada karang jenis lain (Kordi, 2010). *Acropora* sp. merupakan *branching coral* (karang bercabang) yang

Karang ini mampu hidup dan berkembang pada setiap level kedalaman, baik pada *reef flat* (rata-rata terumbu) maupun *slope* (tubir) (Rani, 2011).

Meskipun umum dijumpai, namun *Acropora* sp. memiliki kelemahan yaitu rentan terhadap tekanan yang berasal dari lingkungan (Johan, 2007). Beberapa tekanan yang mempengaruhi *Acropora* sp adalah kegiatan manusia seperti *snorkeling* dan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan akan menyebabkan *Acropora* sp. mudah patah. *Bleaching coral* (pemutihan karang) akan terjadi pada *Acropora* sp. disebabkan oleh sedimentasi yang terjadi akibat baling-baling kapal, terserang penyakit dan *Achantaster plancii* sebagai predator. *Acropora* sp. merupakan karang yang paling mudah terserang penyakit daripada jenis karang lain. Fenomena *el-Nino* yang mengakibatkan perubahan suhu yang drastis di perairan sehingga *Acropora* sp. menjadi stres dan kemudian mati (Edwards, 2008).

Terumbu karang memiliki produktivitas yang tinggi karena *Acropora* sp. dan karang jenis lain yang hidup bersimbiosis mutualisme dengan *zooxanthellae* (Thamrin, 2004). *Zooxanthellae* merupakan organisme ototrofik yang melakukan proses fotosintesis. Proses fotosintesis mutualisme terjadi karena karang membutuhkan O₂ dan zat-zat makanan dari hasil fotosintesis yang dilakukan oleh *zooxanthellae*. Sebaliknya, *zooxanthellae* membutuhkan hasil metabolisme berupa nutrisi dan CO₂ dari karang untuk proses fotosintesis, ditambah dengan cahaya matahari sebagai sumber utama (Romimohtarto, 2007).

Semakin dalam perairan maka intensitas cahaya-nya akan semakin berkurang. Mengingat bahwa *Acropora* sp hidup pada setiap level kedalaman dan membutuhkan intensitas cahaya yang optimal, maka diperkirakan dapat menyebabkan perbedaan jumlah sel *zooxanthellae* pada setiap level kedalamannya. Kebutuhan akan intensitas cahaya matahari yang tinggi menyebabkan terjadinya proses persaingan baik pada *Acropora* sp. maupun karang jenis lainnya. Proses persaingan ini mengakibatkan terbentuknya naungan (*shading*) secara alami. Naungan yang terbentuk dari suatu individu karang yang memiliki kemampuan tumbuh yang lebih cepat akan menutupi individu karang yang lain. Hal ini mempengaruhi intensitas cahaya yang diperoleh karang yang tertutup naungan.

Tujuan dari dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui persentase penutupan *Acropora* sp. yang ada di selatan pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta dan menganalisis perbedaan kelimpahan *zooxanthellae* karang *Acropora* sp. berdasarkan kedalaman dan naungan yang berbeda.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Juli 2014 dengan kegiatan sampling lapangan dilakukan di pulau Pari Kepulauan Seribu DKI Jakarta. Pengamatan kelimpahan *zooxanthellae* di Laboratorium Manajemen pengelolaan sumberdaya ikan dan lingkungan Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.

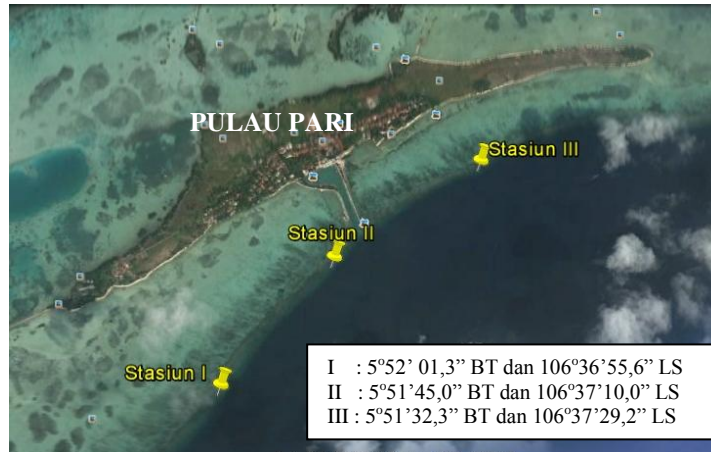
2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi pada penelitian ini adalah *zooxanthellae* yang bersimbiosis pada karang *Acropora* sp. dari jenis *Acropora* bercabang (*branching*). Metode yang dilaksanakan untuk mendapatkan informasi kelimpahan *zooxanthellae* berdasarkan perbedaan kedalaman perairan dan tipe naungan dari keberadaan *Acropora* sp. dilakukan tahapan-tahapan penelitian sebagai berikut:

Penentuan lokasi penelitian

Tujuan penentuan lokasi penelitian adalah untuk mengetahui gambaran sebaran populasi karang yang ada di perairan wilayah kajian. Dari gambaran sebaran populasi karang tersebut maka akan diketahui perbedaan kedalaman dan tipe naungan dari keberadaan *Acropora* sp. Pemilihan lokasi ini menggunakan studi pertimbangan (*purposive sampling method*) yaitu menentukan lokasi pengambilan data berdasarkan pertimbangan perorangan atau peneliti pada lokasi penelitian yang akan diamati, dimaksudkan agar data yang diperoleh dapat memberikan estimasi yang akurat sesuai tujuan penelitian.

Stasiun pengambilan sampel pada penelitian ini dibagi menjadi tiga wilayah yang memiliki perbedaan kondisi lingkungan, dimana pada stasiun I merupakan wilayah dekat dengan Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI yang merupakan Area Perlindungan Laut (APL) pulau Pari, sedangkan stasiun II merupakan daerah di depan dermaga pulau Pari yang ekosistemnya diperkirakan telah rusak akibat dipergunakannya areal ini sebagai kawasan lalu lintas kapal, dan stasiun III ada disekitar rumah penduduk. Jarak antar stasiun adalah sekitar 120 – 125 meter.



Gambar 1. Letak stasiun penelitian (Sumber : Google Earth 2014)

Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dikelompokkan menjadi beberapa aspek untuk mendukung tujuan penelitian.

Aspek-aspek yang diukur adalah :

- Penutupan substrat karang di lokasi kajian
- Pencacahan zooxanthellae
- Pengukuran kualitas air

a. Analisis penutupan substrat karang di lokasi kajian

Penutupan substrat terumbu karang di lokasi kajian diukur dengan metode transek garis (*Line Intercept Transek*) (English, 2004). Persentase penutupan karang hidup, karang mati, pecahan karang, pasir dan alga dihitung dengan rumus (English, 2004) :

$$Ni = \frac{li}{L} \times 100\%$$

Keterangan :

- Ni : Persentase penutupan karang
- li : panjang total suatu jenis
- L : panjang transek garis (*Line Transect*)

Setelah dihitung dengan rumus, kemudian persentase penutupan disesuaikan dengan kriteria penilaian kondisi terumbu karang berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001, yaitu :

Tabel 1. Kriteria penilaian kondisi terumbu karang

Kriteria	Kategori	Persentase (%)
Rusak	Buruk	0 – 24,9
	Sedang	25 – 49,9
Baik	Baik	50 – 74,9
	Sangat Baik	75 – 100

b. Analisis pencacahan zooxanthellae

Sampel *Acropora* sp. didekalsifikasi dalam 10 % formalin + 10% asam asetat di dalam botol sampel. Setelah sampel karang mulai melunak dan tisu karang terpisah dari skeletonya, dicuci menggunakan air tawar selama 24 jam kemudian dihancurkan. Setelah selesai kemudian tisu-tisu (sampel) ini disimpan di dalam 70% alkohol untuk menghindari kerusakan. Metode yang digunakan untuk menghitung densitas zooxanthellae digunakan *Haemocytometer*, Prosedur yang dilakukan sebelum penghitungan zooxanthellae adalah tisu sampel dihancurkan sampai halus lalu di zooxanthellae dipisahkan dengan alat *centrifuges* selama 10 menit dengan kecepatan 2500 – 3000 rpm. Setelah itu tisu sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur dan di tambah air sampai volumenya menjadi 15 ml, kemudian dikocok atau diaduk rata lalu diambil dengan pipet dan diteteskan diatas *hemacytometer*, ditutup dengan *cover glass*, dan kemudian dihitung di bawah mikroskop. Penghitungan Jumlah zooxanthellae Secara Langsung Menggunakan *haemocytometer* (Thamrin, 1994).

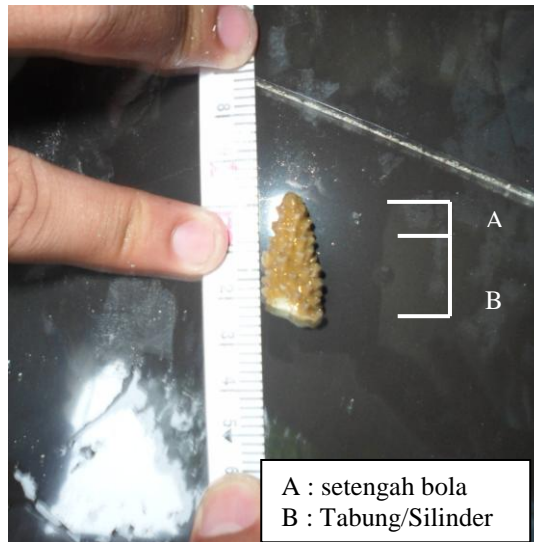
Rumus menghitung jumlah sel/ml dalam kotak sedang adalah (Effendi, 2012):

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

Keterangan :

- D = Densitas zooxanthellae
- Q = Jumlah Penghitungan
- P = Pengenceran
- L = Luasan Fragmen Karang
- 10000 = Konversi 0,1 mm³ menjadi 1 cm³

Rumus yang digunakan untuk menghitung luas permukaan contohnya adalah $L = \frac{1}{2} (4\pi r^2)$ dan $L = 2\pi r \times t$, kemudian kedua hasil perhitungan luas permukaan tersebut dijumlahkan dan hasilnya merupakan luas permukaan sampel karang *Acropora* sp.



Gambar 2. Pengukuran luas permukaan karang *Acropora* sp.

c. Analisis kualitas air

Parameter lingkungan perairan yang diukur meliputi parameter fisika dan kimia. Pengukuran parameter-parameter tersebut dilakukan tiga kali pengulangan pada setiap stasiun yaitu pada pagi, siang dan sore hari. Parameter lingkungan yang diambil meliputi suhu air, salinitas dan pH air.

Evaluasi data

Pelaksanaan penelitian terdiri dari 2 faktor yang mempengaruhi keberadaan zooxanthellae yaitu lokasi (terdiri dari 3 stasiun) dan kedalaman (*reef flat* dan *slope*) untuk mengujinya maka dipergunakan statistik non-parametrik dengan uji χ^2 (*chi square*) dan dibandingkan dengan koefisien kontingensi (3x2) (Sudjana, 2005).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air

Pengambilan data kualitas air ini diharapkan mampu mewakili kondisi perairan di lokasi kajian secara keseluruhan. Hasil pengukuran parameter kualitas air yang diperoleh seperti pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air

Stasiun	Parameter	Satuan	Waktu Pengukuran			Kisaran
			Pagi	Siang	Sore	
I	Suhu air	°C	29	31	31	29 – 31
	pH		8,45	8,45	8,45	8,45
	Salinitas	‰	30	31	29	29 – 31
II	Suhu air	°C	29	31	30	29 – 31
	pH		8,45	8,45	8,45	8,45
	Salinitas	‰	30	31	30	30 – 31
III	Suhu air	°C	29	31	31	29 – 31
	pH		8,45	8,45	8,45	8,45
	Salinitas	‰	31	31	31	31

Hasil pengukuran suhu yang diperoleh adalah berkisar 29 – 31° C. Sedangkan pengukuran pH di lokasi penelitian diperoleh bahwa nilai yang didapat adalah konstan yaitu 8,45, dan hasil pengukuran salinitas adalah berkisar antara 29 - 31 ‰. Pengukuran kualitas air tersebut menunjukkan bahwa kondisi perairan di selatan

pulau Pari masih memenuhi kriteria Nilai Ambang Batas (NAB) Kementerian Lingkungan Hidup (KEPMENLH, 2004).

Hasil pengukuran penutupan karang

Pengukuran penutupan terumbu karang dilakukan pada 2 level kedalaman yaitu pada rata-rata terumbu (*reef flat*) dan tubir (*slope*). Hasil dari pengukuran dan perhitungan persentase penutupan terumbu karang adalah seperti pada tabel berikut :

Tabel 3. persentase penutupan substrat karang

Stasiun	Jenis Substrat	Rataan Terumbu		Tubir	
		Cm*	% cover	Cm*	% cover
I	KH	921	61,4	1087	72,5
	KM	329	21,9	368	24,5
	PK	93	6,2	12	0,8
	P	126	8,4	27	1,8
	A	31	2,07	6	0,4
	Jumlah		1500	100	1500
II	KH	643	42,9	827	55,1
	KM	492	32,8	392	26,1
	PK	284	18,9	249	16,6
	P	72	4,8	32	2,1
	A	9	0,6	0	0
	Jumlah		1500	100	1500
III	KH	803	53,5	891	59,4
	KM	318	21,2	352	23,5
	PK	148	9,8	209	13,9
	P	159	10,6	31	2,1
	A	72	4,8	17	1,1
	Jumlah		1500	100	1500

Keterangan:

KH : Karang Hidup

P : Pasir

KM : Karang Mati

A : Alga

PK : Pecahan Karang

Pada tabel 3, diketahui bahwa persentase penutupan karang hidup di daerah rata-rata terumbu adalah antara 42,9 % - 61,4 % dan di daerah tubir adalah 55,1 % - 72,5 %. Berdasarkan pada KEPMEN LH No. 4 Tahun 2001, dapat disimpulkan bahwa terumbu karang di daerah penelitian yaitu di pulau Pari Kepulauan Seribu berada pada kategori sedang – baik.

Acropora sp merupakan karang yang banyak hidup di lokasi kajian, sehingga keberadaannya dianggap paling mendominasi. Pengukuran dan perhitungan persentase penutupan karang *Acropora* sp. di lihat dari persentase penutupan karang hidup di pulau Pari, maka diperoleh data yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. Presentase luasan tutupan karang hidup

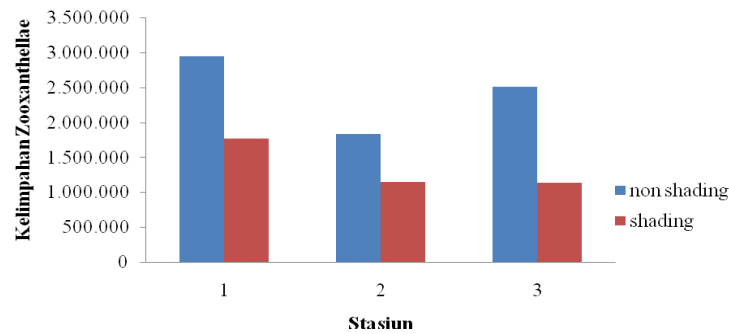
Stasiun	kedalaman	<i>Acropora</i> sp.		Karang Lain		Total	
		Cm*	% cover	Cm*	% Cover	Cm*	% cover
I	<i>Reef flat</i>	624	41.6	297	19,8	921	61,4
	<i>Slope</i>	752	50.1	335	22,3	1087	72,4
II	<i>Reef flat</i>	577	38.4	66	4,4	643	42,8
	<i>Slope</i>	623	41.5	204	13,6	827	55,1
III	<i>Reef flat</i>	460	30.6	343	22,8	803	53,5
	<i>Slope</i>	462	29.5	429	28,6	891	59,4

*) Keterangan : Panjang transek garis 1500 cm

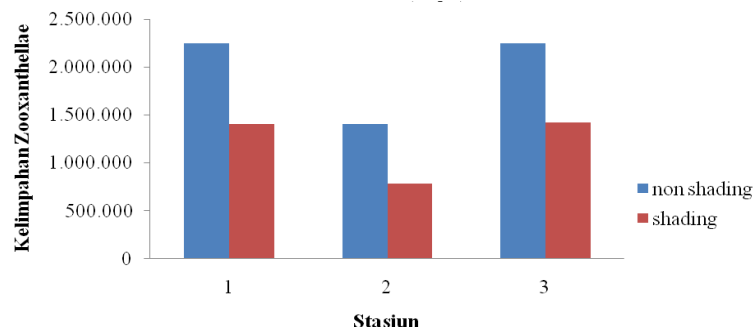
Pada tabel 4 diatas, dapat diketahui bahwa persentase penutupan dari karang *Acropora* sp. pada stasiun I dan stasiun II lebih banyak di kedalaman *slope*, berbeda dengan stasiun III yang mempunyai persentase penutupan *Acropora* sp. lebih banyak di daerah *reef flat*. Jenis-jenis karang lain yang terdapat pada lokasi kajian adalah *Montipora* sp, *Porites* sp, *Milepora* sp, *Galaxea* sp, *Fungia* Sp, *Pocillopora* sp, *Pavona* sp, *Seriatopora* sp dan *Favia* sp.

Kelimpahan Zooxanthellae

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penghitungan kelimpahan zooxanthellae di laboratorium, maka didapatkan data kelimpahan zooxanthellaenya yang disajikan pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Histogram kelimpahan zooxanthellae pada ratahan terumbu (*Reef flat*)



Gambar 4. Histogram kelimpahan zooxanthellae pada tubir (*Slope*)

Berdasarkan pada gambar 3 dan 4, diketahui bahwa kelimpahan zooxanthellae pada karang *Acropora* sp. tanpa naungan (*non-shading*) memiliki jumlah sel zooxanthellae yang lebih banyak daripada yang ternaung (*shading*). Apabila di dibandingkan berdasarkan kedalaman, *reef flat* memiliki jumlah sel yang lebih banyak daripada *slope*.

Data kelimpahan zooxanthellae yang diperoleh pada kedalaman *reef flat* stasiun I *non-shading* adalah sebanyak 2.943.666 sel/cm² dan *shading* sebanyak 1.763.678 sel/cm². stasiun II *non-shading* sebanyak 1.830.616 sel/cm² dan *shading* sebanyak 1.140.297 sel/cm². Stasiun III *non-shading* sebanyak 2.513.203 sel/cm² dan *shading* sebanyak 1.133.217 sel/cm².

Data kelimpahan zooxanthellae yang diperoleh pada kedalaman *slope* stasiun I *non-shading* sebanyak 2.242.885 sel/cm² dan *shading* sebanyak 1.402.326 sel/cm². Stasiun II *non-shading* sebanyak 1.406.792 sel/cm² dan *shading* sebanyak 784.490 sel/cm². Stasiun III *non-shading* sebanyak 2.243.008 sel/cm² *shading* sebanyak 1.419.896 sel/cm².

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa terdapat perbedaan kelimpahan zooxanthellae pada karang *Acropora* sp. di pulau Pari. Perbedaan kelimpahan tersebut terjadi pada setiap level kedalaman perairan dan tipe naungan di setiap stasiun. Fenomena yang terjadi pada stasiun I, II dan III adalah kelimpahan zooxanthellae pada tipe naungan terbuka (*non-shading*) memiliki kelimpahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tipe naungan tertutup (*shading*). Hal ini terjadi pada setiap level kedalaman baik di ratahan terumbu (*reef flat*) maupun di tubir (*slope*). Sedangkan berdasarkan kedalaman, kelimpahan zooxanthellae yang ditemukan lebih tinggi pada level kedalaman *reef flat* dibandingkan dengan *slope*. Hal ini didukung dengan hasil uji chi-kuadrat yang menunjukkan bahwa χ^2 hitung dari kelimpahan zooxanthellae baik pada kedalaman perairan maupun tipe naungan lebih tinggi daripada χ^2 tabel, hal ini membuktikan bahwa kelimpahan zooxanthellae tersebut memiliki perbedaan yang sangat nyata ($P > 0,01$).

Faktor-faktor yang dapat menyebabkan perbedaan tersebut antara lain adalah cahaya. Karang *Acropora* sp. yang tidak memiliki naungan akan lebih mudah mendapatkan sumber cahaya dibandingkan dengan karang *Acropora* sp. yang memiliki naungan. *Acropora* sp. yang memiliki naungan sulit untuk mendapatkan sumber

cahaya karena tertutupi oleh karang lain. Cahaya matahari sangat penting bagi keberadaan zooxanthellae, cahaya digunakan oleh zooxanthellae untuk melakukan fotosintesis. Karena adanya simbiosis mutualisme antara zooxanthellae dan hewan karang maka proses fotosintesis ini sangat penting untuk kehidupan karang maupun hewan lain dan juga keberadaan zooxanthellanya. Kuhl (1995), mengatakan bahwa gelombang cahaya yang dibutuhkan zooxanthellae untuk fotosintesis adalah bekisar antara 550-600 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$.

Karang *Acropora* sp. ternaung memperoleh intensitas cahaya yang kurang dibandingkan dengan *Acropora* sp yang tidak ternaung, sehingga kelimpahan zooxanthellae nya sedikit. Hal yang akan terjadi apabila intensitas cahaya yang masuk berkurang maka hewan karang akan mengalami stres dan melepaskan zooxanthellae dengan sangat cepat, dan apabila hal ini terjadi maka karang akan menjadi *bleaching* (pemutihan) kemudian akan mati (Suharsono, 2004).

Kenaikan intensitas cahaya berbanding lurus dengan kelimpahan zooxanthellae, semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin tinggi kelimpahan zooxanthellae-nya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fachurrozie (2012), terbukti bahwa kelimpahan zooxanthellae pada 4 intensitas cahaya yang berbeda berpengaruh terhadap kelimpahan zooxanthellae, intensitas cahaya yang digunakan yaitu kontrol (tanpa perlakuan), 58 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$, 26 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$, dan 0 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$ pada karang *Acropora* sp. dan *Montipora digitata*, dimana kelimpahan tertinggi terdapat pada kontrol dan terus menerus menurun sampai pada kelimpahan terendah yaitu pada 0 $\mu\text{E}/\text{m}^2\text{s}$.

Data hasil kelimpahan zooxanthellae pada karang *Acropora* sp. dengan tipe naungan terbuka/*non-shading* di setiap stasiun menunjukkan bahwa kelimpahan zooxanthellae secara berturut-turut yaitu stasiun I yang tertinggi, kemudian stasiun III dan yang paling rendah adalah stasiun II. Hal ini terjadi baik pada level kedalaman *reef flat* dan *slope*. Sedangkan pada tipe naungan tertutup/*shading* antara kedalaman *reef flat* dan *slope* mempunyai urutan kelimpahan yang berbeda. Pada kedalaman *reef flat*, kelimpahan yang tertinggi adalah pada stasiun I kemudian stasiun II dan yang terakhir stasiun III, sedangkan pada kedalaman *slope* kelimpahan yang tertinggi adalah pada stasiun I kemudian stasiun III dan yang terakhir stasiun II. Hal ini didukung dengan hasil uji chi-kuadrat yang menunjukkan bahwa χ^2 hitung lebih tinggi daripada χ^2 tabel, hal ini membuktikan bahwa kelimpahan zooxanthellae tersebut memiliki perbedaan yang sangat nyata ($P > 0,01$).

Hal yang menyebabkan perbedaan kelimpahan zooxanthellae pada setiap stasiun adalah kondisi lingkungan yang berbeda, dimana kelimpahan zooxanthellae yang tertinggi terdapat pada stasiun I baik pada kedalaman *reef flat* maupun *slope*. yang menyebabkan kelimpahan zooxanthellae yang tertinggi berada pada lokasi ini adalah karena kondisi terumbu karangnya masih dalam kondisi baik dilihat secara visual. Hal ini disebabkan karena stasiun I merupakan Areal perlindungan Laut (APL) yang dikelola oleh Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI yang kelestarian ekosistem pada area ini khususnya terumbu karang secara rutin dilakukan, sehingga kondisi ekosistemnya masih baik dan keanekaragaman biota pada ekosistem yang ada distasiun ini tetap terjaga dengan baik.. Data penutupan terumbu karang hidup juga menunjukkan bahwa pada stasiun I persentase penutupannya adalah yang tertinggi yaitu 61,4% pada *reef flat* dan 72,46% pada *slope*.

Letak stasiun III yang dekat dengan pemukiman penduduk dikhawatirkan akan mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan karang, yang akan menyebabkan menurunnya kadar zooxanthellae pada karang yang ada di stasiun ini. Kondisi perairan di stasiun ini pun sangat mengkhawatirkan, dimana sampah yang dibuang oleh penduduk sekitar dan wisatawan yang datang ke pulau Pari menumpuk di pinggir pantai. Selain itu juga limbah kimia masyarakat seperti sisa mencuci juga dikhawatirkan akan merusak kondisi karang di stasiun ini.

Kelimpahan zooxanthellae yang terendah terdapat pada stasiun II. Hal ini disebabkan karena stasiun II merupakan daerah tepat didepan dermaga pulau Pari, dimana pada wilayah sekitar stasiun II ini merupakan wilayah lalu lalang kapal baik kapal penumpang maupun pribadi. Selain itu wilayah ini juga merupakan tempat pariwisata air. Kondisi karang dilokasi ini pun rusak, hampir sebagian besar karang yang ditemukan pada stasiun ini dalam kondisi *bleaching*. Data penutupan karang hidup di stasiun II juga menunjukkan bahwa stasiun ini merupakan stasiun yang memiliki persentase penutupan yang rendah yaitu 53,53% pada *reef flat* dan 59,4% pada *slope*.

Faktor yang dimungkinkan mempengaruhi stasiun II sehingga memiliki kelimpahan yang rendah adalah sedimentasi yang tinggi dan pencemaran lingkungan. Sedimentasi dapat terjadi karena baling-baling kapal yang berlalu lalang di sekitar wilayah ini menyebabkan dasar perairan terangkat sehingga menyebabkan kekeruhan. Pengaruh langsung dari kekeruhan ini adalah butiran-butiran sedimen yang terangkat kemudian sudah tidak terapung lagi akan mengendap pada dasar perairan, dan apabila dasar perairannya berupa karang hidup maka butiran-butiran ini akan menutupi polip-polip karang yang bisa menyebabkan karang menjadi stres. Sedangkan pengaruh tidak langsung dari kekeruhan adalah sedimen yang telah terangkat kemudian akan mengapung di perairan lalu lalu kemudian menghalangi intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan sehingga zooxanthellae sulit untuk melakukan fotosintesis. Perairan yang sedimentasi nya tinggi atau keruh, maka keanekaragaman karang dan tutupan karang hidup cenderung rendah (Supriharyono, 2002).

Faktor lain yang menyebabkan kelimpahan zooxanthellae pada stasiun II rendah adalah pencemaran lingkungan perairan. Sisa-sisa bahan bakar kapal dan limbah sabun sisa dari mencuci kapal dapat menyebabkan pencemaran di perairan, hal ini sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ekosistem terumbu karang

khususnya zooxanthellae. Ambariyanto (2011) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa limbah hidrokarbon (bensin) dan surfaktan (sabun komersil) sangat mempengaruhi zooxanthellae dari karang *Acropora* sp.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persentase penutupan *Acropora* sp. Di selatan pulau Pari mendominasi jenis karang hidup dengan presentase 30,6 % sampai 41,6 % di *reef flat* dan 29,5 % sampai 50,1 % di *slope*. Persentase penutupan tertinggi terdapat di kedalaman *slope* (tubir) stasiun I (Area Perlindungan Laut) sebesar 50,1 % dan terendah di *slope* stasiun III (pemukiman penduduk) yaitu sebesar 29,5 %.
2. Penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan kelimpahan zooxanthellae pada *Acropora* sp. berdasarkan kedalaman dan naungan yang berbeda, dibuktikan dengan uji statistic non-parametrik χ^2 (uji *chi-square*). Dimana kelimpahan zooxanthellae pada tipe naungan *non-shading* memiliki kelimpahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *shading*. sedangkan berdasarkan kedalaman, kelimpahan zooxanthellae pada level kedalaman *reef flat* lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman *slope*, dan apabila dibandingkan berdasarkan stasiun kelimpahan tertinggi secara berturut-turut terdapat pada stasiun I yang tertinggi kemudian stasiun III dan yang terakhir stasiun II, hal ini terjadi karena kondisi lingkungan pada setiap stasiun yang berbeda.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. Agus Hartoko, M.Sc., Dr. Ir. Djuwito, M.S., Dr. Ir. Haeruddin, M.Si. dan Dr. Ir. Suryanti, M.Pi. selaku Tim Penguji dan Panitia Ujian Akhir Program yang telah memberikan saran dan masukan yang membangun selama pelaksanaan penelitian ini. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada Pihak Stasiun UPT LPKSDMO Pulau Pari, Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI yang telah memberikan bantuan selama penelitian di Pulau Pari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambariyanto. 2011. Pengaruh Surfaktan dan Hidrokarbon terhadap Zooxanthellae. *Jurnal Ilmu Kelautan* 16 (1) : 30-34.
- Bengen, D.G. 2013. *Coral Governance : Bio-Ekologi Terumbu Karang Status dan Tantangan Pengelolaan*. IPB Press. Bogor.
- Edwards, A.J. dan E.D. Gomez. 2008. *Konsep dan Panduan Restorasi Terumbu : Membuat Pilihan Bijak di Antara Ketidakpastian*. Terj. Dari *Reef Restoration Concepts and Guidelines : Making Sensible Management Choices in the Face of Uncertainty*. Oleh : Yusri. S., Estradivari, N.S. Wijoyo, Indris. Yayasan Terumbu Karang Indonesia. Jakarta.
- Effendi, F.W. dan Anurohim. 2012. Densitas Zooxanthellae dan Pertumbuhan Karang *Acropora formosa* dan *Acropora nobilis* di Perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. *Jurnal Jurusan Biologi, FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Noverber*.
- English, S., C. Wilkinson. and V. Baker. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australian Institute of Marine Science, Townsville.
- _____. 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources 2nd*. Australian Institute of Marine Science, Townsville.
- Fachrurrozie, A, M.P. Petala dan R. Widiarti. 2012. Pengaruh Perbedaan Intensitas Cahaya terhadap Kelimpahan Zooxanthellae pada Karang Bercabang (marga : *Acropora*) di Perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *Jurnal Akuatika*. Vol. 3, No. 2.
- Johan, O. 2007. *Beberapa Genus Karang Yang Umum di Indonesia*. TERANGI. Jakarta.
- Juniarta, R.N. E.N. Aisyah dan Munasik. 2005. Studi Perubahan Densitas Zooxanthellae pada Translokasi dan Transplantasi Karang *Acropora aspera* dan *Stylophora pistillata* di Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol.10, No.4.
- KEPMENLH. 2001. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.4 Tahun 2001 Tentang : Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- _____. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Tentang : Baku Mutu Air Laut. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Kordi, K.M.G.H. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang : Potensi, Fungsi Dan Pengelolaan*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kuhl, M.Y.C, T. Dalsgaard, B.B. Jorgense and N.P. Revsbech. 1995. *Microenvironment and Photosynthesis of Zooxanthellae in Scleractinian Corals Studied with Microsensor for O₂, pH, and Light*. *Journal of Marine Ecology*.
- Manuputty, A.E.W. 1999. *Kelimpahan Zooxanthellae pada Karang Batu di Perairan Pulau Pari, Pulau-Pulau Seribu*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Pengetahuan Indonesia.



- Nordemar, J., M. Nystrom and R. Dizon. 2003. *Effect of Elevated Seawater Temperature and Nitrat Enrichment on the Branching Coral Porites cylindrica in the Absence of Particular Food*. *Journal of Mar. Biol.* 142 : 669-672
- Nontji, A. 1984. Peranan Zooxanthellae dalam Ekosistem Terumbu Karang. *Jurnal Oseana*, 9 (3) : 74 – 87.
- _____. 1993. *Laut Indonesia*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1988. *Biologi Laut suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia. Jakarta.
- Purnomo, P.W., D. Soedhama, N.P. Zamani dan H.S. Sanusi. 2010. Model Kehidupan Zooxanthellae dan Penumbuhan Massalnya pada Media Binaan. *Jurnal Saintek Perikanan*. 6(1) : 45-54.
- Rani, C. 2001. Materi Pemutihan Karang : Pengaruhnya terhadap Komunitas Terumbu Karang. *Jurnal Hayati*, 8 (3).
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2007. *Biologi Laut : Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Penerbit Tarsito. Bandung
- Suharsono. 2004. *Jenis-Jenis Karang di Indonesia*. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.
- Supriharyono. 2007. *Pengelolaan Konservasi Ekosistem Terumbu Karang – Edisi 2*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- _____. 2009. *Konversi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis – Edisi 2*. PT. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Thamrin, M., Hafiz dan A. Mulyadi. 2004. Pengaruh Kekeruhan terhadap Densitas Zooxanthellae pada Karang Scleractinia *Acropora aspera* di Perairan Pulau Mursala dan Pulau Poncan Sibolga, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan* 9 (2).