

**NILAI HUE DAN DENSITAS ZOOXANTHELLAE PADA KARANG *Acropora* sp.
DI EKOSISTEM TERUMBU KARANG PULAU KARIMUNJAWA**

The Value of Hue and Zooxanthellae Density in Corals Acropora sp. in Reef Ecosystem of Karimunjawa Island

Amalina Zata 'Ishmah, Pujiono Wahyu Purnomo*), Siti Rudiyaniti

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email:amalinazataishmah@yahoo.com

ABSTRAK

Evaluasi kualitas terumbu karang, selain didasarkan penutupan karang hidup maka perlu dikembangkan metode alternatif untuk mendukungnya. Penilaian *hue* khususnya pada jenis *Acropora* sp. yang banyak mendominasi kawasan paparan terumbu karang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *hue* dan densitas *zooxanthellae* pada kedalaman yang berbeda, mengetahui nilai *hue* dan densitas *zooxanthellae* pada stasiun yang berbeda dan mengetahui hubungan antara nilai *hue* dengan densitas *zooxanthellae* pada *Acropora* sp. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode deskriptif. Penelitian dilakukan di ekosistem terumbu karang Nyamplungan, Batu Topeng dan Tanjung Gelam dengan masing-masing stasiun terdapat dua titik dengan kedalaman berbeda, yaitu kedalaman 1 dan 2 di Pulau Karimunjawa. Hasil penelitian ini adalah densitas *zooxanthellae* dan *hue* pada stasiun 1 kedalaman satu $5,07.10^6$ sel/cm² dan 45,3⁰, kedalaman dua $4,41.10^6$ sel/cm² dan 45,7⁰. Pada stasiun 2 kedalaman satu sebanyak $5,72.10^6$ sel/cm² dan 35,5⁰, kedalaman dua sebanyak $4,02.10^6$ sel/cm² dan 36,4⁰. Pada stasiun 3 kedalaman satu sebanyak $12,78.10^6$ sel/cm² dan 35,8⁰, kedalaman dua sebanyak $7,66.10^6$ sel/cm² dan 42,9⁰. Perbedaan nilai densitas *zooxanthellae* dan *hue* dikarenakan adanya faktor cahaya, jenis karang dan kondisi lingkungan. Densitas *zooxanthellae* dengan nilai *hue* pada stasiun 1, 2 dan 3 kedalaman 1 m dan 2 m mempunyai nilai korelasi yang tidak signifikan dimana tidak terdapat hubungan yang nyata, nilai *hue* mempunyai kecenderungan menurun dengan meningkatnya densitas *zooxanthellae*.

Kata Kunci: Densitas *Zooxanthellae*; Nilai *Hue*; *Acropora* sp.; Pulau Karimunjawa.

ABSTRACT

Evaluation of a coral reefs' quality, besides based on live coral covered, alternative methods to support should be developed. The value of hue, especially on the type of Acropora sp. that dominated the area of coral reefs. The purposes of this study are to determine the value of hue and zooxanthellae density at different depths, knowing the value of hue and density of zooxanthellae in the different stations and know the relationship between the value of hue with zooxanthellae density on Acropora sp. The method used in this research is descriptive method. The study was conducted at coral reefs' ecosystem in Nyamplungan, Batu Topeng and Tanjung Gelam where in each station there are two points with different depths, that is depth of 1 and 2. The result of this research are the zooxanthella density and the value of hue in the stations 1 with 1 m depths are $5,07.10^6$ cells/cm² and 45.3⁰ in 2 m depth are $4,41.10^6$ cells/cm² and 45.7⁰. In the stations 2 with 1 m depth are $5,72.10^6$ cells/cm² and 35,5⁰ in 2 m depth are $4,02.10^6$ cells/cm² and 36,4⁰. In the stations 3 with 1 m depth are $12,78.10^6$ cells/cm² and 35,8⁰ in 2 m depth are $7,66.10^6$ cells/cm² and 42,9⁰. The difference in value is due to the factor of light, coral species and environmental conditions. Zooxanthellae density with hue value at stations 1, 2 and 3 a depth of 1 m and 2 m has correlation value that is not significant where there is no real relationship, the value of hue has tendency to decrease with the increasing of zooxanthella's density.

Keywords: *Zooxanthellae* Density; The Value of Hue; *Acropora* sp.; Karimunjawa Island

*) Penulis penanggungjawab

1. PENDAHULUAN

Terumbu karang di Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami penurunan dan mengalami kerusakan. Kondisi ini semakin lama semakin mengkhawatirkan dan apabila keadaan ini tidak segera ditanggulangi akan membawa bencana besar bagi kehidupan biota laut dan kesejahteraan masyarakat dan bangsa Indonesia (Hut, 2004). Dari luas terumbu karang yang ada di Indonesia sekitar 50.000 km² diperkirakan hanya 7% terumbu

karang yang kondisinya sangat baik, 33% baik, 46% rusak dan 15% lainnya kondisinya kritis (Supriharyono, 2000).

Acropora sp. merupakan salah satu jenis biota karang yang mendominasi daerah paparan terumbu karena sifatnya yang mudah berkembang dan ketahanannya terhadap lingkungan. *Acropora* sp. dapat tumbuh 5 cm/tahun, merupakan karang yang paling cepat pertumbuhannya dibandingkan dengan karang yang lain (Nybakken, 1982).

Evaluasi kerusakan terumbu karang didasarkan pada penutupan karang hidup. Teknik ini perlu dikembangkan metode alternatif lainnya. Mengingat bahwa jenis *Acropora* sp. merupakan karang dengan ketahanan terhadap lingkungan yang cukup tinggi khususnya di daerah tropis, maka dijadikan acuan untuk subjek pengujian. Adapun pengujian sebagai faktor kelengkapan metode alternatif dari penutupan karang yang dimaksudkan adalah penilaiannya *hue* atas dasar pewarnaan pada *Acropora* sp. Dengan adanya alternatif tersebut diharapkan dapat membantu sebagai kelengkapan tolak ukur dalam mengamati dan mengevaluasi kondisi terumbu karang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *hue* dan densitas *zooxanthellae* pada kedalaman yang berbeda, mengetahui nilai *hue* dan densitas *zooxanthellae* pada stasiun yang berbeda dan mengetahui hubungan antara nilai *hue* dengan densitas *zooxanthellae* pada *Acropora* sp.

2. MATERI DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif dengan obyek karang *Acropora* sp. Penelitian ini dilakukan pada 3 lokasi ekosistem terumbu karang yaitu di Nyamplungan, Batu Topeng dan Tanjung Gelam. Masing-masing lokasi diambil dua titik yaitu kedalaman 1 dan 2. Dari kedua kedalaman tersebut dilakukan 5 kali pengambilan sampel karang *Acropora* sp. Penelitian dilakukan pada bulan November-Desember 2014.

Data penunjang untuk penelitian ini dilakukan pengukuran parameter kualitas air, penutupan karang, densitas *zooxanthellae* dan pengukuran *hue*. Pengukuran parameter kualitas air disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air

| No. | Parameter | Satuan | Alat |
|-----|-------------------------|--------|---------------|
| 1. | Suhu | °C | Termometer |
| 2. | Salinitas | ‰ | Refraktometer |
| 3. | Ph | - | pH meter |
| 4. | Kecepatan arus | m/s | Current meter |
| 5. | Kecerahan dan kedalaman | m | Secchi disk |
| 6. | Oksigen terlarut | mg/l | DO meter |

Pengukuran penutupan karang dilakukan dengan metode LIT (*Line Intercep Transect*), sepanjang 50 m sejajar garis pantai, sebanyak enam *line*, yaitu pada tiga lokasi dengan dua kedalaman berbeda. Pencatatan kondisi karang terdiri dari jenis karang dan penutupannya. Persentase karang hidup, karang mati, pasir dan pecahan karang, dihitung dengan menggunakan rumus (English *et al.*, 1994) :

$$C = \frac{Li}{L} \times 100 \%$$

Dimana:

- C : Persentase tutupan karang;
Li : Panjang tutupan karang jenis ke-I; dan
L : Panjang total transek.

Konsentrasi *zooxanthellae* dalam polip karang dipergunakan sebagai variabel utama kajian ini (Nordemar *et al.* 2003 dalam Paramitha, 2012).

Mengambil spesimen karang *Acropora* sp. (dengan luas 5-10 cm). Sampel karang ditumbuk pelan hingga hancur untuk menganalisa *zooxanthellae*. Selanjutnya ditambah dengan 10 ml *aquadest* dan dihomogenisasi dengan alat *centrifuge* selama 10 menit dengan kecepatan 2500-3000 rpm. Supernatan dianalisis dengan menggunakan *haemocytometer* pada perbesaran 100x.

Nilai *hue* dipeloreh dengan hasil pengambilan gambar sampel karang diaplikasikan ke dalam *software* komputer *Adobe photoshop CS* sesuai sesuai teknik identifikasi yang digunakan oleh Le Vay *et al* (2010) dalam Azhari (2012).

Uji yang digunakan dalam penelitian adalah uji chi kuadrat dengan bantuan tabel kontingensi dan analisis varians (Sudjana, 1992). Uji tersebut digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang nyata pada densitas *zooxanthellae* dan nilai *hue* antar stasiun (Nyamplungan, Batu Topeng dan Tanjung Gelam) dan kedalaman (1 m dan 2 m). Uji ragam beda nyata terkecil (Sastrosupadji, 2000) merupakan uji lanjutan untuk mengetahui perbedaan dan persamaan antara satu titik dengan titik lainnya. Analisis data untuk mengetahui hubungan nilai *hue* dengan densitas *zooxanthellae* menggunakan analisis regresi linier (Komputer, 2009).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Secara geografis Taman Nasional Karimunjawa terletak pada koordinat 5°40'39" - 5°55'00" LS dan 110°05' 57" - 110°31' 15" BT. Secara administratif kawasan ini terletak di Desa Nyamplungan, Kecamatan Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Propinsi Jawa Tengah (BTNKJ, 2012). Penelitian ini dilakukan di tiga stasiun. Stasiun pertama berada di Nyamplungan, stasiun kedua berada di Batu Topeng dan stasiun ketiga berada di Tanjung Gelam

Kondisi kualitas air di wilayah penelitian dilihat berdasarkan suhu air, kecerahan, kedalaman, kecepatan arus, nilai pH, salinitas dan nilai DO. Suhu air di tiga stasiun berada pada kisaran 29 °C – 31 °C. Menurut Hikmah (2009), suhu permukaan di Kepulauan Karimunjawa pada umumnya berkisar antara 25 – 32 °C. Kecerahan pada tiga stasiun di Pulau Karimunjawa tidak terhingga, karena cahaya matahari masih dapat mencapai dasar pada kedalaman 0 - 2 m. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 tahun 2004 baku mutu kecerahan untuk air laut untuk wisata bahari adalah >3 m. Kedalaman yang diambil untuk titik sampling terdapat dua kedalaman yaitu kedalaman 1 meter dan 2 meter. Menurut Suryanti *et al.* (2011), kedalaman tidak berpengaruh terhadap morfologi karang, hal ini karena pada kedalaman yang berbeda jenis karang berdasarkan morfologi yang ditemukan relatif tidak terdapat perbedaan nyata, hanya jumlah yang mendominasinya saja yang berbeda.

Kecepatan arus pada tiga stasiun berkisar 0,02 - 0,04 m/detik. Terdapat perbedaan kecepatan arus pada dua kedalaman berbeda. Pada stasiun dua dan tiga kedalaman satu mempunyai kecepatan arus yang lebih cepat dibandingkan stasiun satu di kedalaman yang sama. Nilai pH di ketiga stasiun berkisar antara 7,1 - 7,2. Menurut Riyadi *et al.* (2005), perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga. Hal ini dapat menimbulkan perubahan dari ketidakseimbangan kadar CO₂ yang dapat membahayakan kehidupan biota laut. Salinitas pada ketiga stasiun berkisar 34 - 35,5 ‰. Menurut Supriharyono (2000), salinitas air laut rata-rata di daerah tropis adalah sekitar 35 ‰ dan hewan karang hidup subur pada kisaran salinitas 34 – 36 ‰. Nilai DO pada ketiga stasiun berkisar 4,5 - 6,2 mg/l. Menurut BTNKJ (2013), Nilai oksigen terlarut yang diukur pada lokasi pengamatan di Taman Nasional Karimunjawa berkisar antara 4,37 - 10,53 mg/l.

Pengukuran tutupan karang dilakukan di tiga stasiun dengan dua kedalaman dengan hasil disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Tutupan Karang di Tiga Stasiun dengan Dua Kedalaman Berbeda

| Stasiun | Jenis Tutupan | Kedalaman 1 | | Keterangan | Kedalaman 2 | | Keterangan |
|---------|---------------|-------------|---------|--------------|-------------|---------|--------------|
| | | m | % cover | | m | % cover | |
| 1 | KH | 17,6 | 35,2 | Rusak Sedang | 18,7 | 37,4 | Rusak Sedang |
| | KM | 4,9 | 9,8 | | 10,1 | 20,2 | |
| | PK | 9 | 19 | | 4,9 | 9,8 | |
| | P | 18,5 | 37 | | 16,3 | 32,6 | |
| | Jumlah | 50 | 100 | | 50 | 100 | |
| 2 | KH | 20,1 | 40,2 | Rusak Sedang | 24,1 | 48,2 | Rusak Sedang |
| | KM | 4,7 | 9,4 | | 4,1 | 8,2 | |
| | PK | 6,8 | 13,6 | | 4 | 8 | |
| | P | 18,4 | 36,8 | | 17,8 | 35,6 | |
| | Jumlah | 50 | 100 | | 50 | 100 | |
| 3 | KH | 24,3 | 48,6 | Rusak Sedang | 25,1 | 50,2 | Baik |
| | KM | 4,8 | 9,6 | | 8,4 | 16,8 | |
| | PK | 9,5 | 19 | | 7,5 | 15 | |
| | P | 16 | 32 | | 9 | 18 | |
| | Jumlah | 50 | 100 | | 50 | 100 | |

Keterangan:

- KH = Karang Hidup
- KM = Karang Mati
- PK = Pecahan Karang
- P = Pasir

Berdasarkan pada data penutupan karang di atas, diperoleh berbagai jenis karang. *Acropora* sp. merupakan jenis karang yang mendominasi dengan perbandingan dapat diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Tutupan Karang Hidup di Tiga Stasiun dengan Dua Kedalaman Berbeda

| Stasiun | Kedalaman (m) | <i>Acropora</i> sp. | | Karang Lain | | Total | |
|---------|---------------|---------------------|---------|-------------|---------|-------|---------|
| | | m | % cover | m | % cover | m | % cover |
| I | 1 | 14,6 | 29,2 | 3 | 6 | 17,6 | 35,2 |
| | 2 | 10,8 | 21,6 | 7,9 | 15,8 | 18,7 | 37,4 |
| II | 1 | 17,7 | 35,4 | 2,4 | 4,8 | 20,1 | 40,2 |
| | 2 | 13,2 | 26,4 | 10,9 | 21,8 | 24,1 | 48,2 |
| III | 1 | 18,4 | 36,8 | 5,9 | 11,8 | 24,3 | 48,6 |
| | 2 | 20,6 | 41,2 | 4,5 | 9 | 25,1 | 50,2 |

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penghitungan kelimpahan *zooxanthellae*, didapatkan kelimpahan berdasarkan perbedaan kedalaman di daerah paparan dengan tiga lokasi di dua kedalaman pada Tabel 5.

Tabel 5. Densitas *Zooxanthellae* pada Karang *Acropora* sp. di Tiga Stasiun dengan Dua Kedalaman Berbeda (sel/cm²)

| No. Karang | Stasiun | Satu | | Dua | | Tiga | |
|------------|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | | K 1 | K 2 | K 1 | K 2 | K 1 | K 2 |
| 1 | | 5,15.10 ⁶ | 4,24.10 ⁶ | 5,9.10 ⁶ | 1,19.10 ⁶ | 6,37.10 ⁶ | 5,82.10 ⁶ |
| 2 | | 2,61.10 ⁶ | 4,64.10 ⁶ | 3,95.10 ⁶ | 4,22.10 ⁶ | 5,99.10 ⁶ | 3,5.10 ⁶ |
| 3 | | 4,32.10 ⁶ | 2,37.10 ⁶ | 3,04.10 ⁶ | 5,65.10 ⁶ | 4,87.10 ⁶ | 7,38.10 ⁶ |
| 4 | | 8,57.10 ⁶ | 3,28.10 ⁶ | 9,59.10 ⁶ | 2,86.10 ⁶ | 5,71.10 ⁶ | 6,52.10 ⁶ |
| 5 | | 4,72.10 ⁶ | 7,54.10 ⁶ | 6,14.10 ⁶ | 6,18.10 ⁶ | 13,95.10 ⁶ | 7,08.10 ⁶ |
| Rata-rata | | 5,07.10 ⁶ | 4,41.10 ⁶ | 5,72.10 ⁶ | 4,02.10 ⁶ | 7,74.10 ⁶ | 6,06.10 ⁶ |

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengambilan foto, didapatkan nilai *hue* berdasarkan perbedaan kedalaman di daerah paparan dengan tiga lokasi di dua kedalaman berbeda pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *Hue* pada Karang *Acropora* sp. di Tiga Stasiun dengan dua Kedalaman Berbeda (⁰)

| No. Karang | Stasiun | Satu | | Dua | | Tiga | |
|------------|---------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | | K 1 | K 2 | K 1 | K 2 | K 1 | K 2 |
| 1 | | 51,6 | 46,2 | 42,8 | 41,2 | 40,2 | 43,6 |
| 2 | | 48,6 | 44,4 | 33,2 | 35,8 | 37,6 | 46,2 |
| 3 | | 45,4 | 48,2 | 35,4 | 40,2 | 31,8 | 37,4 |
| 4 | | 43,6 | 42,2 | 36,6 | 36,4 | 29,4 | 48,2 |
| 5 | | 37,2 | 47,6 | 41,2 | 45 | 40 | 39,4 |
| Rata-rata | | 45,28 | 45,72 | 37,84 | 39,72 | 35,8 | 42,96 |

Pembahasan

Densitas *zooxanthellae* pada kedalaman satu di masing-masing stasiun mempunyai jumlah yang lebih banyak daripada densitas *zooxanthellae* di kedalaman dua. Perbedaan jumlah densitas *zooxanthellae* disebabkan adanya beberapa faktor. Salah satu faktor penyebabnya adalah perbedaan intensitas cahaya yang masuk ke badan perairan karena kedalaman yang berbeda. Pada kedalaman yang lebih dangkal cahaya akan masuk lebih banyak ke perairan dan mencapai lebih banyak ke karang. Banyaknya jumlah cahaya akan mempengaruhi jumlah *zooxanthellae* karena *zooxanthellae* memerlukan cahaya untuk dapat hidup. Menurut Titlyanov, et. al. (1996), *zooxanthellae* tersusun secara selapis (*monolayer*) di lapisan endoderm karang yang terdistribusi secara acak di bagian tertentu karang. Bagian karang yang terpapar oleh cahaya akan mempunyai *zooxanthellae* lebih banyak daripada daerah yang tidak terkena paparan cahaya.

Berdasarkan analisis varians terhadap densitas *zooxanthellae* antar lokasi dan kedalaman menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ($\alpha = 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa pada ketiga lokasi dan kedalaman (1 m dan 2 m) *Acropora* sp. mempunyai potensi yang sama dalam memanfaatkan cahaya matahari secara optimal untuk kepentingan aktivitas fotosintesis *zooxanthellae*. Menurut Sorokin (1993), kedalaman 0 - 5 m terdapat jenis karang yang dominan yaitu, *Acropora digitifera*, *A. humilis*, *A. millepora*, *A. variabilis*, *Pocillipora Goniastrea*. Karang-karang tersebut menutupi dasar perairan/substrat sebesar 80%. Jumlah densitas *zooxanthellae* pada *Acropora squamosa* sebanyak 56.10³/polip dan *Acropora formosa* sebanyak 42. 10³/polip.

Nilai *hue* pada kedalaman satu lebih rendah dibandingkan nilai *hue* kedalaman dua di masing-masing stasiun. Hal tersebut diperkuat oleh sebab perbedaan panjang gelombang cahaya yang masuk ke perairan. Semakin pendek panjang gelombang maka daya tembusnya ke perairan menjadi semakin rendah. Namun, cahaya yang dihamburkan lebih banyak, contohnya warna biru. Cahaya yang mempunyai panjang gelombang lebih panjang ketika masuk ke perairan akan lebih sedikit yang dihamburkan. Pada saat pengambilan foto nilai *hue* terdapat kecenderungan warna biru. Menurut Nybakken (1988), Daya tembus setiap spektrum warna cahaya pada kolom air yang sama berbeda-beda. Spektrum warna cahaya yang memiliki panjang gelombang pendek

memiliki daya tembus yang lebih dalam dibandingkan gelombang panjang. Cahaya dengan yang besar lebih banyak diserap, sedangkan gelombang pendek sedikit diserap. Pada perairan yang jernih, cahaya dengan gelombang panjang banyak diserap dan sedikit yang dihamburkan. Pada air jernih gelombang yang sedikit diserap adalah gelombang pendek (seperti biru) dan banyak dihamburkan sehingga air jernih tampak berwarna biru.

Nilai hue di perairan berbeda setiap kedalamannya. Semakin dalam suatu perairan nilai hue akan semakin tinggi. Hal tersebut karena adanya pengaruh jumlah cahaya yang masuk ke dalam perairan. Seperti dalam penelitian Soebhakti (2011), yang mengukur nilai hue berdasarkan kedalaman berbeda menggunakan sensor kinect. Hasil nilai hue menunjukkan setiap interval kedalaman 20 cm semakin tinggi. Dari penelitian tersebut juga dicari nilai error dari perbedaan setiap kedalaman. Nilai error nilai hue tersebut sebesar 3,39. Nilai hue di setiap kedalaman berbeda karena warna yang dihasilkan merepresentasikan jarak terhadap objek.

Stasiun satu berada di Nyamplungan dengan koordinat 5°49'56.70"S dan 110°26'8.70"E. Stasiun satu terdapat kegiatan budidaya, yaitu Keramba Jaring Apung. Stasiun satu, Nyamplungan mempunyai densitas *zooxanthellae* yang paling rendah. Densitas yang rendah diakibatkan karena aktivitas KJA (Keramba Jaring Apung) yang mengakibatkan tutupan karang berkurang/rusak karena aktivitas manusia di sekitar KJA. Stasiun satu lokasi yang paling dekat dengan hutan mangrove dan sungai, akibatnya banyak serasah daun dan sisa pakan yang berada di perairan. Serasah daun dan pakan ikan tersebut mengakibatkan kekeruhan. Selain itu, penggunaan jukung oleh nelayan mengakibatkan kerusakan karang dan densitas *zooxanthellae* rendah. Menurut Thamrin (2004), densitas *zooxanthellae A. aspera* berbanding terbalik dengan tingkat kekeruhan perairan. Bila tingkat kekeruhan perairan tinggi maka karang *A. aspera* memiliki densitas *zooxanthellae* yang rendah, dan begitu pula sebaliknya. Dari R regresi linier memperlihatkan hubungan antara rerata tingkat kekeruhan harian dengan densitas *zooxanthellae*. Densitas *zooxanthellae* menurun dengan meningkatnya kekeruhan.

Stasiun kedua berada di Batu Topeng dengan koordinat 5°50'17.63"S dan 110°25'15.86"E. Stasiun dua terdapat aktivitas wisata tanpa adanya penggunaan kapal motor hanya penggunaan jukung. Stasiun dua mempunyai nilai densitas *zooxanthellae* sebanyak $5,72 \cdot 10^6$ sel/cm² di kedalaman satu dan $4,02 \cdot 10^6$ sel/cm² di kedalaman dua. Densitas *zooxanthellae* di stasiun dua berada urutan kedua diantara ketiga stasiun. Densitas *zooxanthellae* di stasiun dua sebanding dengan tutupan karang di stasiun dua yang mempunyai tutupan di urutan kedua diantara ketiga stasiun. Aktivitas di stasiun dua berupa daerah wisata menyebabkan densitas mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan stasiun satu.

Stasiun ketiga berada di Tanjung Gelam dengan koordinat 5°50'17.30"S dan 110°24'54.30"E. Stasiun tiga terdapat aktivitas wisata yang lebih sering didatangi pengunjung dan penggunaan kapal motor. Densitas tertinggi pada stasiun 3, yaitu daerah Tanjung Gelam yaitu lokasi wisata dengan pengunjung menggunakan kapal motor. Stasiun tersebut menjadi stasiun dengan nilai tertinggi karena pengambilan dan pengukuran tutupan karang dilakukan pada wilayah yang bukan lintasan kapal motor, sehingga kondisinya masih baik. Tutupan karang di stasiun tiga juga merupakan nilai yang paling baik diantara ketiga stasiun.

Nilai hue tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan terendah pada stasiun 2. Perbedaan nilai hue diakibatkan perbedaan cahaya pada saat penelitian. Stasiun 2 memiliki nilai hue terendah karena pada saat pengambilan foto kondisi lingkungan mendung walaupun cahaya masih dapat mencapai karang. Stasiun 3 lebih rendah dibandingkan stasiun 1 karena faktor kekeruhan dari datangnya kapal motor ke lokasi sampling. Menurut Sunarto (2008), warna air laut akan berubah bila terjadi perubahan turbiditas/kekeruhan yang diakibatkan oleh *selective scattering*, *natural absorptive colour*, *yellow substance* dan *discoloring effect* oleh materi tersuspensi.

Densitas *zooxanthellae* dan nilai hue tidak terdapat hubungan. Namun, keduanya mempunyai perbandingan berbanding terbalik. Densitas *zooxanthellae* pada kedalaman satu memiliki nilai yang tinggi sedangkan nilai hue memiliki nilai yang lebih rendah. Densitas *zooxanthellae* yang tinggi di kedalaman satu pada penelitian ini adalah *Acropora* sp. Nilai koefisien determinasi sebesar 0,009 dan kemudian diakarkan menjadi 0,09. Nilai korelasi 0,09 merupakan nilai korelasi yang tidak signifikan dimana tidak terdapat hubungan yang nyata antara densitas *zooxanthellae* dengan nilai hue. Hubungan yang tidak signifikan dapat terjadi karena densitas *zooxanthellae* lebih baik dilihat pada karang *Acropora* dibandingkan dengan karang *massive* karena bentuk *Acropora* yang mudah dipatahkan untuk diambil. Sedangkan foto untuk hue lebih baik dilihat pada karang *massive* karena dapat terlihat semua dibandingkan karang *Acropora* yang dimungkinkan tidak terlihat seluruh bagiannya. Menurut Morton, *et. al.* (2009), nilai koefisien korelasi 0-0,2 mempunyai derajat asosiasi tak signifikan.

Hubungan densitas *zooxanthellae* dan nilai hue berkaitan dengan intensitas cahaya. Intensitas cahaya yang masuk ke perairan akan digunakan oleh *zooxanthellae* untuk melakukan proses fisiologi dan adaptasi. Banyak sedikitnya cahaya akan mempengaruhi kehidupan karang. Cahaya matahari yang masuk ke perairan tidak semua diserap oleh *zooxanthellae*. Pigmen-pigmen yang terdapat di *zooxanthellae* memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap cahaya. Menurut Govindjee dan Braun (1974) dalam Sunarto (2008), menyatakan bahwa aksi pertama pada proses fotosintesis adalah mengabsorpsi cahaya. Tidak semua radiasi elektromagnetik yang jatuh pada tumbuhan yang berfotosintesis dapat diserap, tetapi hanya cahaya tampak (*visible light*) yang

memiliki panjang gelombang berkisar antara 400 sampai 720 nm yang diabsorpsi dan digunakan untuk fotosintesis.

Intensitas cahaya yang masuk ke perairan akan menyebabkan kualitas dari perekaman menggunakan foto untuk nilai hue. Warna karang salah satunya disebabkan karena adanya *zooxanthellae*. Masuknya cahaya matahari ke perairan melalui beberapa proses sehingga cahaya yang terekam di kamera dipengaruhi oleh cahaya yang dapat masuk ke perairan dan membantu memperlihatkan karang. Namun peranan cahaya dalam perekaman gambar sangat berpengaruh. Menurut Sunarto (2008), Spektrum cahaya yang memasuki air akan diabsorpsi dan direfleksikan. Absorpsi terhadap cahaya dilakukan oleh molekul-molekul air sendiri dan oleh bahan-bahan yang terkandung didalamnya seperti bahan terlarut dan bahan tersuspensi terutama plankton. Cahaya yang diserap/diabsorpsi akan dirubah menjadi energi bahang. Cahaya yang diabsorpsi energinya berkurang dan daya tembusnya menurun secara gradual berdasarkan kedalaman. Cahaya juga akan direfleksikan kembali apabila memasuki air. Refleksi pada perairan alami sangatlah kompleks dan refleksi kompleks kesegala arah dikenal dengan istilah *scattering*. Spektrum warna cahaya matahari yang direfleksikan akan memberi warna dari air itu sendiri. Warna yang diserap tidak akan tampak pada air sebaliknya warna yang direfleksikan akan tampak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kesimpulan yang dapat diperoleh adalah:

Ekosistem terumbu karang dengan pemanfaatan dan kedalaman yang berbeda di beberapa lokasi sampling (stasiun) mempengaruhi densitas *zooxanthellae* dan nilai *hue*. Densitas *zooxanthellae* pada kedalaman satu berkisar antara $5,07.10^6 - 7,74.10^6$ sel/cm² lebih besar dari kedalaman dua yang berkisar antara $4,41.10^6 - 6,06.10^6$ sel/cm². Nilai *hue* pada kedalaman satu berkisar antara $35,8^0 - 45,28^0$ lebih kecil dari kedalaman dua yang berkisar antara $39,72^0 - 45,72^0$. Hal tersebut dikarenakan adanya faktor cahaya, jenis karang dan kondisi lingkungan. Lokasi sampling mempengaruhi densitas *zooxanthellae* dan nilai *hue*. Densitas *zooxanthellae* tertinggi pada stasiun tiga, sedangkan yang terendah di stasiun satu. Nilai *hue* tertinggi di stasiun satu, sedangkan yang terendah di stasiun 2. Densitas *zooxanthellae* dengan nilai *hue* pada stasiun 1, 2 dan 3 kedalaman 1 dan 2 mempunyai nilai korelasi yang tidak signifikan dimana tidak terdapat hubungan yang nyata, nilai *hue* mempunyai kecenderungan menurun dengan meningkatnya densitas *zooxanthellae*.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Balai Taman Nasional Karimunjawa yang telah memberikan izin untuk melaksanakan kegiatan penelitian. Bapak Prof. Dr. Ir. Sahala Hutabarat, M. Sc, Dr. Ir. Bapak Agung Suryanto, M. S. dan Ibu Dr. Ir. Suryanti, M. Pi selaku penguji. Ibu Churun Ain, S. Pi. M. Si selaku panitia ujian akhir program.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhari, M. Y. M. 2012. Teknik Perbedaan Warna Daun Mangrove Menggunakan Nilai Hue di Pulau Kemujan, Balai Taman Nasional Karimunjawa, Jepara, Jawa Tengah. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Balai Taman Nasional Karimunjawa. 2012. Ringkasan Eksekutif Zonasi Taman Nasional Karimunjawa Tahun 2012. Semarang.
- _____. 2013. Laporan Kajian Dampak Wisata terhadap Ekosistem Terumbu Karang di Taman Nasional Karimunjawa. Semarang.
- English, S. C. Wilkinson dan V. Baker. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*. Australian Institut of Marine Science. Townsville. 34-80 p.
- Haruddin. A., E. Purwanto, S. Budiastuti. 2001. Dampak Kerusakan Ekosistem Terumbu Karang terhadap Hasil Penangkapan Ikan oleh Nelayan secara Tradisional di Pulau Siompu Kabupaten Buton Propinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ekosains*. 3(3) : 29-41.
- Hikmah, R. 2009. Kerusakan Terumbu Karang di Kepulauan Karimunjawa. Universitas Indonesia [Skripsi]. Depok. 135 hlm.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Komputer, W. 2009. Solusi Mudah dan Cepat Menguasai SPSS 17.0 untuk Pengolahan Data Statistik. Elek Media Komputindo. Jakarta.
- Nganro, N. R. 2009. Metoda Ekotoksikologi Perairan Laut Terumbu Karang [Monograf]. Institut Teknologi Bandung, Bandung, 93 hlm.
- Nybakken, J.W. 1982. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 458 hlm. (diterjemahkan oleh M. Eidman, Koesoebiono, D.G Bengen, M. Hutomo dan S. Sukardjo).
- Paramitha, C. 2012. Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfor di Polip Karang *Porites* sp. dengan Densitas *Zooxanthellae* di Perairan Terumbu Karang Pulau Panjang, Jepara [Skripsi]. Universitas Diponegoro. Semarang.



- Riyadi, A., L. Lestario dan K. Wibowo. 2005. Kajian Kualitas Perairan Laut Kota Semarang dan Kelayakannya untuk Budidaya Laut. *Teknologi Lingkungan P3TL-BPPT*. 6(3):497-501.
- Rudi, E. 2010. Tutupan Karang Keras dan Distribusi Karang Indikator di Perairan Aceh Bagian Utara. *Jurnal Biospecies*. 2(2):1-7.
- Samidjan, I. 2011. Budidaya Juvenil Karang Berbasis Penggunaan Terumbu Karang Buatan sebagai Upaya Konservasi di Perairan Kepulauan Karimunjawa, Jepara.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian Ed 1. Kanisius, Yogyakarta, 277 hlm.
- Septyadi, K. A. N. Widyorini dan Ruswahyuni. 2013. Analisis Perbedaan Morfologi dan Kelimpahan Karang pada Daerah Rataan Terumbu (*Reef Flate*) dengan Daerah Tubir (*Reef Slope*) di Pulau Panjang, Jepara. *Jurnal Maquares*. 2(3):258-264.
- Soebhakti, H. 2011. Pengukuran Jarak Berdasarkan Ekstraksi Nilai *Hue* Pada Citra *Depth* Menggunakan Sensor Kinect. Politeknik Negeri Batam. Batam.
- Sorokin, Y. I. 1993. *Coral Reef Ecology*. Springer-Verlag, Berlin Verlag, 465p.
- Sudjana. 1992. *Metoda Statistika Ed I*. Tarsito, Bandung, 508 hlm.
- Sunarto. 2008. Penyediaan Energi Karbon dalam Simbiosis Coral-Alga [Karya Ilmiah]. Universitas Padjadjaran. Bandung. 23 hlm.
- Supriharyono. 2000. *Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang*. Djambatan, Jakarta, 108 hlm.
- Suryanti, Supriharyono dan Y. Roslinawati. 2011. Pengaruh Kedalaman terhadap Morfologi Karang di Pulau Cemara Kecil, Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Sainstek Perikanan*. 7(1):63-69.
- Titlyanov, E.A., Titlyanova, T.V., Yamazato K., R. van Woesik. 1996. *Photo-Acclimation Dynamics of the Coral Stylophora pistillata to Low and Extremely Low Light*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*., 139:167-178.