

**Pengaruh Asidifikasi Terhadap Densitas *Zooxanthellae* dan Kelulushidupan Karang *Acropora* sp. dalam Skala Laboratorium**

*Effect of Acidification on Zooxanthellae Density and Survival of Acropora sp. Corals in Laboratory Scale*

Nur Hidayah, Pujiono Wahyu Purnomo, Diah Ayuningrum<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

Departemen Sumberdaya Akuatik Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275

Email : [diahayuningrum21@lecturer.undip.ac.id](mailto:diahayuningrum21@lecturer.undip.ac.id)

**ABSTRAK**

Asidifikasi atau pengasaman laut merupakan peristiwa menurunnya pH air laut disebabkan karena penyerapan karbondioksida ke atmosfer. Ketika karbondioksida di atmosfer meningkat, lautan akan menyerapnya dan mengubah menjadi asam karbon. pH air laut yang menurun akan mempengaruhi kelangsungan hidup karang dan dapat menyebabkan kematian hewan karang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pH terhadap densitas *zooxanthellae* serta hubungannya dengan fotosintesis dan respirasi. Penelitian dilaksanakan pada November-Desember 2019 di Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai Universitas Diponegoro Jepara. Penelitian menggunakan metode eksperimental. Spesimen karang yang digunakan adalah *Acropora* sp. yang diambil dari perairan Pulau Panjang Jepara. Perlakuan pH pada penelitian ini adalah dengan konsentrasi pH 5; pH 7 dan pH 9 pada media akuarium pemeliharaan. Pengamatan dilakukan pada interval waktu ke 0, 4, 8 dan 12 hari. Parameter utama dalam penelitian ini adalah densitas *zooxanthellae*, fotosintesis, respirasi dan kualitas air pendukung. Hasil penelitian menunjukkan densitas *zooxanthellae* mengalami penurunan pada pH 5 sebanyak 272.972 sel/cm, pada pH 7 sebanyak 252.426 sel/cm dan pada pH 9 sebanyak 258.347 sel/cm. Penurunan densitas *zooxanthellae* tertinggi pada pH 5 atau asam dan terendah pada pH 7 atau netral. Nilai fotosintesis dan respirasi densitas *zooxanthellae* terhadap pH 5, pH 7 dan pH 9 adalah  $7,89 \times 10^{-4}$  mgC/L/jam dan  $1,02 \times 10^{-14}$  mgC/L/jam.

**Kata Kunci:** *Acropora* sp.; Asidifikasi; *bleaching*; *purposive random sampling*; *zooxanthellae*.

**ABSTRACT**

*Acidification of the ocean is an event that decreases the pH of seawater due to the absorption of carbon dioxide into the atmosphere. When carbon dioxide in the atmosphere increases, the oceans will absorb and convert it into carbonic acid. So that the pH decreases. Decreasing sea water pH will affect to coral survival and can cause the death of coral animals. The aim of this research were to determine the effect of pH on the density of zooxanthellae and its relationship with photosynthesis and respiration. The research was carried out in November-December 2019 at the Laboratory of Coastal Development, Diponegoro University, Jepara. This research used an experimental method. The coral specimens used *Acropora* sp. that were taken from the waters of Panjang Island, Jepara. The pH treatment in this study was applied with a concentration of pH 5; pH 7 and pH 9 in the aquarium maintenance media. Observations were made using time intervals of 0, 4, 8 and 12 days. The main parameters in this study were density zooxanthellae, photosynthesis, respiration and supporting water quality. The results showed that the density of Zooxanthellae decreased at pH 5 as much as 272,972 cells / cm, 252,426 cells / cm and 258,347 cells / cm respectively. The highest reduction in Zooxanthellae density at pH 5 or acidic and the lowest at pH 7 or neutral. The value of photosynthesis and respiration density of zooxanthellae against pH 5, 7 dan 9 was obtained  $7,89 \times 10^{-4}$  mgC/L/h dan  $1,02 \times 10^{-14}$  mgC/L/h.*

**Keywords:** *Acidification*; *Acropora* sp.; *bleaching*; *purposive random sampling*; *zooxanthellae*.

**PENDAHULUAN**

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem laut yang terdiri dari sekelompok binatang karang dan membentuk struktur kalsium karbonat semacam batu kapur. Ekosistem terumbu karang berperan secara langsung dan tidak langsung bagi kelangsungan hidup lingkungannya. Kegiatan objek wisata bahari, sarana pendidikan, penelitian dan farmasi merupakan contoh peran langsung terumbu karang, sedangkan peran tidak langsung yaitu sebagai tempat habitat biota, tempat pemijahan dan pembesaran, tempat mencari makan bagi biota laut. Hal ini dapat diperkuat oleh Nurman *et al.*, (2017) bahwa peranan terumbu karang secara tak langsung yaitu sebagai pelindung pantai dari degradasi dan abrasi, pemecah gelombang, sumber keanekaragaman hayati meliputi tempat pembesaran, tempat mencari makan serta tempat pemijahan bagi biota terumbu karang. Selain itu, juga merupakan sumber plasma nutfah di lautan.

Asidifikasi atau pengasaman laut merupakan peristiwa dimana kadar pH air laut menurun yang disebabkan terjadi penyerapan karbondioksida ke atmosfer (Lenton *et al.*, 2018). Sumber utama karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) selain dari atmosfer juga melalui buangan bahan organik dari daratan. Bahan organik tersebut akan diurai oleh bakteri-bakteri tertentu dan akan menghasilkan gas karbondioksida. Keadaan ini selanjutnya akan merubah keseimbangan kimiawi air laut karena tingkat karbondioksida yang tinggi dan pH air laut yang rendah. Tingginya konsentrasi karbondioksida di perairan akan menyebabkan penurunan derajat keasaman (pH) perairan atau yang dikenal dengan *Ocean Acidification*. Perubahan kimia laut berdampak secara signifikan pada ekosistem laut termasuk fekunditas, pertumbuhan dan fisiologi, komposisi dan spesies, distribusi, struktur jaringan makanan dan ketersediaan nutrisi (Lenton *et al.*, 2018)

*Zooxanthellae* merupakan jenis *dinoflagellata* yang berasal dari genus *Symbiodinium*. *zooxanthellae* memberikan nutrisi pada karang yang berupa asam amino, asam lemak dan glukosa. *Zooxanthellae* juga berperan untuk membantu hewan karang memproduksi rangka kalsium karbonat (Widiarti *et al.*, 2014)

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh asidifikasi terhadap perubahan densitas *zooxanthellae*, fotosintesis dan respirasi karang *Acropora* sp. dan serta terhadap kelulushidupan karang *Acropora* sp.

## METODE PENELITIAN

### Materi

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *zooxanthellae* pada polip karang *Acropora* sp. dan beberapa variabel kualitas perairan. Alat lapangan yang digunakan pada sampling lapangan adalah snorkel dan masker, GPS, pH meter, thermometer dan refraktometer. Alat yang digunakan pada penelitian di laboratorium adalah *haemocytometer*, *centrifuge*, mikroskop, DO meter, pipet tetes, toples gelap dan toples terang, aerator, akuarium, mortar dan alu. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah fragmen karang *Acropora* sp. dan air laut. Bahan kimia yang digunakan adalah Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), HCl, Natrium hidroksida (NaOH dalam KI), Mangan Sulfat ( $\text{MnSO}_4$ ), Natrium tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,025 N dan amilum. Serta dibutuhkan aquades, alkohol, aluminium foil dan kertas milimeter blok.

### Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, dengan tujuan untuk pengaruh pH terhadap densitas *zooxanthellae* karang genus *Acropora*.

### Pengambilan Sampel

Penelitian dilakukan pada bulan November – Desember 2019. Metode pengambilan sampel karang menggunakan *purposive random sampling* yaitu pengambilan sampel karang dilakukan pada titik yang terdapat karang di sekitar titik koordinat penelitian. Sedangkan metode penelitian dilakukan dengan metode eksperimental. Metode eksperimental merupakan metode yang dilakukan dengan menggunakan suatu percobaan atau proses. Metode eksperimental adalah suatu metode dengan melakukan percobaan yang sengaja dirancang dan terencana untuk dapat membuktikan kebenaran suatu teori dengan menggunakan cara yang sistematis (Rismawati *et al.*, 2016).

### Pengambilan Data Lapangan

Pengambilan data lapangan meliputi pengambilan data kualitas perairan dan pengambilan sampel karang. Parameter kualitas perairan tersebut meliputi salinitas, suhu, oksigen terlarut (DO), dan pH. Sampel karang diambil pada bagian selatan Pulau Panjang yang berada disekitar titik koordinat penelitian yaitu S  $06^\circ 34' 36.4''$  dan E  $110^\circ 37' 51.1''$  (Gambar 6). Sampel karang yang diambil berjumlah 30 koloni karang *Acropora* sp. yang berukuran tinggi 10-12 cm. Sampel diambil dan diangkat dari perairan dengan menggunakan toples yang berisi air laut kemudian langsung dimasukkan ke dalam *coolbox* berisi air laut yang bertujuan agar karang tidak mati ketika dibawa ke *hatchery* LPWP untuk selanjutnya dilakukan aklimatisasi dan dilanjutkan pengujian serta pengamatan.

### Perlakuan Pengaruh pH terhadap Sampel Karang

Proses penelitian dengan memberikan perlakuan pH yang dilarutkan pada media pemeliharaan *Acropora* sp. Perlakuan pH tersebut antara lain:

Perlakuan A = pH 5 (asam)

Perlakuan B = pH 7 (netral)

Perlakuan C = pH 9 (basa)

Pembuatan perlakuan pH dengan menyiapkan 3 buah akuarium berukuran 40 x 30 x 25 cm yakni dengan variasi pH 5, 7 dan 9. Akuarium diisi dengan air laut yang terfilter kurang lebih sebanyak 25 Liter untuk setiap akuarium. Air laut terfilter diambil dari air laut Laboratorium LPWP Jepara yang telah dilakukan penyaringan. Pada media penelitian dipasangkan aerator untuk menjaga kualitas air. Untuk menurunkan pH air laut digunakan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Bahan tersebut dimasukkan kedalam media dengan menggunakan pipet tetes kemudian diaduk agar tercampur merata, kemudian setelah beberapa menit diukur pH-nya untuk memastikan nilai pH dari perlakuan tersebut (Rukminasari *et al.*, 2014).

### Pengamatan dan Perhitungan Densitas *Zooxanthellae*

Pengamatan dan penghitungan densitas *Zooxanthellae* dilakukan dalam interval waktu 0, 4, 8 dan 12 hari bersamaan dengan kualitas air akuarium perlakuan. Pengamatan dan penghitungan sampel karang dilakukan dengan konsentrasi *Zooxanthellae* dengan menggunakan alat *Haemocytometer* dan diamati dibawah mikroskop. Menurut Nordemar *et al.*, (2013) spesimen karang *Acropora* sp. diambil dengan luas sekitar 5 – 10 cm kemudian dicacah menggunakan mortal dan alu sampai potongan karang hancur dan *Zooxanthellae* lepas. Kemudian diletakkan dalam tabung reaksi dan dihomogenisasi dengan 10 ml aquadest. Dipindahkan ke dalam botol sampel untuk dihomogenisasikan menggunakan alat *centrifuges* berkecepatan 2500 – 3000 rpm selama 10 menit. Pengamatan awal dilakukan untuk memperkirakan sel terlalu sukar dihitung dan diperlukan

pengenceran atau tidak. Apabila sel banyak dan bertumpuk maka perhitungan tidak akurat sehingga diperlukan pengenceran dan dihitung specimen pada 4 kotak sedang. Hasil penghitungan sel dijumlahkan. Apabila dilakukan pengenceran jumlah sel/ml dikali dengan faktor pengenceran.

Menurut Effendi dan Aunurohim (2013), densitas *Zooxanthellae* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

D = Densitas *Zooxanthellae*

Q = Jumlah Perhitungan Sel

P = Pengenceran

10000 = konversi 0.1 mm<sup>3</sup> menjadi 1 cm<sup>3</sup>

L = Luas Fragmen Karang

Untuk mengetahui laju pelepasan *Zooxanthellae* maka dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\sum \text{Densitas awal} - \sum \text{Densitas akhir}}{t \text{ inkubasi}}$$

### Pengukuran Luas Permukaan Karang

Perhitungan luas permukaan karang menggunakan metode Marsh (1970). Langkah pertama adalah fragmen karang dibungkus dengan menggunakan aluminium foil dan selanjutnya aluminium foil tersebut dilepaskan dan diletakkan diatas millimeter blok, luas fragmen karang dihitung lalu menimbanginya. Hasil timbangan tersebut dikonversi dalam satuan cm<sup>2</sup> (Veal, 2010). Cara mendapatkan nilai konversi luas dengan berat yaitu mengukur aluminium foil berukuran 5x5cm berarti luasnya 25 cm. setelah itu menimbang aluminium tersebut dan didapatkan hasil 0,09 gram.

### Pengukuran Kualitas Air

Kualitas air pada akuarium perlakuan diukur dan diamati. Variabel kualitas air yang diukur adalah DO (*Dissolved Oxygen*), salinitas, suhu dan pH. Pengukuran kualitas air dilakukan pada hari ke 0, 4, 8 dan 12. Untuk mengontrol kualitas air agar tetap optimal dilakukan setiap hari selama waktu penelitian (12 hari). Kualitas air akuarium yang terkontrol yaitu salinitas dan suhu. Selama pengukuran kualitas air, dilakukan pergantian air apabila kualitas air mengalami perubahan drastis pada setiap akuarium perlakuan. Apabila nilai salinitas pada akuarium terlalu tinggi maka ditambah dengan aquades hingga salinitas menjadi 30-31‰, sedangkan apabila suhu akuarium yang didapat terlalu tinggi ditambah dengan air es hingga suhu menjadi normal.

### Pengukuran Fotosintesis dan Respirasi

Pengukuran fotosintesis dan respirasi dilakukan dengan cara menginkubasi karang dari setiap akuarium perlakuan. Inkubasi karang dilakukan didalam toples yang terdiri dari toples terang dan toples gelap. Masing-masing toples diisi dengan karang dari masing-masing akuarium uji dan diisi dengan air laut yang sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Inkubasi dilakukan selama 4 jam dibawah sinar matahari. Setelah proses inkubasi, akan diukur nilai NPP (*Net Primary Production*) dan respirasi. Rumus untuk menghitung nilai NPP dan Respirasi (Fahmi dan Setyono, 2015) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{NPP} &= 0.375 (LB - IB / N \times PQ) 1000 \\ \text{Respirasi} &= 0.375 (IB - DB / N \times PQ) \times RQ \times 1000 \end{aligned}$$

Keterangan:

NPP = *Net Primary Production*

LB = Botol Terang (setelah inkubasi)

DB = Botol Gelap (setelah inkubasi)

IB = Kandungan O<sub>2</sub> awal sebelum inkubasi

PQ = *Photosynthesis Quotient* = 1,2

RQ = *Respiration Quotient* = 1

N = Lama inkubasi (4 jam)

### Pengolahan dan Analisis Data

Data densitas *zooxanthellae* dari sampel karang *Acropora* sp. diperoleh dengan menghitung jumlah sel yang ditemukan. Kelimpahan sel disajikan dalam bentuk tabel dan histogram atau grafik. Data dianalisis dengan uji regresi linear sederhana menggunakan *Microsoft Excel*. Menurut Hartono (2008) bahwa uji regresi linear sederhana digunakan untuk memprediksi pengaruh variabel bebas (pH) terhadap variabel terikat (densitas *zooxanthellae* pada sampel karang). Analisis uji ANOVA *Post-Hoc Test* (Uji Lanjut) untuk mengetahui perbedaan yang signifikan dari perlakuan yang diberikan menggunakan IBM SPSS Statistics 20. Hasil akhir dari analisis ANOVA adalah F test atau F hitung. Nilai F hitung selanjutnya dibandingkan dengan nilai F tabel. F hitung lebih dari F tabel, sehingga dapat disimpulkan bahwa H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>1</sub> diterima yang menunjukkan ada perbedaan signifikan pada semua kelompok.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

**Gambaran Umum Lokasi**

Pengambilan sampel karang penelitian dilakukan dengan kegiatan *snorkeling* pada titik S 06° 34'36.4" dan E 110°37'51.1" yang berada di Pulau Panjang, Jepara, Jawa Tengah. Sampel karang yang diambil yaitu jenis *Acropora* sp. Berdasarkan dari segi zonasi karang dilokasi penelitian tersebut diketahui bahwa sampel karang yang diambil adalah tipe terumbu karang tepi (*fringing reef*), yaitu terumbu karang yang tumbuh relatif tidak jauh dari garis pantai. Struktur dan komposisi komunitas karang pada kawasan penelitian terdiri dari *Inner zone* atau zona bersubstrat pasir dan pecahan karang dan *mixed coral zone* yaitu campuran karang dari jenis *Acropora* sp, *Favia* dan *Favites abtida*.

**Perubahan Densitas *Zooxanthellae***

Densitas *Zooxanthellae* mengalami penurunan. Hal ini merupakan lepasnya *Zooxanthellae* dari sel inangnya dan indikasi bahwa karang tersebut mengalami tekanan atau stress akibat perlakuan yang diberikan sehingga akhirnya melepaskan simbiotiknya. Menurut Zamani (1995) bahwa *bleaching* juga terjadi karena kurangnya simbiosis antara *Zooxanthellae* dan jaringan inang.

**Tabel 1.** Perhitungan Densitas *Zooxanthellae* (sel/cm<sup>2</sup>) pada Media Perlakuan pH

No.	Perlakuan	Ulangan	Densitas <i>Zooxanthellae</i> (sel/cm <sup>2</sup> ) pada hari ke			
			0	4	8	12
1.	pH 5	1	5.620.000	4.736.364	3.775.000	2.307.692
		2	5.760.000	4.536.364	3.700.000	2.392.308
2.	pH 7	1	7.950.000	6.672.727	5.825.000	4.184.615
		2	7.860.000	6.745.455	5.725.000	4.515.385
3.	pH 9	1	6.890.000	5.990.909	4.975.000	3.853.846
		2	7.010.000	5.845.455	4.816.667	3.838.462

Penurunan densitas *zooxanthellae* tertinggi pada pH 5 dan pH 9. Pada media perlakuan pH 5, keadaan awal densitas *Zooxanthellae* adalah 5.620.000 sel/cm menjadi 2.307.692 sel/cm dan mengalami penurunan sebanyak 272.972 sel/cm. Pada pH 7 keadaan awal densitas *Zooxanthellae* adalah 7.950.000 menjadi 4.776.923 sel/cm dan mengalami penurunan sebanyak 252.426 sel/cm. Pada pH 9 keadaan awal densitas *Zooxanthellae* adalah 7.020.000 sel/cm menjadi 3.838.462 sel/cm dan mengalami penurunan sebanyak 258.347 sel/cm.

**Pengaruh pH Terhadap Fotosintesis (*Net Primary Production*)**

Perhitungan nilai fotosintesis dapat dilihat pada tabel hasil yang ditunjukkan pada Tabel 2 sebagai berikut:

**Tabel 2.** Perhitungan Fotosintesis pada Media Perlakuan pH

No.	Perlakuan	Ulangan	Fotosintesis pada hari ke-			
			0	4	8	12
1.	pH 5	1	62,50	46,88	31,25	15,63
		2	60,94	46,09	35,16	19,53
2.	pH 7	1	109,38	93,75	86,72	71,88
		2	117,19	93,75	71,09	64,06
3.	pH 9	1	92,97	54,69	31,25	21,09
		2	85,94	50,78	31,25	21,88

Berdasarkan hasil pengukuran fotosintesis yang telah dilakukan pada hari ke 0, hari ke 4, hari ke 8 dan hari ke 12 pada media perlakuan pH 5, pH 7 dan pH 9 menunjukkan bahwa nilai fotosintesis mengalami penurunan secara drastis. Hasil uji *post hoc* pengaruh konsentrasi pH dan waktu terhadap fotosintesis ditunjukkan pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** Pengaruh Konsentrasi pH dan Waktu terhadap Fotosintesis (NPP)

Analisis	Df	Mean Square	F	Sig.
Konsentrasi pH	2	5380.113	11.172	.000
Waktu	3	9078.798	16.934	.000
Konsentrasi pH * Waktu	6	4700.815	8.605	.002

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa angka signifikansi konsentrasi pH sebesar 0,000 dan signifikansi waktu sebesar 0,000. Angka signifikansi ini lebih kecil dari taraf kepercayaan yaitu 0,05. Hal ini menyatakan bahwa terdapat perbedaan nilai fotosintesis berdasarkan konsentrasi pH yang diberikan dan lama waktu yang digunakan. Adapun nilai signifikansi konsentrasi pH dengan waktu sebesar 0,002 yang menyatakan lebih kecil dari taraf kepercayaan, sehingga disimpulkan terdapat interaksi antara konsentrasi pH dan waktu dalam menentukan nilai fotosintesis (NPP).

**Pengaruh pH Terhadap Respirasi**

Perhitungan nilai respirasi dapat dilihat pada tabel hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut:

**Tabel 4.** Perhitungan Respirasi pada Media Perlakuan pH

No.	Perlakuan	Ulangan	Respirasi pada hari ke-			
			0	4	8	12
1.	pH 5	1	46,88	54,69	78,13	85,94
		2	50,78	62,50	78,13	82,03
2.	pH 7	1	15,63	23,44	30,47	45,31
		2	15,63	23,44	30,47	37,50
3.	pH 9	1	39,06	46,88	54,69	78,13
		2	35,16	37,50	57,03	74,22

Berdasarkan hasil pengukuran respirasi yang telah dilakukan pada media perlakuan pH 5, pH 7 dan pH 9 pada hari ke 0, hari ke 4, hari ke 8 dan hari ke 12, menunjukkan nilai respirasi mengalami kenaikan.

Uji lanjut (uji *Post hoc*) pengaruh perlakuan pH dan waktu terhadap respirasi ditunjukkan pada Tabel 5 sebagai berikut ini:

**Tabel 5.** Pengaruh Konsentrasi pH dan Waktu Terhadap Respirasi

Analisis	Df	Mean Square	F	Sig.
Konsentrasi pH	2	846.956	1.882	.004
Waktu	3	3858.322	12.321	.002
Konsentrasi pH * Waktu	2	2352.639	8.177	.002

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5. dapat diketahui bahwa angka signifikansi konsentrasi pH sebesar 0,004 dan signifikansi waktu sebesar 0,002. Angka signifikansi ini lebih kecil dari taraf kepercayaan yaitu 0,05. Hal ini menyatakan bahwa terdapat perbedaan nilai respirasi berdasarkan konsentrasi pH yang diberikan dan lama waktu yang digunakan. Adapun nilai signifikansi konsentrasi pH dengan waktu yaitu sebesar 0,002 yang menyatakan lebih kecil dari taraf kepercayaan, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat interaksi antara konsentrasi pH dan waktu dalam menentukan nilai respirasi pada media perlakuan.

**Pengaruh Densitas *Zooxanthellae* Terhadap Fotosintesis dan Respirasi**

Berdasarkan hasil pengukuran fotosintesis dan respirasi yang telah dilakukan pada media perlakuan pH 5, pH 7 dan pH 9 pada hari ke 0, hari ke 4, hari ke 8 dan hari ke 12 yang disajikan pada tabel 2 dan tabel 4, dapat diketahui bahwa densitas *Zooxanthellae* berpengaruh terhadap nilai fotosintesis dan respirasi. Semakin rendah densitas *Zooxanthellae*, maka nilai fotosintesis semakin rendah namun nilai respirasi semakin meningkat.

Hasil analisis regresi sederhana antara densitas *Zooxanthellae* terhadap fotosintesis dan respirasi pada Lampiran 6 dan Lampiran 7 diperoleh angka p *value* yaitu 7,89 x 10<sup>-4</sup> dan 1,02 x 10<sup>-14</sup> sehingga dapat diketahui hipotesis adalah H0 ditolak dan H1 diterima, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh secara signifikan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Hal ini karena kedua angka p *value* lebih kecil dari taraf kepercayaan yang bernilai 0,05.

**Kualitas Air**

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas air yang telah dilakukan pada masing-masing media akuarium perlakuan pH, dapat diperoleh nilai oksigen terlarut (DO), suhu dan salinitas yang diamati selama waktu penelitian yaitu 12 hari. Nilai yang diperoleh pada setiap variabel masih menunjukkan nilai optimum bagi karang.

Hasil pengukuran kualitas air pada media perlakuan pH ditunjukkan pada Tabel 6. sebagai berikut:

**Tabel 6.** Kualitas Air pada Media Pemeliharaan Karang

Hari ke -	Parameter Kualitas Air pada Media Pemeliharaan								
	DO			Suhu			Salinitas		
	5	7	9	5	7	9	5	7	9
1	3,50	4,50	4,00	30	30	30	30	30	30
2	3,45	4,45	3,95	29	29	30	30	30	30
3	3,40	4,40	3,80	29	29	29	31	31	31
4	3,35	4,20	3,76	29	28	28	31	30	30
5	3,30	4,15	3,65	30	29	29	30	31	30
6	3,20	4,00	3,55	29	29	29	30	30	30
7	3,15	3,95	3,50	29	29	29	30	30	31
8	3,10	3,87	3,40	30	29	29	30	31	31
9	3,09	3,65	3,35	29	29	29	31	31	31
10	3,05	3,55	3,30	29	29	29	30	30	31
11	3,02	3,50	3,25	29	29	29	30	30	30
12	3,00	3,40	3,15	30	30	29	30	30	30

**Pembahasan**

Perlakuan pH yang berbeda mampu membuat karang mengalami *bleaching*. *Bleaching* ditandai dengan memudarnya warna terumbu karang dari cerah menjadi memutih (Suharsono, 1998). *Bleaching* disebabkan oleh berkurangnya kepadatan densitas *Zooxanthellae* yang keluar dari tubuh inang karena pengaruh kualitas air pada media perlakuan yang diberikan. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan mengganggu metabolisme dan respirasi pada terumbu karang. pH air laut yang sangat asam maupun sangat basa mampu menyebabkan karang menjadi keropos. Karang yang sudah keropos akan sangat sulit untuk kembali seperti kondisi awal walaupun pH perairan sudah dalam

kondisi normal (Nababan, 2010). Oleh sebab itu, pH normal dibutuhkan dalam mendukung pertumbuhan terumbu karang pada perairan.

Menurut Odum (1971) dalam Hamuna *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa batas aman nilai pH dalam perairan yaitu antara 6,5 – 8,0 untuk kehidupan organisme perairan yang ada didalamnya. Karang akan terjadi pertumbuhan yang baik pada kisaran pH 7 – 8.3 dan pada nutrisi yang tinggi (Atkinson *et al.*, 1995 dalam Muhlis 2011). Menurut Barus (2004) yang menyatakan bahwa nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme laut biasanya kisaran 7 – 8,5. Perairan yang sangat asam maupun basa akan menyebabkan gangguan proses metabolisme dan respirasi.

Laju fotosintesis yang menurun akan menghambat laju kalsifikasi atau produksi kapur pada *Zooxanthellae*. Hal ini akan menyebabkan pertumbuhan karang menjadi lambat. Menurut Dahuri (2003) dalam Latuconsina (2010) bahwa peningkatan kadar karbondioksida di atmosfer, mempengaruhi penurunan pH dan konsentrasi ion karbonat sehingga menyebabkan produksi kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) menurun. Selain itu, kadar karbondioksida yang meningkat, mampu mengurangi laju kalsifikasi sehingga kemampuan adaptasi karang melemah dan pertumbuhan terhambat.

Pada proses respirasi, karang akan menghasilkan karbondioksida. Karbondioksida yang tinggi akan menyebabkan kerusakan pada terumbu karang. Karang yang berfungsi sebagai inang akan mengalami stress akibat kondisi lingkungan yang tidak mendukung. Sehingga laju fotosintesis dan respirasi terjadi ketidakseimbangan. Menurut Zamani (2012) bahwa densitas *Zooxanthellae* yang menurun dipengaruhi perubahan air pada lingkungannya. Hal ini berdampak pada penurunan laju fotosintesis *Zooxanthellae* dan mengakibatkan kandungan klorofil keluar dari dalam endosimbion. Laju fotosintesis yang menurun menyebabkan peningkatan pelepasan karbon dan eksositososis *Zooxanthellae* dari jaringan endoderm.

Kualitas suhu dan salinitas pada media perlakuan masing-masing pH masih tergolong optimum. Suhu pada media kisaran 28 – 30°C sedangkan salinitas kisaran 30 dan 31‰. Hasil pengukuran oksigen terlarut pada perlakuan pH 5 adalah kisaran 3 – 3,5 mg/L, pada perlakuan pH 7 kisaran 3,4 – 4,5 dan pada perlakuan pH 9 kisaran 3,2 – 4. Kadar oksigen terlarut semakin mengalami penurunan setiap harinya karena proses fotosintesis oleh *zooxanthellae* juga semakin menurun. Menurut Muhlis (2011) bahwa karang masih dapat tumbuh pada kondisi kadar oksigen 3,5 mg/L. Oksigen berasal dari proses difusi dan hasil fotosintesis.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu, asidifikasi sangat berpengaruh terhadap penurunan densitas *Zooxanthellae* pada polip karang. Densitas *Zooxanthellae* akan mempengaruhi fotosintesis dan respirasi. Semakin sedikit densitas *Zooxanthellae* maka fotosintesis yang dihasilkan rendah. Sebaliknya, respirasi semakin tinggi. *Zooxanthellae* juga membantu hewan karang untuk memproduksi rangka kalsium karbonat. Tanpa bantuan dari *zooxanthellae*, karang membutuhkan waktu yang sangat lama untuk memproduksi rangka kalsium karbonat. Karang akan mengalami *bleaching* atau pemudaran warna karena hilangnya *zooxanthellae* dari karang tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur dan terimakasih kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terima kasih pula kepada pihak Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai Jepara Undip yang telah memberikan izin dan segala informasi dalam penelitian ini. Serta kepada seluruh pihak yang membantu selama penelitian dan memberikan semangat untuk terselesainya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barus, T. A. 2004. Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Fakultas MIPA. USU, Medan.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Effendi, F. W dan Anurohim. 2013. Densitas *Zooxanthellae* dan Pertumbuhan Karang *Acropora formosa* dan *Acropora nobilis* di Perairan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya
- Fahmi dan D. E. D Setyono, 2015. Kondisi Lingkungan Pesisir dan Perairan Probolinggo, Jawa Timur. LIPI Press, Jakarta. 190hlm.
- Hamuna, B., R. H. R. Tanjung, Suwito, h. K. Maury dan Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. Jurnal Ilmu Lingkungan. 16 (1) : 35 – 43.
- Latuconsina, H. 2010. Dampak Pemanasan Global Terhadap Ekosistem Pesisir dan lautan. Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan. 3 (1) : 30 – 37.
- Lenton, A., R. J. Matear dan M. Mongin. 2018. Effects of Climate Change on Ocean Acidification Relevant to the Pacific Islands. Science Review. 31 – 42.
- Muhlis. 2011. Ekosistem Terumbu Karang Dan Kondisi Oseanografi Perairan Kawasan Wisata Bahari Lombok. Hayati. 16 : 111–118
- Nababan, T. M. 2010. Persen Tutupan (Percent Cover) Terumbu Karang Hidup Di Bagian Timur Perairan Pulau Rubiah Nanggroe Aceh Darussalam [skripsi]. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, USU.
- Nurman, F. H., B. Sadarun dan R. D. Palupi. 2017. Tingkat Kelangsungan Hidup Karang *Acropora Formosa* Hasil Transplantasi Di Perairan Sawapudo Kecamatan Soropia. Sapa Laut, 2 (4) : 119 – 125

Pengaruh Asidifikasi Terhadap Densitas *Zooxanthellae* dan Kelulushidupan Karang *Acropora* sp. dalam Skala Laboratorium 42

- Nordemar, J., M. Nystrom dan R. Dizon. 2003. Effect of elevated seawater temperature and nitrat enrichment on the branching coral *Porites cylindrica* in the absence of particular food. *Mar. Biol.* 142 : 669-672.
- Rismawati, Ratman dan A. I. Dewi. 2016. Penerapan Metode Eksperimen dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Energi Panas pada Siswa. *Jurnal Kreatif Taduko Oline.* 4 (1) : 199 – 215
- Suharsono, 1998. *Kesadaran Masyarakat Tentang Terumbu Karang (Kerusakan Karang di Indonesia)*. P3O-LIPI. Jakarta
- Widiarti, R., O. Johan dan R. K. Pudjiarto. 2014. Kelimpahan *Zooxanthellae* Pada Koloni Karang *Montipora* Yang Terinfeksi Black Band Disease Dan White Syndrome di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Pertemuan Ilmiah Nasional XI ISOI.
- Zamani, N.P. 2012. Fisiology Adaptation Of Sandy Anemone (*Heteractis malu*) Exposed To Elevated Temperatures: Laboratory Condition. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis.* 4:1.