

Pengaruh Pemberian CO₂ terhadap pH Air pada Pertumbuhan *Caulerpa racemosa* var. *uvifera*

Nor Sa'adah* dan Sekar Widyaningsih

Program Studi Oseanografi, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah
Jl. Arif Rahman Hakim 150 Surabaya 60111
Email: nor.saadah@hangtuah.ac.id

Abstract

The Effect of CO₂ on Water pH to *Caulerpa racemosa* var. *uvifera* Growth

Although in the growing season, seaweed type *Caulerpa racemosa* var. *uvifera* sometimes has not be found in the field due to environmental factors. So seaweed mariculture is urgently needed. This research was aimed to study the impact of providing CO₂ with different duration in the water media on the growth of *C. racemosa* var. *uvifera*. This research was used 5 treatments with 3 repetitions, namely: A (without CO₂ as a control), B (providing CO₂ for 6 hours per day), C (giving CO₂ for 12 minutes per day), D (CO₂ delivery, 18 minutes per day) and E (providing CO₂ for 24 minutes per day). The observed data in the form of wet weight and water quality that were used as maintenance medium. The results showed that providing CO₂ with different duration significantly affected ($P < 0.01$) among treatments. The highest specific growth rate of *C. racemosa* var. *uvifera* was in the B (5.270 +0.022)% per day and the lowest in E (1.908 +0.069)% per day. The CO₂ contents in treatment B ranged from 95.88 to 108.11 with a pH ranging from 7.0 to 8.4 and CO₂ contents in treatment E was 382.87-412.08 with a pH ranging from 6.0 to 8.0.

Keywords: Growth, CO₂, pH, *Caulerpa racemosa*

Abstrak

Rumput laut jenis *Caulerpa racemosa* var. *uvifera* walaupun sudah musimnya tumbuh kadang tidak ditemukan di perairan, karena kondisi lingkungan sangat mempengaruhi. Hal ini mengakibatkan produksi jenis tanaman tersebut langka, sehingga perlu dilakukan budidaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pemberian CO₂ yang berbeda terhadap pH media air pemeliharaan pada pertumbuhan *C. racemosa* var. *uvifera*. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan dengan 3 kali pengulangan, yaitu : A (tanpa CO₂ sebagai kontrol), B (pemberian CO₂ selama 6 menit per hari), C (pemberian CO₂ selama 12 menit per hari), D (pemberian CO₂, 18 menit per hari) dan E (pemberian CO₂ selama 24 menit per hari). Data yang diamati berupa berat basah dan kualitas air yang digunakan sebagai media pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian CO₂ dengan lama waktu yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) antar perlakuan. laju pertumbuhan spesifik *C. racemosa* var. *uvifera* tertinggi pada perlakuan B (5,270+0,022) % per hari dan terendah pada perlakuan E (1,908+0,069) % per hari. CO₂ yang terkandung pada perlakuan B berkisar 95,88-103,11 dengan pH berkisar 7,0-8,4 dan CO₂ pada perlakuan E sebesar 382,87-412,08 dengan pH berkisar 6,0-8,0.

Kata kunci : Pertumbuhan, CO₂, pH, *Caulerpa racemosa*

PENDAHULUAN

Manfaat rumput laut secara langsung dapat digunakan sebagai makanan seperti

sayuran dan secara tidak langsung sebagai bahan dalam industri makanan, kosmetik, farmasi dan industri lainnya (Farid, 2008). Pemanfaatan rumput laut dari tahun ke

tahun semakin meningkat sehingga budidaya menjadi pilihan untuk menanggulangi permintaan produksi dalam jumlah besar dan setiap waktu (Azizah, 2006). Peluang pasar yang tinggi dapat memacu pengembangan budidaya untuk memenuhi permintaan produksi secara terus menerus (Hafting *et al.*, 2012).

Alga hijau khususnya jenis *Caulerpa*, berpotensi dibudidayakan karena telah dikenal serta digemari oleh sebagian masyarakat. Tanaman ini digunakan sebagai sajian atau lalapan tanpa dimasak terlebih dahulu. *Caulerpa racemosa var. uvifera*, saat ini sulit ditemukan di perairan Teluk Awur Jepara karena produksinya musiman. Hal ini mengakibatkan kelangkaan produksi jenis tanaman tersebut, sehingga perlu dilakukan budidaya. Faktor yang berpengaruh terhadap budidaya adalah faktor lingkungan yang meliputi suhu, salinitas, cahaya, CO₂, pH dan nutrisi. Faktor lingkungan terutama CO₂ berpengaruh pada pertumbuhan, karena CO₂ digunakan dalam proses fotosintesis. Diduga sampai saat ini informasi tentang pengaruh lama waktu pemberian CO₂ terhadap pertumbuhan *C. racemosa var. uvifera* masih belum jelas dalam beberapa aspek dasar (Suárez-Álvarez *et al.*, 2012). Beberapa penelitian terdahulu melaporkan bahwa peningkatan kandungan CO₂ dalam perairan akan meningkatkan pertumbuhan rumput laut (Raven, 1997; Gordillo *et al.*, 2001; Zou, 2005). Namun beberapa hasil penelitian justru menunjukkan adanya penurunan pertumbuhan rumput laut (Israel and Hophy, 2002). Sehingga penelitian tentang pengaruh lama pemberian CO₂ yang berbeda terhadap pertumbuhan *C. racemosa var. uvifera* pada media sangat perlu untuk dilakukan.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan adalah rumput laut jenis *C. racemosa var. uvifera*. Yang diperoleh dari perairan Jepara. Rumput laut ini kemudian ditanam pada masing-masing akuarium dengan berat 150 g (Yulianto dan Arfah, 2003).

Media yang digunakan adalah air laut yang sudah diendapkan selama satu hari

satu malam dan dianalisis terlebih dahulu kadar nitrat serta fosfatnya kemudian ditambahkan pupuk urea dan NPK sesuai yang dibutuhkan rumput laut (Alamsjah *et al.*, 2009).

Lampu yang digunakan pada penelitian ini adalah lampu *fluorescent* (CFL) dengan kekuatan \pm 2500 lux, setiap 3 akuarium diberi satu lampu di tengahnya. Perlakuan pada penelitian ini adalah pemberian CO₂ dengan lama waktu yang berbeda pada media pemeliharaan. A (pemeliharaan rumput laut pada media air tanpa pemberian CO₂), Perlakuan B (pemeliharaan rumput laut pada media air dengan pemberian CO₂ selama 6 menit per hari), perlakuan C (pemberian CO₂ selama 12 menit per hari), perlakuan D (pemberian CO₂ selama 18 menit per hari) dan perlakuan E (pemberian CO₂ selama 24 menit per hari). Perlakuan diberikan setiap hari pada waktu bersamaan selama enam minggu. CO₂ yang digunakan berupa gas dalam tabung.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan penelitian tersebut dipilih karena lokasi penempatan akuarium, lokasi pengambilan sampel, jenis sampel dan berat awal sampel adalah sama, sehingga respon yang muncul dan diukur dalam penelitian benar-benar respon dari perlakuan (Alamsjah *et al.*, 2009).

Parameter penelitian yang diukur, adalah pertumbuhan rumput laut (berat) dan pengukuran kualitas air media (CO₂, suhu, salinitas, pH). Pengukuran CO₂, suhu dan salinitas dilakukan setiap hari, sedangkan pH diukur setiap hari dengan selang waktu 2 jam setelah perlakuan. Pengukuran pertumbuhan rumput laut dilakukan pada masing-masing perlakuan setiap minggu sekali selama 6 minggu pemeliharaan (Anggadiredja *et al.*, 2006). Pengukuran pertumbuhan *C. racemosa var. uvifera* dilakukan dengan menggunakan rumus SGR (Supriyatna *et al.*, 2008).

Kandungan CO₂ yang terlarut dalam tiap perlakuan diukur menggunakan metode titrasi karbonat, dengan prosedur sebagai berikut: natrium karbonat (Na₂CO₃) sebagai titran memakai normalitas 0,0454 N yang

dibuat dengan melarutkan 2,407 g berat kering ke dalam 1 L akuades. Indikator PP yang dipakai dibuat dengan melarutkan 0,05 g PP padat kedalam 25 ml alkohol 50 % (Greenberg *et al.*, 1992). Sebanyak 25 ml sampel air perlakuan diuji ada tidaknya kandungan CO₂ dengan cara meneteskan 10 tetes larutan PP. Jika larutan tersebut warnanya menjadi merah muda artinya tidak ada kandungan CO₂ atau kadar CO₂ 0 mg/L. Jika warna larutan tetap jernih maka dilakukan prosedur berikutnya dengan melakukan titrasi menggunakan titran natrium karbonat hingga warnanya berubah menjadi merah muda. Penghitungan kadar CO₂ dilakukan setiap hari setelah pemberian perlakuan pada masing-masing akuarium dengan rumus menurut Greenberg *et al.* (1992).

Hasil pengamatan, dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA), karena untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh pemberian CO₂ dengan lama waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman. Sebelum dilakukan uji ANOVA, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas. Uji tersebut merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi untuk melakukan uji ANOVA dengan mengetahui sifat data tersebut normal dan homogen (Srigandono, 1981).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rerata berat basah rumput laut selama enam minggu, ditunjukkan pada Tabel 1. Dari tabel tersebut terlihat bahwa pemberian CO₂ dapat meningkatkan berat basah rumput laut pada semua perlakuan. Berat basah pada semua perlakuan selama enam minggu berkisar 157,59±0,36 g hingga 217,99±1,94 g. Berat basah pada perlakuan A sebesar 189,58±0,61 g, perlakuan B adalah 214,44±0,61 g, perlakuan C 217,99±1,94 g, perlakuan D 161,15±0,48 g dan perlakuan E sebesar 157,59±0,36 g.

Laju pertumbuhan spesifik (SGR) rumput laut selama enam minggu berkisar 1,908±0,069 % per hari hingga 5,407±0,065 % per hari (Tabel 2). Berdasarkan tabel tersebut laju pertumbuhan spesifik *C. racemosa var. uvifera* menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) yang terjadi antara

perlakuan satu dengan yang lainnya. Perbedaan laju pertumbuhan spesifik ini disebabkan adanya respon dari *C. racemosa var. uvifera* akibat adanya perbedaan lama waktu pemberian CO₂ (Gao *et al.*, 1991; Gao *et al.*, 1993; Suárez-Álvarez *et al.*, 2012; Zou, 2005).

Laju pertumbuhan spesifik *C. racemosa var. uvifera* pada perlakuan C merupakan titik awal penurunan laju pertumbuhan pada rumput laut tersebut, sehingga perlakuan B merupakan pertumbuhan terbaik. Hal ini diduga perlakuan B konsentrasi CO₂ nya sesuai dengan yang dibutuhkan rumput laut untuk tumbuh. Yulianto (2003) dalam Farid (2008), menyatakan *Eucheuma cottonii* dapat tumbuh dengan baik pada konsentrasi CO₂ berkisar 34-56 mg/L, menurut Diaz-Pulido *et al.* (2011), rumput laut tumbuh dengan konsentrasi CO₂ antara 300-1,140 mg/L dan pertumbuhan terbaik pada konsentrasi CO₂ sebesar 560 mg/L. Pada perlakuan B kisaran konsentrasi CO₂ (95,88-103,11 mg/L) tidak sesuai dengan kisaran dari peneliti di atas. Hal ini diduga antar spesies mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menggunakan CO₂.

Kondisi pH pada perlakuan B selama penelitian berkisar 7,0-8,4. Menurut Lobban dan Harrison (1997), rumput laut akan menggunakan CO₂ dalam bentuk CO₂ bebas jika pH perairan <6, jika pH berkisar 6-10 maka CO₂ akan digunakan dalam bentuk bikarbonat (HCO₃⁻), sedangkan pH >10 karbon dalam bentuk ion bikarbonat (CO₃²⁻).

Kisaran suhu perlakuan B (25,5-28 °C) menunjukkan suhu yang cukup baik untuk pertumbuhan rumput laut (Anggadiredja *et al.*, 2006). Salinitas selama penelitian berkisar 34-35 g/L. Berdasarkan pengukuran pH dan salinitas, CO₂ pada perlakuan B berbentuk HCO₃⁻. Hal ini sesuai dengan pendapat Kerby dan Raven 1985 dalam Lobban dan Harrison (1997), bahwa bentuk CO₂ bergantung pada pH dan salinitas, dengan pH 8 dan salinitas 35 g/L hampir 90% CO₂ dalam bentuk HCO₃⁻.

Konsentrasi CO₂ pada perlakuan E nilainya lebih tinggi dibanding perlakuan A,B,C dan D (Tabel 3), oleh karena itu perlakuan E mempunyai laju pertumbuhan terendah (Tabel 2). Kisaran konsentrasi CO₂

Tabel 1. Rerata berat basah (g) *C. racemosa* var. *uvifera* selama penelitian

Perlakuan Pemberian CO ₂	Berat basah (g) <i>C. racemosa</i> var. <i>uvifera</i> setiap minggu						
	Awal (Rerata+SD)	Minggu 1 (Rerata+SD)	Minggu 2 (Rerata+SD)	Minggu 3 (Rerata+SD)	Minggu 4 (Rerata+SD)	Minggu 5 (Rerata+SD)	Minggu 6 (Rerata+SD)
0 menit	150,42±0,13	158,33±0,50	166,62±0,51	171,62±0,39	177,94±0,14	184,26±0,30	189,58±0,61
6 menit	150,36±0,32	160,36±0,54	169,80±0,53	184,33±0,32	194,70±0,02	205,07±0,30	214,44±0,61
12 menit	150,07±0,04	162,94±0,79	170,74±1,08	190,10±1,27	199,73±0,20	209,36±0,87	217,99±1,94
18 menit	150,37±0,23	158,42±0,94	164,22±0,51	163,51±0,45	162,69±0,46	161,87±0,48	161,15±0,48
24 menit	150,46±0,12	156,76±0,64	161,05±0,50	159,98±0,63	158,96±0,39	157,94±0,19	157,59±0,36

Tabel 2. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) (% per hari) *C. racemosa* var. *uvifera* selama 6 minggu

Perlakuan Pemberian CO ₂	Berat Awal (Rerata+SD)	Berat Akhir (Rerata+SD)	SGR (% per hari) (Rerata+SD)
0 menit	150,42±0,13	189,58±0,61	4,257±0,033
6 menit	150,36±0,32	214,44±0,61	5,270±0,022
12 menit	150,07±0,04	217,99±1,94	5,407±0,065
18 menit	150,37±0,23	161,15±0,48	2,322±0,077
24 menit	150,46±0,12	157,59±0,36	1,908±0,069

Tabel 3. Kisaran parameter kualitas air pada media pemeliharaan

Kualitas Air	Kisaran Pengukur Parameter Perlakuan Pemberian CO ₂					Pustaka
	0 menit	6 menit	12 menit	18 menit	24 menit	
CO ₂	0,00	95,88-103,11	191,44-206,23	286,66-309,72	382,87-412,08	34-35mg/L * 300-1,140 mg/L**
Suhu	27-28	25,5-28	25,5-28	25-28	25-27,5	20-30°C***
Salinitas	33-35	34-35	34-35	34-35	34-35	18-35 g/L****
pH	8,0-8,7	7,0-8,4	6,9-8,1	6,1-8,0	6,0-8,0	6,8-9,6*****

Keterangan : *(Yulianto, 2003 dalam Farid, 2008); **(Diaz-Pulido et al.,2011); *** (Anggadireja et al., 2006); ****(Aziz, 1992 dalam Farid, 2008); ***** (Luning, 1990).

pada perlakuan E adalah 382,87-412,08 mg/L, tingginya konsentrasi CO₂ menyebabkan pH semakin kecil karena lingkungan cenderung asam sehingga menghambat pertumbuhan rumput laut. Hal ini sesuai pernyataan Dawes (1981), yang menyatakan tinggi rendahnya pH perairan tergantung pada kadar CO₂ yang terlarut dalam perairan. Pada perlakuan E pertumbuhan rumput laut semakin menurun. Salinitas perlakuan E menunjukkan kisaran yang cukup baik untuk pertumbuhan rumput laut, yaitu berkisar 34-35 g/L. pH pada perlakuan E yang terukur selama penelitian berkisar 6,8-9,6. Faktor inilah yang diduga merupakan salah satu faktor yang secara tidak langsung menyebabkan perbedaan

respon laju pertumbuhan *C. racemosa* var. *uvifera*, sehingga pada perlakuan E laju pertumbuhannya semakin menurun. *C. racemosa* var. *uvifera*. Hasil pengamatan parameter kualitas air meliputi CO₂, suhu, salinitas dan pH selama 6 minggu dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil pengukuran parameter kualitas air selama enam minggu untuk konsentrasi CO₂ diukur menggunakan metode titrasi, menunjukkan pada semua perlakuan diperoleh hasil antara 95,88 – 412,08 mg/L. Pengukuran suhu air media penelitian menunjukkan kisaran 25 -28 °C, salinitas berkisar 33 – 35 g/L dan pH air pada media pemeliharaan selama penelitian 6,0 – 8,7.

Faktor lingkungan merupakan faktor yang saling berkaitan satu sama lain, misalnya CO₂ dan pH. Peningkatan CO₂ di dalam media menyebabkan nilai pH menurun seperti pada perlakuan B hingga E yang menunjukkan penurunan nilai pH akibat perlakuan. Hal ini sesuai dengan pendapat Pantjara dan Sahid (2008), bahwa pH air akan meningkat jika CO₂ dalam air berkurang dan pH akan menurun seiring bertambahnya kandungan CO₂.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, pemberian CO₂ di dalam media pemeliharaan berpengaruh terhadap pH air dan pertumbuhan *C. racemosa* var. *uvifera*. Pertumbuhan tertinggi pada perlakuan B dan pertumbuhan terendah pada perlakuan E (Tabel 2). Kandungan CO₂ pada perlakuan E merupakan kadar paling tinggi dan pH mengalami penurunan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada rekan-rekan yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan laporannya terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsjah, M.A., Tjahjaningsih, W. & Pratiwi, A.W. 2009. Pengaruh kombinasi pupuk NPK dan TSP terhadap pertumbuhan, kadar air dan klorofil-a *Gracilaria verrucosa*. *J. Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1(1):103-116.
- Anggadiredja, J.T., Zalnika, A., Purwoto, H. & Istini, S. 2006. Rumput Laut Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Penebar Swadaya. Jakarta. 146 hal.
- Azizah, R. 2006. Percobaan berbagai macam metode budidaya lauh (*Caulerpa racemosa*) sebagai upaya menunjang kontinuitas produksi. *Ilmu Kelautan*, 11(2):101-105.
- Dawes, C.J. 1981. Marine Botany. John Willey and Sohn Inc. New York. 1981; 605 p.
- Diaz-Pulido, G., Gouezo, M., Tilbrook, B., Dove, S. & Anthony, K., 2011. High CO₂ enhances the competitive strength of seaweeds over corals. *Ecology Letters*. 14(2):156-162.
- Farid, A. 2008. Studi lingkungan perairan untuk budidaya rumput laut (*Euclima cottonii*) di perairan Branta, Pemekasan, Madura. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 11 (1):1-6.
- Gao, K., Aruga, Y., Asada, K., Ishihara, T., Akano, T. & Kiyohara, M., 1991. Enhanced growth of the red alga *Porphyra yezoensis* Ueda in high CO₂ concentrations. *J. App. Phycol.* 3(4):355-362.
- Gao, K., Aruga, Y., Asada, K. & Kiyohara, M., 1993. Influence of enhanced CO₂ on growth and photosynthesis of the red algae *Gracilaria* sp. and *G. chilensis*. *J. App. Phycol.* 5(6):563-571.
- Gordillo, F.J., Niell, F.X. & Figueroa, F.L., 2001. Non-photosynthetic enhancement of growth by high CO₂ level in the nitrophilic seaweed *Ulva rigida* C. Agardh (Chlorophyta). *Planta*. 213(1):64-70.
- Greenberg, A.E., Clescerl, L.S. & Eaton, A.D. 1992. Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater. American Public Health Association 1015 Fifteenth Street, NW Washington, DC 20005. 4-17p.
- Hafting, J.T., Critchley, A.T., Cornish, M.L., Hubley, S.A. & Archibald, A.F., 2012. On-land cultivation of functional seaweed products for human usage. *J. App. Phycol.* 24(3), pp.385-392. DOI : 10.1007/s10811-011-9720-1.
- Israel, A. & Hophy, M. 2002. Growth, photosynthetic properties and Rubisco activities and amounts of marine macroalgae grown under current and elevated seawater CO₂ concentrations. *Glob. Chang. Biol.* 8:831-840.
- Lobban, C.S. & Harrison, P.J. 1997. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Press. United States of America. 366 p.
- Luning, K. 1990. Seaweeds Their Environment, Biogeography And Ecophysiology. John Wiley dan Sons. New York. 328p.
- Pantjara, B. & Sahid, M. 2008. Aplikasi pupuk berimbang terhadap pertumbuhan rumput laut, *Gracilaria verrucosa* di tambak tanah sulfat masam. *J. Riset Akuakultur*. 3(2): 225-232.

- Raven, J., 1997. Putting the C in phycology. *Eur. J. Phycol.* 32:319-333.
- Suárez-Álvarez, S., Gómez-Pinchetti, J.L. & García-Reina, G. 2012. Effects of increased CO₂ levels on growth, photosynthesis, ammonium uptake and cell composition in the macroalga *Hypnea spinella* (Gigartinales, Rhodophyta). *J. Appl. Phycol.* 24(4): 815-823. DOI : 10.1007/s10811-011-9700-5
- Srigandono. 1981. B. Rancangan Percobaan Experimental Designs. Universitas Diponegoro. Semarang. 140 hal.
- Supriyatna, A., Romdianto, M. & Ardana, G.S., 2016. Pengamatan pertumbuhan dan sintasan benih kerapu lumpur, *Epinephelus coioides* yang dipelihara dengan kepadatan berbeda. *Bul. Tek. Litkayasa Akuakultur*, 7(2):93-96.
- Yulianto, K & Arfah, H. 2003. Pengaruh pupuk urea [CO(NH₂)₂] terhadap pertumbuhan *Gracilaria edulis* (Gmelin) silva suatu studi in vitro. Jakarta. Makalah Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia (ISOI) 8 hlm.
- Zou, D., 2005. Effects of elevated atmospheric CO₂ on growth, photosynthesis and nitrogen metabolism in the economic brown seaweed, *Hizikia fusiforme* (Sargassaceae, Phaeophyta). *Aquaculture*. 250:726-735.