

## **Aktivitas fotosintesis pada area budidaya rumput laut dan area non budidaya rumput laut di Perairan Pantai Lakeba Kota Baubau**

[Photosynthesis Activity In The Seaweed Cultivation Area and In The Non-Cultivation Area Of Seaweed at Lakeba Coastal Waters Of Baubau City]

LM. Ikhwan Guntur<sup>1</sup>, Ma'ruf Kasim<sup>2</sup>, dan Hasnia Arami<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan,  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo  
Jl. HAE Mokodompit Kampus Bumi Tridharma Anduonohu Kendari 93232, Telp/Fax: (0401) 3193782

<sup>2</sup>Surel: marufkasim@yahoo.com

<sup>3</sup>Surel: arami79-firazufpsd@yahoo.co.id

Diterima: 31 Oktober 2016; Disetujui : 25 November 2016

### **ABSTRAK**

Rumput laut merupakan salah satu tumbuhan laut yang memiliki potensi sangat besar dalam menyediakan sumber bahan organik serta sumber oksigen yang digunakan oleh semua organisme dalam ekosistem perairan melalui proses fotosintesis. Permasalahan yang ditemukan yaitu apakah luas lahan budidaya rumput laut dapat memberikan kontribusi lebih besar bagi keberlangsungan atau keseimbangan ekosistem perairan disekitarnya melalui proses fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil aktivitas fotosintesis khususnya kandungan O<sub>2</sub> terlarut dan CO<sub>2</sub> terlarut pada area budidaya rumput laut dan area non budidaya rumput laut di Perairan Pantai Lakeba Kota Baubau. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai parameter tertinggi untuk DO pada area budidaya mencapai 8,2 mg/L sedangkan pada area non budidaya 5,1 mg/L. Selanjutnya untuk parameter CO<sub>2</sub> pada area budidaya mencapai 6 mg/L dan pada area non budidaya mencapai 3 mg/L. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan (P<0.05) untuk parameter DO dan CO<sub>2</sub> pada area budidaya rumput laut dan area non budidaya rumput laut. Hal tersebut menunjukkan bahwa aktivitas fotosintesis pada area budidaya rumput laut lebih tinggi dibanding pada area non budidaya rumput laut.

*Kata Kunci : DO, CO<sub>2</sub>, area budidaya rumput laut dan area non budidaya rumput laut.*

### **ABSTRACT**

Seaweed is one of the sea plants which have a huge potential in providing organic material and oxygen source used by all organism in aquatic ecosystems through the process of photosynthesis. The problem statement is whether the land area of seaweed cultivation can contribute more for the balance or the sustainability of the surrounding marine ecosystem through photosynthesis. This study aims to determine the result of photosynthesis activity especially the content of dissolved O<sub>2</sub> and dissolved CO<sub>2</sub> in the area of cultivation of seaweed and in the area of non-cultivation of seaweed at Lakeba coastal waters. The result of the study showed that the highest parameter value for DO in the cultivation area reached 8,2 mg/L while in the non-cultivation area was 5,1 mg/L. Thus, the parameter of CO<sub>2</sub> in the cultivation area is 6 mg/L and in the non-cultivation area is 3 mg/L. the statistical analysis shows that there are significant differences (P<0.05) for the current speed parameter, DO and CO<sub>2</sub> in the area of seaweed Cultivation and in the non-cultivation area of seaweed. It shows that photosynthesis activity in the area in seaweed cultivation area is higher than in the non-cultivation area of seaweed.

*Keywords: DO, CO<sub>2</sub>, seaweed cultivation area, and non-cultivation area of seaweed*

## **Pendahuluan**

Fotosintesis adalah proses fisiologis dasar yang penting bagi nutrisi tanaman, salah satunya yaitu rumput laut. Secara teoritis untuk mengukur laju produksi senyawa-senyawa organik dapat diukur dengan cara mengetahui laju hilangnya atau munculnya beberapa komponen yang ada dalam reaksi tersebut. Laju fotosintesis dapat diukur dengan laju hilangnya CO<sub>2</sub> atau

munculnya O<sub>2</sub>. Pengukuran ini dalam prakteknya yang digunakan hanya dua komponen yaitu CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> (Nybakken 1998). Reaksi fotosintesis dapat terjadi dengan adanya cahaya matahari pada semua tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil, seperti rumput laut yang hanya terdapat di perairan tertentu saja, yakni pada pesisir yang dangkal.

Tumbuhan air efektif meningkatkan kadar oksigen dalam air melalui proses fotosintesis. Karbondioksida dalam proses fotosintesis diserap dan oksigen dilepas ke dalam air. Menurut Izzati (2004), proses fotosintesis mempunyai manfaat penting dalam akuakultur, di antaranya adalah menyediakan sumber bahan organik bagi tumbuhan itu sendiri serta sumber oksigen yang digunakan oleh semua organisme dalam ekosistem perairan. Pengendalian jenis dan jumlah tumbuhan akuatik merupakan salah satu cara untuk mengelola ekosistem perairan.

Rumput laut merupakan salah satu tumbuhan laut yang memiliki potensi sangat besar dalam mengurangi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) di laut, karena rumput laut memanfaatkan CO<sub>2</sub> untuk proses fotosintesis. Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk informasi ilmiah mengenai peran dan fungsi ekologi rumput laut berdasarkan aktivitas fotosintesis sehingga dapat digunakan dalam upaya pengelolaan pada ekosistem perairan.

**Bahan dan Metode**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November - Desember 2015. Bertempat di Perairan Pantai Lakeba Kota Baubau.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Perairan Pantai Lakeba Kota Baubau

Pengambilan sampel air laut dilakukan dengan interval 10 hari selama penelitian (1 bulan) atau sampel diambil 3 kali dalam 1 bulan pada pukul 10.00 WITA, pukul 12.00 WITA dan pukul 14.00 WITA. Total pengambilan sampel adalah sebanyak 9 kali atau pada setiap pengambilan sampel dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Sampel diambil pada kedalaman yang sama yaitu 50 cm dari permukaan laut dengan memasukan botol ke dalam air laut sampai terisi penuh. Untuk pengukuran oksigen terlarut dan karbondioksida terlarut, pengambilan sampel menggunakan botol sampel dan pengukuran parameter lainnya seperti suhu menggunakan thermometer, kecepatan arus menggunakan layangan arus dan salinitas menggunakan handrefractometer. Pengambilan sampel pertama kali dilakukan di daerah budidaya rumput laut, setelah itu di daerah tidak ada budidaya rumput laut. Jarak antara titik pengambilan sampel daerah budidaya rumput laut dengan daerah tidak ada budidaya rumput laut sekitar 1 km. Sampel air disimpan dalam Styrofoam untuk dibawa ke Laboratorium.

Parameter yang diukur yaitu oksigen terlarut, karbondioksida terlarut, suhu, kecepatan arus dan salinitas. Pengukuran parameter suhu, kecepatan arus dan salinitas dilakukan di lokasi penelitian. Sedangkan untuk parameter oksigen terlarut, dan karbondioksida terlarut diukur di Laboratorium Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo.

Untuk mengetahui aktivitas fotosintesis, dapat dilihat input dan output proses tersebut yaitu karbondioksida terlarut dan oksigen terlarut, sehingga dilakukan perbandingan oksigen terlarut dan karbondioksida terlarut beserta parameter kualitas air pada area budidaya rumput laut dan area non budidaya rumput laut menggunakan uji Mann-Withney (SPSS 16). Hasil analisis disajikan dalam bentuk grafik.

### Hasil dan pembasan

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada kedua area menunjukkan bahwa nilai rata-rata suhu pada area budidaya rumput laut yaitu 29,11 °C dan area non budidaya rumput laut yaitu 29,11 °C. Dari uji Mann-whitney menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata ( $P>0.05$ ) untuk parameter suhu pada kedua area, baik budidaya rumput laut maupun area non budidaya rumput laut. Hal tersebut disebabkan karena topografi pantai di lokasi penelitian di dominasi tebing dan penyinaran matahari langsung ke badan air tanpa dihalangi oleh pepohonan.

Kisaran suhu yang terukur selama penelitian pada kedua lokasi masih dalam kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan rumput laut, sehingga rumput laut jenis ini dapat tumbuh dengan baik. Hal ini didasarkan pernyataan Radiartha *et al.*, (2005), yang menyatakan bahwa kesesuaian untuk lokasi budidaya rumput laut (seaweed culture) untuk parameter suhu dengan nilai 26-31°C termasuk kategori sangat layak. Didukung pula oleh Afrianto dan Liviawaty (1993), yang menyatakan bahwa rumput laut tumbuh dan berkembang dengan baik pada perairan yang memiliki kisaran suhu 26 °C - 33 °C.

Berdasarkan hasil pengukuran kecepatan arus pada kedua area menunjukkan bahwa nilai rata-rata kecepatan arus pada area budidaya rumput laut yaitu 0,141 m/det dan area non budidaya rumput laut yaitu 0,167 m/det. Dari uji Mann-whitney, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata ( $P>0.05$ ) pada kedua area, baik budidaya rumput laut maupun non budidaya rumput laut.

Kisaran kecepatan arus pada kedua lokasi menunjukkan kecepatan arus optimum hanya terdapat pada pengukuran ke dua saja. Namun, secara umum rata-rata kecepatan arus yang

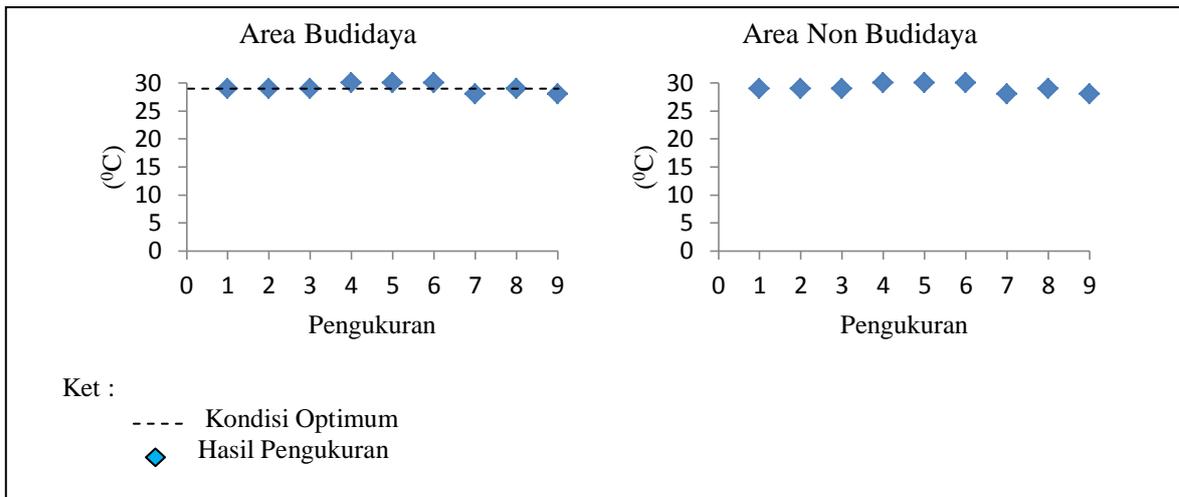
diperoleh di kedua lokasi penelitian dapat dikatakan layak bagi keberadaan rumput laut. Hal ini didasarkan pernyataan Radiartha *et al.* (2005), yang menyatakan bahwa kesesuaian untuk lokasi budidaya rumput laut (seaweed culture) untuk parameter kecepatan arus dengan nilai 0,10-0,20 m/det termasuk kategori layak. Di dukung pula oleh Anggadireja *dkk.*, (2006), yang menyatakan bahwa kisaran kecepatan arus yang optimum untuk pertumbuhan rumput laut diperairan berkisar antara 0,2 – 0,4 m/det.

Berdasarkan hasil pengukuran salinitas pada kedua area menunjukkan bahwa nilai rata-rata kecepatan arus pada area budidaya rumput laut yaitu 30,22 ppt dan area non budidaya rumput laut yaitu 30,22 ppt. Dari uji Mann-whitney, menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata ( $P>0.05$ ) pada kedua area, baik budidaya rumput laut maupun non budidaya rumput laut. Hal ini dikarenakan pada kedua lokasi memang jauh dari pasokan air tawar atau tidak terdapatnya sungai-sungai yang mengalir dari daratan dan bermuara disekitar lokasi penelitian. Hal tersebut didukung oleh Prasetyarto dan Suhendar (2010), yang menyatakan bahwa tinggi rendahnya kadar garam (salinitas) sangat tergantung kepada banyak sedikitnya sungai yang bermuara di laut tersebut, makin banyak sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitas laut tersebut akan rendah, dan sebaliknya makin sedikit sungai yang bermuara ke laut tersebut maka salinitasnya akan tinggi.

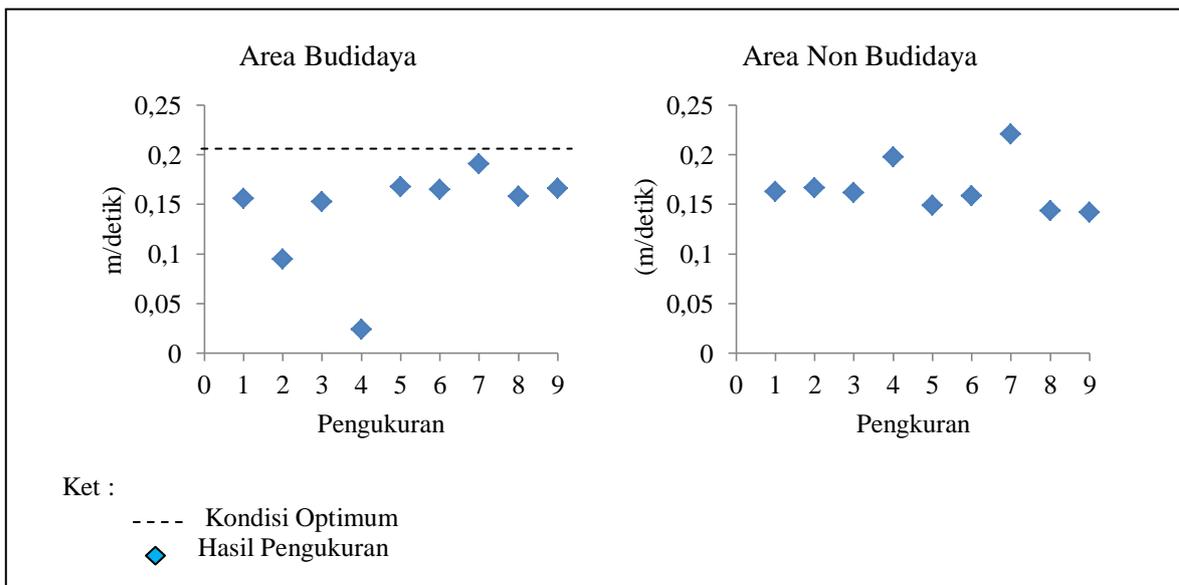
Pada beberapa jenis rumput laut, salah satunya Gracillaria memiliki toleransi terhadap kisaran salinitas yang tinggi (Luning, 1990), akan tetapi pertumbuhan optimal hanya dapat terjadi pada salinitas 30 ppt. Selain itu, fungsi reproduksi berupa pelepasan spora Gracillaria sp biasanya berlangsung pada salinitas 10-40 ppt (Susanto et

al, 2008). Berdasarkan berbagai pernyataan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa Perairan Pantai Lakeba memiliki kisaran salinitas yang cukup tinggi dengan kisaran 30-31 ppt. Walaupun menurut beberapa pakar, kisaran salinitas tersebut merupakan batas rendah dari kondisi optimal pertumbuhan rumput laut, tetapi masih dapat dikatakan layak untuk dijadikan sebagai lokasi budidaya rumput laut. Hal tersebut di dukung oleh

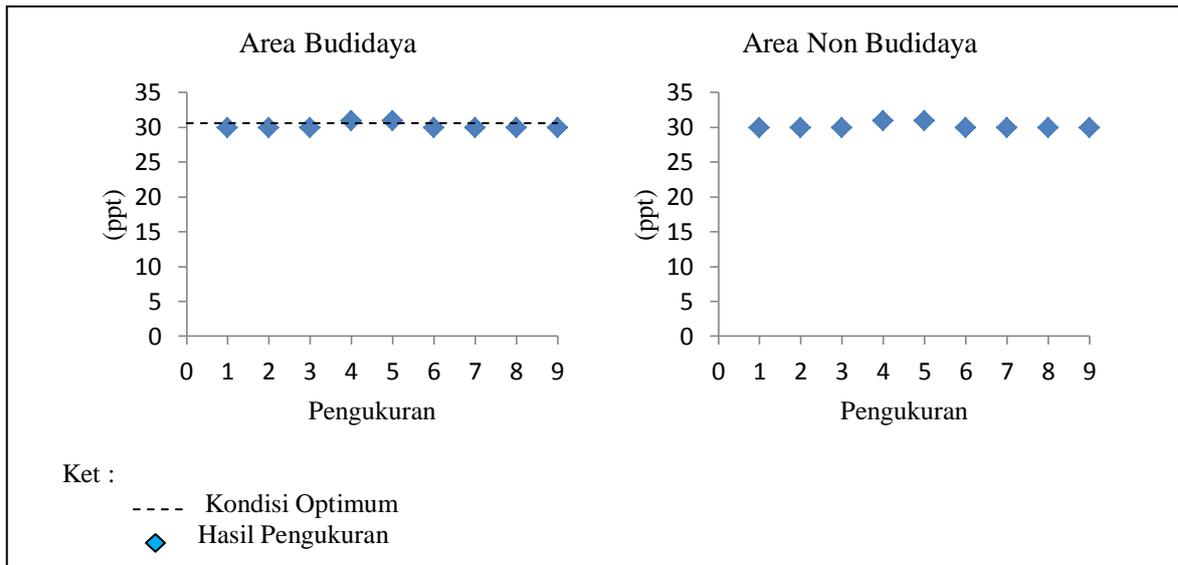
Radiartha *et al.* (2005), yang menyatakan bahwa kesesuaian untuk lokasi budidaya rumput laut (seaweed culture ) untuk parameter salinitas dengan nilai 28-31 ppt termasuk kategori sangat layak. Selanjutnya Arisandi *dkk.*, (2011), menyebutkan pula bahwa untuk pertumbuhan rumput laut memerlukan kisaran salinitas sebesar 28-34 ppt.



Gambar 2. Grafik Suhu



Gambar 3. Kecepatan Arus



Gambar 4. Grafik Salinitas

Fotosintesis merupakan proses biokimia pembentukan zat makanan karbohidrat yang dilakukan oleh tumbuhan, terutama tumbuhan yang mengandung zat hijau daun atau klorofil dengan menggunakan zat hara, karbon dioksida, dan air serta bantuan energi cahaya. Fotosintesis sangat penting bagi semua kehidupan aerobik di bumi karena selain untuk menjaga tingkat normal oksigen di atmosfer, fotosintesis juga merupakan sumber energi bagi hampir semua kehidupan di bumi. Fotosintesis juga menjadi sumber karbon bagi semua senyawa organik dalam tubuh organisme.

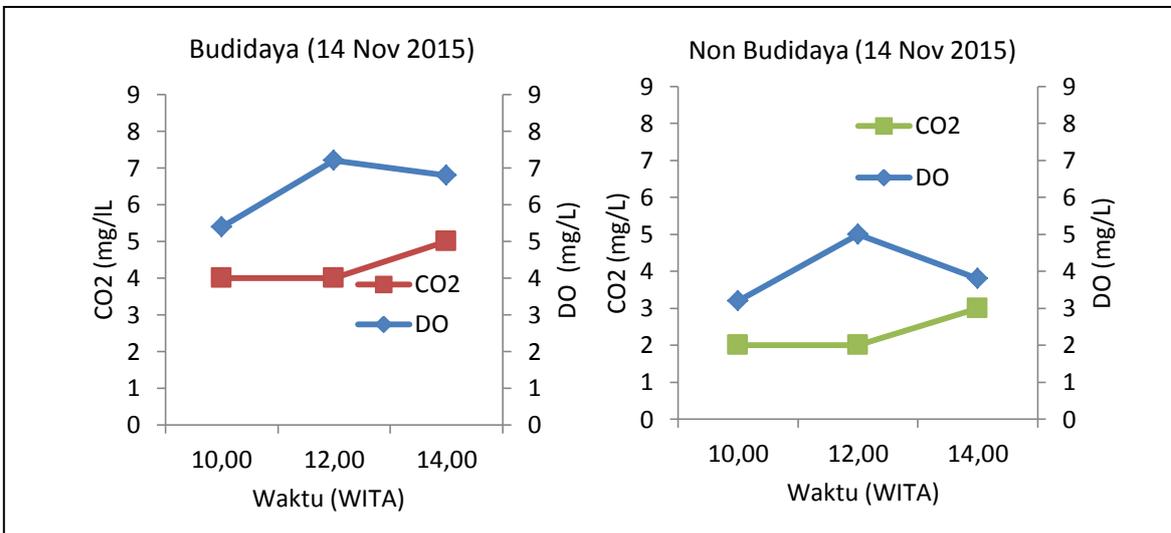
Berdasarkan hasil uji Mann-Whitney pada parameter fisika kimia perairan di kedua lokasi yaitu area budidaya rumput laut dan area nonbudidaya rumput laut, menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $P < 0.05$ ) untuk nilai DO dan  $\text{CO}_2$ . Hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa kondisi perairan di kedua lokasi memiliki perbedaan laju fotosintesis karena nilai oksigen terlarut dan karbondioksida terlarut memiliki perbedaan nyata. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Nybakken (1998) bahwa laju fotosintesis dapat diukur dengan mengetahui laju hilangnya  $\text{CO}_2$  atau munculnya  $\text{O}_2$ .

Rata-rata pengukuran DO dan  $\text{CO}_2$  di kedua lokasi menunjukkan bahwa nilai DO lebih tinggi dibanding nilai  $\text{CO}_2$  baik pada area budidaya rumput laut maupun area non budidaya rumput laut. Nilai DO tertinggi mencapai 8,2 mg/L dan terendah mencapai 5,2 mg/L pada area budidaya rumput laut. Sedangkan pada area non budidaya, DO mencapai nilai tertinggi 5,1 mg/L dan terendah mencapai 3,21 mg/L. Sementara untuk nilai  $\text{CO}_2$  tertinggi mencapai 6 mg/L dan terendah mencapai 4 mg/L pada area budidaya rumput laut. Sedangkan pada area non budidaya,  $\text{CO}_2$  mencapai nilai tertinggi 3 mg/L dan terendah mencapai 2 mg/L. Tingginya nilai DO dan  $\text{CO}_2$  pada area budidaya rumput laut diduga disebabkan oleh reaksi fotosintesis. Hal tersebut didukung oleh Effendi (2000), yang menyatakan bahwa sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi udara yang terdapat di atmosfer (35 %) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton.

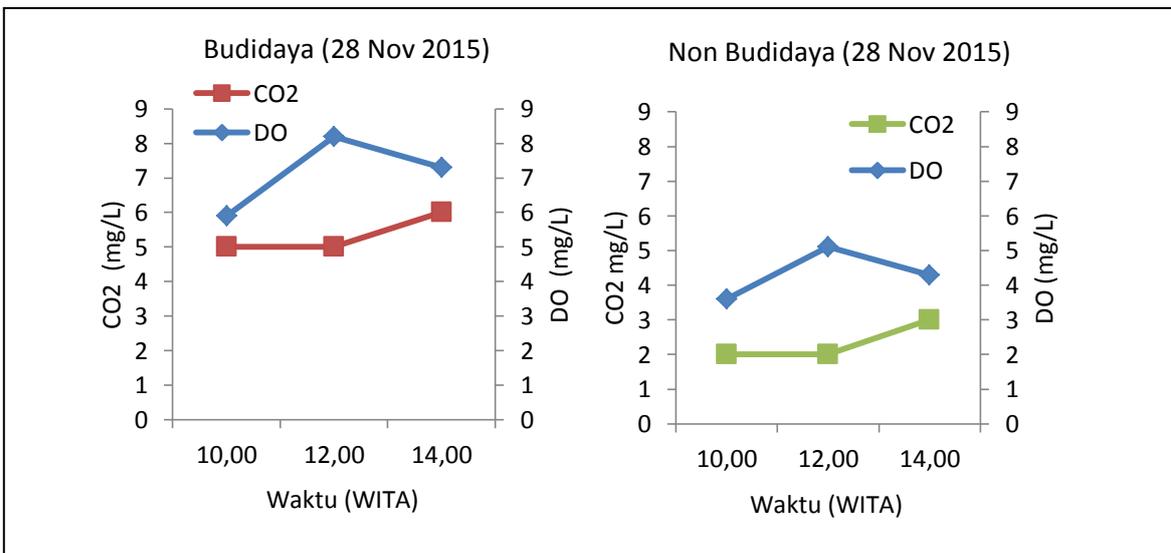
Berdasarkan grafik hasil pengukuran DO dan  $\text{CO}_2$  pada kedua area baik budidaya maupun non budidaya, menunjukkan bahwa nilai DO dan  $\text{CO}_2$  pada setiap pengukuran berbanding lurus dengan suhu akibat intensitas cahaya di badan

air. Ketika suhu meningkat, maka nilai DO dan CO<sub>2</sub> mengalami kenaikan, namun mengalami penurunan pada saat suhu menurun atau pada suhu tertentu, DO dan CO<sub>2</sub> mengalami penurunan akibat intensitas cahaya diperairan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada sel-sel organisme autotrof seperti fitoplankton. Hal ini dapat menggambarkan bahwa tidak selamanya kenaikan suhu perairan dapat menyebabkan optimalnya aktivitas fotosintesis karena terdapat kisaran suhu tertentu yang tidak dapat ditolerir organisme

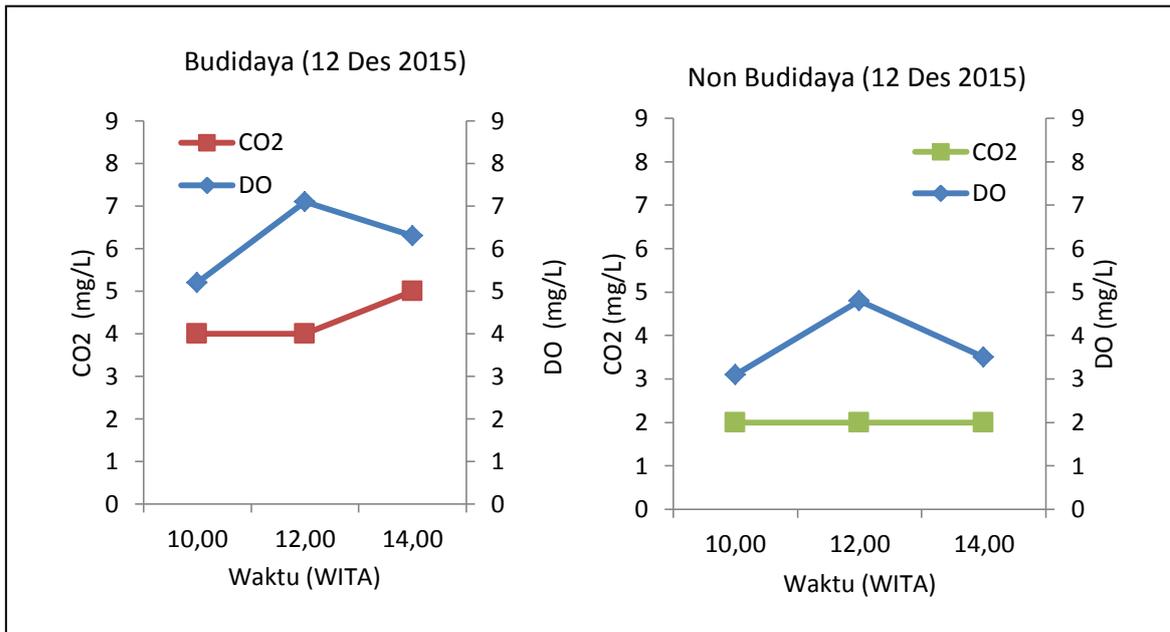
autotrof untuk mengoptimalkan proses fotosintesis dibadan air atau terdapat titik puncak aktivitas fotosintesis akibat kenaikan suhu yang tinggi atau penurunan suhu yang drastis. Fitoplankton mampu menyerap intensitas cahaya dengan nilai efisiensi yang relatif kecil. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Sunarto (2004), mendapatkan bahwa sel-sel fitoplankton akan sangat efektif bekerja menyerap energi cahaya pada intensitas yang 'disukainya' dan di luar intensitas tersebut menjadi kurang efektif.



Gambar 5. Grafik DO dan CO<sub>2</sub> pada pengukuran I



Gambar 6. Grafik DO dan CO<sub>2</sub> pada pengukuran II

Gambar 7. Grafik DO dan CO<sub>2</sub> pada pengukuran III

Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa proses fotosintesis hanya dapat berlangsung bila pigmen fotosintesis menerima intensitas cahaya tertentu yang memenuhi syarat untuk terjadinya proses tersebut. Hal ini didukung oleh Govindjee dan Braun (1974), yang 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. Umumnya fotosintesis bertambah sejalan dengan peningkatan intensitas cahaya sampai pada suatu nilai optimum tertentu (cahaya saturasi). Di atas nilai tersebut cahaya merupakan penghambat bagi fotosintesis (cahaya inhibisi), sedangkan di bawah nilai optimum merupakan cahaya pembatas sampai pada suatu kedalaman di mana cahaya tidak dapat menembus lagi (Cushing, 1975; Mann, 1982; Valiela, 1984; Parson dkk.,1984; Neale, 1987).

Selanjutnya hasil penelitian Sunarto (2002), membuktikan adanya hubungan antara

intensitas cahaya dan produktivitas primer yaitu semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin tinggi produktivitas sampai batas tertentu kemudian turun kembali seiring dengan kenaikan intensitas cahaya. Ada batasan tertentu bahwa peningkatan intensitas cahaya tidak selamanya meningkatkan produktivitas. Intensitas cahaya yang sangat tinggi justru menjadikan terhambatnya proses fotosintesis (fotoinhibisi) sedangkan intensitas yang terlalu rendah menjadi pembatas bagi proses fotosintesis (Cushing, 1975; Mann, 1982; Valiela, 1984; Parsons dkk.,1984; Neale, 1987). Kirk and Othmer (1994) menyatakan bahwa pada intensitas cahaya yang tinggi kelebihan energi yang diserap dapat menonaktifkan sistem fotosintesis. Basmi (1995) menyatakan bahwa pada jenis-jenis fitoplankton tertentu memiliki adaptasi sel terhadap cahaya dengan melakukan penggandaan jumlah chlorofil dalam kondisi intensitas cahaya yang relatif rendah dan sebaliknya pada cahaya yang tinggi .

Berdasarkan hasil pengukuran DO dan CO<sub>2</sub> di kedua lokasi baik area budidaya rumput laut maupun area non budidaya rumput laut, dapat

dikatakan bahwa produksi oksigen terlarut dan karbondioksida terlarut terbesar terdapat pada area budidaya rumput laut. Hal ini menyebabkan besarnya oksigen terlarut yang dihasilkan berdampak pada karbon yang diserap, dengan kata lain area budidaya rumput laut dapat menyerap karbon lebih banyak dibanding area non budidaya rumput laut, sehingga oksigen terlarut yang dihasilkan lebih besar. Hal tersebut diduga disebabkan adanya kuantitas tumbuhan air yang berbeda pada kedua lokasi dimana perairan pada area budidaya rumput laut terdapat rumput laut dan fitoplakton pada badan air, sehingga dikatakan bahwa selain rumput laut yang melakukan fotosintesis, fitoplankton juga turut menyumbang oksigen terlarut diperairan melalui proses fotosintesis, bahkan dengan jumlahnya diperairan yang melimpah, organisme mikro ini sangat berperan penting dalam menghasilkan oksigen terlarut dan menyerap karbon di air sehingga sangat optimal melakukan proses fotosintesis. Hal ini didukung oleh pernyataan Kasim and Mukai (2006), bahwa phytoplankton berperan penting sebagai dasar rantai makanan dapat penyuplai oksigen diatmosfer. Disamping itu nilai produksi oksigen yang dihasilkan oleh phytoplankton berkisar 50% dari total oksigen diatmosfer. Sementara untuk seluruh tumbuhan diatas bumi ini disatukan hanya bisa menyumbang 30% oksigen yang kita hirup setiap hari dan sisanya sekitar 20% dilakukan oleh tumbuhan air termasuk rumput laut (Jennings, et al, 2011).

### Simpulan

1. Tidak terdapat perbedaan nyata antara daerah budidaya rumput laut dengan daerah non budidaya rumput laut untuk parameter suhu dan salinitas air laut.
2. Terdapat perbedaan nyata antara daerah budidaya rumput laut dengan daerah non

budidaya rumput laut untuk parameter kecepatan arus, DO dan CO<sub>2</sub> air laut.

3. Berdasarkan data hasil penelitian untuk parameter DO dan CO<sub>2</sub>, menunjukkan aktivitas fotosintesis pada area budidaya rumput laut lebih tinggi dibandingkan dengan area non budidaya rumput laut.

### Daftar Pustaka

- Afrianto, E dan E. Liviawaty,1993. *Budidaya Laut dan Cara Pengolahannya*. Bharata. Jakarta. 60-64 hal.
- Anggadiredja, J. T., A. Zalnika, H. Purwoto, dan S. Istini. 2006. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Arisandi, A.,Marsoedi, H. Nursyam, dan A. Sartimbul. 2011. Pengaruh Salinitas yang Berbeda Terhadap Morfologi, Ukuran dan Jumlah Sel, Pertumbuhan serta Rendemen Karaginan *Kappahycus alvarezii*. *Jurnal Kelautan*, 16 (3):143-150.
- Basmi, 1995. *Planktonologi : Organisme Penyusun Plankton, Klasifikasi dan Terminologi, Hubungan antara Fitoplankton dan Zooplankton, Siklus Produksi umumnya di Perairan*. Fakultas Perikanan. IPB, Bogor. 23-25 hlm.
- Chusing, D.H. 1975. *Marine Ecology and Fisheries*. Cambridge University Press. London
- Govindjee dan B.Z. Braun.1974. *Light Absorption, Emission and Photosynthesis In W.D.P. Stewart (ed.) Algal Physiology and Biochemistry*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. p.346-390.
- Izzati, M. (2004), *Pertumbuhan rumput laut Gracillaria verrucosa dan Sargassum polycistum yang ditanam diperairan tambak, SELLULA, ISSN:0854-5367*
- Jennings, S., Kaiser, M.J., Reynolds, J.D. 2011, "Marine Fisheries Ecology." Oxford: Blackwell Science Ltd. ISBN 0-632-05098-5
- Kasim, M., Mukai, H. 2006. Contribution of Benthic and Epiphytic Diatoms to Clam

- and Oyster Production in the Akkeshi-Ko Estuary. *Journal of Oceanography*, 62: 267-281.
- Kirk, R.E. and Othmer, V.R., 1994, *Encyclopedia of Chemical technology*, vol. 11 Flavor characterization to Fuel Cells, 4<sup>th</sup> ed. John Wiley & Sons Inc., New York
- Mann, K.H. 1982. *Ecology of Coastal Waters: A System Approach*. Black Well Scientific Publication. Oxford.
- Neale. 1987. Algal Photoinhibition and Photosynthesis in the Aquatic Environment *In* D.J. Kyle, C.B. Osmon dan C.J. Arntzen (Eds). Photoinhibition. Elsevier.
- Nybakken, 1998. *Biologi Laut suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia Jakarta
- Parsons, T.R., M. Takahashi dan B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Third edition. Pergamon Press. Oxford.
- Prasetyarto dan Suhendar. 2010. *Modul Tentang Laut dan Pesisir*. Jakarta.
- Radiarta, I.N, A. Saputra, O. Johan. 2005. Pemetaan kelayakan lahan untuk pengembangan usaha budidaya laut dengan aplikasi inderaja dan sistem informasi geografi di perairan Lemito, Provinsi Gorontalo. *Jurnal*.
- Sunarto. 2002. Hubungan Intensitas Cahaya dan Nutrien dengan Produktivitas Primer Fitoplankton. *Jurnal Akuatika*. Vol. 2. No.1. Hal 24-28
- Sunarto.2004. Efisiensi Pemanfaatan Energi cahaya oleh fitopankton dalam Proses Fotosintesis. *Jurnal Akuatika*. *Jurnal Akuatika* Vol 2. No. 2/ 2004
- Susanto A.B.et al. (2008). *Corporate Culture & Organization Culture*. Jakarta: The Jakarta Consulting Group.
- Swingle. 1968. Standardization of Chemical Analysis for Water and Pond Muds. Dalam : Boyd. *Water Quality Management For Pond Fish Culture*
- Valiela, I. 1984. *Marine Ecological Processes*. Springer-Verlag. New York.