

**PERTUMBUHAN, PRODUKSI BIOMASSA, DAN KLOORIFIL a *Dunaliella* sp. PADA
SALINITAS YANG BERBEDA**

**ARTIKEL SKRIPSI
BUDIDAYA PERAIRAN**

**OLEH :
LAKSMANA WISNUWARDHANA
NIM. 125080500111058**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**PERTUMBUHAN, PRODUKSI BIOMASSA, DAN KLOROFIL a *Dunaliella* sp. PADA
SALINITAS YANG BERBEDA**

**ARTIKEL SKRIPSI
BUDIDAYA PERAIRAN**

**Artikel Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan pada
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**OLEH :
LAKSMANA WISNUWARDHANA
NIM. 125080500111058**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

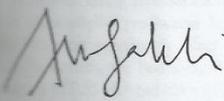
MALANG

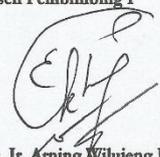
2016

ARTIKEL SKRIPSI
PERTUMBUHAN, PRODUKSI BIOMASSA, DAN KLOROFIL a *Dunaliella* sp. PADA
SALINITAS YANG BERBEDA

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

OLEH :
LAKSMANA WISNUWARDHANA
NIM. 125080500111058

Dosen Pembimbing II

(M. Fakhri, S.Pi, MP, M.Sc)
NIP. 19860717 201504 1 001
Tanggal: 12 AUG 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19622825198603 2 001
12 AUG 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19622825 198603 2 001
Tanggal: 12 AUG 2016



PERTUMBUHAN, PROUKSI BIOMASSA, DAN KLOROFIL-a *Dunaliella* sp.**Laksmna Wisnuwardhana¹, Arning Wilujeng Ekawati², Muhammad Fakhri²****Abstrak**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan pengaruh salinitas yang berbeda terhadap pertumbuhan, produksi biomassa, dan klorofil-a *Dunaliella* sp. dan untuk menentukan salinitas yang terbaik untuk pertumbuhan, produksi biomassa, dan klorofil-a. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu dengan salinitas 5 ppt, 15 ppt, 25 ppt dan 35 ppt terhadap pertumbuhan, produksi biomassa, dan klorofil-a *Dunaliella* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas yang berbeda mempengaruhi pertumbuhan, produksi biomassa, dan klorofil-a *Dunaliella* sp. Salinitas yang terbaik yaitu 20 – 21 ppt dengan laju pertumbuhan spesifik 0,78 hari-1, biomassa sebesar 0,51 gram/liter, dan klorofil-a sebesar 10,78 µg/mL. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa salinitas pada 20 – 21 ppt meningkatkan pertumbuhan, produksi biomassa, dan klorofil-a *Dunaliella* sp.

Kata kunci: *Dunaliella* sp., salinitas, pertumbuhan, biomassa, klorofil-a

¹ Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

² Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya

**GROWTH, BIOMASS, AND CHLOROPHYLL-a PRODUCTION OF *Dunaliella* sp.
UNDER DIFFERENT SALINITIES****Laksmna Wisnuwardhana¹, Arning Wilujeng Ekawati², Muhammad Fakhri²****Abstract**

The purpose of this research was to explain the effect of different salinities on growth, biomass, and chlorophyll-a production and to determine the best salinity on growth, biomass, and chlorophyll-a production *Dunaliella* sp. This research used completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. Salinities of 5 ppt, 15 ppt, 25 ppt and 35 ppt on the growth, biomass and chlorophyll-a production *Dunaliella* sp. were investigated. The results showed that different salinities were significantly effect the growth, biomass and chlorophyll-a production of *Dunaliella* sp. In this research, the best salinity was in the 20- 21 ppt with specific growth rate of 0,78 day⁻¹, the biomass of 0.51 gL⁻¹ and chlorophyll-a of 10,78 µg mL⁻¹. The authors concluded that increasing salinity up to 20-21 ppt resulted in increasing growth, biomass and chlorophyll-a production of *Dunaliella* sp.

Key word : *Dunaliella* sp., salinity, growth, biomass, chlorophyll-a

¹ Student of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Brawijaya

² Lecturer of Fisheries and Marine Science Faculty, University of Brawijaya

1. PENDAHULUAN

Mikroalga merupakan sumberdaya yang memiliki peranan penting dalam bioteknologi budidaya perikanan (Spolaire *et al.*, 2006). Richmond (2004) menyatakan dalam akuakultur mikroalga dimanfaatkan sebagai sumber protein. Janssen (2002) menjelaskan bahwa mikroalga adalah mikroorganisme autotrof, yang memanfaatkan energi cahaya dan nutrisi anorganik (karbondioksida, nitrogen, fosfor). Mikroalga memegang peran penting dalam rantai makanan karena menjadi produsen utama dalam perairan (Longhurts *et al.*, 1995).

Faktor lingkungan seperti efek cahaya, nutrisi, suhu, pH dan salinitas mempengaruhi pertumbuhan dan komposisi kimia mikroalga (Henley *et al.*, 2002). Salinitas merupakan salah satu faktor paling penting yang mempengaruhi pertumbuhan, produktivitas mikroalga (Parida dan Das, 2005) mekanisme fisiologis dan biokimia (Kalita *et al.*, 2011). Talebi *et al.* (2013), menjelaskan bahwa ketika sel-sel yang terkena salinitas maka beberapa proses tertentu seperti, pemulihan tekanan turgor, regulasi penyerapan dan eksporion melalui membran sel, dan akumulasi osmo yang melindungi zat terlarut dan kandungan protein akan aktif yang akan menyebabkan pertumbuhan baru yang stabil.

Adaptasi dari setiap mikroalga terhadap salinitas adalah spesies-spesifik dan tergantung pada karakteristik fisiologis spesies (Richmond 1986) dan asal spesies (Banerjee *et al.*, 2011). Loeblich (1982) melaporkan bahwa salinitas berpengaruh terhadap pertumbuhan dan pigmen *Dunaliella*. Adenan *et al.* (2013) melaporkan bahwa *Chlorella* sp. menunjukkan pertumbuhan optimum ketika dikultur pada

salinitas rendah. Akan tetapi, Ak *et al.* (2011) melaporkan bahwa pertumbuhan *Dunaliella viridis* meningkat dengan meningkatnya salinitas.

Dunaliella salina merupakan organisme fotosintesis dominan di banyak lingkungan garam dan dapat beradaptasi dengan hampir seluruh rentang salinitas (Pick, 2002). Namun, kisaran salinitas yang optimum menjadi faktor penting dalam pertumbuhan dan perkembangan *Dunaliella* sp. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk menentukan salinitas optimum untuk menghasilkan produksi biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menjelaskan pengaruh salinitas yang berbeda terhadap pertumbuhan, produksi biomassa dan klorofil-a *Dunaliella* sp. dan (2) menentukan salinitas terbaik untuk pertumbuhan, produksi biomassa, dan klorofil-a *Dunaliella* sp.

2. MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Workshop, Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Laboratorium Hidrobiologi, dan Laboratorium Parasit dan Kesehatan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada Bulan Januari-April 2016.

2.1 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu meliputi wadah kultur (toples kaca 2,5 L), aerator, selang, lampu TL, botol *sprayer*, pH meter, DO meter, termometer, *haemocytometer* 0,1 mm (BOECO, Hamburg, Germany), nampan, mikroskop (Olympus CX21, Jepang), bola hisap *DeN*, pipet

volume 10 ml dan 1 ml *pyrex lwaki*, pipet tetes, elenmeyer 500 ml *pyrex lwaki*, autoklaf GEA, mikropipet *Eppendorf Research Plus*, gelas ukur 100 ml, beaker glass *pyrex 250 ml*, *handtally counter*, gayung, *washing bottle*, *cover glass*, *cuvet*, *sentrifuge*, *oven RedLine RE53*, timbangan analitik *Radmag AS2201X*, bak besar, refraktometer (*Master Refractometer*, Jepang), kalkulator, lux meter *Sunche*, spektrofotometer *Spectroquant pharo 300*, bunsen, *sprayer*, botol film, *petridish* dan *vaccum pump's VE115 Value*.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu inokulum *Dunaliella* sp. berasal dari kultur murni Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol, Bali., klorin, Na-Thiosulfat, alkohol 70%, *tissue*, kapas, kain saring, kertas saring, vitamin, pupuk walne, kertas saring GF/C (diameter 90 mm), *aquadest*, *metanol absolute*, benang kasur, kertas koran, kertas label, dan *aluminium foil*.

2.2 Media Penelitian

Media yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air tawar. Air ditampung kemudian disterilisasi untuk selanjutnya digunakan sebagai media kultur pada toples kaca 2,5 L sebanyak 12 buah dan diaerasi untuk mensuplai kandungan oksigen terlarut. Nutrien yang ditambahkan dalam media kultur yaitu pupuk walne dan vitamin 1 ml L⁻¹ berasal dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau, Situbondo.

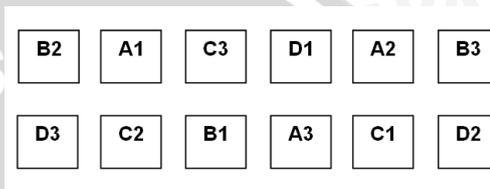
2.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Hartanto (2003), menjelaskan bahwa dasar penelitian eksperimen adalah menguji hubungan satu sebab (*cause*) dan akibat (*effect*). Sistem yang digunakan dalam pengujian yaitu tertutup dengan kondisi terkontrol. Rancangan

penelitian ini berguna untuk mendapatkan informasi yang relevan.

2.4 Rancangan Percobaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Desain rancangan acak lengkap (Gambar 1) ini digunakan karena percobaan dilakukan di laboratorium dengan kondisi lingkungan yang dapat dikontrol (Nazir, 2003).



Gambar 1. Denah Percobaan Penelitian

Keterangan: (A-D) = Perlakuan, (1-3) = Ulangan

Perlakuan yang digunakan yaitu salinitas yang berbeda dengan interval 10 ppt yaitu terdiri dari empat perlakuan dengan tiga kali ulangan:

- A: salinitas 5 ppt
- B: salinitas 15 ppt
- C: salinitas 25 ppt
- D: salinitas 35 ppt

2.5 Parameter Uji

2.5.1 Parameter Utama

a. Pertumbuhan *Dunaliella* sp.

Perhitungan kepadatan *Dunaliella* sp. dilakukan setiap hari dengan menggunakan metode penghitungan konsentrasi sel menggunakan *haemocytometer* 0,1 mm dan alat bantu mikroskop dengan menggunakan rumus perhitungan menurut Cresswel (2010), yaitu:

$$\text{Jumlah (sel/mL)} = \frac{n}{\text{jumlah bidang pandang}} \times 25 \times 10^4$$

Apabila kepadatannya tinggi maka menggunakan perhitungan yaitu sebagai berikut:



$$\text{Jumlah (sel/mL)} = \frac{n}{\text{jumlah bidang pandang}} \times 25 \times 10^4 \times \text{faktor pengenceran}$$

- Laju Pertumbuhan Spesifik

Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan menggunakan rumus Ak *et al.* (2011), yaitu:

$$\mu = \frac{\ln(x_2) - \ln(x_1)}{t_2 - t_1}$$

keterangan:

- μ : merupakan laju pertumbuhan per unit konsentrasi sel,
- x_1 dan x_2 : konsentrasi sel pada waktu ke-1 (t_1) dan waktu ke-2 (t_2), berturut-turut.

- Doubling Time

Doubling time ialah waktu pengandaan dari sel *Dunaliella* sp. *Doubling Time* (hari) dihitung dari laju pertumbuhan dengan menggunakan rumus menurut Ak *et al.* (2011), sebagai berikut:

$$dt = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}$$

b. Biomassa

Janssen *et al.* (1999), menjelaskan bahwa sampel mikroalga yang digunakan untuk analisa biomassa dianalisa pada saat akhir fase stasioner. Kertas saring GF/C (diameter 90 mm) dioven pada suhu 105°C selama 2 jam (A). Sampel suspensimikroalga 25 mL difilter melalui kertas saring GF/C dan dicuci dengan 25 mL akuades untuk menghindari kontaminasi garam yang tidak larut pada media. Kemudian kertas saring dioven pada suhu 105°C selama 2 jam. Setelah dingin, kertas saring diletakkan di desikator selama 30-60 menit, kemudian beratnya ditimbang kembali (B).

Perhitungan:

Berat kertas saring = A

Berat kertas saring + mikroalga = B

$$\text{Berat kering/biomassa (g/L)} = (B - A) \times 1,000 / \text{Volume sampel}$$

c. Klorofil-a

Analisis klorofil-a menggunakan metode modifikasi dari Bennet dan Bogarad, (1973) dan Lichtenthaler (1987). Sampel diambil 5 mL dan dituang ke dalam tabung/falcon dan dibungkus aluminium foil tertutup rapat, disentrifugasi pada 6.000 rpm selama 10 menit dan dibuang supernatannya. Kemudian dilakukan proses *freezing-thawing* masing-masing 15 menit (hingga membeku dan mencair) selama 3 siklus dan diulang 3 kali. Sampel lalu ditambahkan 5 mL methanol absolute dan divortex selama 15 detik. Campuran (endapan dan pelarut) diletakkan pada *hot plate* dengan suhu 70°C selama 30 menit. Sampel diinkubasi pada suhu 4°C dan keadaan gelap selama 24 jam. Setelah 24 jam, dilakukan sentrifugasi 6.000 rpm selama 10 menit. Sampel kemudian diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 665 nm dan 652 nm. Perhitungan klorofil-a menurut Ritchie (2006), yakni:

$$\text{Chl a (mg L}^{-1}\text{)} = 16,5169 \times \text{OD}_{665} - 8,0962 \times \text{OD}_{652}$$

2.5 Parameter Penunjang

a. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer yang dicelupkan ke dalam media kultur *C. vulgaris*, kemudian dicatat hasilnya. Pengukuran dilakukan satu kali sehari setiap 24 jam pada pukul 10:00 WIB.

b. pH

Kandungan pH (derajat keasaman) pada percobaan diukur menggunakan pH meter



yang dicelupkan ke dalam media kultur *C. vulgaris* dan dicatat hasilnya. Pengamatan pH dilakukan satu kali sehari setiap 24 jam pada pukul 10:00 WIB.

c. DO

Pengukuran DO pada media kultur dilakukan sebanyak satu kali sehari setiap 24 jam pada pukul 10:00 WIB. Pengukuran DO dilakukan dengan menggunakan DO meter yang dicelupkan ke dalam media kultur *C. vulgaris* dan dicatat hasilnya.

d. Pengukuran Kadar Nitrat

Pengukuran kadar nitrat dilakukan pada awal tebar, fase eksponensial, dan fase stasioner (hari terakhir kultur). Air sampel dituang sebanyak 12,5 ml ke dalam cawan porselen dan dipanaskan sampai membentuk kerak dan didinginkan. Kemudian ditambahkan 0,25 ml asam venol disulfonik (6-7 tetes). Selanjutnya ditambahkan sedikit H₂O dan dikerik sampai kerak larut. Sampel ditambahkan NH₄OH 1:1 sampai berwarna kuning dan jika sudah 6 ml tapi tidak berwarna kuning maka dihentikan, lalu ditambahkan H₂O sampai volume 12,5 ml. Sampel dimasukkan ke dalam cuvet untuk diukur pada spektrofotometer panjang gelombang 410 nm (Boyd, 1979).

e. Pengukuran Kadar Fosfat

Pengukuran kadar fosfat dilakukan pada awal tebar, fase eksponensial, dan fase stasioner (hari terakhir kultur). Air sampel yang diambil yaitu 25 ml. Selanjutnya ditambahkan 1 ml ammonium molybdate. Lalu ditetesi dengan 5 tetes SnCl₂ dan dihomogenkan, ditunggu sampai 10 menit hingga warna biru terbentuk. Kemudian dimasukkan ke dalam cuvet. Kadar

fosfat diukur dengan spektrofotometer panjang gelombang 690 nm (Boyd, 1979).

2.6 Analisis Data

Semua analisis dihitung pada masing-masing perlakuan dan diuji secara statistik dengan menggunakan analysis of variance (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada tingkat kepercayaan 95,5% ($\alpha = 0,05$) dan 99% ($\alpha = 0,01$). Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh nyata atau berbeda sangat nyata (F hitung > F tabel) maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT), dari uji ini dilanjutkan dengan uji polynomial orthogonal untuk menentukan dan mengetahui respon perlakuan dengan parameter yang diukur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salinitas merupakan faktor kontrol dalam lingkungan hidup *marine* mikroalga yang mempengaruhi metabolisme sel mikroalga seperti proses osmoregulasi. Berdasarkan penelitian pertumbuhan *Dunaliella* sp. diperoleh data laju pertumbuhan spesifik, biomassa, dan kandungan klorofil a *Dunaliella* sp. seperti pada Tabel 1.

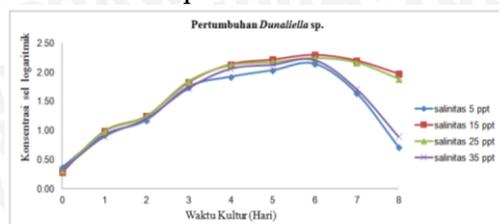
Tabel 1. Rata-rata Parameter Uji Selama Penelitian

Parameter	Perlakuan Salinitas (ppt)			
	5	35	25	15
Laju pertumbuhan spesifik (hari ⁻¹)	0,68±0,012 ^a	0,72±0,007 ^b	0,75±0,003 ^b	0,77±0,017 ^c
Biomassa (g/L)	0,36±0,431 ^a	0,41±0,008 ^b	0,47±0,019 ^c	0,53±0,008 ^d
Klorofil-a (µg/mL)	6,66±0,422 ^a	7,59±0,432 ^b	9,47±0,565 ^c	11,27±0,404 ^d

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan adanya pengaruh, notasi yang sama menunjukkan tidak adanya pengaruh; tingkat kepercayaan 95,5% ($\alpha = 0,05$) dan 99% ($\alpha = 0,01$).

Berdasarkan Tabel 1 di atas, salinitas yang berbeda mempengaruhi pertumbuhan, produksi biomassa dan klorofil-a *Dunaliella* sp.

3.1 Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Pertumbuhan *Dunaliella* sp.



Gambar 2. Rata-rata Pertumbuhan *Dunaliella* sp.

Pertumbuhan *Dunaliella* sp. meningkat sesuai dengan pertambahan hari pada penelitian ini tidak mengalami fase adaptasi, tetapi langsung memasuki fase eksponensial, karena pada hari ke-0 sampai hari ke-2 pertumbuhan sel meningkat lebih dari 3 kali lipat. Spencer (1954), melaporkan bahwa sel yang dikultur dengan inokulum dari fase eksponensial maka tidak akan mengalami fase adaptasi. Inokulum yang diambil dari kultur pada fase eksponensial tidak mungkin memiliki fase lag ketika dipindahkan ke media yang baru dalam kondisi pertumbuhan yang sama (Barsanti dan Gualtieri 2006).

Berdasarkan penelitian ini fase eksponensial terjadi pada hari ke-0 sampai hari ke-6 dan konsentrasi sel terus meningkat, faktor yang mempengaruhi fase eksponensial ini yaitu inokulum, lingkungan, intensitas cahaya, penyiaran, suhu, dan komposisi nutrisi (Kabinawa 2006; Kitaya *et al.*, 2008). Suantika dan Hendrawandi (2009), menjelaskan pada fase ini pertumbuhan dan aktivitas sel berada dalam keadaan maksimum, sehingga pada umur tersebut sel berada dalam keadaan aktif dan memiliki waktu adaptasi yang pendek

selama proses kultur. Fase stasioner yang terjadi pada hari ke-6, pada fase ini jumlah sel yang mati dengan jumlah sel yang masih berkembang memiliki laju yang sama (Purwitasari *et al.*, 2012). Pada fase stasioner, pertumbuhan kemungkinan dibatasi oleh sumber daya seperti cahaya atau nutrisi (Barsanti dan Gualtieri 2006). Pada fase kematian dalam penelitian ini terjadi pada hari ke-7 sampai hari ke-9 dan konsentrasi sel mulai menurun. Pada fase kematian jumlah sel yang mati mikroalga dibandingkan sel yang membelah (Krishnan *et al.*, 2015). Suantika dan Hendrawandi (2009) melaporkan pada fase kematian sel mikroalga akan berkurang. Ketersediaan nutrisi yang kurang, parameter kualitas air yang menurun, dan akumulasi metabolit (NO_2^- dan NH_4^+) menjadi penyebab pertumbuhan sel tidak optimal, sehingga sel mikroalga tidak dapat tumbuh dan berkembang.

Berdasarkan penelitian ini konsentrasi sel maksimum pada hari keenam perlakuan salinitas 15 ppt yaitu sebesar 20×10^7 sel/ml, kemudian diikuti oleh perlakuan salinitas 25 ppt sebesar $18,7 \times 10^7$ sel/ml, selanjutnya perlakuan salinitas 35 ppt sebesar $16,7 \times 10^7$ sel/ml, dan pada perlakuan salinitas 5 ppt dengan konsentrasi selnya sebesar $14,1 \times 10^7$ sel/ml.

Yuehua *et al.* (2006), menjelaskan untuk menentukan pertumbuhan terbaik, diperlukan perbandingan antara laju pertumbuhan spesifik dan *doubling time*. Cara terbaik untuk mengetahui keberhasilan ekologi atau adaptasi spesies adalah dengan mengukur laju pertumbuhan spesifik.

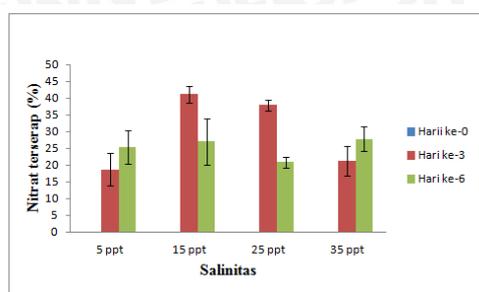
Hubungan perlakuan salinitas yang berbeda terhadap laju pertumbuhan spesifik

Dunaliella sp. menunjukkan persamaan kuadratik $Y = -0,0004x^2 + 0,0187x + 0,5849$ dengan nilai R^2 (koefisien determinasi) yaitu 0,89. hasil dari perlakuan salinitas yang optimal untuk laju pertumbuhan *Dunaliella* sp. yaitu dengan salinitas 21 ppt selama masa pemeliharaan. Laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp. pada perlakuan salinitas 15 ppt sebesar $0,77 \text{ hari}^{-1}$ dan waktu *doubling time* 0,896 hari, kemudian dilanjutkan perlakuan 25 ppt sebesar $0,73 \text{ hari}^{-1}$ dan waktu *doubling time* 0,939 hari, diikuti perlakuan 35 ppt sebesar $0,72 \text{ hari}^{-1}$ dan waktu *doubling time* 0,965 hari, terendah pada perlakuan 5 ppt dengan nilai sebesar $0,68 \text{ hari}^{-1}$ dan waktu *doubling time* 1,027 hari. Perbedaan laju pertumbuhan spesifik tersebut juga memberikan pengaruh pada waktu penggandaan sel *Dunaliella* sp.

Pancasakti *et al.* (2004), melaporkan rata-rata pertumbuhan *Dunaliella* sp. tertinggi pada salinitas 5 ppt dengan jumlah sel sebesar $1,03 \times 10^4$ sel/ml, *Dunaliella* sp. tumbuh dengan baik pada salinitas 5 – 10 ppt dalam media air jepra dan berdasarkan hasil penelitian ini konsentrasi sel sebesar $14,1 \times 10^7$ sel/ml diperoleh pada perlakuan salinitas 5 ppt. sedangkan pertumbuhan *Monochrysis* di 2,5 ppt tidak sepadat pada salinitas yang lebih tinggi dan *Syracosphaera* tidak dapat tumbuh pada 2,5 ppt (McLachlan, 1961). Adaptasi dari setiap mikroalga terhadap salinitas adalah spesies-spesifik dan tergantung pada karakteristik fisiologis spesies (Richmond 1986) dan asal spesies (Banerjee *et al.*, 2011). Pada penelitian ini semakin tingginya salinitas menyebabkan pertumbuhan akan terhambat hal ini sesuai dengan pernyataan Frank & Wegmann (1974), bahwa dengan meningkatnya konsentrasi garam dalam

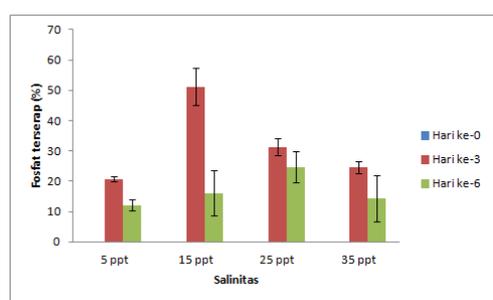
medium, kerja sel *Dunaliella* menjadi lebih terhambat sehingga hampir tidak ada reaksi berlangsung dalam sitoplasma pada salinitas tinggi, hanya proses pembentukan gliserol yang tetap aktif dalam sel.

Pertumbuhan pada *Dunaliella* sp. juga dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang juga merupakan menjadi faktor pembatas. Hasil serapan nitrat dan fosfat sangat erat hubungannya terhadap pertumbuhan mikroalga serapan nitrat dan fosfat tertinggi terjadi pada fase eksponensial. berdasarkan hasil pengamatan kualitas air, salinitas memberikan perbedaan variasi serapan nitrat pada masing-masing perlakuan. Pada setiap perlakuan hampir sama pada hari ke-0 dan mengalami perbedaan pada fase logaritmik dan stasioner. Berdasarkan Gambar 3 serapan nitrat pada salinitas 5 ppt sebesar 13,39-30,40 %, pada salinitas 15 ppt serapan nitrat sebesar 20,04-43,57 %, pada salinitas 25 ppt serapan nitrat sebesar 19,58-39,68% dan 17,68-28,17 % pada salinitas 35 ppt. Perbedaan nilai nitrat media kultur sesuai dengan konsentrasi sel maksimum pada setiap perlakuan. Perlakuan dengan salinitas 15 ppt lebih baik dalam menyerap nitrat bila dibandingkan dengan yang lainnya. Semakin tinggi konsentrasi selnya maka semakin rendah nilai nitratnya dan semakin rendah konsentrasi selnya maka semakin tinggi pula kandungan nitratnya. Senyawa nitrogen utama yaitu nitrat diserap oleh mikroalga untuk mendukung pertumbuhannya (Suantika dan Hendrawandi, 2009). Pada saat terjadi penurunan konsentrasi nitrogen, maka pertumbuhan, produksi biomassa, kandungan protein dan klorofil juga akan menurun (Xin *et al.*, 2010, Becker, 1994; Chrismadha *et al.*, 2006).



Gambar 3. Serapan Nitrat pada Salinitas yang Berbeda

Fosfat pada media kultur mikroalga berfungsi sebagai nutrisi pembatas pertumbuhan mikroalga. Nilai fosfat yang didapatkan dari hasil pengamatan menunjukkan penurunan selama masa kultur. Konsentrasi fosfat berbanding terbalik dengan perlakuan salinitasnya. Berdasarkan Gambar 4 serapan nitrat pada salinitas 5 ppt sebesar 10,13-21,70 %, pada salinitas 15 ppt serapan nitrat sebesar 17,80-58,26 %, pada salinitas 25 ppt serapan nitrat sebesar 19,30-34,24% dan 5,64-26,24 % pada salinitas 35 ppt. Kemudian penelitian



Gambar 4. Serapan Fosfat pada Salinitas yang Berbeda

Mulyadi (1999) menyebutkan bahwa penyerapan nitrat dan fosfat oleh *Dunaliella* sp. berbeda-beda tergantung pada media dan kondisi lingkungan. Penyerapan konsentrasi nitrat dan fosfat akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi sel mikroalga. Encarnacao (2012), menyatakan

kandungan fosfat yang lebih rendah dan kandungan nitrit yang lebih tinggi bisa menaikkan nilai produksi klorofil mikroalga

3.2 Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Produksi Biomassa *Dunaliella* sp.

Dunaliella sp. memiliki berat biomassa yang berbeda pada setiap perlakuan kultur. Salinitas yang digunakan pada kultur *Dunaliella* sp. akan menentukan produksi biomassa. Produksi biomassa *Dunaliella* sp. pada perlakuan 15 ppt diperoleh biomassa sebesar 0,52 g/L selanjutnya perlakuan salinitas 25 ppt diperoleh biomassa sebesar 0,466 g/L, kemudian perlakuan salinitas 35 ppt diperoleh biomassa sebesar 0,41 g/L dan yang terakhir perlakuan salinitas 5 ppt diperoleh biomassa sebesar 0,36 g/L *Dunaliella* sp. dengan perlakuan salinitas 15 ppt menjadi perlakuan terbaik dengan nilai biomassa sebesar 0,52 g/L dan pengukuran biomassa dilakukan pada hari ke 6 pada fase stasionaer.

Perlakuan salinitas (ppt) terhadap biomassa *Dunaliella* sp. menunjukkan pola kuadratik dengan persamaan $Y = -0,0005x^2 + 0,0229x + 0,2723$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,91$. Sehingga dapat disimpulkan perlakuan dengan salinitas 20,8 ppt merupakan salinitas yang optimum. Berdasarkan penelitian ini, mikroalga dapat tumbuh dengan baik pada salinitas rendah dan memiliki pertumbuhan yang lambat selama peningkatan salinitas, mikroalga akan mengeluarkan energi lebih banyak ketika mencoba untuk mempertahankan tekanan turgor, dan ini mengakibatkan penurunan produktivitas atau penurunan pertumbuhan (Kirst, 1989). Berat kering sampel alga laut dipengaruhi oleh jumlah garam yang diserap

pada permukaan sel dan saat di dalam bagian sel (Zhu dan Lee, 1997). Pada salinitas lebih dari 15 ppt akan terjadi penurunan produksi biomassa, penurunan biomassa kering ditemukan ketika diberikan salinitas yang tinggi, hal ini mirip dengan respon dari *Trichodesmium* sp., *Cyanobacterium Synechococcus* sp., *Dunaliella salina*, dan *Arthrospira (Spirulina) platensis* terhadap salinitas tinggi (Fu dan Bell 2003; Rosales *et al.*, 2005; Takagi dan Yoshida, 2006).

3.3 Pengaruh Salinitas yang Berbeda terhadap Produksi Klorofil-a *Dunaliella* sp.

Pigmen klorofil tersebut berperan dalam penyerapan cahaya untuk proses fotosintesis mikroalga (Spolaore *et al.*, 2006). Berdasarkan penelitian ini salinitas berpengaruh terhadap total klorofil a *Dunaliella* sp. dan memiliki jumlah total klorofil a yang berbeda pada setiap perlakuan kultur. Berdasarkan penelitian ini Klorofila *Dunaliella* sp. pada perlakuan salinitas 15 ppt sebesar 11,26 µg/mL, kemudian perlakuan salinitas 25 ppt sebesar 9,47 µg/mL, selanjutnya perlakuan salinitas 35 ppt sebesar 7,59 µg/mL dan yang terakhir perlakuan salinitas 5 ppt sebesar 6,65 µg/mL. Puncak konsentrasi sel tertinggi *Dunaliella* sp. berada pada hari ke-6 sehingga klorofil diambil pada hari ke-6

pengaruh salinitas (ppt) terhadap total klorofil a *Dunaliella* sp. menunjukkan pola kuadratik dengan persamaan $y = -0,0162x^2 + 0,6588x - 4,0859$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0,94$. Dapat disimpulkan konsentrasi klorofil *Dunaliella* sp. yang optimum pada salinitas 20,3 ppt mengandung total klorofil a sebesar 10,78 µg/mL yang diperoleh pada hari ke-6. sesuai dengan laporan bahwa salinitas rendah dapat

meningkatkan baik klorofil-a dan produksi karotenoid dalam *Dunaliella tertiolecta* (Cifuentes *et al.*, 2001; Fazeli *et al.*, 2006). Sel *Dunaliella* halotoleran dalam lingkungannya, pada salinitas yang tinggi akan menyebabkan fotosintesis dan proses metabolisme melambat (Krinsky, 1978). McLachlan (1961), menyatakan *Plaiyrnonas* sp. memiliki konsentrasi klorofil maksimum pada kisaran salinitas 35 ppt dan konsentrasi klorofil minimum pada salinitas 15 ppt dan pada *Olisthodiscus* sp. konsentrasi klorofil maksimum pada salinitas 15 ppt. Ketika kandungan pigmen klorofil-a, minim dalam salinitas tinggi, efisiensi fotosintesis yang rendah dapat mengakibatkan produksi biomassa secara signifikan rendah dalam beberapa mikroalga (Warr *et al.* 1985).

Lishman (1997), menjelaskan bahwa sel-sel mikroalga hidup membutuhkan nitrat dan fosfor dari lingkungan untuk sintesis asam amino, pigmen, asam nukleat, ATP, dan prekursor biokimia. Selain itu, beberapa mikronutrien yang berperan yaitu mangan berfungsi sebagai kofaktor pembentukan klorofil, besi digunakan dalam sintesis klorofil dan protein penyusun kloroplas, serta seng yang berguna dalam proses pembentukan klorofil dan sebagai pelindung dari kerusakan molekul klorofil (Amanatin dan Nurhidayati, 2013).

3.4 Kualitas Air

Kualitas air memiliki peran yang penting dalam kegiatan kultur. Kisaran suhu media kultur harus terkontrol sehingga mikroalga dapat tumbuh dengan baik. Data hasil pengamatan menunjukkan kisaran suhu selama pemeliharaan berada antara 27,02-28°C. Kisaran suhu optimal untuk reproduksi

Chlorella yaitu antara 25-30°C (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Hasil pengamatan nilai oksigen terlarut pada penelitian ini yaitu berkisar antara 7,84-8,06 ppm, Berdasarkan penelitian ini nilai oksigen terlarut tergolong baik karena sesuai pendapat Fox (1987), yang menyatakan kadar oksigen terlarut 3 – 5 ppm kurang produktif, 5 – 7 ppm produktifitasnya tinggi dan diatas 7 ppm sangat tinggi.

Hasil pengamatan pH pada penelitian ini yaitu berkisar antara 7,35-8,41 ppm. Berdasarkan penelitian ini pH baik digunakan untuk melakukan kegiatan kultur *Dunaliella* sp. karena sesuai dengan pernyataan Kim (2015), suhu optimum untuk kultur mikroalga *Dunaliella* skala laboratorium antara 25-32°C, Kisaran pH yang sesuai untuk mikroalga berkisar diantara 7 – 9 dengan kisaran pH yang optimum 8,2 – 8,7.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian tentang pertumbuhan, produksi biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. pada salinitas yang berbeda maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu;

- Pada penelitian ini salinitas yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp.
- Salinitas yang optimal untuk pertumbuhan, produksi biomassa dan total klorofil a *Dunaliella* sp. berada pada salinitas 20-21 ppt dengan laju pertumbuhan sebesar 0,78 hari⁻¹ total produksi biomassa sebesar 0,51 g/L dan total klorofil a sebesar 10, 78 µg/mL.

Berdasarkan hasil penelitian tentang pertumbuhan, produksi biomassa dan klorofil a *Dunaliella* sp. pada salinitas yang berbeda maka didapatkan saran untuk menggunakan

perlakuan salinitas 20-21 ppt dan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk dilakukan diluar ruangan agar mendapatkan hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adenan, N.S.,F.M. Yusoff, and M. Shariff. 2013. Effect of salinity and temperature on the growth of diatoms and green algae. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. **8**(2): 397-404
- Ak, I., S. Cirik, and T. Goksan. 2008. Effect of light intensity, salinity and temperature on growth in camalt strain of *Dunaliella viridis* teodoresco from Turkey. *Journal of Biological Sciences*. **8**(8): 1356-1359.
- Amanatin, D. R. dan T. Nurhidayati. 2013. Pengaruh kombinasi konsentrasi media ekstrak taugé (MET) dengan pupuk urea terhadap kadar protein *Spirulina* sp. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. **2**(2): 182-185.
- Bennett, A. and L. Bogorad. 1973. Complementary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. *Journal of Cell Biology*. **58**(2): 419-435.
- Banerjee, S., W.E. Hew, H. Khatoon, M. Shariff, and F.M. Yusoff. 2011. Growth and proximate composition of tropical marine *Chaetoceros calcitrans* and *Nannochloropsis oculata* cultured outdoors and under laboratory conditions. *African Journal of Biotechnology*. **10**(8): 1375-1383.
- Barsanti, L. and P. Gualtieri. 2006. Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology. Taylor & Francis, Boca Raton. 301 pp
- Becker, E.W. 1994. Microalgae Biotechnology and Microbiology. Cambridge University Press. Cambridge. p 177-180.
- Boyd, C. E. 1979. Water Quality in Warmwater Fish Pond. Agricultural Experiment Station, Auburn University. Auburn, Alabama, USA. 359 pp.

- Chriasmadha, T., Y. Mardiaty, and D. Hadiansyah. 2006. Phytoplankton response to increasing of air CO₂ concentration. *Limnotek*. **13**(1): 26-32
- Cifuentes, A. S., M. A. Gonz'alez, I. Inostroza, and A. Aguilera. 2001. Reappraisal of physiological attributes of nine stress of *Dunaliella* (Chlorophyceae): growth and pigment content across a salinity gradient. *Journal of Phycology*. **37**:334-344.
- Cresswell, L. 2010. Phytoplankton culture for aquaculture feed. Southern Regional Aquaculture Center. 5004 pp.
- Encarnacao, T., H. D. Burrows, A. C. Pais, M. G. Campos, and A. Kremer. 2012. Effect of N and P on the uptake of magnesium and iron and on the production of carotenoids and chlorophyll by the microalgae *Nannochloropsis* sp. *Journal of Agricultural Science and Technology*. **2**: 824-832.
- Fazeli, M. R., H. Tofiqi, N. Samadi, and H. Jamalifar. 2006. Effects of salinity on β -carotene production by *Dunaliella tertiolecta* DCCBC26 isolated from the Urmia salt lake, north of Iran. *Bioresource Technology*. **97**:2453-2456.
- Fox, J.M. 1987. Intensive Algae Culture Techniques. CRC Hand Book of Mariculture. CRC Press. Inc. Boca Raton. Florida. 497 pp.
- Frank, G. dan Wegmann, K., 1974. Physiology and biochemistry of glycerol biosynthesis in *Dunaliella*. *Biologisches Zentralblatt*, **93**:707-723.
- Fu, F. dan P. R. F. Bell. 2003. Effect of salinity on growth, pigmentation, N₂ fixation and alkaline phosphatase activity of cultured *Trichodesmium* sp. *Marine Ecology Progress Series*. **257**:69-76.
- Hartanto, R. 2003. Modul Metodologi Penelitian. Universitas Diponegoro: Semarang. 24 hlm.
- Henley, J.W., M.K. Major and L.J. Hironaka. 2002. Response to salinity and heat stress in two halotolerant Chlorophyte algae. *Journal of Phycology*. **38**: 757- 766.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton & Zooplankton Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut. Kanisius: Yogyakarta. 116 hlm.
- Janssen, M., T. C. Kuijpers, B. Veldhoen, M. B. Ternbach, J. Tramper, L. R. Mur, and R. H. Wijffels. 1999. Specific growth rates of *Chlamydomonas reinhardtii* and *Chlorella sorokiniana* under medium duration light/dark cycles: 13 -87s. *Journal Biotechnology*. **70**: 323-333.
- Janssen, M. 2002. *Cultivation of microalgae: effect of light/dark cycles on biomass yield*. Thesis. Wageningen University. Wageningen. The Netherlands. 184 pp.
- Kabinawa, I N.K. 2006. *Ganggang Pengempur Aneka Penyakit*. Agromedia Pustaka. Depok. 92 hlm.
- Kalita, N., G. Baruah, R.C.D. Goswami, J. Talukdar, and M.C. Kalita. 2011. *Ankistrodesmus falcatus*: a promising candidate for lipid production, its biochemical analysis and strategies to enhance lipid productivity. *Journal of Microbiology and Biotechnology Reseach*. **1**(4): 148-157.
- Kim, S. 2015. *Hand Book of Marine Microalgae*. Biotechnology advances. Pukyong National University, Busan, South Korea. 67pp.
- Kirst, C.O. 1989. Salinity tolerance of eukaryotic marine algae. *Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. **40**:21-53.
- Kitaya Y., L. Xiao, A. Masuda, T. Ozawa, M. Tsuda, and K. Omasa. 2008. Effects of temperature, photosynthesis photon flux density, photoperiod and O₂ and CO₂ concentrations on growth rates of the symbiotic *dinoflagellate*, *Amphidinium* sp. *Journal of Applied Phycology*. **20**(5): 287-292.
- Krinsky, N. I., 1978. Non-photosynthetic functions of carotenoids. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, **284**:581-590.
- Krishnan, V., Y. Uemura, N.T. Thanh, N.A. Khalid, N. Osman and N. Mansor.

2015. Three types of marine microalgae and *Nannochloropsis oculata* cultivation for potential source of biomass production. *Journal of physic.* **622**(1): 1-6.
- Lichtenthaler, H. K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymology.* **148**: 350-382.
- Lishman, L. 1997. The influences of substrate and temperature on tridigonal nitrogen removal in wastewater treatment systems. University of Waterloo. Canada.
- Loeblich, L.A. 1982. Photosynthesis and pigments influenced by light intensity and salinity in the halophile *Dunaliella salina* (Chlorophyta). *Reseach article.* **62**: 493-508.
- Longhursts, A., S. Sathyendranah, T. Platt and C. Caverhill. 1995. An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. *Journal of Plankton Resarch.***17**:1245-1271.
- McLachlan, J. 1961. The effect of salinity on growth and chlorophyll content in representative classes of unicellular marine alga. *Microbial,* **7**:1-8.
- Mulyadi, A. 1999. Pertumbuhan dan daya serap nutrisi dari mikroalgae *Dunaliella tertiolecta* yang dipelihara pada limbah domestik. *Jurnal Natur Indonesia.* **11**(1): 65-68.
- Pancasakti, H. K., E Kusdiyantini, T. Yuwono dan J. Soedarsono. 2004. The effect of various level on the growth and characterization of *Dunaliella* sp. isolated from jepara waters. *Journal of Biological Sciences.* **9**(8): 136-142.
- Parida, A.K. and A. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effect on plants: a review. *Ecotox. Environ. Safe.* **60**:324-349.
- Pick, U. 2002. Adaptation of the halotolerant alga *Dunaliella* to high salinity. In A Lauchli, U Luthge, eds, *Salinity: Enviroment, Plants, Molecules.* Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. p 97–112.
- Purwitasari, A. Tri, M.A. Alamsjah and B.S. Rahardja. 2012. Effect of concentration of growth regulators (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) against the growth of *Nannochloropsis oculata*. *Journal of marine and coastal science.* **2**: 61-70.
- Richmond, A. 1986. Cell Response to Environmental Factors. *In:* Richmond, A. (Ed.), *Handbook of Microalgal Mass Culture.* CRC Press. Boca Raton. p 69-99.
- Richmond, A. 2004. Industrial Production of Microalgal Cell-Mass and Secondary Products Major Industrial Species, *Handbook of Microalgal Culture. Biotechnology and Applied Phycology.* p 47-48.
- Ritchie, R. J. 2006. Consistent sets of spectrophotometric chlorophyll equations for acetone, methanol and ethanol solvents. *Photosynthesis Research.* **89**: 27-41.
- Rosales, N., J. Ortega, R. Mora, dan E. Morales. 2005. Influence of salinity on the growth and biochemical composition of the *Cyanobacterium synechococcus* sp. *Ciencias Marinas,***31**:349–355.
- Spencer, C. P. 1954. Studies on the culture of marine diatom. *Journal Marine Biology Association.* **33**: 256-90.
- Spolaore, P., C. Joannis-Cassan, E. Duran and A. Isambert. 2006. Commercial applications of mikroalgae. *Journal of Bioscience and Bioengineering.* **101**: 87-96.
- Suantika, G. dan D. Hendrawandi. 2009. Efektivitas teknik kultur menggunakan sistem kultur statis, semi-kontinyu, dan kontinyu terhadap produktivitas dan kualitas kultur *Spirulina* sp. *Jurnal Matematika dan Sains.* **14**(2): 48-49.
- Talebi, A.F., S.K. Mohtashami, M. Tabatabaei, M. Tohidfar, A. Bagheri, M. Zeinalabedini, M.H. Hadavand, M. Mirzajanzadeh, S.S. Malekzadeh, and Bakhtiari S. 2013. Fatty acids profiling: a selective criterion for screening microalgae strains for biodiesel production. *Algal Research.* **2**: 258–267.

- Takagi, M., and T. Yoshida. 2006. Effect of salt concentration on intracellular accumulation of lipids and triacylglyceride in marine microalgae *Dunaliella* cells. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. **101**: 223–226.
- Warr, S. R. C., R. H. Reed, J. A. Chudek, R. Foster, dan W. D. P. Steward. 1985. Osmotic adjustment in *Spirulina platensis*. *Planta*. **163**:424–429.
- Xin, F., A. Geng, M. L. Chen, and M. J. M. Gum. 2010. Enzymatic hydrolysis of sodium dodecyl sulphate (SDS)-pretreated newspaper for cellulosic ethanol production by *Saccharomyces cerevisiae* and *Pichia stipitis*. *Application Biochemical, Biotechnology*. **162**: 1052–1064.
- Yuehua, C., J. Zhu, R. Wu. 2006) Functional mapping for genetic control of programmed cell death. *Physiol Genomics*. **25**:458–469.
- Zhu C. J. and Y. K. Lee. 1997. Determination of biomass dry weight of marine microalgae. *Journal of Applied Phycology*. **9**: 189–194.

