



**PRODUKSI BIOMASSA *Spirulina* sp. DENGAN VARIASI KONSENTRASI
CO₂ DAN FOTOPERIODE**

Okta Nugraha¹⁾ dan Elida Purba¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
Surel: Oktanugraha92@gmail.com

ABSTRACT

This study discussed about the effect of CO₂ concentration and photoperiod variations on the *Spirulina* sp. biomass production with light intensity 3000 lux. This study aims to determine the suitable concentration of CO₂ and photoperiod for obtaining the maximum biomass of *Spirulina* sp. Photosynthesis was done in photobioreactor with 2 liter of volume (400 ml *Spirulina* sp., 1600 ml sea water, and 2 ml conwy fertilizer) with 5 liters/min of total gas flow rate. Cultivation conducted over 5 days by measuring the density of microalgae cells every 12 hours and collected the biomass on day 5. The results showed that the optimum cell density was 28×10^4 cells/ml on day 4 with 24 hour photoperiod of 6% CO₂ concentration. The maximum amount of biomass was obtained at day 5 with result 3.72 g and 1.52 g of dry biomass amount.

Keywords: Biomass, cell density, CO₂ concentration, photoperiod, *Spirulina* sp.

ABSTRAK

Penelitian ini membahas tentang pengaruh variasi konsentrasi CO₂ dan fotoperiode terhadap produksi biomassa *Spirulina* sp. dengan intensitas cahaya sebesar 3000 lux. Penelitian ini bertujuan mengetahui konsentrasi CO₂ dan fotoperiode yang sesuai untuk memperoleh biomassa *Spirulina* sp. maksimum. Fotosintesis berlangsung di dalam fotobioreaktor dengan volume bioreaktor 2 liter (400 ml *Spirulina* sp., 1600 ml air laut, dan pupuk conwy 2 ml) dengan laju alir gas total 5 liter/menit. Pengkulturan dilakukan selama 5 hari dengan mengukur kepadatan sel mikroalga setiap 12 jam dan memanen biomassa pada hari ke-5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan sel optimum sebesar 28×10^4 sel/ml pada hari ke-4 dengan fotoperiode 24 jam konsentrasi CO₂ 6%. Jumlah biomassa maksimum diperoleh pada pemanenan hari ke-5 sebesar 3,72 gr dan jumlah biomassa kering sebesar 1,52 gr.

Kata kunci : Biomassa, fotoperiode, kepadatan sel, konsentrasi CO₂, *Spirulina* sp.

PENDAHULUAN

Salah satu sumber minyak nabati yang tersebar luas di Indonesia adalah mikroalga (fitoplankton). Satu di antara mikroalga yang banyak digunakan di dunia industri adalah *Spirulina* sp. karena memiliki kandungan seperti protein, asam lemak,



vitamin, dan antioksidan yang tinggi. Selain digunakan dalam dunia industri, *Spirulina* sp. juga dapat dikonsumsi langsung sebagai makanan tambahan dan makanan tradisional. Peningkatan penggunaan *Spirulina* sp. dalam berbagai bidang industri sehingga tingkat konsumsi *Spirulina* sp. dari tahun ke tahun semakin besar. Akan tetapi hal itu tidak diimbangi dengan produksi *Spirulina* sp. karena hingga saat ini masih mengandalkan produksi dari habitat alami dengan kualitas dan kuantitas yang tidak dapat dijamin. Oleh karena itu kultivasi menjadi satu-satunya jalan untuk memenuhi kebutuhan stok biomassa tersebut.

Tumbuhan mikroalga berfotosintesis dan dalam proses fotosintesis tersebut cahaya dan aerasi CO₂ memegang peranan yang sangat penting. Namun faktor cahaya dan konsentrasi CO₂ yang diperlukan tiap-tiap jenis tumbuhan dan alga untuk dapat tumbuh secara maksimum bervariasi.

Menurut Chen (1996), cahaya dibutuhkan oleh semua organisme untuk melakukan fotosintesis dan apabila kekurangan cahaya maka fotosintesis berlangsung tidak normal. Pencahayaan pada kultur dapat mempengaruhi biomassa *Spirulina* sp. yang dihasilkan. Intensitas cahaya yang optimal untuk pertumbuhan *Spirulina* berkisar antara 1500-3000 lux dan tidak melebihi 4000 lux untuk menghindari fotoinhibisi. Fotoperiode yang kontinyu (24 jam) mempengaruhi pertumbuhan mikroalga *Chorella* sp. dan *Dunaliella* sp. (Kawaroe, 2010). Hal ini dikarenakan kultivasi fitoplankton berkembang normal di bawah cahaya yang konstan (Lavens & Sorgeloos, 1996).

Mulyawan (2011) melaporkan konsentrasi CO₂ untuk mikroalga *Tetraselmis chuii* akan memperoleh biomassa yang optimum dari pemanenan pada hari ke-7 dengan menggunakan konsentrasi CO₂ 3%.



Pada fotoperiode, mikroalga *Chorella* sp. dan *Dunaliella* sp. mendapatkan nilai kepadatan tertinggi dengan perlakuan fotoperiode 24 jam. Maka dilakukan penelitian yang membahas tentang pengaruh konsentrasi CO₂ dan pengaturan fotoperiode yang paling sesuai dalam produksi biomassa *Spirulina* sp. maksimum.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung dengan waktu penelitian dilakukan dari bulan Maret 2014 sampai Mei 2014. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kultur murni *Spirulina* sp., air laut dan pupuk *conway* yang didapatkan dari Balai Besar Pengembangan Budi Daya Laut Lampung, Lempasing, Lampung Selatan, gas CO₂ dan udara. Peralatan yang digunakan adalah photobioreaktor sebesar 2 L, tabung CO₂, *air pump*, regulator CO₂, *flowmeter* gas, tabung pencampur, lampu TL, *luxmeter*, kain satin, *haemocytometer*.

Prosedur Penelitian

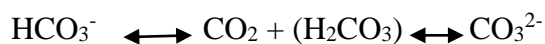
Pengkulturan *Spirulina* sp. dilakukan dengan volume 2 L dengan perbandingan air laut dan bibit alga adalah 4:1 dengan penambahan 2 mL pupuk *conway* untuk 2 L, pengkulturan dilakukan selama 5 hari dalam photobioreaktor dengan lama pencahayaan 12 jam dan 24 jam dan dialiri campuran gas CO₂ dan udara dari tabung gas CO₂ dan *air pump* dengan laju alir gas sebesar 5 L/menit dengan variasi konsentrasi CO₂ 3, 6, dan 9%. Intensitas cahaya diatur dengan *luxmeter* sebesar 3000 lux. Setelah itu dilakukan perhitungan jumlah sel mikroalga dengan menggunakan *haemocytometer* setiap 12 jam selama 5 hari. Pada hari ke lima dilakukan pemanenan menggunakan kain satin,

kemudian berat pasta biomassa ditimbang. Setelah itu pasta dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 40⁰C selama 15 menit dan ditimbang biomassa kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Konsentrasi CO₂ Umpa terhadap Pertumbuhan Sel. Pengkulturan mikroalga *Spirulina* sp. dilakukan selama 5 hari dengan memvariasikan konsentrasi CO₂ umpa. Pada Gambar 2 dapat dilihat jumlah sel dengan konsentrasi CO₂ umpa 3, 6 dan 9%. Jumlah sel maksimum didapat pada konsentrasi CO₂ umpa 6%, baik dengan lama pencahayaan 12 jam ataupun 24 jam. Pada fotobioreaktor dengan lama pencahayaan 12 jam jumlah sel yang didapat yaitu 21 x 10⁴ sel/ml dan pada fotobioreaktor dengan lama pencahayaan 24 jam 28 x 10⁴ sel/ml.

Pada penelitian ini konsentrasi CO₂ umpa untuk perolehan sel terbaik *Spirulina* sp. adalah 6% sedangkan dari penelitian Mulyawan (2011) ditemukan bahwa untuk sel *T.chuii* konsentrasi terbaik adalah 3%. Dari kedua penelitian ini disimpulkan bahwa masing-masing mikroalga mempunyai titik optimum konsentrasi CO₂ umpa yang berbeda-beda untuk mencapai pertumbuhan sel yang optimum, dimana konsentrasi CO₂ umpa lebih dari titik optimumnya akan menyebabkan penurunan jumlah sel. Secara teori ketika CO₂ berdifusi ke dalam air, maka akan terbentuk asam karbonat (H₂CO₃). Asam karbonat berdisosiasi secara spontan menjadi karbonat (CO₃²⁻) dan ion bikarbonat (HCO₃⁻). Ketiga senyawa memiliki reaksi kesetimbangan dalam kultur sebagai berikut



Ketika terjadi asimilasi gas CO₂ maka reaksi akan bergeser ke sebelah kanan, karena HCO₃⁻ akan berubah menjadi CO₂ menggantikan CO₂ bebas yang diserap oleh *Spirulina* sp. Jika pengkulturan terlalu asam maka akan mengganggu metabolisme dan

respirasi *Spirulina* sp. juga menyebabkan senyawa logam yang bersifat toksik semakin tinggi dan akan mengganggu kelangsungan hidup dari mikroalga *Spirulina* sp.

Pengaruh Fotoperiode terhadap Pertumbuhan Sel. Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan mikroalga *Spirulina* sp. dilakukan pada fotoperiode 12 jam dan 24 jam selama pengkulturan 5 hari dengan konsentrasi CO₂ umpan 3, 6 dan 9%. Data menunjukkan bahwa pada konsentrasi CO₂ umpan 3, 6 dan 9% pertumbuhan sel mikroalga *Spirulina* sp. pada fotoperiode 24 jam mencapai titik maksimum lebih tinggi dibandingkan dengan fotoperiode hanya 12 jam. Gambar 3 menunjukkan pada fotoperiode 24 jam dengan konsentrasi CO₂ umpan 3% didapat 23 x 10⁴ sel/ml, 6% sebanyak 28 x 10⁴ sel/ml dan 9% sebanyak 22 x 10⁴ sel/ml, sedangkan pada fotoperiode 12 jam dengan konsentrasi CO₂ umpan 3% didapat 20 x 10⁴ sel/ml, 6% sebanyak 21 x 10⁴ sel/ml dan 9% sebanyak 20 x 10⁴ sel/ml.

Hasil ini juga sesuai dengan teori yang menyebutkan bahwa pertumbuhan sel dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Selain itu fotoperiode juga berperan penting dalam pertumbuhan mikroalga (Isnansetyo & Kurniastuty, 1995). Hal ini juga dikuatkan oleh penelitian Lavens dan Sorgeloos (1996) yang mengatakan bahwa periode penyinaran buatan pada kultivasi mikroalga minimum 18 jam per hari.

Perolehan Biomassa. Gambar 4 menunjukan perolehan biomassa pasta dan kering *Spirulina* sp. dengan intensitas cahaya 3000 lux dengan variasi konsentrasi CO₂ umpan 3, 6 dan 9% dengan lama pencahayaan 12 jam dan 24 jam.

Biomassa pasta maupun kering dengan fotoperiode 24 jam lebih optimum dibandingkan dengan fotoperiode 12 jam. Pengkulturan mikroalga *Spirulina* sp. dengan konsentrasi CO₂ umpan 6% dan fotoperiode 24 jam menghasilkan biomassa pasta

maupun kering yang optimum dibandingkan konsentrasi CO₂ umpan 3% dan 9% dengan fotoperiode 24 jam.

Hal tersebut menunjukkan bahwa kepadatan sel yang tinggi akan menghasilkan berat biomassa kering optimum. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Mulyawan (2011) yang ditemukan bahwa sel *Tetraselmis chuii* mendapatkan jumlah sel optimum dan biomassa kering optimum pada konsentrasi CO₂ umpan 3%.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

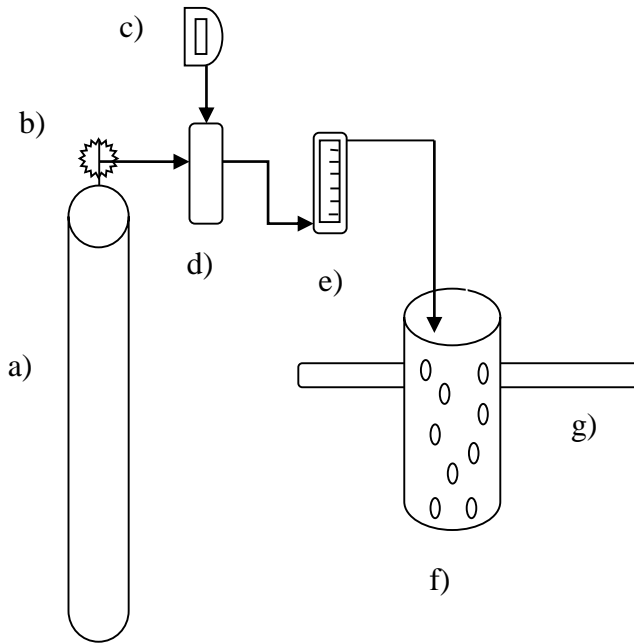
1. Konsentrasi CO₂ umpan 6% merupakan yang terbaik untuk pertumbuhan sel optimum mikroalga *Spirulina* sp. Hal tersebut terjadi pada pengkulturan hari ke-4 dengan fotoperiode 24 jam maupun 12 jam.
2. Fotoperiode selama 24 jam memberikan pertumbuhan sel mikroalga *Spirulina* sp. lebih cepat, dengan perolehan jumlah sel mikroalga *Spirulina* sp. pada hari ke-5 mencapai 35×10^6 sel/ml.
3. Perolehan biomassa mikroalga *Spirulina* sp. optimum yang didapat pada saat pemanenan hari ke-5 dengan konsentrasi CO₂ umpan 6% dan fotoperiode 24 jam.
4. Perolehan biomassa kering mikroalga *Spirulina* sp. maksimum sebanyak 1,52 gr didapat pada saat pemanenan hari ke-5 dengan konsentrasi CO₂ umpan 6% dan fotoperiode selama 24 jam.

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat disarankan pemanenan mikroalga *Spirulina* sp. dilakukan pada hari ke-4 saat pertumbuhan sel optimum dan biomassa yang optimum.

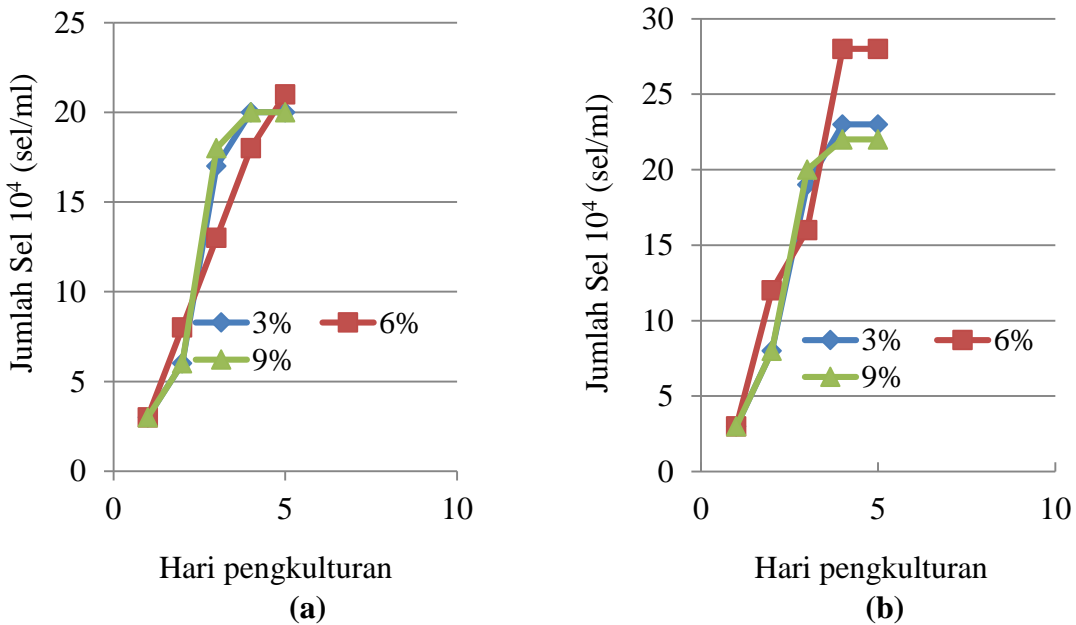


DAFTAR PUSTAKA

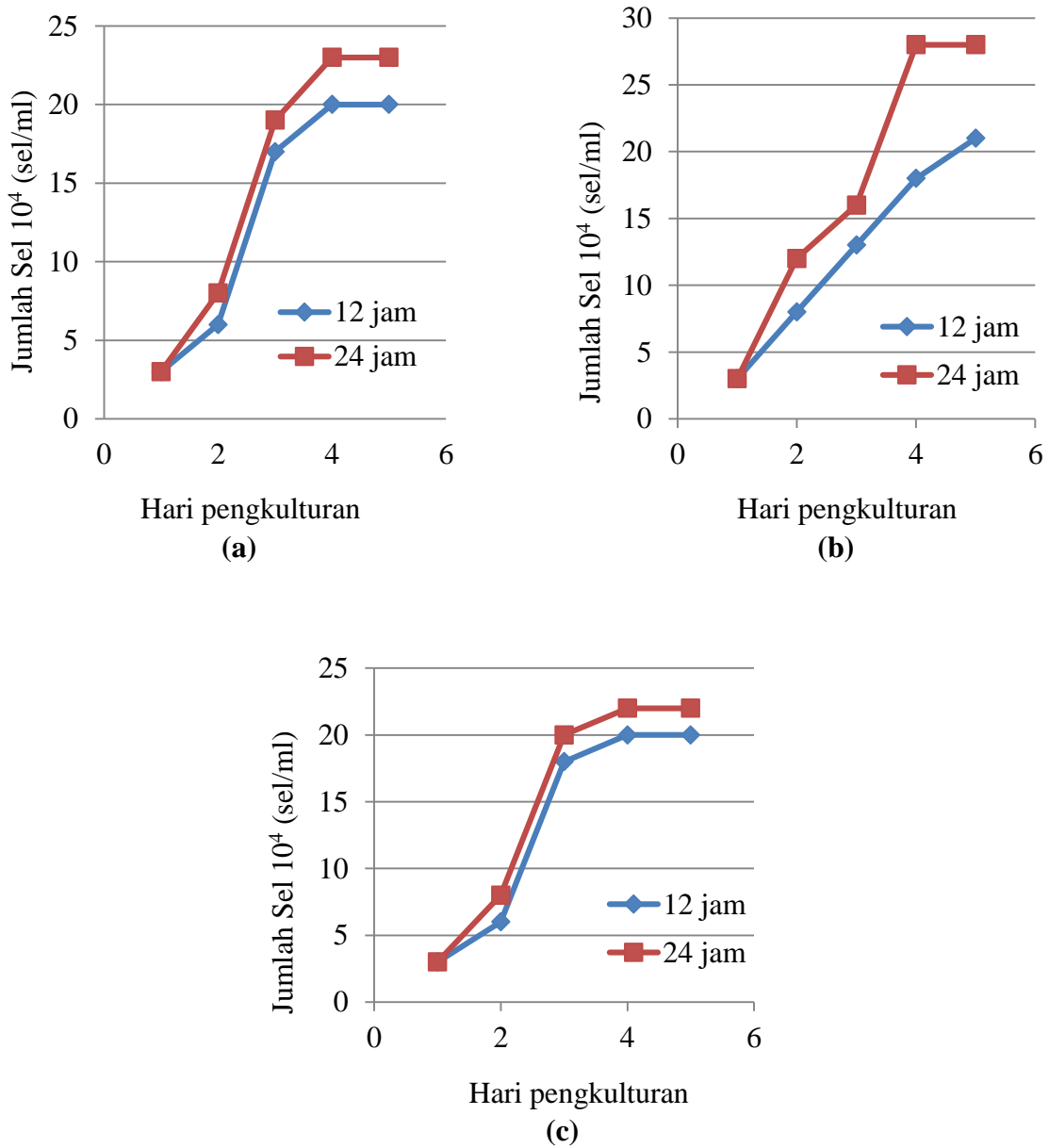
- Chen F, Zhang Y, Guo S. 1996. *Growth and Phycocyanin Formation of Spirulina platensis in Photoheterotrophic Culture. J Biotech. Letters* 18 (5): 603-608.
- Isnansetyo A & Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur phitoplankton dan zooplankton pakan alami untuk pembenihan organisme laut*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kawaroe M, Prartono T, Sunnuddin A, Wulan DA, & Agustine D. 2009. *Laju Pertumbuhan Spesifik Chlorella sp. dan Dunaliella sp. Berdasarkan Perbedaan Nutrien dan Fotoperiode*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Lavens P & Sorgeloos. 1996. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Mulyawan IM. 2011. *Penentuan Jumlah Biomassa Optimum Mikroalga Tetraselmis chuii Dengan Variasi Konsentrasi CO₂ Dan Tipe Fotobioreaktor*. Bandar Lampung : Universitas Lampung.



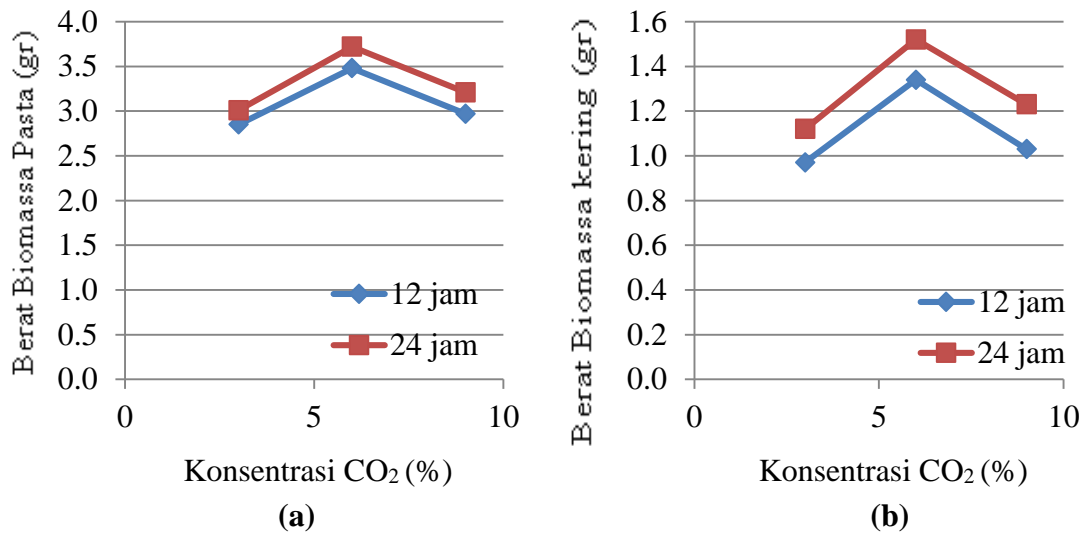
Gambar 1. Skema rangkaian bioreaktor mikroalga
 Keterangan: a) Tabung gas CO₂, b) Regulator CO₂, c) Air pump, d) Tabung pencampur gas, e) Flowmeter gas, f) Fotobioreaktor, g) Lampu TL



Gambar 2. Jumlah sel *Spirulina* sp. dengan konsentrasi CO₂ umpan 3, 6, dan 9% dengan lama pencahayaan 12 jam (a), 24 jam (b)



Gambar 3. Pertumbuhan sel mikroalga *Spirulina sp.* dengan konsentrasi CO₂ umpan (a) 3%, (b) 6%, dan (c) 9%.



Gambar 4. Perolehan biomassa pasta (a), kering (b) dari mikroalga *Spirulina* sp. dengan variasi konsentrasi CO₂ umpan 3, 6, dan 9% dengan fotoperiode 12 jam dan 24 jam.