

Pengaruh Rasio C:N dan Panjang Gelombang Cahaya terhadap Peningkatan Kandungan Karbohidrat *Chlorella sp* dengan Memanfaatkan Limbah Cair Hotel

Sri Indira Puspa Pertiwi¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾Dosen Teknik Lingkungan,

³⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

Email: tiwi.indira@gmail.com

ABSTRACT

Carbohydrate content in microalgae can be used as raw material for producing biofuels. Microalgae need nutrients such as carbon and nitrogen also light for their growth. Nutrient source can be obtained from wastewater, such like hotel wastewater. The objective of this study was to determine the best condition for Chlorella sp producing high carbohydrate content by varying the C:N ratio 100:7, 100:13, 100:32 and the light wavelength using a white light color (380-750 nm), blue (450-495 nm), green (495-570 nm), and red (620-750 nm). The experiment was conducted at room temperature under 2000 lux illumination for 15 days. The results showed that Chlorella sp produced the highest carbohydrate content (45,77 mg/l) under C:N ratio 100:7. Moreover, when algae was cultivated under different light wavelength showed that Chlorella sp has grown better and produced more carbohydrate content (48,39 mg/l) under blue light (450-495 nm) when compared to the other types of light.

Keywords: *Chlorella sp*, carbohydrate, C:N ratio, light wavelength

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi dapat meningkatkan permintaan bahan bakar fosil. Namun bahan bakar fosil bukan sumber energi berkelanjutan yang dapat digunakan dalam jangka waktu panjang. Pembakaran bahan bakar fosil dapat meningkatkan emisi gas rumah kaca dan *global warming* yang berdampak terhadap lingkungan. *Biofuel* merupakan sumber energi terbarukan yang menghasilkan lebih sedikit gas rumah kaca dan ramah lingkungan. Salah satu sumber bahan baku *biofuel* adalah mikroalga (Chiu dkk, 2015; Barnwal, 2005). Kandungan karbohidrat mikroalga sebagian besar terdiri dari selulosa dan pati tanpa residu lignin, sehingga dapat dengan mudah digunakan

untuk proses fermentasi bioetanol (Hoddk, 2017).

Pembuatan *biofuel* yang berasal dari mikroalga memiliki keuntungan seperti tingkat fotosintesis yang tinggi, produksi biomassa dan pertumbuhan tinggi jika dibandingkan dengan tanaman pangan (Widjaja dkk, 2009). Salah satu mikroalga yang potensial untuk dikembangkan menjadi bahan baku *biofuel* adalah *Chlorella sp*. *Chlorella sp* merupakan mikroalga hijau yang sebagian besar hidup di perairan tawar, laut, payau, dapat ditemukan di tanah, dan di tempat yang lembab (Apriliyanti, 2016). Selain itu *Chlorella sp* memiliki tingkat reproduksi yang tinggi, setiap sel *Chlorella* mampu berkembang menjadi 10.000 sel dalam waktu 24 jam dan mengandung

karbohidrat 12-55% dari berat kering (Utami dkk, 2012; Leesing dkk, 2014).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga adalah nutrisi dan cahaya. Sumber nutrisi bagi mikroalga dapat berasal dari limbah. Bertambahnya jumlah penduduk dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi termasuk kegiatan industri perhotelan. Pembangunan hotel yang begitu pesat saat ini akan membawa pengaruh terhadap lingkungan akibat air limbah yang dihasilkan. Oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan perlu diolah agar tidak menimbulkan resiko terhadap lingkungan (Elystia dkk, 2012 dalam Randi dkk, 2016; Martono dkk, 2006). Kandungan bahan organik dan nutrisi yang tinggi dalam limbah cair dapat menyebabkan eutrofikasi dan *algae blooming*, yaitu pertumbuhan alga secara cepat yang disebabkan oleh banyaknya zat organik di perairan. Dampak *algae blooming* adalah dapat menghalangi penetrasi cahaya ke dalam perairan sehingga menurunkan kualitas air, menurunkan oksigen terlarut, air menjadi keruh, dan timbul gas beracun (Rustadi, 2009).

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui rasio C:N terbaik dalam peningkatan kadar karbohidrat *Chlorella sp*
2. Mengetahui panjang gelombang cahaya terbaik dalam peningkatan kadar karbohidrat *Chlorella sp*

2. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer 250 ml, *aquarium pump*, tabung reaksi, gelas ukur 10 ml dan 100 ml, pipet tetes, spatula, neraca analitik, pemanas, gelas beker 250 ml, *tube lamp* putih, *tube lamp* biru, *tube lamp* hijau, *tube lamp* merah, lux meter, spektrofotometer UV-Vis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *Chlorella sp* dari Pusat Penelitian Alga Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, limbah cair hotel, alkohol 70%, glukosa, urea, reagen Somogyi-Nelson yang terdiri dari $\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, Na_2CO_3 anhidrat, Na_2SO_4 anhidrat, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, NH_4MoO_4 , $\text{K}_2\text{H}_2\text{AsO}_4$, dan H_2SO_4 pekat.

B. Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Variabel tetap dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Temperatur ruangan (Putri, 2012)
2. Intensitas cahaya lampu 2000 lux (Mostafa dkk, 2012)
3. pH 7 (Lari dkk, 2016)
4. Fotoperiod 12:12 (Perez-Pazos dan Pablo, 2011).

Variabel Bebas

1. Rasio C:N 100:7, 100:13, dan 100:32 dengan penambahan glukosa dan urea. Kontrol menggunakan aquades yang ditambahkan glukosa dan urea dengan rasio yang sama.
2. Panjang gelombang menggunakan warna lampu berbeda, yaitu biru (450-495 nm), hijau (495-570 nm), dan merah (620-750 nm). Kontrol dilakukan menggunakan lampu LED putih (380-750 nm).

C. Prosedur Penelitian

Pemasangan Chamber

Desain *chamber* dalam penelitian ini berdimensi (p x l x t) 80 x 30 x 40 cm dan percobaan dilakukan di dalam erlenmeyer 250 ml dengan volume kerja 200 ml. Sumber cahaya pada *chamber* menggunakan lampu *white-cool fluorescent* dengan intensitas cahaya 2000 lux. Bagian dalam dari *chamber* dilapisi dengan aluminium foil agar intensitas cahaya yang dihasilkan dapat terkuantisasi sehingga mendapatkan penyinaran cahaya yang maksimal (Daniyati dkk, 2012). Pada bagian atas

erlenmeyer terdapat saluran yang berfungsi sebagai aerasi dimana pada ujung saluran terdapat batu aerasi. Aerasi ini berfungsi sebagai pengadukan agar terjadi kontak yang baik antara alga dan media tumbuh serta nutrisi yang diberikan.

Persiapan Limbah Cair Hotel

Medium yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair hotel yang diambil dari bak pengumpul kedua instalasi pengolahan limbah cair hotel. Limbah cair diendapkan dan disaring untuk memisahkan padatan yang tidak terlarut dalam air (Yang dkk, 2017) kemudian disterilisasi (Mostafa dkk, 2012).

Percobaan Utama

Chlorella sp pada fase eksponensial diinokulasikan (10%, v/v) ke dalam erlenmeyer 250 ml, yang berisi medium limbah cair domestik dengan perbandingan rasio C:N 100:7, 100:13, dan 100:32 (Putri, 2012). Perbandingan rasio dilakukan dengan menambahkan glukosa sebagai sumber karbon dan urea sebagai sumber nitrogen. Sedangkan kontrol menggunakan medium aquades yang ditambahkan glukosa dan urea dengan rasio C:N yang sama. Setelah didapatkan rasio C:N terbaik dalam peningkatan karbohidrat *Chlorella sp*, kemudian dilakukan variasi panjang gelombang cahaya. *Chlorella sp* pada fase eksponensial diinokulasikan (10%, v/v) ke dalam erlenmeyer 250 ml yang berisi limbah cair dengan rasio C:N terbaik. Variasi panjang gelombang cahaya dilakukan dengan menggunakan lampu LED berwarna biru (450-495 nm), hijau (495-570 nm), merah (620-750 nm), dan putih (380-750 nm) sebagai kontrol. Uji karbohidrat dilakukan pada hari ke-0, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, dan 15.

Uji Karbohidrat

Uji karbohidrat menggunakan metode Somogyi-Nelson, dimana prinsipnya gula pereduksi akan mereduksi ion Cu^{2+} menjadi Cu^+ , kemudian Cu^+ akan mereduksi senyawa arsen-molibdat membentuk senyawa kompleks berwarna biru kehijauan. Masukkan sampel sebanyak 1 ml kedalam tabung reaksi bertutup kemudian tambahkan 10 ml H_2SO_4 1%, panaskan pada suhu 80°C selama 75 menit. Setelah dipanaskan, dinginkan sampel, lalu ambil 1 ml dari larutan sebelumnya dan tambahkan larutan Nelson 1 ml. Panaskan kembali pada suhu 105°C selama 20 menit. Tambahkan 1 ml larutan arsenmolibdat dan aquades 7 ml. Larutan diuji menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 nm (Al-Kayyis dan Susanti, 2016).

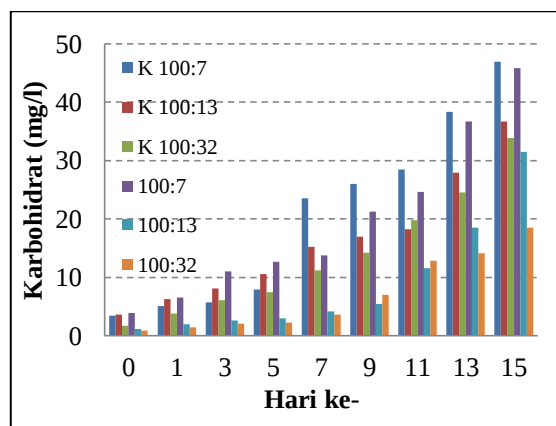
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kadar karbohidrat tertinggi dihasilkan pada rasio C:N 100:7 diikuti oleh 100:13, dan 100:32 sebesar 45,77 mg/l, 31,44 mg/l, dan 18,55 mg/l (Grafik A). Martin-Juarez dkk (2017) mengatakan bahwa pada kondisi kekurangan nitrogen, mikroalga *Chlorella vulgaris* dapat mengakumulasi karbohidrat menjadi 38-41%. Hal ini dijelaskan oleh Lari dkk (2012) dan Yodsuwan dkk (2017) bahwa pada kondisi konsentrasi nitrogen yang kecil mikroalga akan mensintesis karbon terlebih dahulu melalui proses glikolisis. Hasil dari glikolisis akan membentuk *glyceraldehyd-3-phosphate* (G3P) yang selanjutnya diubah menjadi gula.

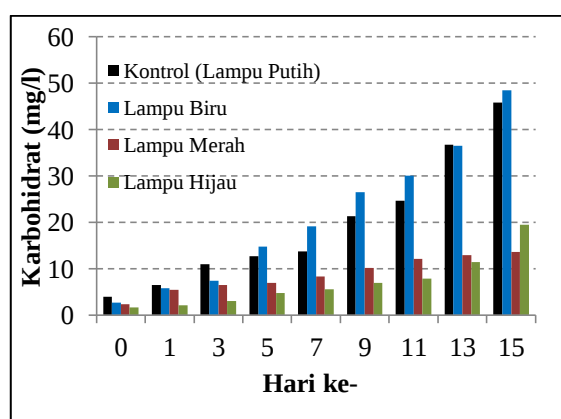
Chlorella sp yang dikultivasi pada panjang gelombang cahaya berbeda menghasilkan konsentrasi karbohidrat lebih tinggi pada lampu biru dibandingkan kultivasi menggunakan lampu putih, lampu merah, dan lampu hijau, yaitu 48,39 mg/l, 45,77 mg/l,

13,61 mg/l, dan 19,42 mg/l (Grafik B). Penelitian yang dilakukan oleh Asuthkar dkk (2016) juga menghasilkan karbohidrat tertinggi pada kultivasi *Chlorella pyrenoidosa* menggunakan lampu biru, yaitu 3,38 mg/g berat kering.

Hal ini dijelaskan oleh Asuthkar dkk (2016) bahwa lampu berwarna biru memiliki panjang gelombang terpendek (450-495 nm) dibandingkan lampu putih (380-750 nm), lampu merah (620-750 nm), dan lampu hijau (495-570 nm). Energi yang besar dapat meningkatkan penetrasi cahaya yang masuk ke dalam sel dan mempengaruhi pertumbuhan mikroalga.



Grafik A. Pengaruh Rasio C:N terhadap Produksi Karbohidrat



Grafik B. Pengaruh Panjang Gelombang terhadap Produksi Karbohidrat

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rasio C:N terbaik dalam meningkatkan kandungan karbohidrat *Chlorella sp* adalah 100:7 dengan kandungan karbohidrat sebesar 45,77 mg/l.
2. Panjang gelombang cahaya terbaik dalam meningkatkan karbohidrat *Chlorella sp* adalah 450-495 nm atau menggunakan lampu biru dengan kandungan karbohidrat sebesar 48,39 mg/l.

Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan kandungan karbohidrat *Chlorella sp* dengan penambahan waktu kultivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Kayyis, Hasanul dan Hari Susanti. (2016). *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*. Perbandingan metode Somogyi-Nelson dan Anthrone-Sulfat pada Penetapan Kadar Gula Pereduksi dalam Umbi Cilembu, 13(2), 81-89.
- Apriliyanti, Siska., Tri Retnaningsih Soeprobowo, dan Bambang Yulianto. (2016). *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Hubungan Kemelimpahan *Chlorella sp* dengan Kualitas Lingkungan Perairan Pada Skala Semi Masal di BBBPBAP Jepara, 14(2), 77-81.
- Asuthkar, Mounca., Yamini Gunti, Ramgopal Rao S, dkk. (2016). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. Effect of Different Wavelengths of Light on the Growth of *Chlorella pyrenoidosa*, 7(2), 847-851.
- Barnwal, B.K. (2005). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Prospects of Biodiesel Production

- from Vegetable Oils in India, 9(4), 363-378.
- Chiu, Sheng-Yi., Kao C, dan Chen T. (2015). *Bioresource Technology*. Cultivation of Microalgal *Chlorella* for Biomass and Lipid Production Using Wastewater as Nutrient Resource, 184, 179-189.
- Daniyati, R., Yudoyono, G., Rubiyanto, A. (2012). *Jurnal Sains dan Seni*. Desain Closed Photobioreaktor *Chlorella Vulgaris* Sebagai Mitigasi CO₂, 1, 1-5.
- Ho, Shih-Hsin., Yi-Di Chen, Ching-Yu Chang dkk. (2017). *Biotechnology for Biofuels*. Feasibility of CO₂ Mitigation and Carbohydrate Production by Microalga *Scenedesmus obliquus* CNW-N used for Bioethanol Fermentation Under Outdoor Conditions: Effects of Seasonal Changes, 10(27), 1-13.
- Lari, Zahra., Narges M, dan Hossein A. (2016). *Journal of Applied Phycology*. Bioproses Engineering of Microalgae to Optimize Lipid Production Through Nutrient Management.
- Leesing, R., Thidarat P, dan Mutiyaporn P. (2014). *International Journal of Biotechnology and Bioengineering*. Effect of Nitrogen and Carbon Source on Growth and Lipid Production from Mixotrophic Growth of *Chlorella sp.* KKU-S2, 8(4).
- Martin-Juarez, Judit., G. Markou, K. Muylaert dkk. (2017). *Microalgae-Based Biofuels and Bioproducts*. Breakthroughs in Bioalcohol Production From Microalgae: Solving the Hurdles.
- Martono, Hendro., Nanang Besmanto, Athena Anwar, dan Sukar. (2006). *Bul. Penel. Kesehatan*. Tingkat Efektivitas Instalasi Pengolahan Limbah Cair Hotel-hotel di Yogyakarta, 34(1), 37-45.
- Mostafa, Soha S.M., Emad A S, dan Ghada I M. (2012). *Notulae Scientia Biologicae*. Cultivating Microalgae in Domestic Wastewater for Biodiesel Production, 4(1), 56-65.
- Perez-Pazos, Jazmin-Vanessa dan Pablo Fernandez-Izquierdo. (2011). *Ciencia, Tecnologia y Futuro*. Synthesis of Neutral Lipids in *Chlorella sp* Under Different Light and Carbonate Conditions, 4(4), 47-58.
- Putri, Erisa Viony. (2012). Cultivation of Microalgae Using Palm Oil Mill Effluent for Lipid Production, Thesis, Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia.
- Randi, Miki., Syarfi Daud, Ivaini Andesgur. (2016). *JOM FTEKNIK*. Pengolahan Limbah Cair Hotel dengan Membran Ultrafiltrasi Aliran Cross Flow dan Pencucian Kimia Membran, 3(1).
- Rustadi. (2009). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. Eutrofikasi Nitrogen dan Fosfor serta Pengendaliannya dengan Perikanan di Waduk Sermo, 16(3), 176-186.
- Utami, Nofi Puji., Yuniarti MS, dan Kiki Haetami. (2012). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Pertumbuhan *Chlorella sp* yang Dikultur Pada Perioditas Cahaya yang Berbeda, 3(3), 237-244.
- Widjaja, Arief., Chao-Chang Chien, dan Yi-Hsu Ju. (2009). *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. Study of Increasing Lipid Production from Fresh Water Microalgae *Chlorella vulgaris*, 40, 13-20.
- Yang, Yi-Chun., Jhong-Fu Jian, Chiu-Mei Kuo, dkk. (2017). *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*. Biomass and Lipid Production of

Chlorella sp. using Municipal Wastewater under Semi-continuous Cultivation, 101.

Yodsuwan, Natthawut., Shigeki Sawayama, dan Sarote Sirisansaneeyakul.

(2017). *Agriculture and Natural Resources*. Effect of Nitrogen Concentration on Growth, Lipid Production, and Fatty Acid Profiles of the Marine Diatom *Phaeodactylum tricornutum*, 51, 190-197.