

**PENGARUH KONSENTRASI *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DAN
KOMPOSISI JUMLAH NUTRIEN UNTUK MEDIA KULTUR *Chlorella*
pyrenoidosa SEBAGAI BAHAN BAKU *BIOFUEL***

Herta Furaida Erlangga¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria³⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan

²⁾Dosen Teknik Lingkungan ³⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Pencegahan dan Pengendalian 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

E-mail : hertafuriada@gmail.com

ABSTRACT

utilization of a dynamic world energy consumption in the limitations of fossil energy reserves has created opportunities for the use of microalgae as a biofuel. The use of microalgae as a feedstock source for bioethanol production requires high yields of both biomass and carbohydrates. one of the potentially mikroalga as raw bioetanol is Chlorella pyrenoidosa. Chlorella pyrenoidosa has a carbohydrate content in the cellulose and hemicellulose form in its cell wall which can be utilized for bioethanol production. Palm Oil Mill Effluent (POME) has been studied for their potential as medium growth of microalgae due to high nutrient content. This research was conducted with variation of POME concentration (0; 25; 50; 75 ; 100%v) in medium and addition of synthetic nutrient in the form of urea as nitrogen source and TSP as phosphate source with ratio (2:1 ; 1:2 ; 0,5:1) to enhance the algae growth. The result showed the highest carbohydrate concentration was 184,1 mg/L at cultivation condition of POME concentration 25%v with ratio (urea:TSP) 2:1.

Keywords: *Chlorella pyrenoidosa, Palm Oil Mill Effluent (POME), Urea, TSP, Carbohydrates*

1.2 PENDAHULUAN

Pemanfaatan konsumsi energi secara dinamis ditengah semakin terbatasnya cadangan energi fosil menyebabkan perhatian terhadap energi terbarukan semakin meningkat (Prastowo., 2007). Berkurangnya cadangan minyak yang berpengaruh terhadap naiknya harga bahan bakar

minyak mendorong upaya untuk mendapatkan bahan bakar alternatif (Zaldiviar dkk., 2001). Salah satunya ialah mengembangkan potensi mikroalga sebagai bahan baku pembuatan *biofuel*. Produksi *biofuel* sebagai sumber terbarukan secara luas dianggap sebagai salah satu alternatif

yang paling berkelanjutan untuk dan ekonomi. Mikroalga adalah mikroorganisme fotosintetik dengan morfologi sel yang bervariasi, baik uniseluler maupun multiseluler (membentuk koloni kecil) (Fasya dkk., 2013).

Mikroalga memiliki keunggulan dibandingkan dengan makroalga dan tumbuhan tingkat tinggi. Keunggulannya antara lain hidupnya tidak tergantung musim, tidak memerlukan tempat yang luas, dan tidak memerlukan waktu yang lama untuk memanennya (Scott dkk., 2010). Disamping itu mikroalga mempunyai kemampuan dalam pengurangan emisi gas CO₂ (Jorquera dkk., 2010) dimana mikroalga dapat mengubah CO₂ menjadi karbohidrat, lemak dan protein yang jauh lebih efisien dibanding dengan tanaman darat (Scott dkk., 2010). Salah satu mikroalga yang potensial untuk dijadikan bahan baku *biofuel* adalah *Chlorella pyrenoidosa*.

C. pyrenoidosa adalah alga hijau bersel tunggal yang hidup di air tawar, air laut dan pada tempat yang basah. Selain itu *C. pyrenoidosa* memiliki kemampuan untuk tumbuh dan berkembang dengan sangat cepat (Hadiyanto dan Azim, 2012). *C. pyrenoidosa* merupakan salah satu jenis alga yang banyak tumbuh pada limbah cair kelapa sawit di PTPN V Sei Pagar Provinsi Riau khususnya pada kolam ke IV. *C. pyrenoidosa* ini memiliki kandungan lipid berkisar antara 8-35% dan karbohidrat berkisar antara 20-57% (John dkk., 2011).

sumber energi serta lingkungan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) merupakan limbah cair hasil proses produksi minyak sawit. Budidaya alga dalam limbah POME merupakan suatu alternatif yang efektif dan efisien. POME kaya akan mineral seperti N, P dan K dan mineral lainnya yang cocok digunakan sebagai media tumbuh bagi alga. Dengan memanfaatkan POME sebagai nutrient bagi mikroalga, selain dapat memaksimalkan pengolahan limbah dalam mengurangi parameter pencemar, produksi alga juga dapat ditingkatkan (Mahdi dkk., 2012). POME mengandung karbon, nitrogen dan fosfor yang dapat digunakan sebagai nutrisi pertumbuhan mikroalga dengan rasio perbandingan massa C : N : P = 34 : 16 : 1 (Sari dkk., 2012), sedangkan mikroalga membutuhkan nutrisi yang cukup besar yakni perbandingan massa C : N : P = 56 : 9 : 1 (Costa dkk., 2002). Oleh karena itu, untuk mencukupi kebutuhan nutrisi mikroalga dilakukan dengan memanipulasi faktor lingkungannya seperti suhu, cahaya, pH, ketersediaan nutrisi, ketersediaan karbon dioksida, salinitas dan kondisi lingkungan lainnya (Basmal, 2008).

Banyak faktor yang berkontribusi untuk meningkatkan karbohidrat mikroalga yaitu dengan cara memperpanjang ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan mikroalga (Liu dkk., 2011). Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mikroalga *C. pyrenoidosa*, pada penelitian ini dilakukan modifikasi nutrisi dengan

menambahkan Urea sebagai sumber nitrogen dan TSP (Triple Super Phosphat) sebagai sumber fosfat.

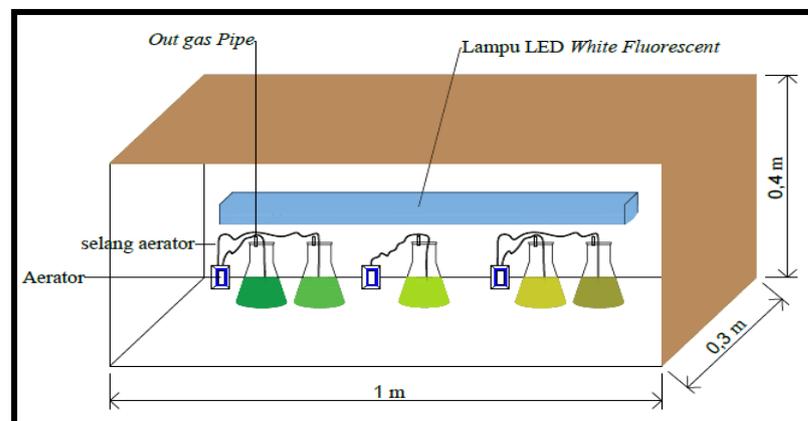
Variasi dalam penelitian ini adalah konsentrasi POME dan rasio komposisi nutrisi tambahan.

2.2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Kultivasi dalam penelitian ini dilakukan pada chamber cahaya yang berukuran 1,0m x 0,3m x 0,4 m menggunakan erlenmeyer berukuran 500 ml. Pencahayaan kultivasi menggunakan lampu LED *white-fluorescent (tube lamp)* dimana untuk mengukur intensitas cahaya yang dibutuhkan digunakan lux meter, sedangkan untuk mengontakan alga dengan medium limbah digunakan aerator dengan laju alir 3 L/menit.

Mikroalga *C. Pyrenoidosa* didapatkan dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP), milik Kementerian Kelautan dan Perikanan, Republik Indonesia. Medium sekaligus sebagai nutrien bagi mikroalga adalah limbah cair Palm Oil Mill Effluent (POME) yang berasal dari PTPN V tepatnya dari kolam IV dan nutrisi tambahan berupa urea dan TSP.



Gambar 1. Desain Alat Kultivasi

1. PROSEDUR PENELITIAN

2.2.1 Perbanyak Kultur

Kultur mikroalga *C. pyrenoidosa* diperbanyak dalam *Bold Bassal Medium* (BBM). Sebanyak 40 ml ($1,88 \times 10^4$ sel/ml) mikroalga dimasukkan ke dalam wadah berupa erlenmeyer berukuran

500 ml. Kemudian ditambahkan medium BBM sebanyak 360 ml. Pre-culture ini dijaga dalam pH 6-8 pada suhu ruang, aerasi dilakukan secara kontiniu dengan pencahayaan menggunakan cahaya lampu dengan

intensitas 3000 ± 300 lux. Perbanyak kultur dilakukan hingga pertumbuhan sel *C. pyrenoidosa* berada pada fase eksponensial (7 - 8 hari waktu

2.2.2 Preparasi POME

Sampel POME diambil dari kolam keempat PTPN V Sei Pagar. Sampel kemudian disaring untuk menyisihkan partikel dan pasir yang berukuran besar yang dapat mengganggu pertumbuhan alga. POME diletakkan pada wadah jerigen 10 liter dan diberi label. POME disterilisasi dengan

2.2.3 Percobaan utama (Kultivasi *C. pyrenoidosa*)

Suspensi *C. pyrenoidosa* sebanyak 40 ml dimasukkan ke dalam medium perlakuan yang terdapat pada erlenmeyer 500 ml. Dari 5 variasi konsentrasi POME yakni 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% v, masing-masingnya dilakukan variasi rasio penambahan nutrisi berupa Urea dan TSP (20 : 10 ; 10 : 20 dan 5 : 10) mg/l sehingga total erlenmeyer kultivasi kultur *C. pyrenoidosa* berjumlah 15 buah. Volume kerja penelitian ini adalah 400 ml. Setiap interval waktu 0, 1, 3, 5, 7, 9, 11, dan 13 hari masing-masing erlenmeyer akan diambil sampelnya untuk dilakukan analisis karbohidrat mikroalga *C. pyrenoidosa*.

kultur) dan mencukupi ($\pm 128 \times 10^4$ sel/ml). Jumlah sel akan dihitung setiap 24 jam menggunakan *thoma* dan mikroskop.

menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 2 atm selama 15 menit. Setelah disterilisasi POME dibuat sesuai perlakuan penelitian yaitu konsentrasi POME 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Masing-masing perlakuan dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 ml.

2.2.4 Analisis Karbohidrat

Analisis karbohidrat dilakukan dengan metode Nelson-Somogyi. Sebanyak 1 mL sampel dimasukkan dalam *test tube* kemudian ditambahkan 10 mL H_2SO_4 . Sampel dipanaskan dalam air mendidih menggunakan *hot plate* dengan suhu 80°C selama 75 menit. Kemudian diambil 1 mL sampel hasil pemanasan dan ditambahkan 1 mL reagen Nelson. Larutan tersebut selanjutnya dipanaskan kembali pada suhu 105°C selama 20 menit. Setelah dipanaskan, sampel ditambahkan 1 mL reagen *arsenomolybdat* dan aquades 7 mL. Selanjutnya diukur absorbansi masing-masing larutan tersebut menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh di plotkan pada kurva standar untuk mengetahui

konsentrasi karbohidrat pada sampel. Konsentrasi karbohidrat didapat dari persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$Y = ax + b$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan konsentrasi karbohidrat pada mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* menggunakan metode Nelson-Somogyi, dimana diukur melalui spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm. Dari alat tersebut akan dihasilkan nilai absorbansi. Nilai absorbansi yang tinggi menunjukkan tingginya kadar karbohidrat di dalam mikroalga. Setelah didapatkan nilai absorbansi data diolah untuk menghasilkan kadar karbohidrat dari mikroalga. Grafik kandungan karbohidrat dari mikroalga *C. pyrenoidosa* dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2., dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar nitrogen dan fosfat yang ditambahkan maka semakin tinggi pula kandungan karbohidrat mikroalga. Nitrogen merupakan bagian integral dari proses makromolekul biologis seperti protein, peptida, enzim, ATP/NADPH, klorofil serta DNA dan RNA (Salama dkk., 2017), sedangkan fosfat merupakan unsur penting untuk proses transformasi energy dalam proses fotosintesis dimana fosforilasi adesonin menghasilkan adesonin monofosfat, difosfat dan trifosfat (AMP, ADP dan ATP) yang kemudian digunakan oleh mikroalga sebagai sumber

Keterangan:

Y = Nilai absorbansi

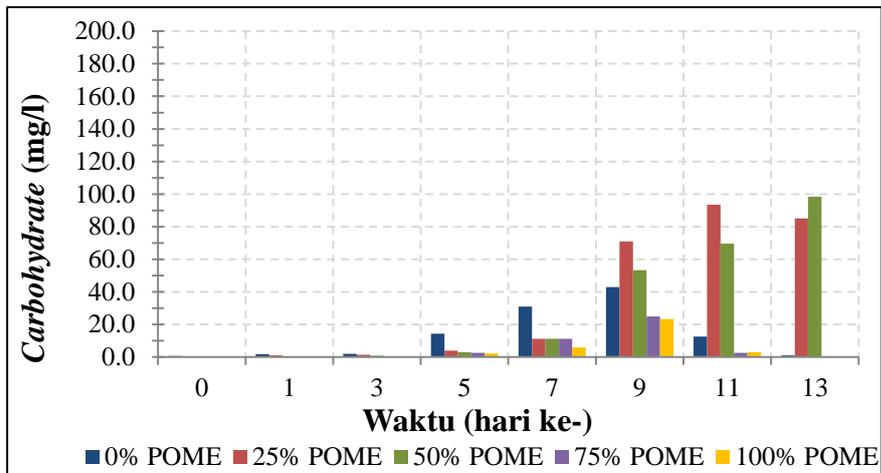
a dan b = Nilai persamaan regresi

x = Kadar Karbohidrat (ppm)

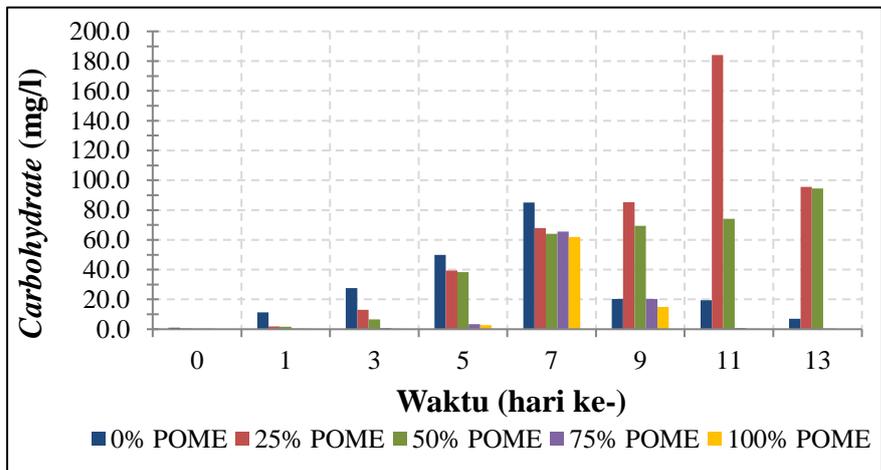
energi untuk proses kimia lainnya (Wijoseno, 2011).

Wijoseno (2011) juga berpendapat bahwa pada kondisi stress lingkungan yaitu konsentrasi nitrogen dan fosfat rendah, mikroalga akan cenderung membentuk lipid sebagai cadangan makanan daripada membentuk karbohidrat. Hal ini dikarenakan mikroalga lebih banyak menggunakan atom karbon untuk membentuk lipid daripada karbohidrat, sebagai aktifitas enzim asetil ko-A karboksilase.

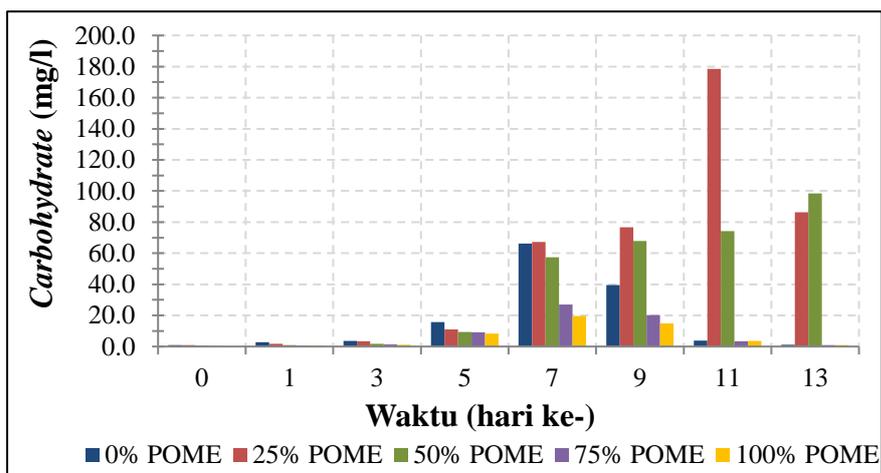
Konsentrasi karbohidrat tertinggi didapatkan pada penambahan urea:TSP dengan rasio 2:1 dan konsentrasin POME 25% yaitu sebesar 184,1 mg/l. Hal ini dikarenakan pada rasio 2:1, kandungan nitrogen dan fosfat berada pada kondisi optimum pertumbuhan mikroalga. Menurut Hadiyanto dan Azim (2012), Jika mikroalga berada pada lingkungan yang sesuai, maka laju pertumbuhan sel dan metabolisme sel akan meningkat, dengan meningkatnya laju pertumbuhan maka biomassa yang dihasilkan akan semakin banyak dan karbohidrat yang dihasilkan akan semakin banyak pula.



(A)



(B)



(C)

Gambar 2. Grafik pengaruh konsentrasi limbah dan penambahan nutrisi terhadap peningkatan Karbohidrat (A) rasio 2:1 (B) rasio 1:2 (C) rasio 0,5:1

4. KESIMPULAN

Konsentrasi karbohidrat *Chlorella pyrenoidosa* tertinggi didapatkan pada kondisi medium dengan konsentrasi POME 25%v dan rasio urea:TSP (2:1) yaitu sebesar 184,1 mg/l.

5. DAFTAR PUSTAKA

Basmal, J. 2008. Peluang dan tantangan pemanfaatan mikroalga sebagai biofuel. Squalen. *Buletin Pascapanen Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3 (1): 34–39.

Costa, J.A.V. 2002. *Spirulina Plantesis Growth in pen Raceway Ponds Using Fresh Water Supplemented with carbon, nitrogen and metal ions*. Brasil : Rio Grande de Soul.

Fasya, A. G., Amaliyah S., Bariyyah, S. K., Khamidah, U., Hanapi, A., Romaidi. 2013. *Toxicity, Antioxidant and Antibacterial Activity Test of Methanol Extract of Chlorella sp. Microalgae Result Cultivation in Tauge Extract Medium*. Indonesia: The 4th Green Technology Faculty of Science and Technology Islamic of University State Maulana Malik Ibrahim Malang.

Hadiyanto., Azim, M. 2012. *Mikroalga Sumber Pangan dan Energi Masa Depan*. Edisi pertama. Hal

100. Semarang: UPT UNIP Press.

John, R., P. Anisha, G. S and Nampoothiri, M. K. 2011. Ashok Pandey And Microalgal Biomassa : A Renewable Source For Bioethanol. *Biosource Technology*. 102 : 186-193.

Jorquera, O., Kiperstok, A., Sales, E.A., Embirucu, M., Ghirardi, M.L. 2010. Comparative Energy Life-Cycle Analyses of Microalgal Biomasa Production in Open Ponds and Photobioreactors. *Bioresource Technology*. 101(1) : 1406–1413.

Liu, Z.Y., Wang, G.C., Zhou, B.C. 2011. Effect of iron on growth and lipid accumulation in *Chlorella vulgaris*. *Bioresource Technology*. 99 : 4717–4722.

Mahdi, M. Z., Titisari, Y. N., dan Hadiyanto. 2012. Evaluasi Pertumbuhan Mikroalga dalam Medium POME: Variasi Jenis Mikroalga, Medium dan Waktu Penambahan Nutrient. *Jurnal Teknik Kimia dan Industri*, 1(1):312-319.

Prastowo, B. 2007. Potensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan Pengguna Energi Terbarukan. *Perpektif*, 6(2): 84-92.

- Salama, Kurade., M.B, Abao Shanab, El-Dalatony, Yang, Min dan Joen. 2017. Recent progress in microalgal biomass production coupled with wastewater treatment for biofuel generation. *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 74: 1189-1211.
- Sari, A., Suryajaya, A dan Hadiyanto. 2012. Kultivasi Mikroalga Spirulina Plantesis dalam Media POME dengan variasi konsentrasi POME dan komposisi jumlah nutrient. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1). 487-494.
- Scott, S.A., Davey, M.P., Dennis, J.S., Horst, I., Howe, C.J., Lea-Smith, D J., and Smith, A.G. 2010. Biodiesel from Algae: Challenges and Prospects. *Current Opinion in Biotechnology*. 21 : 227–286.
- Wijoseno, T. 2011. Uji Pengaruh Variasi Media Kultur terhadap Tingkat Pertumbuhan dan Kandungan Protein, Lipid, Klorofil, dan Karotenoid pada mikroalga (Chlorella vulgaris Buitenzorg). *Skripsi*. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Zaldivar, J. and Olsson, L. 2001. Fuel Ethanol Production From Lignocelluloses: A challenge For Metabolic Engineering And Process Integration. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 56: 17-34.