

Pembuatan Bioetanol dari Mikroalga Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Variasi Konsentrasi Ragi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Sandy Juliana Sari¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria³⁾

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

³⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Rekayasa Bioproses

Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,

Pekanbaru 28293

Email : sandyjulianash@gmail.com

ABSTRACT

Energy consumption is increasing steadily with the population growth and industrial development. Therefore, a substitute should be found. Bioethanol has been pointed out as a solution for variety complex problems related to energy and environmental issues. One of material that has potential to be used as raw material for bioethanol is microalgae. Microalgae *Chlorella pyrenoidosa* can be lived in wastewater, such as in palm oil mill effluent. *Chlorella pyrenoidosa* has been considered to be aviable and renewable feedstock for bioethanol production because it high carbohydrates contain. *Chlorella pyrenoidosa* is hydrolyzed into glucose for further fermented into bioethanol. This research aimed to observe the best condition on fermentation process by concentration of yeast are 10%, 15%, 20% and 25%. Measurement of bioethanol concentration using refractometer. The analysis show the highest concentration of bioethanol was 0,28% using yeast 25%.

Keywords : *Chlorella pyrenoidosa*, hydrolysis, fermentation, bioethanol

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan primer bagi kehidupan dan persyaratan utama untuk menggerakkan perekonomian masyarakat (Erlangga dkk, 2015). Pertumbuhan ekonomi global dan pertambahan jumlah penduduk yang pesat menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan terhadap energi (Patil dkk, 2008). Selama ini, kebutuhan energi lebih banyak dipenuhi dari energi fosil seperti Bahan Bakar Minyak (BBM) yang merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable fuels*) dan ketersediaannya di alam

sangat terbatas (Putnarubun dkk, 2012).

BBM merupakan salah satu sumber energi penting yang digunakan oleh seluruh masyarakat dunia, termasuk di Indonesia. Indonesia mengalami peningkatan konsumsi BBM, dari 30 juta KL pada tahun 1991 menjadi 60 juta KL pada tahun 2011 (Soedomo, 2001). Hasil pembakaran BBM pada kendaraan bermotor akan menghasilkan emisi gas buang seperti CO, PM₁₀, NO_x, SO_x, HC dan Pb yang dapat menyebabkan dampak negatif bagi manusia berupa gangguan saluran pernafasan,

gangguan organ dalam serta menyebabkan efek rumah kaca bagi lingkungan (Winarno, 2014).

Sebagai pengganti BBM, saat ini mulai dikembangkan Bahan Bakar Nabati (BBN) (Ningrum dkk, 2016). Bahan bakar nabati dapat menghasilkan *biofuel*, salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol merupakan sumber energi dengan prospek yang cukup baik sebagai pengganti bahan bakar cair yang bahan bakunya dapat diperbaharui, ramah lingkungan dan sangat menguntungkan dari segi ekonomi (Juniansyah, 2014). Pencampuran bioetanol dengan BBM dapat memberikan keuntungan salah satunya yaitu sebagai *oxygenating agent*, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran dan meminimalkan pencemaran (Prihandana dkk, 2008).

Selama ini, bahan baku yang digunakan untuk dijadikan bioetanol masih terkendala pada ketersediaan dan persaingan dengan bahan pangan. Selain itu, penggunaan bahan baku yang mengandung lignoselulosa sulit dalam produksinya karena adanya kandungan lignin sehingga perlu dilakukan *pretreatment* dan konversi yang dihasilkan sedikit. Oleh karena itu, saat ini mulai dikembangkan pembuatan bioetanol dengan bahan baku yang berasal dari mikroalga (Erlangga dkk, 2015).

Mikroalga memiliki prospek yang sangat baik untuk dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol. Mikroalga dipilih karena memiliki kemampuan tumbuh dengan cepat, tidak berkompetisi dengan bahan pangan, tidak memerlukan area yang luas serta

dapat tumbuh di air laut, air tawar maupun air limbah. Pada penelitian ini, mikroalga yang digunakan didapatkan dari limbah cair PTPN V Sei Pagar Provinsi Riau. Populasi mikroalga banyak terdapat dipermukaan kolam limbah 10 di PTPN V Sei Pagar Provinsi Riau dan belum ada dilakukan pemanfaatan dari mikroalga yang tumbuh di kolam limbah tersebut.

Chlorella pyrenoidosa merupakan salah satu jenis mikroalga yang tumbuh di limbah cair kelapa sawit PTPN V Sei Pagar Provinsi Riau. *Chlorella pyrenoidosa* memiliki kandungan karbohidrat sekitar 26%. Hal ini menjadikan *Chlorella pyrenoidosa* berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol (Handayani dan Desi, 2012). Berdasarkan uraian tersebut, maka mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* yang terdapat di kolam limbah PTPN V Sei Pagar Provinsi Riau dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan bioetanol.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui konsentrasi bioetanol yang dihasilkan oleh mikroalga yang berasal dari limbah cair kelapa sawit PTPN V Sei Pagar Provinsi Riau.
2. Mengetahui pengaruh dan kondisi terbaik dari variasi konsentrasi ragi pada proses fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jerigen 5 liter sebagai wadah sampel alga, oven, *autoclave*, *hot plate stirrer*, timbangan analitik, *incubator*,

shaker, plankton net, tabung reaksi dan rak, cawan porselin, gelas ukur, gelas kimia, labu ukur, erlenmeyer, pipet tetes, corong, batang pengaduk, mortar, kertas saring, pH meter, dan spektrofotometer UV-Vis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mikroalga yang diperoleh dari kolam 10 limbah cair industri kelapa sawit PTPN V Sei Pagar, ragi *Saccharomyces cerevisiae*, aquades, H_2SO_4 dan NaOH, Pottasium Pospat (KH_2PO_4), Magnesium Sulfat Heptahidrat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), Reagen Nelson-Somogyi, dan *yeast extract*.

B. Variabel Penelitian

Variabel Tetap

Variabel tetap dalam penelitian ini yaitu:

1. Massa mikroalga 20 gr (Erlangga dkk, 2015)
2. Rasio massa mikroalga dan volume H_2SO_4 1:12
3. Konsentrasi H_2SO_4 4% (Erlangga dkk, 2015)
4. Waktu hidrolisis 75 menit (Erlangga dkk, 2015)
5. Suhu hidrolisis $80^\circ C$ (Erlangga dkk, 2015)
6. Suhu proses fermentasi pada suhu ruang (Kusuma, 2010)
7. pH fermentasi 5 (Erlangga dkk, 2015)
8. Waktu fermentasi selama 3 hari (Erlangga, 2015)

Variabel Berubah

Variabel berubah dalam penelitian ini yaitu konsentrasi ragi sebesar 10%, 15%, 20% dan 25% dari massa mikroalga.

C. Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan bioetanol ini adalah mikroalga yang diperoleh dari limbah cair pada kolam 10 (kolam stabilisasi yang digunakan untuk *land application*) PTPN V Sei Pagar, Provinsi Riau. Pengambilan sampel dilakukan disatu titik yang terdapat populasi mikroalga terbanyak menggunakan plankton net. Selanjutnya, mikroalga tersebut dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi di Laboratorium Botani FMIPA Universitas Riau dan didapatkan jenis mikroalga yang terdapat di dalam limbah cair kelapa sawit PTPN V Sei Pagar tersebut adalah jenis *Chlorella pyrenoidosa*. Kemudian, dilakukan pencucian mikroalga dengan aquades dan dikeringkan dengan oven selama 5 jam pada suhu $105^\circ C$ sehingga kadar air maksimal 10%. Mikroalga kemudian digerus menggunakan mortar hingga berbentuk bubuk dan diayak menggunakan ayakan -100 +120 mesh.

Hidrolisis

Mikroalga sebanyak 20 gr dimasukkan kedalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan H_2SO_4 dengan konsentrasi 4% dengan rasio 1:12. Larutan sampel dihidrolisis pada temperatur $80^\circ C$ dengan waktu hidrolisis selama 75 menit. Larutan hasil hidrolisis kemudian dianalisa kadar glukosa awalnya menggunakan metode Nelson Somogyi dan diukur konsentrasinya menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 540 nm (Sudarmadji, 1997).

Persiapan Starter (Inokulum)

Larutan hasil hidrolisis yang telah dianalisa kadar glukosa awalnya, kemudian ditambahkan NaOH 4 M hingga pH larutan menjadi 5. Kemudian, medium *starter* dibuat dengan menggunakan larutan sebanyak 10% dari volume medium fermentasi sebagai media tumbuh *Saccharomyces cerevisiae*. Selanjutnya ditambahkan dengan 0,1 g/L KH_2PO_4 ; 0,05 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; dan 0,1 g/L *yeast extract* sebagai nutrisi ke dalam medium *starter*. Setelah semua bahan dimasukkan, dihomogenkan terlebih dahulu dengan menggunakan *shaker* dan disterilisasi dengan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit. *Starter* didinginkan hingga mencapai suhu ruangan. Setelah dingin, ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan konsentrasi 10%; 15%; 20%; dan 25% dari massa mikroalga

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsentrasi Glukosa Awal Mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* yang dihasilkan

Konsentrasi glukosa awal dari mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* setelah dilakukan proses hidrolisis dengan rasio 1:12 (20 gram mikroalga dalam 240 ml H_2SO_4) yaitu sebanyak 1,57 mg/ml.

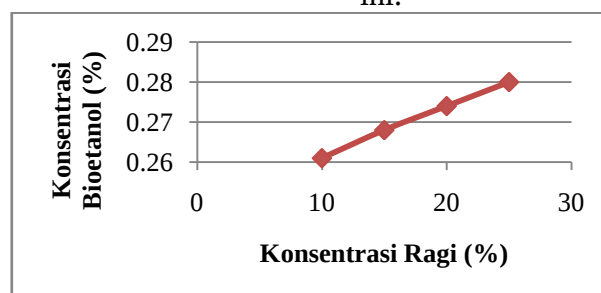
dimasukkan ke dalam medium *starter*. Selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam.

Fermentasi

Kondisi terbaik yang menghasilkan kadar glukosa tertinggi dari tahap hidrolisis, kemudian ditambahkan 0,1 g/L KH_2PO_4 ; 0,05 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; dan 0,1 g/L *yeast extract*, lalu dihomogenkan menggunakan *shaker*. Selanjutnya disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Larutan ini digunakan untuk pembuatan medium untuk proses fermentasi. Selanjutnya, medium fermentasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan *starter*. Fermentasi dilakukan selama 3 hari pada kondisi fakultatif anaerob. Kemudian dianalisa kadar bioetanol yang dihasilkan menggunakan refraktometer.

B. Pengaruh Variasi Konsentrasi Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) Terhadap Perolehan Bioetanol

Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi ragi sebesar 10%, 15%, 20% dan 25% selama 3 hari. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing-masing konsentrasi dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Kurva Hubungan Antara Konsentrasi Ragi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada variasi konsentrasi ragi 10%, 15%, 20% dan 25% diperoleh konsentrasi bioetanol masing-masing yaitu 0,261%, 0,268%, 0,274% dan 0,280%.

Pada penelitian ini diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi sebesar 0,280% dengan konsentrasi ragi 25% dari massa mikroalga. Konsentrasi ragi merupakan salah satu variabel yang berpengaruh dalam menghasilkan bioetanol. Hal ini disebabkan karena konsentrasi ragi yang semakin tinggi akan menambah populasi mikroba yang ada didalamnya sehingga substrat mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* akan lebih cepat terurai menjadi glukosa dan akhirnya menghasilkan produk berupa bioetanol. Meningkatnya konsentrasi ragi berkaitan dengan kecepatan pertumbuhan sel (Zhang, 2011). Semakin besar konsentrasi ragi, maka semakin banyak jumlah sel sehingga konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena enzim yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* lebih banyak sehingga kemampuan untuk mengubah glukosa menjadi bioetanol pun semakin banyak. Hal ini sesuai dengan pendapat Sevda dan Rodrigues (2011), pada konsentrasi ragi yang semakin tinggi, maka akan semakin banyak pula *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat mengubah glukosa menjadi bioetanol.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Konsentrasi bioetanol tertinggi yang dihasilkan dari mikroalga yang berasal dari limbah cair kelapa sawit PTPN V Sei Pagar Provinsi Riau adalah sebesar 0,280%.
2. Penambahan konsentrasi ragi dapat meningkatkan perolehan bioetanol. Konsentrasi ragi 25% dapat menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi yaitu sebesar 0,280%.

Saran

Perlu dilakukan optimalisasi terhadap proses hidrolisis seperti dilakukannya variasi waktu dan suhu hidrolisis sehingga dapat diperoleh kadar glukosa yang tinggi serta dilakukan variasi waktu fermentasi sebaiknya dilakukan pengukuran dari hari pertama sehingga didapatkan konsentrasi bioetanol yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Erlangga, A.Y., Nugroho, C., dan Miskah, S. (2015). Pembuatan Bioetanol dari Mikroalga dengan Variasi Konsentrasi Asam, Waktu Hidrolisis, dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Sriwijaya
- Handayani, N.A., dan Ariyanti, D. (2012). Potensi Mikroalga Sebagai Sumber Biomassa dan Pengembangan Produk Turunannya. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 33, No.2, ISSN : 0852-1697.
- Juniansyah, M.W. 2014. Pengaruh Jenis Pengaduk dan Waktu

- Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol dari Sari Pati Reject Nenas. Skripsi, Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Ningrum, A. S., Wahyu., Liani, V., dan Widyasti, A.R. (2016). Pengaruh Variasi Asam Dalam Fermentasi Biomassa Berbahan Baku Alga *Spirogyra* sp. Terhadap Kadar Etanol. *Jurnal FMIPA Kimia*, Vol. XI.
- Patil, V.K., Tran, Q., dan Giselrod, H.R. (2008). Towards Sustainable Production of Biofuels from Microalgae. *International Journal of Molecular Science*, 9: 118 –1195.
- Prihandana, R, K., Noerwijati., Adinurani, P.G., Setyaningsih, D., Setiadi, S., dan Hendroko, R. (2008). *Bioetanol Ubi Kayu : Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta : Agromedia.
- Putnarubun, C., Suratno, W., Adyaningsih, P., dan Haerudin, H. (2008). Penelitian Pendahuluan Pembuatan Biodiesel dan Bioetanol dari *Chlorella* sp Secara Simultan. *Jurnal Sains MIPA*, Vol. 18, No.1, Hal: 1-6.
- Soedomo, M. 2001. *Pencemaran Udara*. Bandung : ITB Press.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. (1997). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : UGM Press.
- Winarno, J. 2014. Studi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan dan Tahun Pembuatan. *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Janabadra.
- Zhang, L. H, Zhao. M, Ghan. Y, Jin. X, Gao. Q, Chen. (2011). Application of Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) from Viscosity Reducing of Raw Sweet Potato for Bioethanol Production at Laboratory, Pilot and Industrial Scales. *Journal of Bioresource Technology*, 102:4573-4579.