

PRODUKSI BIOETANOL DARI MIKROALGA *Chlorella sp.* DENGAN VARIASI KONSENTRASI H₂SO₄

Zarah Ayu Wulandari¹⁾, Sri Rezeki Muria²⁾, Chairul³⁾

1) Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, 2), 3) Dosen Teknik Kimia
Laboratorium Teknologi Bioproses

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam
Pekanbaru, 28293

E-mail : zarahayuwulandari16@gmail.com

ABSTRACT

*Microalgae is one type of raw material that has the potential to be used as bioethanol, because it has the ability to grow in a relatively short time, can be cultivated in a limited area, and several types of microalgae have a high carbohydrate content. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the concentration of H₂SO₄ on bioethanol produced. The substrate used in the fermentation process in this study was microalgae *Chlorella sp.* obtained from microalgae cultivation by fed-batch in oil palm liquid waste media. The preliminary stage carried out in this research is the preparation of the microalgae raw material *Chlorella sp.* to form a powder. Microalgae powder was used as a substrate and hydrolyzed with variations in the concentration of H₂SO₄ 3%, 4%, and 5%. The hydrolysis solution was then fermented using *Saccaromyces cerevisiae* with a concentration of 10% *Saccaromyces cerevisiae* inoculum volume. The results showed that 4% (v/v) H₂SO₄ produced the highest glucose concentration, which was 37,87 mg/mL with the resulting bioethanol concentration of 15,78 mg/mL.*

Keywords: *bioethanol, H₂SO₄, microalgae, Saccaromyces cerevisiae*

1. PENDAHULUAN

Biodiesel dan bioetanol masing-masing dianggap sebagai alternatif yang menjanjikan untuk diesel dan bensin berbasis minyak bumi. Produksi *biofuel* dari biomassa generasi pertama, seperti tebu dan jagung, telah menimbulkan kekhawatiran tentang penggunaan makanan untuk produksi energi. Penggunaan bahan lignoselulosa generasi kedua, seperti jerami padi dan rumput pengganti, masih bermasalah karena praperlakuan yang diperlukan untuk memproses lignin. Mikroalga baru-baru ini dianggap cukup menjanjikan sebagai bahan baku generasi ketiga untuk produksi *biofuel* (Lee *et al*, 2015).

Dari berbagai alternatif sumber energi yang ada, mikroalga menjadi salah satu jenis bahan yang sangat potensial digunakan sebagai bioetanol, karena memiliki kemampuan untuk tumbuh dalam waktu yang relatif singkat, bisa dikembangkan pada area yang terbatas, serta beberapa jenis mikroalga memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi (Mubarok *et al*, 2018).

Chlorella sp. adalah ganggang hijau yang kaya karbohidrat, banyak mengandung asam lemak bebas, tak memerlukan perawatan khusus, dan mudah tumbuh. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pembuatan bioetanol menggunakan mikroalga *Chlorella sp.* yang telah dikultivasi secara *fed-batch*

menggunakan media limbah cair kelapa sawit.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Bioetanol

Bioetanol dapat dibuat dari karbohidrat yang berupa gula. Gula ini dengan bantuan mikroorganisme dapat diubah menjadi bioetanol melalui proses fermentasi. Proses fermentasi menggunakan mikroorganisme mampu mengkonversi karbohidrat menjadi bioetanol (Senam, 2009).

Ditinjau dari berbagai segi, bioetanol ini dapat berfungsi untuk menggantikan bensin maupun minyak tanah. Beberapa pertimbangan yang sangat mendesak atas diperlukannya bioetanol ini sebagai bahan bakar, selain karena pertimbangan bahan bakar fosil hampir habis, juga berbagai pertimbangan mengenai pelestarian lingkungan (Senam, 2009).

2.2 Mikroalga *Chlorella sp.*

Mikroalga adalah mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai bahan baku *biofuel*. Mikroalga memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi dan tidak mengandung lignin, terutama pada mikroalga hijau. Ketiadaan lignin dan tingginya kandungan selulosa dan hemiselulosa dalam mikroalga hijau dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan monomer gula berupa glukosa melalui proses hidrolisis (Erlangga *et al.*, 2015).

Chlorella sp. merupakan organisme eukariotik (memiliki inti sel) dengan dinding sel yang tersusun dari komponen selulosa dan pektin sedangkan protoplasmanya berbentuk cawan (Barqi, 2015). *Chlorella sp.* memiliki kandungan nutrisi karbohidrat sebesar 10-25%, protein sebesar 40-60%, dan lemak sebesar 10-30% (Nakayama, 1992).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari mikroalga *Chlorella sp.* yang diperoleh dari hasil kultivasi mikroalga secara *fed-batch* dalam media limbah cair kelapa sawit. Bahan lain yang digunakan diantaranya ragi *Saccaromyces cerevisiae*, akuades, zat kimia H_2SO_4 , $NaOH$, KH_2PO_4 , $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $(NH_4)_2SO_4$, dan Reagen Somogyi-Nelson.

3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi oven, *autoclave*, *shaker*, *rotary evaporator*, *hot plate*, timbangan analitik, tabung reaksi dan rak, gelas ukur, gelas kimia, labu ukur, erlenmeyer, pipet tetes, corong, batang pengaduk, kertas saring, dan *thermometer*. Alat uji dan analisis adalah spektrofotometer UV-Vis dan refraktometer.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap yang digunakan diantaranya rasio massa mikroalga dan H_2SO_4 1:10, waktu hidrolisis selama 75 menit, suhu hidrolisis $80^\circ C$, konsentrasi *Saccaromyces cerevisiae* 4 g/L, dan volume inokulum *Saccaromyces cerevisiae* 10%. Sementara untuk variabel berubah yang digunakan yaitu variasi H_2SO_4 untuk proses hidrolisis (3%, 4%, dan 5%).

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu persiapan bahan baku, proses hidrolisis, persiapan *starter*, dan proses fermentasi.

3.4.1 Persiapan Bahan Baku

Mikroalga *Chlorella sp.* yang diperoleh dari hasil kultivasi mikroalga secara *fed-batch* dalam media limbah cair kelapa sawit disentrifugasi. Selanjutnya mikroalga disaring dan dilakukan pencucian dengan akuades serta dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C. Mikroalga kemudian digerus hingga berbentuk bubuk.

3.4.2 Proses Hidrolisis

Serbuk mikroalga kering dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan H₂SO₄ dengan konsentrasi yang sesuai dengan variabel penelitian yaitu 3%, 4%, dan 5%. Larutan sampel kemudian dihidrolisis pada temperatur 80°C dengan waktu hidrolisis selama 75 menit. Setelah itu larutan hasil hidrolisis dilakukan analisa kadar glukosa awalnya dengan menggunakan metode Somogyi-Nelson dan diukur konsentrasinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

3.4.3 Pembuatan Inokulum

Pembuatan inokulum ini dilakukan di dalam erlenmeyer dengan menggunakan larutan hasil hidrolisis yang telah dianalisa kadar glukosa awalnya dengan konsentrasi 10% dari volume medium fermentasi. Selanjutnya ditambahkan KH₂PO₄, MgSO₄.7H₂O, dan (NH₄)₂SO₄ sebagai nutrisi. Setelah semua bahan dimasukkan, dihomogenkan terlebih dahulu dengan *shaker* kemudian disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, inokulum didinginkan hingga mencapai suhu ruangan. Setelah dingin, ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 4 gr/L ditambahkan ke dalam larutan inokulum. Selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam.

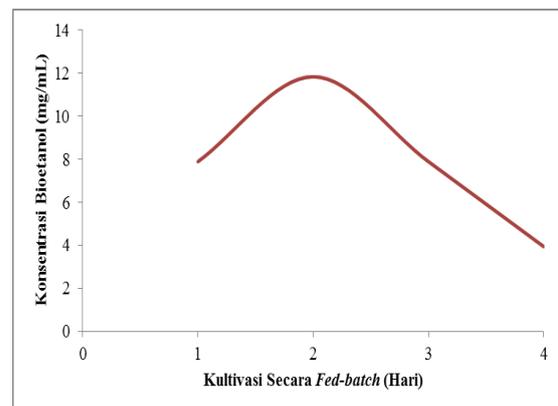
3.4.4 Fermentasi

Larutan hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan KH₂PO₄, MgSO₄.7H₂O, dan (NH₄)₂SO₄ sebagai nutrisi, lalu dihomogenkan menggunakan *shaker*. Selanjutnya disterilisasi dengan *autoclave* dan didinginkan hingga mencapai suhu ruangan. Setelah itu, larutan inokulum dimasukkan ke dalam erlenmeyer berisi larutan hasil hidrolisis. Fermentasi dilakukan selama 5 hari. Selanjutnya dilakukan analisa konsentrasi bioetanol yang dihasilkan menggunakan refraktometer dan kadar glukosa akhir menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ 3% Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap konsentrasi bioetanol. Hasil pengujian konsentrasi bioetanol konsentrasi H₂SO₄ 3% dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ 3% dan Waktu Kultivasi Secara *Fed-batch* Terhadap Konsentrasi Bioetanol yang Dihasilkan

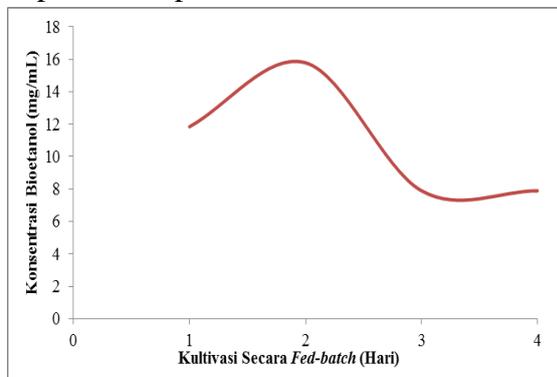
Gambar 1 terlihat bahwa konsentrasi bioetanol yang dihasilkan meningkat pada kultivasi secara *fed-batch* dalam media

limbah cair kelapa sawit setiap 2 hari sekali. Peningkatan konsentrasi bioetanol pada penambahan media limbah cair kelapa sawit setiap 2 hari sekali memiliki kadar karbohidrat tertinggi sehingga pada proses hidrolisis, glukosa yang dihasilkan semakin banyak.

Pada konsentrasi H_2SO_4 3%, konsentrasi glukosa yang dihasilkan sebesar 34,82 mg/mL sehingga menghasilkan konsentrasi bioetanol sebesar 11,83 mg/mL. Menurut Muin *et al* (2014), semakin banyak jumlah katalisator yang digunakan maka semakin cepat reaksi hidrolisis, sehingga glukosa dapat terkonversi dengan maksimal dan mulai terbentuknya produk.

4.2 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 4% Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Hasil pengujian konsentrasi bioetanol pada konsentrasi H_2SO_4 4% dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 4% dan Waktu Kultivasi Secara *Fed-batch* Terhadap Konsentrasi Bioetanol yang Dihasilkan

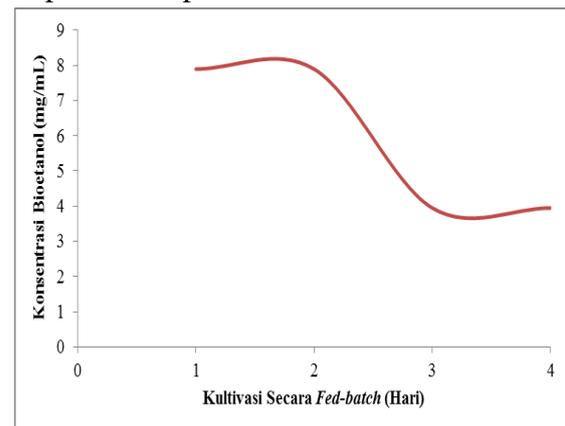
Gambar 2 terlihat bahwa konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga meningkat pada kultivasi secara *fed-batch* dalam media limbah cair kelapa sawit setiap 2 hari sekali. Peningkatan konsentrasi bioetanol pada penambahan media limbah

cair kelapa sawit setiap 2 hari sekali ini juga memiliki kadar karbohidrat yang tinggi sehingga laju pertumbuhan sel dan metabolisme sel meningkat dan pada proses hidrolisis, glukosa yang dihasilkan juga semakin banyak.

Pada konsentrasi H_2SO_4 4%, konsentrasi glukosa yang dihasilkan sebesar 37,87 mg/mL sehingga menghasilkan konsentrasi bioetanol sebesar 15,78 mg/mL. Tingginya konsentrasi bioetanol ini disebabkan karena konsentrasi H_2SO_4 yang digunakan semakin tinggi, sehingga proses degradasi selulosa menjadi lebih sempurna untuk menghasilkan glukosa. Menurut Osvaldo *et al* (2012), peningkatan H_2SO_4 yang berfungsi sebagai katalis disebabkan oleh semakin banyak ion H^+ pada asam yang dapat memutuskan ikatan glikosida yang terdapat pada selulosa.

4.3 Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 5% Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Hasil pengujian konsentrasi bioetanol pada konsentrasi H_2SO_4 5% dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 5% dan Waktu Kultivasi Secara *Fed-batch* Terhadap Konsentrasi Bioetanol yang Dihasilkan

Gambar 3 terlihat bahwa konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga meningkat pada kultivasi secara *fed-batch* dalam media limbah cair kelapa sawit setiap 2 hari sekali. Tetapi, pada konsentrasi H₂SO₄ 5%, glukosa yang dihasilkan menurun yaitu 33,13 mg/mL, sehingga menghasilkan konsentrasi bioetanol sebesar 7,89 mg/mL. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi asam yang lebih tinggi membuat selulosa lebih mudah terdegradasi menjadi glukosa dan senyawa glukosa lainnya.

Menurut Muin *et al* (2014), meningkatnya konsentrasi asam dalam proses hidrolisis juga dapat mengakibatkan glukosa dan senyawa gula lainnya terdegradasi menjadi senyawa Hidroksi Metil Furfural (HMF) dan furfural yang akhirnya keduanya akan membentuk asam formiat yang sekaligus menjadi inhibitor untuk hidrolisis lanjutan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa konsentrasi H₂SO₄ terbaik untuk menghidrolisis karbohidrat yang terkandung di dalam mikroalga *Chlorella sp.* menjadi glukosa adalah konsentrasi H₂SO₄ 4% (v/v) dengan konsentrasi glukosa yang dihasilkan sebesar 37,87 mg/mL dan menghasilkan konsentrasi bioetanol sebesar 15,78 mg/mL.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan Perlu dilakukan optimalisasi terhadap proses fermentasi seperti waktu fermentasi hingga didapatkan konsentrasi bioetanol yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Erlangga, A. Y., dan N. S. Miskah. 2015. Pembuatan Bioetanol dari Mikroalga dengan Variasi Konsentrasi Asam, Waktu Hidrolisis, dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*.
- Lee, O.K., Y. K. Oh., dan E. Y. Lee. 2015. Bioethanol Production from Carbohydrate-Enriched Residual Biomass Obtained After Lipid Extraction of *Chlorella sp.* KR-1. *Bioresource Technology*. 196: 22-27.
- Mubarok, A., I. Setyaningsih., dan Uju. 2018. Karakteristik Eksopolisakarida Mikroalga *Porphyridium cruentum* yang Berpotensi Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(1): 24-34.
- Muin, R., D. Lestari., dan T. W. Sari. 2014. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Biji Alpukat. *Jurnal Teknik Kimia*. 20(4).
- Nakayama. 1992. Scientific Report on Chlorella in Japan. Kyoto: Silpaque Publishing Inc.
- Oswaldo, Z. S., S. P. Putra., dan M. Faizal. 2012. Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(2).
- Senam. 2009. Prospek Bioetanol Sebagai Bahan Bakar yang Terbarukan dan Ramah Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*. Mei 16. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.