

Sintesis Bioetanol dari Rumput Laut Coklat (*Sargassum sp*) Asal Pulau Timor Sebagai Energi Terbarukan

Bioethanol Synthesis from Brown Seaweed (*Sargassum sp*) from Timor Island as Renewable Energy

Patrisius Maryanto Bria*, Sefrinus Maria Dolfi Kolo,

*Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian, Sains dan Kesehatan, Universitas Timor
Jl. Km 09, Kefamenanu, TTU- NTT, 85613, Indonesia*

Artikel histori :

Diterima 6 Juni 2023
Diterima dalam revisi 1 September 2023
Diterima 3 September 2023
Online 1 November 2023

ABSTRAK: Pasokan bahan bakar minyak (BBM) saat ini masih bergantung pada bahan bakar fosil yang mengakibatkan menipisnya cadangan minyak di perut bumi. Konsumsi energi di sektor transportasi saat ini sebesar 44,2%. Hal ini mengakibatkan peningkatan emisi gas karbon dioksida yang berdampak pada penipisan ozon. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar fosil. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kadar gula dan kadar bioetanol yang tinggi. *Sargassum sp* dinilai ideal untuk dikonversi menjadi bioetanol karena memiliki kandungan karbohidrat 53,28% dan selulosa 23,97-35,22%. Kandungan karbohidrat yang tinggi ini dapat diubah menjadi bioetanol melalui beberapa metode yaitu preparasi, hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Preparasi sampel dilakukan dengan tujuan mengurangi ukuran dan memperluas permukaan sampel menggunakan saringan 35 mesh. Hidrolisis dilakukan pada suhu 150 °C selama 50 menit menggunakan katalis H₂SO₄ 2% dengan bantuan *microwave*. pH yang digunakan dalam proses fermentasi adalah 4,5 dan mikroorganisme yang digunakan yaitu *Saccharomyces cerevisiae*. Hidrolisat gula dianalisis dengan metode DNS menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Uji kualitatif etanol dilakukan secara kimiawi menggunakan kalium dikromat dan uji kuantitatif etanol menggunakan *hand refraktometer*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar gula pereduksi adalah 6296,67 ppm. Hasil uji kualitatif etanol dikonfirmasi dari perubahan warna dari orange menjadi hijau kebiruan. Hasil analisis etanol kuantitatif menggunakan *refraktometer tangan* sebesar 34%.

Kata kunci; *Sargassum sp*, Hidrolisis, Fermentasi, Bioetanol, Energi Terbarukan

ABSTRACT: The current supply of fuel oil (BBM) is still dependent on fossil fuels which results in the depletion of oil reserves in the bowels of the earth. Energy consumption in the transport sector is currently at 44.2%. This results in increased carbon dioxide gas emissions which have an impact on ozone depletion. Bioethanol is one of the renewable fuels that can replace fossil fuels. This study aims to obtain high levels of sugar and bioethanol levels. *Sargassum sp* is considered ideal for conversion to bioethanol because it has a carbohydrate content of 53.28% and cellulose of 23.97-35.22%. This high carbohydrate content can be converted into bioethanol through several methods namely preparation, hydrolysis, fermentation, and distillation. Sample preparation is carried out with the aim of reducing the size and expanding the sample surface using a 35-mesh sieve. Hydrolysis was carried out at a temperature of 150 °C for 50 minutes using a 2% H₂SO₄ catalyst with the help of a microwave. The pH used in the fermentation process is 4.5 and the microorganism used is *Saccharomyces cerevisiae*. Sugar hydrolysate was analyzed by DNS method using a UV-Vis spectrophotometer. Qualitative ethanol tests were carried out chemically using potassium dichromate and quantitative ethanol tests using hand refractometers. The results of the analysis showed that the reduced sugar content was 6296.67 ppm. The qualitative test results of ethanol were confirmed by a color change from orange to bluish-green. The results of quantitative ethanol analysis using a hand refractometer amounted to 34%. Keywords; *Sargassum sp*, Hydrolysis, Fermentation, Bioethanol, Renewable Energy

Keywords; *Sargassum sp*, Hydrolysis, Fermentation, Bioethanol, Renewable Energy

* Corresponding Author
Email: patrisbria11@gmail.com

1. Pendahuluan

Bahan bakar minyak (BBM) merupakan salah satu kebutuhan manusia yang tidak dapat dipisahkan dari aktivitas sehari-hari dan sangat dibutuhkan bagi semua kalangan terlebih pengguna kendaraan agar aktivitas berjalan dengan lancar (Agustina *et al.*, 2016). Saat ini pasokan bahan bakar minyak (BBM) masih tergantung pada bahan bakar fosil yang mengakibatkan menipisnya cadangan minyak di perut bumi yang mengakibatkan meningkatnya harga bahan bakar minyak (BBM) (Nggai *et al.*, 2022). Konsumsi BBM di Indonesia didominasi oleh sektor transportasi sebesar 44,2% (Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional, 2022). Hal ini mengakibatkan meningkatnya emisi gas carbon dioksida dan menghasilkan senyawa-senyawa yang berbahaya dari proses pembakaran bahan bakar fosil yang mengakibatkan menipisnya lapisan ozon (Nggai *et al.*, 2022). Untuk mengatasi masalah ini perlu mencari energi alternatif yang berasal dari biomassa yang melimpah dan dapat menggantikan energi fosil serta memiliki sifat yang ramah lingkungan (Kolo *et al.*, 2022). Salah satu energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar minyak (BBM) yang berasal dari energi fosil adalah bioetanol.

Bioetanol adalah jenis bahan bakar yang berasal dari tumbuhan yang mempunyai sifat menyerupai minyak premium (Batutah, 2017). Umumnya bioetanol dikonversi dari biomassa yang mengandung karbohidrat seperti jagung, padi, sorgum dan umbi-umbian, namun bahan biomassa-biomassa ini masih bersaing dengan sektor pangan dan pakan (Kolo *et al.*, 2021). Salah satu biomassa yang dinilai tidak bersaing dengan sektor pangan dan pakan jika dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah rumput laut coklat (*Sargassum* sp).

Sargassum sp merupakan jenis alga coklat yang paling melimpah dari jenis alga *phaeophyceae* (alga coklat) yang hidup subur diperairan tropis seperti Indonesia (Muslimin and Sari, 2017). Secara kimia *Sargassum* sp memiliki kandungan karbohidrat sebesar 53,28% dan kandungan selulosa sebesar 23,97-35,22% (Wardani, 2018). Tingginya kandungan karbohidrat yang ada pada *Sargassum* sp dapat dikonversi menjadi bioetanol dengan metode hidrolisis yang bertujuan untuk mengubah karbohidrat dan selulosa menjadi monomer gula yang kemudian dilanjutkan pada proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme.

Sejauh pengetahuan penulis penelitian bioetanol dari biomassa *Sargassum* sp sudah banyak diteliti seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Saravanan *et al.*, (2018) dengan metode hidrolisis asam sulfat (3%, 4%) dengan pemanas *autoclave* dan hidrolisis enzim. Glukosa yang dihasilkan dari hidrolisis menggunakan asam sulfat yaitu sebesar $60,6 \pm 1,6$ mg/g dan hidrolisis menggunakan enzim sebesar $110 \pm 1,6$ mg/g. Kandungan etanol yang dihasilkan dari penelitian ini sebesar $19,9 \pm 0,3$ g/L. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Wardani and Herrani, (2019) melalui metode hidrolisis dengan jenis asam klorida dan pemanas *autoclave* diperoleh gula pereduksi sebesar 54.570 ppm dan

konsentrasi etanol yang didapatkan dari proses fermentasi menggunakan mikroorganisme *Zymomonas mobilis* sebesar 24,67%. Penelitian yang dilakukan oleh Wardani, (2018) dengan metode hidrolisis *Sargassum* sp menggunakan asam klorida 1% yang dipanaskan pada *autoclave* diperoleh kadar gula pereduksi sebesar 54.570 ppm dan kadar etanol yang dihasilkan dari fermentasi menggunakan mikroba asosiasi (*Saccharomyces cerevisiae*, *Zymomonas mobilis* yang ada pada ragi roti dan ragi tape) pada variasi waktu 4, 5, 6 dan 7 hari diperoleh kadar etanol pada hari ke 6 yaitu sebesar 24,67%.

Pada ketiga penelitian terdahulu dilakukan dengan jenis pemanas konvensional (*autoclave*) sehingga kadar gula yang dihasilkan rendah yang berdampak pada rendahnya konsentrasi etanol yang diperoleh dari proses fermentasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kadar gula pereduksi tertinggi dengan menggunakan pemanas *microwave* pada proses hidrolisis. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar gula yang diperoleh dari proses hidrolisis maka akan semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode hidrolisis secara kimia yang menggunakan katalis asam encer yang merujuk pada penelitian Kolo *et al.*, (2021) dengan menggunakan jenis katalis asam sulfat 2% pada suhu 150 °C dengan waktu pemanasan 50 menit dengan tujuan untuk mendapatkan kadar gula pereduksi dan kadar bioetanol yang tinggi.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan

Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan adalah: Rumput laut *Ulva reticulata*, aquades, H₂SO₄ 2%, NaOH 2%, KH₂PO₄, yeast extract, (NH₄)₂SO₄, reagen DNS, glukosa, MgSO₄.7H₂O, ragi *Saccharomyces cerevisiae*, kertas saring, kertas label, tisu, *wrapping siel*.

2.2 Alat

Pada penelitian alat-alat ini adalah: erlenmeyer, spatula, gelas *beaker*, batang pengaduk, labu ukur, corong, blender, botol *falcon*, timbangan neraca analitik, pipet tetes, *hot plate*, *shaker*, *microwave* irradiasi, blender, ayakan 35 *mesh*, *autoclave*, pompa vakum, spektrofotometer UV-Vis, rangkaian alat distilasi dan *hand Refractometer*.

2.3 Prosedur Kerja

2.3.1 Preparasi Sampel

Rumput laut coklat (*Sargassum* sp) yang diperoleh dari pesisir pantai Wini Kabupaten TTU-NTT. dibersihkan dari zat pengotor seperti pasir dengan cara dicuci hingga bersih, kemudian dikeringanginkan selama 1 hari, sampel yang telah kering di oven pada suhu 105 °C selama 15 menit untuk menghilangkan kadar air lalu diblender hingga halus dan diayak menggunakan ayakan ukuran 35 *mesh* untuk menghasilkan serbuk *Sargassum* sp (Kolo and Sine, 2019).

2.3.2 Hidrolisis

Serbuk *Sargassum sp* yang sudah dihaluskan, ditimbang sebanyak 10 g, kemudian disuspensi dengan larutan H_2SO_4 2% dipanaskan dalam *microwave* irradiasi dengan suhu 150 °C Suhu selama 50 menit (Kolo *et al.*, 2021).

2.3.3 Fermentasi

Larutan hasil hidrolisis diatur pH menjadi 4,5 kemudian diambil sebanyak 300 mL ditambahkan *nutrient* (Glukosa 10 g, KH_2PO_4 0,1306 g, $(NH_4)_2SO_4$ 1,2021 g, $MgSO_4$ 0,1502 g dan *yeast extract* 0,1 g) lalu disterilisasi pada suhu 121 °C selama 15 menit menggunakan *autoclave*. Setelah sterilisasi ditambahkan ragi instan (*merk pakmaya gold*) sebanyak 30 g dan diinkubasi selama 6 hari.

2.3.4 Distilasi Bertingkat

Bioetanol hasil fermentasi dimurnikan dengan metode distilasi bertingkat. Pada penelitian ini alat distilasi dikembangkan dari penelitian Batutah, (2017) yaitu distilasi bertingkat.

2.3.5 Analisis Kadar Gula

Hidrolisat *Sargassum sp* dianalisis kadar gula pereduksi menggunakan pereaksi DNS. Larutan standar glukosa dengan konsentrasi 500, 1500, 2000 dan 2500 ppm diambil sebanyak 1,5 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan pereaksi DNS sebanyak 1,5 mL, larutan standar dan sampel dipanaskan dalam *waterbath* 100 °C selama 10 menit dan didiamkan hingga suhu ruangan. Kemudian diukur absorbansi menggunakan spektrometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm (Nggai, *et al.*, 2022).

2.3.6 Analisis Kualitatif Etanol ($K_2Cr_2O_7$)

Kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 2% diambil 2 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi 2 mL, ditambahkan 5 tetes H_2SO_4 pekat dan 1 mL sampel etanol hasil destilasi, kemudian divorteks lalu didiamkan hingga terjadi perubahan warna dari warna oranye menjadi warna hijau kebiruan (Kolo *et al.*, 2022).

2.3.7 Analisis Kuantitatif Etanol (*Hand Refractometer*)

Etanol hasil distilasi diambil beberapa tetes dan ditotolkan pada prisma kemudian ditutup. Ujung *hand refractometer* diarahkan kecahaya agar dapat terbaca angka dan nilai dari konsentrasi etanol (Febriyanti *et al.*, 2022).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Preparasi Sampel

Pada penelitian ini diawali dengan preparasi sampel yang meliputi pencucian *Sargassum sp* dengan tujuan untuk menghilangkan zat pengotor yang masih menempel pada *Sargassum sp*. Kemudian dilanjutkan dengan proses penjemuran sampel dengan tujuan untuk menghilangkan kadar air dalam sampel. Selanjutnya *Sargassum sp* diblender dengan ayakan 35 *mesh* untuk memperkecil ukuran dan memperbesar permukaan sampel. Menurut Kolo and Sine, (2019) luas permukaan sampel semakin besar maka akan

semakin mudah pelarut dan katalis berinteraksi dengan sampel sehingga H^+ pada asam akan berinteraksi cepat dalam memutuskan ikatan glikosidik pada selulosa menjadi glukosa. Dimana semakin banyak ikatan glikosidik yang terputus maka akan semakin banyak monomer glukosa yang akan dihasilkan.

3.2 Hidrolisis dan Analisis Kadar Gula pereduksi

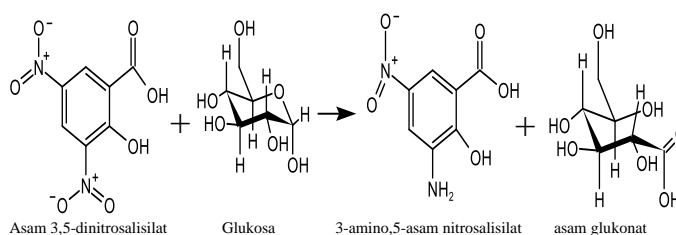
Hidrolisis bertujuan untuk memutuskan ikatan glikosidik pada selulosa menjadi glukosa dengan bantuan air dan katalis. Katalis asam sulfat 2% digunakan pada penelitian ini. Penggunaan asam sulfat lebih efisien dari asam lain seperti asam klorida dan asam nitrat. Hal ini dikarenakan asam sulfat memiliki lebih banyak ion H^+ dibandingkan jenis asam lainnya. Semakin banyak jumlah ion H^+ maka laju reaksi akan semakin cepat dan semakin banyak produk hidrolisis (glukosa) yang diperoleh (Mardina *et al.*, 2014). Penggunaan konsentrasi asam sulfat yang rendah dengan tujuan untuk mengurangi dampak negatif pada lingkungan (Agustini and Febrian, 2019).

Glukosa hasil hidrolisis dianalisis dengan metode DNS. Gula pereduksi dan pereaksi DNS akan berinteraksi membentuk senyawa asam 3-amino-5-nitrosalisilat yang mengakibatkan terjadinya perubahan warna dari kuning pucat menjadi kuning kecoklatan seperti pada **Gambar 1** (Herlina, 2021).



Gambar 1. Hidrolisat (a) sebelum ditambahkan DNS, (b) Setelah ditambahkan DNS

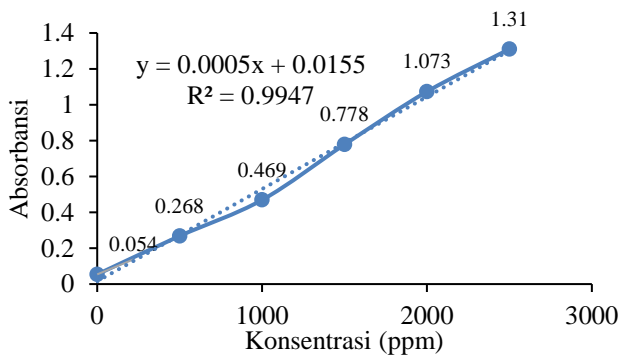
Senyawa aromatis yang dimiliki oleh pereaksi DNS akan berinteraksi dengan gula pereduksi akan menghasilkan asam 3-amino-5-nitrosalisilat. Molekul asam 3-amino-5-nitrosalisilat semakin banyak yang dihasilkan, maka semakin tinggi nilai absorbansi sehingga kadar gula pereduksi yang dihasilkan akan semakin tinggi (Kolo and Edi, 2018).



Gambar 2. Mekanisme Reaksi DNS dan gula pereduksi menjadi 3-amino, 5 asam nitrosalisilat (Kolo *et al.*, 2022).

Reaksi kimia yang terjadi antara pereaksi DNS dan gula pereduksi yaitu reaksi redoks dimana DNS sebagai oksidator akan tereduksi menjadi asam 3-amino-5-nitrosalisilat dan gugus aldehid pada glukosa berperan sebagai pereduksi akan mengalami oksidasi menjadi karboksil (Herlina, 2021). Mekanisme reaksi antara pereaksi DNS dan gula pereduksi seperti pada **Gambar 2**.

Langkah pertama yang dilakukan dalam analisis kadar gula pereduksi adalah pembuatan kurva standar larutan glukosa dari absorbansi yang didapatkan dari hasil analisis menggunakan spektrometer UV-Vis. Kurva standar dari absorbansi larutan gula standar ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Kurva Standar Larutan Glukosa

Pada **Gambar 3** didapatkan persamaan regresi linear larutan glukosa standar yaitu $Y = 0,0005X + 0,0155$, dimana X menyatakan konsentrasi glukosa dan Y menyatakan nilai absorbansi. Persamaan regresi yang diperoleh dari hasil plot nilai absorbansi glukosa standar digunakan untuk menentukan kadar gula pereduksi dari hidrolisat *Sargassum* sp. Hasil analisis gula pereduksi *Sargassum* sp pada suhu 150 °C selama 50 menit dengan metode DNS ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Analisis Gula Pereduksi *Sargassum* sp

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Kadar Gula Pereduksi (ppm)
2	150	50	6296,67

Data yang disajikan dalam **Tabel 1** menunjukkan bahwa hidrolisis *Sargassum* sp menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi rendah pada suhu yang tinggi mendapatkan kadar gula pereduksi sebesar 6296,67 ppm. Kandungan gula pereduksi yang didapat dari penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wardani, (2018) dengan metode hidrolisis menggunakan katalis asam klorida 1% yang dipanaskan pada *autoklave* diperoleh kadar gula pereduksi sebesar 54.570 ppm. Hal ini dikarenakan adanya perbedaan jenis katalis yang digunakan. Katalis yang digunakan oleh Wardani, (2018) adalah asam klorida sedangkan pada penelitian ini menggunakan asam sulfat. Menurut Dewi *et al.*, (2018) katalis asam klorida memiliki reaktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan katalis asam sulfat sehingga kadar gula yang dihasilkan lebih tinggi. Selain itu

perbedaan suhu pemanasan yang digunakan dalam penelitian ini, dimana suhu yang digunakan pada penelitian Wardani, (2018) yaitu suhu 121 °C sedangkan pada penelitian ini menggunakan suhu 150 °C dimana semakin tinggi suhu yang digunakan pada proses hidrolisis, glukosa yang diperoleh akan terjadi karamelisasi dan degradasi lebih lanjut menjadi senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti HMF sehingga kadar gula yang dihasilkan relative rendah (Kolo *et al.*, 2022).

3.3 Fermentasi

Fermentasi bertujuan untuk mengubah glukosa hasil hidrolisis menjadi etanol. Pada penelitian ini substrat yang digunakan pada proses fermentasi adalah hidrolisat *Sargassum* sp yang difermentasi dengan bantuan ragi *Saccharomyces cerevisiae*.

Medium hidrolisat yang akan difermentasi terlebih dahulu disesuaikan dengan kondisi ragi yang digunakan sehingga proses fermentasi dapat berjalan dengan baik. Hidrolisat sebelum ditambahkan dengan ragi *Saccharomyces cerevisiae* terlebih dahulu diatur pH menjadi 4,5 menggunakan larutan NaOH 2%. Tujuan diatur pH menjadi 4,5 hal ini dikarenakan pada pH ini ragi *Saccharomyces cerevisiae* dapat tumbuh dengan baik. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh Dompeipen and Dewa, (2015) yang produksi bioetanol dengan proses fermentasi rumput laut *Euचेuma cottonii* dengan variasi pH substrat 3,5 ; 4,0 ; 4,5 ; 5,0 diperoleh kadar etanol tertinggi pada pH 4,5 yaitu 5,65%. Selanjutnya medium fermentasi ditambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan konsentrasi inokulum 10% dan dihomogenkan menggunakan *shaker* selama 6 Hari. Lama fermentasi disesuaikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wardani, (2018) dimana dari penelitian ini konsentrasi etanol semakin tinggi dari hari ke 4, 5 dan 6 sedangkan pada hari ke 7 konsentrasi etanol mengalami penurunan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu terbaik untuk fermentasi *sargassum* sp terdapat pada 6 hari. Proses fermentasi berjalan ditandai dengan adanya gelembung gas pada dinding fermentor yang digunakan dalam proses fermentasi. Gelembung gas yang dihasilkan merupakan gas karbondioksida (CO₂).

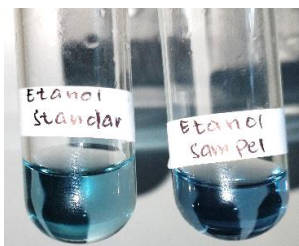
3.4 Analisis Etanol

Etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi terlebih dahulu dimurnikan menggunakan metode distilasi bertingkat dengan tujuan untuk memisahkan etanol dengan zat lain yang masih tercampur pada proses fermentasi seperti air, endapan ragi dan katalis asam. Pada penelitian ini etanol yang didapatkan dari proses distilasi kemudian dianalisis kualitatif menggunakan K₂Cr₂O₇ dan analisis kuantitatif menggunakan metode Refraktometer.

3.5 Analisis Kualitatif Etanol (K₂Cr₂O₇)

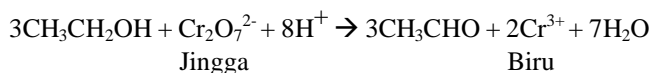
Tujuan dilakukan analisis kuantitatif etanol untuk mengetahui ada tidaknya etanol dalam hasil fermentasi *Sargassum* sp. Analisis kuantitatif dilakukan secara kimia dengan metode oksidasi menggunakan larutan kalium dikromat (K₂Cr₂O₇). Adanya etanol dilihat dari perubahan

warna dari jingga menjadi hijau kebiruan (**Gambar 4**) (Kolo *et al.*, 2022).



Gambar 4. Hasil Uji Kualitatif Etanol (Dok Pribadi)

Perubahan warna yang terjadi pada **Gambar 4** hal ini dikarenakan ion Cr^{6+} yang awalnya berwarna jingga direduksi oleh etanol menjadi ion Cr^{3+} menjadi warna hijau kebiruan (Pinata and Nawfa, 2011). Reaksi perubahan warna dari jingga menjadi biru menurut Nggai *et al.*, (2022) sebagai berikut :



3.6 Analisis Kuantitatif Etanol (Hand Refractometer)

Hasil fermentasi *Sargassum sp* yang telah dimurnikan dengan metode distilasi dianalisis menggunakan *hand refractometer* untuk mengetahui konsentrasi etanol. Hasil analisis etanol ditunjukkan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Hasil analisis Etanol menggunakan *hand Refractometer* (Dok. Pribadi)

Berdasarkan pada **Gambar 5** kadar etanol dari hasil fermentasi *Sargassum sp* mencapai 34% (v/v) yang dilihat dari batas warna cahaya pada gambar. Cara kerja refraktometer menggunakan cahaya putih, dimana cahaya putih akan menyebar ketika melewati optik dan konsentrasi alkohol akan sendirinya terbaca. Kadar etanol yang diperoleh dari penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wardani and Herrani, (2019) dimana kadar etanol yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya sebesar 24,67% sedangkan pada penelitian ini mencapai 34%. Perbedaan yang sangat signifikan ini dipengaruhi oleh perbedaan prinsip kerja dari alat yang digunakan dalam analisis.

Kadar etanol yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang menggunakan alat *hand refractometer* dalam analisis etanol seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al.*, 2020) yang

menghasilkan etanol dari campuran buah kersen dan kulit nanas diperoleh konsentrasi etanol sebesar 13%. Selain itu etanol yang dihasilkan lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani *et al.*, (2020) dimana etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi buah naga merah sebesar 26%.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa kadar gula pereduksi sebesar 6296,67 dan kadar bioetanol sebesar 34% (v/v). *Sargassum sp.* berpotensi digunakan sebagai sumber biomassa penghasil bioetanol. Diperlukan optimasi lanjutan untuk mendapatkan nilai kadar bioetanol lebih tinggi saat proses fermentasi.

Daftar Pustaka

- Agustina, R., Ratman, M., Said, I. (2016). The Effect of Fermentation Time on the Level of Bioethanol from Sweet Corn (*Zea mays Saccharata*) Bark. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(November), 197–201.
- Agustini, N. W. S., Febrian, N. (2019). Hidrolisis Biomassa Mikroalga *Porphyridium cruentum* Menggunakan Asam (H_2SO_4 dan HNO_3) Dalam Produksi Bioetanol. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 41(1), 1–10.
- Batutah, M. A. (2017). Distilasi Bertingkat Bioetanol Dari Buah Maja (*Aegle Marmelos L.*). *Jurnal IPTEK*, 21(2), 9–18.
- Dewi, N. K. A., Hartiati, A., H, B. A. (2018). Pengaruh Suhu Dan Jenis Asam Pada Hidrolisis Pati Ubi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 6(4), 307–315.
- Dompeipen, E. J., Dewa, R. P. (2015). Pengaruh Waktu dan pH fermentasi Dalam Produksi Bioetanol Dari Lumput Laut *Eucheuma Cottonii* Menggunakan Asosiasi Mikroba (*Sacchomyces cerevisiae*, *Aspergillus Niger* dan *Zymomonas Mobilis*). *Jurnal Ilmiah Terakreditasi Kemenristekdikti*, 11(2), 63–75.
- Febriyanti, A., Martalia, F. P., Redjeki, S. (2022). Reaction Kinetics Of Glucose Fermentation From Breadfruit Into Bioethanol Using *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(1), 6–10.
- Herlina, L. (2021). Penetapan Kadar Glukomanan dan Asam Oksalat dalam Ekstrak Etanol Umbi Suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) Beserta Uji Aktivitas Antioksidan dan Antibakterinya. In *Skripsi Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta*
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O. (2017). Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 29(4), 121–130.

- Kolo, S. M. D., Sine, Y. (2019). Produksi Bioetanol dari Ampas Sorgum Lahan Kering dengan Perlakuan Awal Microwave Irradiasi. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 2(2), 39–40.
- Kolo, S. M. D., Obenu, N. M., Tuas, M. Y. C. (2022). Pengaruh Pretreatment Makroalga *Ulva reticulata* Menggunakan Microwave Irradiation Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*, 16(2), 212–219.
- Kolo, S. M. D., Presson, J., Amfotis, P. (2021). Produksi Bioetanol sebagai Energi Terbarukan dari Rumput Laut *Ulva reticulata* Asal Pulau Timor. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 17(2), 159–167.
- Kolo, S. M. D., Edi, E. (2018). Hidrolisis Ampas Biji Sorgum dengan Microwave untuk Produksi Gula Pereduksi sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 1(2), 22–23.
- Kolo, S. M. D., Presson, J., Amfotis, P. (2021). Produksi Bioetanol sebagai Energi Terbarukan dari Rumput Laut *Ulva reticulata* Asal Pulau Timor. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 17(2), 159.
- Kusuma Wardani, A., Herrani, R. (2019). Bioethanol from sargassum sp using acid hydrolysis and fermentation method using microbial association. *Journal of Physics: Conference Series*, 1241(1).
- Mardina, P., Prathama, H. A., Hayati, D. M. (2014). Pengaruh Waktu Hidrolisis Dan Konsentrasi Katalisator Asam Sulfat Terhadap Sintesis Furfural Dari Jerami Padi. *Konversi*, 3(2), 1–8.
- Muslimin, Sari, W. K. P. (2017). Budidaya Rumput Laut *Sargassum* sp. Dengan Metode Kantong Pada Beberapa Tingkat Kedalaman Di Dua Wilayah Perairan Berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12(3), 221–230.
- Nggai, S. Y. M., Kolo, S. M. D., Sine, Y. (2022). Pengaruh Perlakuan Awal Hidrolisis Ampas Sorgum (*Sorghum Bicolor* L.) terhadap Fermentasi untuk Produksi Bioetanol sebagai Energi Terbarukan Stevanny. *ALCHEMY: Journal Of Chemistry*, 2(10), 33–40.
- Pinata, D., Nawfa, R. (2011). Uji Kualitatif Etanol yang Diproduksi Secara Enzimatis Menggunakan *Z. Mobilis*. *Prosiding Kimia FMIPA*. Hal. 1–6.
- Ramadhani, R. T., Arrachmah, N., Suprianti, L. (2020). Proses Pembuatan Bioetanol dari Buah Naga Merah. *Journal of Chemical and Process Engineering*, 01(02), 53–57.
- Saravanan, K., Duraisamy, S., Ramasamy, G., Kumarasamy, A., Balakrishnan, S. (2018). Evaluation of the saccharification and fermentation process of two different seaweeds for an ecofriendly bioethanol production. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 14, 444–449.
- Sari, F. I. P., Wibowo, B. S., Irwanto, R. (2020). Pengaruh Jumlah Ragi Pada Pembuatan Bioetanol dari Campuran Buah Kersen dan Kulit Nanas. *Proceeding Colloquium Research and Community*, 4, 129–142.
- Sekretaris Jenderal Dewan Energi Nasional. (2022). Outlook Energi Indonesia. In *Outlook Energi Indonesia* (pp. 1–132).
- Tuas, M. Y. C. (2021). Pengaruh Pretreatment Makroalga *Ulva reticulata* Menggunakan Microwave Irradiasi Untuk Produksi Bioetanol. In *Skripsi. Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian, Universitas Timor. Kefamenanu*.
- Wardani, A K, & Herrani, R. (2019). Bioethanol from sargassum sp using acid hydrolysis and fermentation method using microbial association. *Journal of Physics: Conference Series*, 1241(1), 1–9. 6596/1241/1/012008
- Wardani, Anggraeni Kusuma. (2018). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol dari *Sargassum* sp Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi Menggunakan Mikroba Asosiasi (*Zymomonas mobilis*, *Saccharomyces cerevisiae* dalam Ragi Tape dan Ragi Roti). In *Skripsi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*.