

Jenis Tulisan: Artikel penelitian

Fermentasi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) untuk Meningkatkan Kadar Bioetanol dan Rendemen Selulosa

Sariwahyuni ^{*1}, Dwi Setyorini ¹, Fransisca Arruan ¹, Muhammad Harsyid ²

¹Program Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar

²Program Studi Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

Corresponding Author Email: sari.wahyuni@atim.ac.id

Tulisan Diterima:
(24 Januari 2025)

Tulisan Disetujui:
(30 Januari 2025)

Kata kunci:
Fermentasi, Eceng
Gondok, Distilasi,
Bioetanol

Keywords:
Fermentation, Water
Hyacinth, Distillation,
Bioethanol

ABSTRAK:

Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) merupakan jenis tanaman yang hidup di air tawar dan sering dianggap sebagai gulma. Eceng gondok mengandung selulosa sekitar 64,51%. Selulosa inilah yang dapat dimanfaatkan untuk memproduksi bioetanol. Untuk itulah maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dan rendemen selulosa eceng gondok. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Politeknik ATI Makassar. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang memanfaatkan tanaman eceng gondok sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol melalui beberapa proses pengolahan, mulai tahap persiapan bahan baku, *delignifikasi*, hidrolisis, fermentasi, dan distilasi. Variabel penelitian ini yaitu variasi waktu fermentasi masing-masing 3, 5, 7, 9, dan 11 hari dengan bahan baku eceng gondok sebanyak 30 gram, ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) 4 gram, urea (*nutrient*) 4 gram. Hasil yang diperoleh adalah waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol dan rendemen selulosa yang dihasilkan. Kadar bioetanol mengalami kenaikan setelah 3 hari difermentasi kemudian menurun pada hari ke-8. Hasil bioetanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 7 hari yaitu 4%. Laju perubahan rendemen selulosa menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi, mulai dari hari ke-3 hingga hari ke-11, dengan rendemen tertinggi diperoleh pada fermentasi hari ke-3 yaitu sebesar 11,67%.

ABSTRACT:

Water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) is a type of plant that lives in freshwater and is often considered a weed. Water hyacinth contains about 64.51% cellulose. This cellulose can be used to produce bioethanol. For this reason, this study aims to determine the effect of fermentation time variations on bioethanol levels and cellulose yield of water hyacinths. This research was carried out at the Chemical

Engineering Operations Laboratory of ATI Makassar Polytechnic. This study is an experimental research that utilizes water hyacinth plants as raw materials in the manufacture of bioethanol through several processing processes, starting from the stage of raw material preparation, *delignification*, hydrolysis, fermentation, and distillation. The variables of this study were variations in fermentation time of 3, 5, 7, 9, and 11 days, respectively, with 30 grams of water hyacinth raw materials, 4 grams of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), and 4 grams of urea (*nutrient*). The result obtained is that the fermentation time affects the bioethanol content and cellulose yield produced. The level of bioethanol increased after 3 days of fermentation then decreased on the 8th day. The highest bioethanol yield was obtained at 7 days of fermentation time, which was 4%. The rate of change in cellulose yield decreased with the increase of fermentation time, starting from the 3rd day to the 11th day, with the highest yield obtained on the 3rd day of fermentation which was 11.67%.

PENDAHULUAN

Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) merupakan salah satu jenis gulma air yang dikenal luas karena pertumbuhannya yang cepat dan kemampuannya untuk mengakumulasi nutrisi dari lingkungan sekitarnya. Eceng gondok, meskipun sering dianggap sebagai hama, eceng gondok memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku untuk produksi bioetanol, yang merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Proses fermentasi eceng gondok untuk menghasilkan bioetanol melibatkan beberapa tahapan, termasuk delignifikasi, hidrolisis, dan fermentasi, yang dapat meningkatkan kadar glukosa dan, pada gilirannya, meningkatkan produksi bioetanol (Firmansyah et al., 2022).

Wulandari et al., (2023) menuliskan bahwa eceng gondok memiliki kandungan selulosa yang tinggi, mencapai 64,51%, serta kandungan pentosa dan lignin yang signifikan, yang menjadikannya bahan baku ideal untuk produksi bioetanol. Eceng gondok dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan bioetanol dengan efisiensi yang bervariasi tergantung pada metode pengolahan dan waktu fermentasi yang diterapkan (Wijaya et al., 2019). Pengolahan eceng gondok menjadi bioetanol dapat dilakukan melalui proses fermentasi dengan menggunakan berbagai mikroorganisme, seperti *Saccharomyces cerevisiae*, yang telah terbukti efektif dalam menghidrolisis selulosa menjadi glukosa (Sarjono et al., 2021). Pemanfaatan eceng gondok sebagai sumber bioetanol dapat memberikan solusi terhadap masalah pencemaran yang diakibatkan oleh pertumbuhan eceng gondok yang tidak terkendali di perairan (Agustine et al., 2023). Dengan memanfaatkan eceng gondok sebagai sumber bioetanol, tidak hanya dapat mengurangi dampak lingkungan dari gulma ini, tetapi juga dapat memberikan alternatif energi yang lebih berkelanjutan.

Dalam konteks pengembangan bioetanol, penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi. Penelitian oleh Wijaya et al.

(2019) menunjukkan bahwa komposisi kimia dari bahan baku, termasuk kandungan selulosa dan hemiselulosa, sangat mempengaruhi hasil akhir bioetanol. Oleh karena itu, pemilihan varietas eceng gondok yang tepat dan pengaturan kondisi fermentasi yang optimal menjadi kunci dalam meningkatkan efisiensi produksi bioetanol. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai teknik fermentasi yang lebih baik dan berkelanjutan dalam memanfaatkan eceng gondok sebagai sumber energi alternatif.

Dalam rangka mendukung penelitian ini, beberapa referensi terkini yang relevan telah diidentifikasi. Referensi-referensi ini mencakup studi-studi yang telah dilakukan dalam beberapa tahun terakhir mengenai pemanfaatan eceng gondok dalam produksi bioetanol dan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi. Penelitian Sarah et al., (2022) menunjukkan bahwa eceng gondok merupakan sumber biomassa lignoselulosa yang sangat berpotensi untuk produksi bioetanol karena mengandung selulosa sebanyak 64,51%. Selanjutnya ditambahkan oleh Roni (2020) bahwa eceng gondok memiliki manfaat sebagai sumber energi alternatif yang dapat diolah menjadi biogas.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Yasir, A, & Aris, M. Z. (2023) menuliskan bahwa karakteristik fisik dan kimia dari eceng gondok dapat dimodifikasi melalui proses fermentasi untuk meningkatkan nilai kalor dan potensi energi.

1.1. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi potensi fermentasi eceng gondok sebagai sumber bioetanol yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Menentukan waktu optimal untuk fermentasi eceng gondok,; (2) Mengukur kadar bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi eceng gondok dan (3) Menganalisis persentase rendemen selulosa yang dihasilkan selama proses hidrolisis dan fermentasi eceng gondok.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku untuk bioetanol, yang dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Kedua, hasil penelitian ini dapat berkontribusi pada upaya pengelolaan lingkungan, dengan mengurangi populasi eceng gondok yang sering kali menjadi masalah di perairan. Selain itu, penelitian ini dapat membuka peluang bagi penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan limbah pertanian dan limbah organik lainnya dalam produksi bioetanol, sehingga mendukung prinsip ekonomi sirkular.

METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Politeknik ATI Makassar. Pelaksanaan penelitian dilakukan mulai dari tanggal 02 Agustus s.d 30 Agustus 2024.

2.2 Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah oven, chopper/blender, timbangan analitik, peralatan gelas, penyangga corong, kertas saring, alkohol meter, kertas pH universal, selang, labu distilasi 500 mL, kondensor liebig, hotplate, adaptor, termometer, erlenmeyer, klem dan statif.

Bahan yang digunakan adalah eceng gondok yang diambil di kawasan empang Pampang, Kecamatan Panakkukang, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan, NaOH 4% dan 5%, H₂SO₄ 5%, fermipan (mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*), dan pupuk urea.

2.3 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian ekperimental yaitu dengan memanfaatkan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dalam proses fermentasi dengan waktu fermentasi yang divariasikan.

2.4. Prosedur Penelitian

Prosedur kerja penelitian yang dilakukan di laboratorium sebagai berikut :

2.4.1 *Persiapan Bahan Baku*

Eceng gondok diambil dari kawasan empang Pampang, Makassar. Selanjutnya, eceng gondok dicuci bersih, kemudian dipisahkan antara batang dan daun. Pengerinan dilakukan dengan menggunakan oven selama 24 jam pada suhu 80 °C. Setelah kering eceng gondok dihaluskan menggunakan chopper hingga berbentuk serbuk kering.

2.4.2. *Delignifikasi*

Serbuk kering eceng gondok dari hasil pengeringan ditimbang sebanyak 30 gram kedalam gelas kimia 500 mL. Selanjutnya, serbuk eceng gondok ditambahkan 300 mL NaOH 4% lalu dipanaskan didalam oven selama 30 menit pada suhu 120 °C. Setelah dipanaskan campuran didinginkan pada suhu ruang yang kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dan residunya.

2.4.3 *Hidrolisis*

Residu dari hasil proses delignifikasi ditambahkan 300 mL H₂SO₄ 5% didalam gelas kimia 1000 mL. Selanjutnya, dipanaskan didalam oven selama 45 menit pada suhu 121 °C. Setelah 45 menit, campuran didinginkan lalu diukur pH-nya dan ditambahkan larutan NaOH 5% hingga pH-nya 4-4,5.

2.4.4 *Fermentasi*

Campuran hasil hidrolisis yang pH-nya telah mencapai 4 - 4,5 kemudian ditambahkan 4 gram fermipan (mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*) dan 4 gram pupuk urea sebagai nutrient. Selanjutnya, campuran diaduk hingga homogen kemudian diukur suhunya dimana suhu optimal pertumbuhan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* yaitu 30 °C (Sarjono et al., 2021) . Setelah itu, campuran dipindahkan kedalam botol air

mineral bekas 1500 mL untuk difermentasi secara anaerob dengan variasi waktu fermentasi 3, 5, 7, 9, dan 11 hari.

2.4.5 Distilasi

Bioetanol hasil fermentasi disaring untuk memisahkan fase cair dan ampas. Selanjutnya bioetanol dimasukkan kedalam labu distilasi dengan suhu antara 90-100 °C. Proses distilasi dilakukan hingga tidak ada distilat yang menetes. Kadar etanol diukur dengan menggunakan alkohol meter.

2.5. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah data dikumpulkan berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penelitian sesuai prosedur penelitian yang telah disusun. Kadar etanol yang telah didistilasi dari hasil

fermentasi dianalisis dengan menggunakan alkohol meter dan menghitung rendemen dengan persamaan :

$$R = \frac{D}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

R = Rendemen (%)

D = Distilat (mL)

B = Bioetanol hasil fermentasi (mL)

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berupa kadar etanol dan rendemen selulosa seperti yang disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol

No	Waktu Fermentasi (hari)	Sampel (gram)	Mikroorganisme (gram)	Jumlah Nutrient	Etanol (%)	Distilat (mL)
1	3	30	4	4	0	32
2	5	30	4	4	2	35
3	7	30	4	4	4	25
4	9	30	4	4	0,5	33
5	11	30	4	4	0	25

Sumber : Data Primer, 2024

Tabel 2. Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Rendemen Selulosa

No	Waktu Fermentasi (hari)	Bioetanol (mL)	Distilat (mL)	Rendemen Selulosa (%)
1	3	300	32	11,67
2	5	400	35	9,5
3	7	350	25	7,15
4	9	465	33	7,10
5	11	450	25	5,56

Sumber: Data Primer, 2024

3.2. Pembahasan

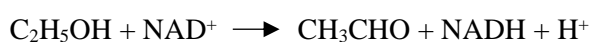
Hasil yang diperoleh pada penelitian ini seperti yang disajikan pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar etanol paling tinggi

diperoleh pada waktu fermentasi 7 hari dengan kadar etanol yang dihasilkan adalah 4%. Jika disandingkan dengan Tabel 2 terlihat bahwa pada hari ke-3 rendemen selulosa yang dihasilkan paling tinggi. Seharusnya kadar

etanol yang dihasilkan juga tinggi. Seperti yang ditulis oleh Sarjono et al. (2021) bahwa semakin tinggi rendemen selulosa dari bahan baku, semakin banyak potensi bioetanol yang dapat diproduksi. Kejadian terbalik terjadi pada penelitian ini. Hal ini dapat terjadi karena proses fermentasi belum optimal.

Sementara pada fermentasi hari ke-9 dan 11 kadar etanol mengalami penurunan. Hal tersebut disebabkan oleh mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* mengalami reaksi oksidasi pada hari ke-8 sehingga kadar etanol mengalami penurunan dan pada hari ke-11 kadar etanol menjadi 0%. *Saccharomyces cerevisiae* mendegradasi etanol menjadi senyawa lain seperti asetaldehida atau asam asetat. Proses ini dapat terjadi karena perubahan kondisi dalam sistem, yang menyebabkan penurunan kadar etanol secara signifikan dalam media (Natadiwijaya & Rachman, 2022). Jika fermentasi dibiarkan lebih lama lagi maka hasil fermentasi akan terganggu dengan adanya pertumbuhan bakteri yang terbentuk pada lapisan permukaan sampel.

Hasil yang diperoleh ini sejalan dengan pendapat Roni (2020) yang menuliskan bahwa pada periode tertentu etanol (C₂H₅OH) dapat teroksidasi menjadi asetaldehida (CH₃CHO) melalui reaksi yang dikatalisis oleh enzim alkohol *dehidrogenase*. Reaksi ini juga menghasilkan NADH dan NAD⁺.



Kadar bioetanol dari penelitian ini belum memenuhi standar kadar bioetanol untuk dijadikan bahan bakar berdasarkan SNI DT-27-0001-2006 dan SNI-06-3565-1994. Rendahnya kadar bioethanol yang dihasilkan terjadi karena tidak dilakukannya pre-treatment. Pre-treatment diperlukan untuk memecah struktur lignoselulosa agar enzim dapat mengakses selulosa pada saat fermentasi. Sariwahyuni et al (2023) menuliskan bahwa pre-treatment diperlukan dalam proses degradasi liginin untuk mengoptimalkan proses fermentasi.

Selain dilakukan pengukuran kadar etanol yang dihasilkan, dilakukan pula

perhitungan rendemen selulosa dengan hasil persentase rendemen selulosa dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil yang dapat dilihat pada Tabel 2 adalah laju perubahan rendemen selulosa mulai dari fermentasi hari ke-3 hingga hari ke-11 dengan hasil perhitungan rendemen selulosa yang semakin berkurang. Hal ini terjadi karena mikroorganisme dalam waktu 24 jam masih dalam fase adaptasi atau masih menyesuaikan diri terhadap medium fermentasi. Mikroorganisme akan mengalami peningkatan setelah 48 jam atau pada hari ke-2 yang menandakan bahwa mikroorganisme sudah melewati fase adaptasi dan memasuki fase *eksponensial* dimana pada tahap ini populasi mikroorganisme dapat bertambah. Selanjutnya pada hari ke-3, ke-4, ke-5, ke-6 dan ke-7 pertumbuhan mikroorganisme semakin meningkat yang menandakan bahwa mikroorganisme berada pada fase *stasioner* atau statis dimana pada fase ini pertumbuhan dan kematian mikroorganisme sebanding. Setelah hari ke-7 mikroorganisme mulai mengalami penurunan yaitu fase kematian. Hal ini dikarenakan nutrisi yang masih tersisa didalam medium fermentasi hanya sedikit yang menyebabkan adanya persaingan hidup antar mikroorganisme sehingga yang bisa bertahan hidup hanya sedikit (Harahap et al., 2021).

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioetanol dan rendemen selulosa yang dihasilkan. Bioetanol mengalami kenaikan setelah 3 hari fermentasi, dan menurun pada hari ke-8. Kadar bioetanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 7 hari yaitu 4%. Laju perubahan rendemen bioetanol menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi, mulai dari hari ke-3 hingga hari ke-11, dengan rendemen tertinggi diperoleh pada fermentasi hari ke-3 yaitu 11,67%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh Jurusan Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar yang telah memberikan izin penggunaan fasilitas laboratorium selama proses penelitian ini berlangsung.

REFERENSI

- Agustine, D., Amyranti, M., & Indriani, I. (2023). Penerapan Teknologi Biogas Menggunakan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) dan Limbah Organik Sebagai Upaya Mengatasi Pencemaran Lingkungan. *Prosiding TAU SNARS-TEK Seminar Nasional Rekayasa Dan Teknologi*, 2(1), 58–64. <https://doi.org/10.47970/snarstek.v2i1.503>
- Firmansyah, M. Y., Wahyudi, D. D., & Widodo, L. U. (2022). Pemanfaatan Eceng Gondok Menjadi Bioetanol Dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Envirotek*, 14(1), 74–79. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v14i1.191>
- Harahap, A. E., Saleh, E., Wiloci, W., & Solfan, B. (2021). Evaluasi Nutrient Silase Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) yang Difermentasi dengan Level EM4 dan Sumber Energi yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Industri Peternakan*, 7(2), 114. <https://doi.org/10.24252/jiip.v7i2.20643>
- Natadiwijaya, I. F., & Rachman, D. F. (2022). IPTEK Bagi Masyarakat Desa Parean Girang pada Pembuatan Biogas dengan Memanfaatkan Eceng Gondok. *Abdi Wiralodra : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 46–57. <https://doi.org/10.31943/abdi.v4i1.52>
- Roni, K. A. (2020). Pemanfaatan Limbah Campuran Eceng Gondok Dan Kotoran Sapi Dengan Proses Hidrolisis Asam Sulfat Dalam Pembuatan Biogas. *Jurnal Tekno*, 17(2), 59–65. <https://doi.org/10.33557/jtekno.v17i2.772>
- Sarah, M., Pratiwi, I., & Hasibuan, I. M. (2022). Hidrolisis Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Menjadi Glukosa Menggunakan Rotating Microwave Reactor. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(1), 49–55. <https://doi.org/10.32734/jtk.v11i1.6760>
- Sariwahyuni, Junianti, F., & Lestari, R. I. (2023). Utilization of Coconut Pulp as Raw Material for Bioethanol Production. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 27(12), 57–63. <https://doi.org/10.25303/2712rjce057063>
- Sarjono, P. R., Mulyani, N. S., Noprastika, I., Ismiyanto, I., Ngadiwiyan, N., & Prasetya, N. B. A. (2021). PENGARUH WAKTU FERMENTASI TERHADAP AKTIVITAS Saccharomyces Cerevisiae DALAM MENGHIDROLISIS ECENG GONDOK (Eichhornia crassipes) (Effect of fermentation time activity in Saccharomyces cerevisiae Hydrolysis of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes)). *Jurnal Penelitian Saintek*, 26(2), 95–109. <https://doi.org/10.21831/jps.v26i2.43983>
- Wijaya, L. A., Nurhatika, N., & Sudarmanta, S. (2019). Uji Efektifitas Bioetanol Menggunakan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Sebagai Bahan Bakar Campuran Bensin Terhadap Unjuk Kerja Mesin Generator. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.29921>
- Wulandari, P. A., Fatimura, M., & Fitriyanti, R. (2023). Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ Dan Waktu Fermentasi Terhadap Proses Pembuatan Bioetanol Berbahan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes). *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri*, 04(02), 9–15. <http://jtii.eng.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/75>
- Yasir, A. & Aris, M. Z. (2023). Produk Briket Arang Eceng Gondok. *Energi Elektrik*, 12, 14–18.