

Potensi Bioetanol dari Alang-alang (*Imperata cylindrica*) Melalui Hidrolisis Asam Dan Fermentasi

Martha Aulia Marco[✉], Carmelia Santania Fahik, Fibra Resputri, Nunung Eni Elawati

Prodi Sains Biomedis, Fakultas Kesehatan, Universitas IVET Semarang, 50233, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.31331/IJBSH.v21i1.2208>

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit
Direvisi
Disetujui

Keywords:

Alang-alang; bioethanol,
Hydrolysis, Fermentation

Abstrak

Ketersediaan energi dari bahan bakar fosil saat ini makin menipis. Solusi untuk mengatasi persoalan tersebut adalah dengan mengembangkan sumber energi alternative yang dapat diperbarui seperti bioetanol. Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dapat digunakan untuk produksi bioetanol. Komponen utama pada alang-alang (*Imperata cylindrica*) yang digunakan untuk produksi bioetanol adalah lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pemanfaatan alang-alang (*Imperata cylindrica*) sebagai bioetanol. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen melalui beberapa tahap yaitu proses pretreatment dengan penambahan larutan NaOH 1,5%, selanjutnya tahap hidrolisis dengan menambahkan asam sulfat, fermentasi secara anaerob dengan ragi tape selama 4 hari, dan tahap terakhir yaitu destilasi. Alkohol yang diperoleh kemudian diuji coba titik nyala dan di analisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alang-alang (*Imperata cylindrica*) memiliki potensi menjadi bioetanol dengan kadar alkohol yang rendah. Potensi tanaman alang-alang menjadi bioetanol harapannya dapat dikembangkan menjadi alternatif energi baru terbarukan pengganti bahan bakar minyak yang dapat diperbarui.

Abstract

The availability of energy from fossil fuels is currently running low. The solution to this problem is to develop alternative renewable energy sources such as bioethanol. *Imperata cylindrica* can be used for bioethanol production. The main component of the alang-alang (*Imperata cylindrica*) used for bioethanol production is lignocellulose which consists of cellulose, hemicellulose, and lignin. This study aims to study the use of reeds (*Imperata cylindrica*) as bioethanol. This study uses an experimental method through several stages, namely the pretreatment process with the addition of 1.5% NaOH solution. The hydrolysis stage by adding sulfuric acid, anaerobic fermentation with tape yeast for 4 days, and the last stage is distillation. The alcohol obtained was then tested for flash points and analyzed descriptively. The results showed that *Imperata cylindrica* has the potential to become bioethanol with low alcohol content. It is hoped that the potential of the *Imperata* into bioethanol can be developed into a new renewable energy alternative to renewable fuel oil.

[✉] Alamat Korespondensi:
E-mail: alamat@email.mu

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi Indonesia dari tahun ketahun mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk Indonesia. Sementara cadangan energi tidak terbarukan seperti minyak bumi, gas bumi dan batu bara semakin menipis. Untuk itu pencarian sumber energi alternatif untuk bahan bakar harus dikembangkan sehingga dapat diaplikasikan untuk penggunaan massal. Saat ini sumber energi bahan bakar dari sumber alam sudah banyak dikembangkan. Salah satu sumber energi tersebut adalah bioethanol (Arlianti, 2018).

Bioetanol dapat dihasilkan dari bahan-bahan limbah hasil pertanian yang tidak layak atau tidak dapat dikonsumsi, seperti dari sampah/limbah pasar dan limbah pabrik gula (*tetes/mollase*) (Fan & Saragi, 2020). Bahan apapun yang mengandung karbohidrat (gula, pati, selulosa, dan hemiselulosa) dapat diproses menjadi bioetanol melalui proses sakarifikasi (pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana), fermentasi, dan destilasi (Wijaya & Yanti, 2017).

Bioetanol merupakan bahan bakar berbasis nabati yang dibuat dari bahan-bahan bergula atau berpati seperti kelapa, serbuk kayu, umbi-umbian, tebunira, sorgum, nira nipah, jagung, dan lain-lain (Rilek et al., 2017). Hampir semua tanaman yang disebutkan diatas merupakan tanaman yang sudah tidak asing lagi, karena mudah ditemukan dan beberapa tanaman tersebut digunakan sebagai bahan pangan. Bahan lainnya yang dapat menjadi substrat produksi bioetanol adalah bahan lignoselulosa yang belum banyak digunakan (Gading Wilda Aniriani, 2017). Bahan lignoselulosa merupakan biomassa yang berasal dari tanaman dengan komponen utama lignin, selulosa, dan hemiselulosa (Santi & Widyaningrum, 2022). Ketersediaannya yang cukup melimpah dan tidak digunakan sebagai bahan pangan sehingga penggunaannya sebagai sumber energi tidak mengganggu pasokan bahan pangan, terutama sebagai limbah pertanian, perkebunan, dan kehutanan, menjadikan bahan ini berpotensi sebagai salah satu sumber energi melalui proses konveksi.

Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme (Kartikasari et al., 2013). Proses pengolahan bahan baku gula dan pati relatif lebih mudah dibandingkan dengan bahan selulosa, tetapi harga bahan baku tersebut relatif mahal. Pemakaian bahan baku gula dan pati pada skala besar juga akan memunculkan permasalahan baru yaitu menipisnya bahan pangan manusia. Langkah alternatif untuk mengatasi hal tersebut

yaitu dengan mencari bahan selulosa lain yang ditemukan melimpah, berharga murah, belum banyak dimanfaatkan, dan mengandung gula sederhana, sehingga dapat dijadikan sumber bahan baku bioetanol yang lebih efektif. Salah satu bahan selulosa yang ketersediaannya melimpah, belum banyak dimanfaatkan, dan secara alami memiliki dampak negatif bagi tanaman lain adalah gulma alang-alang (*Imperata cylindrica*).

Alang-alang (*Imperata cylindrica*) merupakan salah satu komunitas vegetasi alami yang sangat luas di daerah tropik dan subtropik (Kartikasari et al., 2013). Luas padang alang-alang di Asia mencapai 35 juta hektar, dimana Indonesia adalah negara terluas di Asia yang memiliki komunitas alang-alang 8,5 juta hektar. Lahan alang-alang berkembang di daerah yang memiliki musim penghujan cukup panjang, tetapi pada musim kemarau masih memungkinkan terjadinya kebakaran. Alang-alang (*Imperata cylindrica*) merupakan jenis tanaman liar pengganggu di wilayah Asia Tenggara dapat dijumpai sekitar 35 juta ha, dan sekitar 8,5 juta ha tersebar di Indonesia. Tingginya jumlah luasan padang alang-alang ini, dikarenakan tumbuhan ini memiliki daya tumbuh yang cepat setiap tahun dan mampu tumbuh pada lahan kritis. Alang-alang (*Imperata cylindrica*) merupakan tumbuhan rumput menahun yang tersebar hampir di seluruh belahan bumi dan dianggap sebagai gulma pada lahan pertanian.

Terlepas dari segala aspek negatif, alang-alang dapat di jadikan sebagai bioetanol karena di dalam alang-alang terdapat beberapa zat yang salah satunya yaitu lignin dan selulosa. Salah satu kandungan kimia alang-alang yaitu aselulosa merupakan selulosa murni, suatu polimer sakarida yang terdiri dari unit-unit monomer glukosa. Berdasarkan berat kering, kandungan selulosa alang-alang hampir sama dengan jerami padi (37,2%) (Yusuf Hendrawan, Yosua, 2018), tetapi lebih tinggi dari rumput grinting atau rumput bermuda (25,6%) (Netty Herawati, Aditya Pratama, 2019).

Alang-alang memiliki kandungan kimia antara lain, α -selulosa 40,22%, holoselulosa 59,62%, hemiselulosa (pentosan) 18,40%, dan lignin 31,29%. Kandungan selulosa yang lebih dari 40% ini berpotensi sebagai bahan baku untuk energi terbarukan, yaitu bioetanol. Selulosa adalah polimer glukosa yang membentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Struktur yang linier

menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Selulosa tidak mudah didegradasi secara kimia maupun mekanis. Di dalam, biasanya selulosa berasosiasi dengan polisakarida lain seperti hemiselulosa atau lignin membentuk kerangka utama dinding sel tumbuhan (Kartikasari et al., 2013). Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui proses pembuatan bioetanol dari Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan metode yang sederhana.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental, karena dilakukan percobaan untuk menjawab rumusan masalah, dan terdapat variabel-variabel dalam penelitian yang dilakukan. Variabel tetap diantaranya jenis alang-alang, massa alang-alang, lama pembuatan, Konsentrasi Asam/ H_2SO_4 (1,5%) dan suhu sedangkan variabel manipulasi diantaranya pemberian ragi, jenis ragi (ragi tape) dan untuk variabel respon yang diinginkan yaitu kadar etanol.

Percobaan dilakukan pada bulan tanggal 28 Juni sampai 4 Juli 2022 dan bertempat di Laboratorium Fakultas Kesehatan Universitas Ivet Semarang. Alat dan Bahan yang digunakan meliputi peralatan Pretreatment dan Hidrolisa yaitu blender, peralatan gelas standar, aluminium foil/gabus, saringan dan pengaduk, peralatan fermentasi yaitu Fermentor (Erlenmeyer+selang+kapas) dan peralatan Pemurnian yaitu alat destilasi (Panci Presto+selang+wadah berisi air+Erlenmeyer). Sedangkan bahan yang digunakan yaitu Alang-alang, H_2SO_4 (1,5%), NaOH, aquadest, dan ragi tape.

Prosedur penelitian yang dilakukan tahap pertama yaitu pretreatment dimulai dari Alang-alang dipotong-potong (diblender) dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Menimbang alang-alang sebanyak 20 gram. Lalu Sebanyak 400 ml aquadest dicampurkan dengan 6 ml NaOH 4M sehingga didapat larutan NaOH 1,5% kemudian dicampurkan dengan alang-alang di dalam erlenmeyer. dan Mulut erlenmeyer ditutup dengan kapas. Tahap kedua yaitu hidrolisa selulosa Alang-alang dengan berat 20 gram dicampurkan dengan asam sulfat pada konsentrasi 1,5%, campuran tersebut kemudian kita hidrolisa dengan waktu 100 menit dengan suhu $90^{\circ}C$. Rendaman alang-alang hasil hidrolisis lalu didinginkan dan disaring, dimana larutan hasil hidrolisat sebagai produk utama. Tahapan ketiga yaitu fermentasi larutan hasil saringan hidrolisat alang-alang yang bersifat asam diatur pH-nya menjadi 4,5 yang diukur

dengan pH-meter. Penambahan pH dilakukan dengan menambahkan NaOH 4M. Hidrolisat tersebut kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruangan. Ragi tape dimasukkan ke dalam fermentor dengan jumlah 2 buah. Tutup rapat erlenmeyer yang berisi media fermentasi dengan kapas yang dihubungkan dengan selang dan ujung selang dimasukkan ke dalam air agar tidak terjadi kontak langsung dengan udara luar dan mengeluarkan gas karbondioksida. Fermentasi dilakukan selama 4 hari, yang terakhir yaitu destilasi, siapkan peralatan destilasi. Masukkan hasil fermentasi ke dalam panci presto, kemudian pasang selang pada tutup uapnya dan aliri selang dengan wadah berisi air. Tadahkan hasil bioetanolnya dan simpan hasil yang didapat dalam botol yang ditutup rapat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pertama yang dilakukan yaitu pretreatment yang bertujuan untuk memperkecil ukuran substrat sehingga memperbesar kontak enzim ke dalam serat (Mauritiana et al., 2019), pada proses ini dilakukan pemotongan, penggilingan, dan pengeringan alang-alang (*Imperata Clyndrica*). Pada tahap ini dilakukan penambahan NaOH sebanyak 1,5% pada alang-alang yang telah dipotong-potong. Tujuan penambahan NaOH adalah untuk memutuskan ikatan lignoselulosa. Menurut Putra & Sanjaya (2020), Pelarut NaOH merupakan larutan elektrolit yang mengalami ionisasi membentuk Na^+ dan OH^- . Ion OH^- dari NaOH akan memutuskan ikatan lignoselulosasedangkan ion Na^+ akan berikatan dengan lignin membentuk Na-lignin. Lignin yang terlarut ditandai dengan warna hitam pada larutan yang disebut lindi hitam (black liquor).

Proses selanjutnya yaitu hidrolisis yang bertujuan untuk memecah ikatan dan menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa menjadi senyawa sederhana (Khoiri et al., 2020). Tahap hidrolisis dilakukan dengan menggunakan asam sulfat / H_2SO_4 , hal ini sesuai dengan pernyataan Rilek et al., (2017) yang mengatakan bahwa pada umumnya asam yang digunakan adalah H_2SO_4 atau HCl. Hal ini dikarenakan penggunaan asam kuat pada konsentrasi rendah tidak memerlukan lagi recovery asam dan tidak adanya ion asam yang hilang pada prosesnya (Jaya et al., 2018). Tahap hidrolisis dilakukan dengan suhu 90°C selama 100 menit. Pada tahap ini dilakukan pemberian konsentrasi asam sulfat yang digunakan adalah 1,5%. Proses selanjutnya yaitu fermentasi alkohol yang merupakan proses penguraian karbohidrat menjadi

etanol dan CO₂ yang dihasilkan oleh aktifitas suatu jenis mikroba yang disebut khamir dalam keadaan anaerob (Kerina et al., 2022). Besar kecilnya aktifitas hidup mikroba ini akan menentukan jumlah alkohol yang terbentuk.

Proses fermentasi dalam penelitian ini, menggunakan ragi tape. Hal ini dikarenakan semakin banyak ragi yang ditambahkan, maka bakteri yang mengurai glukosa menjadi etanol juga semakin banyak (Santi & Widyaningrum, 2022). Semakin tinggi konsentrasi ragi tape yang digunakan maka semakin banyak mikrobia yang menghasilkan enzim amilolitik, sehingga proses sakarifikasi semakin cepat (I & S, 2022). Febriani et al., (2020) menyatakan bahwa *Aspergillus sp*, *Rhizopus sp*, *Mucor sp* dan *Bacillus sp* menghasilkan enzim amylase yang akan memecah ikatan 1,4-glukosida (Amilosa) menjadi maltose, maltotriosa dan dekstrin. *Amylomyces sp* menghasilkan enzim glukamilase yang akan memecah ikatan 1,4-glukosida dan 1,6-glukosida (Amilopektin) menjadi glukosa. Begitu juga semakin banyak fermipan yang digunakan semakin banyak jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang bekerja merombak gula menjadi etanol (I & S, 2022). *Saccharomyces cerevisiae* hidup baik dalam kondisi lingkungan kurang oksigen. Dalam keadaan anaerob, asam piruvat yang dihasilkan oleh proses glikolisis akan diubah menjadi asam asetat dan CO₂. Selanjutnya, asam asetat diubah menjadi etanol.

Proses perubahan asam asetat menjadi etanol tersebut diikuti pula dengan perubahan NADH menjadi NAD⁺. Dengan terbentuknya NAD⁺, peristiwa glikolisis dapat terjadi lagi. Dalam fermentasi etanol ini, dari satu mol glukosa hanya dapat dihasilkan 2 molekul ATP (Wijaya & Yanti, 2017). Mikrobia yang terdapat dalam ragi tape terdiri dari kapang (*Amylomyces sp.*, *Rhizopus sp.*, *Mucor sp.*, *Aspergillus sp.*), khamir (*Saccharomyces cerevisiae*, *Hansenula sp.*, *Hyphopichia burtonii*, *Debaromyces vanriji var. vanriji*, *Schwanniomyces occidentalis*, *Endomycopsis sp.*, dan *Candida*) dan bakteri (*Bacillus sp.*, *Streptococcus sp.* dan *Enterobacteriaceae*). Ragi tape memiliki populasi yang kompleks dibandingkan dengan yang ada pada ragi roti sehingga mempengaruhi kinerjanya dalam menghasilkan etanol pada proses fermentasi (I & S, 2022).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alang-alang (*Imperata cylindrica*) dapat dimanfaatkan menjadi bioetanol dengan pemberian konsentrasi asam 1,5% dan pemberian ragi tape dan menggunakan metode yang sederhana. Disarankan adanya penelitian lebih lanjut mengenai pemurnian bioetanol sehingga mampu di aplikasikan secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlianti, L. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia. *Unistek*, 5(1), 16–22. <https://doi.org/10.33592/unistek.v5i1.280>
- Fan, J., & Saragi, H. T. (2020). *Pembuatan Bioetanol Dari Tebu*. 11(2).
- Febriani, Y., Sidharta, B. R., & Pranata, F. S. (2020). *Produksi Bioetanol Pati Umbi Talas (Colocasia Esculenta (L .) Schott) Dengan Variasi Konsentrasi Inokulum Dan Waktu Fermentasi Zymomonas Mobilis Bioethanol Production From Taro (Colocasia Esculenta (L .) Schott) With Variations Of Inoculum Concentrations And Fermentation Times Of Zymomonas Mobilis Pendahuluan Metode Penelitian*. 5(2), 92–98. <https://doi.org/10.24002/Biota.V5i2.2506>
- Gading Wilda Aniriani, N. F. A. (2017). *Delignifikasi Dan Ekstraksi Polisakarida Jerami Menggunakan Teknik Kimiawi Sebagai Tahap Awal Pembuatan Bioetanol*. 5(1), 66–74.
- I, A. B., & S, A. P. (2022). *Analisis Pengaruh Konsentrasi Ragi Dan Jenis Nutrisi Pada Fermentasi Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae Terhadap Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Pisang Kepok*. 02, 160–163.
- Jaya, D., Setyaningtyas, R., & Prasetyo, S. (2018). *Pembuatan Bioetanol Dari Alga Hijau Spirogyra Sp Bioethanol Production From Green Algae Spirogyra Sp*. 15(1), 16–19.
- Kartikasari, S. D., Nurhatika, S., Muhibuddin, A., Matematika, F., Alam, P., Teknologi, I., Nopember, S., Arief, J., & Hakim, R. (2013). *Potensi Alang-Alang (Imperata Cylindrica (L .) Beauv) Dalam Produksi Etanol Menggunakan Bakteri Zymomonas Mobilis*. 2(2).
- Kerina, D. Y., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., Malahayati, U., & Lampung, B. (2022). *Fermentasi Bioethanol Dari Bahan Baku Biji Buah- Buah Menggunakn Ragi Roti Dan Ragi Tape*. 5(April), 24–34.
- Khoiri, A., Syeh, B. A., Kharisma, H. D., Anwari, L., & Sari, D. A. (2020). *Teknologi Fermentasi Bioetanol Dari Berbagai Bahan Organik*. *Barometer*, 5(2), 272–276.
- Mauritiana, Z., Amtiran, F. B., Gauru, I., & Serangmo, F. K. Y. (2019). *Pembuatan Bioetanol Skala Laboratorium Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Pengembangan Energi Terbarukan Dari Bahan Baku Serbuk Buah Bidara*.
- Netty Herawati, Aditya Pratama, H. J. (2019). *Pembuatan Bioetanol Dari Rumput Gajah Dengan Proses Delignifikasi Dan Hidrolisa*. *Seminar Nasional Avoer Xi*, 23–24.
- Putra, V. A. P., & Sanjaya, I. G. M. (2020). *The Influence Of Ssaccharification And Fermentation Times To*. *Unesa Journal Of Chemistry*, 9(2).
- Rilek, N. M., Hidayat, N., & Sugiarto, Y. (2017). *Hidrolisis Lignoselulosa Hasil Pretreatment Pelepah Sawit (Elaeis Guineensis Jacq) Menggunakan H 2 So 4 Pada Produksi Bioetanol Lignocellulose Hydrolysis Of Oil Palm Frond (Elaeis*

- Guineensis Jacq) Pretreatment. 6(2), 76–82.*
- Santi, S. N., & Widyaningrum, T. (2022). *Produksi Bioetanol Dari Limbah Batang Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis) Menggunakan Zymomonas Mobilis Dengan Perlakuan Crude Enzim Trichoderma Reesei Dan Aspergillus Niger. 5, 18–23.*
- Wijaya, D., & Yanti, P. (2017). *Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi. 23(1), 19–27.*
- Yusuf Hendrawan, Yosua, S. M. U. (2018). *Pengolahan Alan -Alang (Imperata C Ylindrica) Sebagai Bahan Baku. 12(2), 23–28.*