



Pembuatan Bioetanol Dari Fermentasi Singkong Karet Menggunakan Ragi Cigading

Production Of Bioethanol From Fermented Cassava Rubber Using Cigading Yeast

Virli Febrian Al-Kausar¹, Rohmat Sukti², Imas Masruroh³, Devi Lestariningsih⁴

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Al-Khairiyah, Jl.K.H.Enggus Arja No.1 Citangkil
Cilegon, 42441, Indonesia

*Email: virlifebrian@gmail.com

Abstrak

Singkong karet (*Manihot glaziovii*) merupakan tanaman dengan kandungan pati yang tinggi dan berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam produksi bioetanol. Namun, pemanfaatannya masih terbatas karena kandungan senyawa toksik berupa asam sianida (HCN) sehingga tidak digunakan sebagai bahan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan singkong karet sebagai bahan baku bioetanol melalui proses hidrolisis asam dan fermentasi, serta mengevaluasi pengaruh waktu fermentasi terhadap hasil bioetanol yang dihasilkan. Proses hidrolisis dilakukan menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) untuk mengonversi pati menjadi gula sederhana, yang selanjutnya difermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan variasi waktu fermentasi. Parameter yang dianalisis meliputi kadar glukosa hasil hidrolisis, rendemen fermentasi, rendemen destilasi, serta kadar etanol yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan waktu fermentasi memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan rendemen bioetanol. Semakin lama waktu fermentasi, semakin besar konversi gula menjadi etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae*, hingga mencapai kondisi optimum. Penelitian ini menunjukkan bahwa singkong karet berpotensi dikembangkan sebagai bahan baku bioetanol yang terbarukan dan bernilai ekonomi, sekaligus menjadi alternatif pemanfaatan sumber daya non-pangan.

Kata kunci: bioetanol, singkong karet, hidrolisis asam, fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*

Abstract

Rubber cassava (*Manihot glaziovii*) is a high-starch agricultural resource with considerable potential as a feedstock for bioethanol production; however, its utilization as a food source is limited due to the presence of toxic hydrogen cyanide (HCN). This study aimed to investigate the effect of fermentation time on bioethanol production from rubber cassava using a local yeast strain, *Saccharomyces cerevisiae* Cigading. The research was conducted through several stages, including raw material preparation, starch hydrolysis using 0.4 M sulfuric acid (H_2SO_4) to convert starch into fermentable sugars, fermentation with varying durations of 5, 10, and 15 days, and purification of the fermented broth by distillation. The parameters analyzed included glucose content after hydrolysis, fermentation and distillation yields, physical characteristics of the resulting bioethanol, bioethanol yield per kilogram of cassava, and flame test performance. The results showed that the glucose content after hydrolysis ranged from 22.92% to 23.31%, indicating that the hydrolysis process was effective and produced relatively uniform sugar concentrations. Variations in fermentation time significantly affected bioethanol production, where fermentation for 5 days produced 0.0217 L/kg of cassava with a small and unstable flame, fermentation for 10 days produced 0.094 L/kg with a fairly stable flame, and fermentation for 15 days resulted in the highest bioethanol yield of 0.1056 L/kg with a large and stable flame. Overall, the findings demonstrate that increasing fermentation time enhances both the quantity and quality of bioethanol produced from rubber cassava, and that the local *Saccharomyces cerevisiae* Cigading yeast exhibits good fermentation performance and adaptability when utilizing rubber cassava as a substrate.

Keywords: bioethanol, rubber cassava (*Manihot glaziovii*), *Saccharomyces cerevisiae* Cigading, renewable energy.

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang terus meningkat serta menipisnya cadangan bahan bakar fosil mendorong pengembangan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Bioetanol merupakan salah satu bahan

bakar alternatif berbasis biomassa yang dapat diperbarui dan berpotensi menggantikan bahan bakar fosil [1]. Pemanfaatan bahan baku non-pangan menjadi fokus utama dalam pengembangan bioetanol

guna menghindari kompetisi dengan kebutuhan pangan.

Singkong karet (*Manihot glaziovii*) merupakan tanaman yang memiliki kandungan pati tinggi, namun tidak dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena mengandung senyawa toksik asam sianida (HCN) [2], [3]. Kandungan pati yang tinggi menjadikan singkong karet berpotensi sebagai bahan baku bioetanol setelah melalui proses pengolahan yang tepat. Salah satu tahapan penting dalam produksi bioetanol dari bahan berpati adalah proses hidrolisis untuk mengonversi pati menjadi gula sederhana yang dapat difermentasi.

Hidrolisis asam menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) merupakan metode yang umum digunakan karena prosesnya relatif sederhana dan efektif dalam memecah ikatan polisakarida. Gula hasil hidrolisis selanjutnya difermentasi menggunakan mikroorganisme, salah satunya *Saccharomyces cerevisiae*, yang berperan dalam mengonversi gula menjadi etanol dan karbon dioksida. Waktu fermentasi menjadi parameter penting yang memengaruhi hasil etanol, karena berkaitan dengan aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme selama proses berlangsung.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses produksi bioetanol dari singkong karet melalui hidrolisis asam dan fermentasi, serta menganalisis pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap rendemen dan kadar bioetanol yang dihasilkan.

Teori

Bioetanol

Bioetanol merupakan etanol yang dihasilkan melalui proses fermentasi bahan baku yang mengandung karbohidrat, seperti gula, pati, atau selulosa, dengan bantuan mikroorganisme. Secara kimia, etanol memiliki rumus molekul C_2H_5OH dan bersifat mudah menguap serta mudah terbakar, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Bioetanol dapat digunakan secara langsung maupun sebagai campuran bahan bakar fosil untuk menurunkan emisi gas buang dan ketergantungan terhadap sumber energi tidak terbarukan. Pemanfaatan bahan baku non-pangan seperti singkong karet menjadi penting untuk menghindari konflik antara kebutuhan energi dan pangan.

Singkong Karet (*Manihot glaziovii*)

Singkong karet (*Manihot glaziovii*) merupakan tanaman umbi-umbian yang memiliki kandungan pati sangat tinggi, namun tidak dikonsumsi sebagai bahan pangan karena mengandung senyawa toksik berupa asam sianida (HCN). Kandungan pati yang tinggi menjadikan singkong karet berpotensi sebagai bahan baku bioetanol setelah melalui proses pengolahan yang tepat. Keberadaan HCN dapat menghambat aktivitas

mikroorganisme fermentasi, sehingga diperlukan perlakuan awal seperti hidrolisis dan pengaturan pH untuk menurunkan pengaruh toksik tersebut.

Hidrolisis Pati

Hidrolisis pati menggunakan asam bertujuan untuk memutus ikatan glikosidik sehingga menghasilkan gula sederhana yang dapat difermentasi [4]. Pada penelitian ini, hidrolisis dilakukan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalis. Asam sulfat berfungsi memutus ikatan glikosidik pada molekul pati sehingga menghasilkan glukosa yang dapat difermentasi. Keberhasilan proses hidrolisis sangat menentukan ketersediaan substrat bagi mikroorganisme pada tahap fermentasi. Konsentrasi asam, suhu, dan waktu hidrolisis menjadi faktor penting yang memengaruhi efisiensi konversi pati menjadi gula.

Fermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae*

Fermentasi merupakan proses biokimia di mana mikroorganisme mengonversi gula menjadi etanol dan karbon dioksida dalam kondisi anaerob. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan mikroorganisme yang paling umum digunakan dalam produksi bioetanol karena memiliki toleransi tinggi terhadap etanol dan mampu memfermentasi glukosa secara efektif. Selama fermentasi, glukosa diubah menjadi etanol melalui jalur glikolisis dan reaksi lanjutan. Lama waktu fermentasi memengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan, karena berkaitan dengan pertumbuhan mikroorganisme dan laju konversi gula.

Destilasi Bioetanol

Destilasi merupakan proses pemisahan etanol dari campuran hasil fermentasi berdasarkan perbedaan titik didih antara etanol dan air [5]. Etanol memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan air, sehingga dapat diuapkan terlebih dahulu dan kemudian dikondensasikan menjadi cairan dengan kadar etanol yang lebih tinggi. Proses destilasi berperan penting dalam meningkatkan kemurnian bioetanol. Efisiensi destilasi dipengaruhi oleh suhu pemanasan dan waktu proses, yang harus dikontrol agar kehilangan etanol dapat diminimalkan.

Metodologi Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong karet (*Manihot glaziovii*) sebagai sumber pati. Bahan kimia yang digunakan meliputi asam sulfat (H_2SO_4) sebagai agen hidrolisis, ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai mikroorganisme fermentasi, serta aquades sebagai pelarut. Peralatan yang digunakan antara lain reaktor hidrolisis, fermentor, alat destilasi, serta alat analisis pendukung.

Persiapan Bahan Baku

Singkong karet (*Manihot glaziovii*) digunakan sebagai bahan baku utama dengan massa 8 kg. Singkong dikupas untuk menghilangkan kulit ari, kemudian dilakukan pengecilan ukuran hingga diperoleh bahan yang lebih homogen. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas proses konversi pati pada tahap hidrolisis.

Hidrolisis Asam

Bahan baku singkong karet selanjutnya dihidrolisis menggunakan larutan asam sebagai agen pemecah pati. Proses hidrolisis dilakukan dengan pemanasan hingga suhu 120 °C sampai diperoleh larutan yang encer dan mudah diaduk. Hidrolisis ini bertujuan untuk mengonversi pati menjadi gula sederhana. Larutan hasil hidrolisis kemudian digunakan sebagai substrat pada tahap fermentasi.

Fermentasi

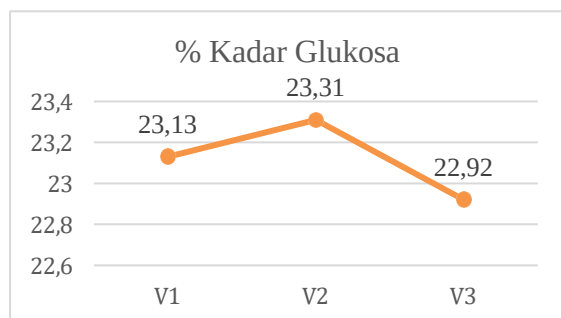
Larutan gula hasil hidrolisis difermentasi dengan penambahan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Proses fermentasi dilakukan dalam kondisi tertutup (anaerob) dengan variasi waktu fermentasi selama 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Variasi waktu fermentasi ini digunakan untuk mengamati pengaruh lamanya fermentasi terhadap pembentukan bioetanol.

Destilasi Bioetanol

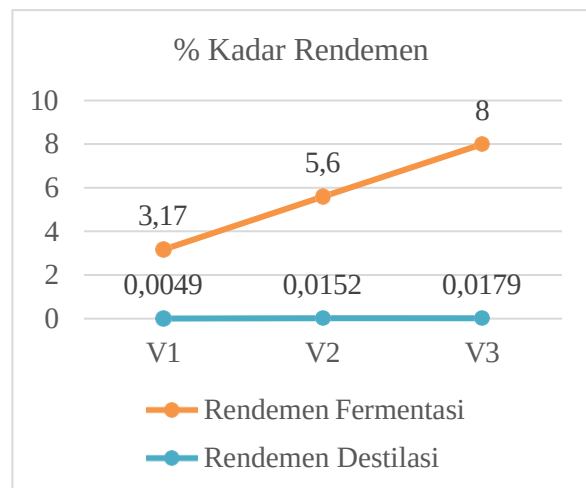
Larutan hasil fermentasi selanjutnya dimurnikan melalui proses destilasi untuk memisahkan bioetanol dari campuran cairan fermentasi berdasarkan perbedaan titik didih. Hasil destilasi kemudian digunakan untuk perhitungan rendemen fermentasi, rendemen destilasi, serta volume bioetanol yang dihasilkan per kilogram singkong karet.

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses hidrolisis pati singkong karet menggunakan asam sulfat mampu menghasilkan gula sederhana yang dapat difermentasi. Berdasarkan pengujian kadar glukosa pada larutan hasil hidrolisis, diperoleh kadar glukosa berada pada rentang 22,92–23,31%. Nilai ini menunjukkan bahwa proses hidrolisis berjalan efektif dan menghasilkan substrat yang cukup untuk menunjang proses fermentasi.



Pengaruh waktu fermentasi terhadap hasil bioetanol diamati melalui perhitungan rendemen dan volume bioetanol yang dihasilkan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa peningkatan waktu fermentasi memberikan peningkatan signifikan terhadap jumlah bioetanol yang dihasilkan. Fermentasi selama 5 hari menghasilkan bioetanol sebesar 0,0217 L/kg singkong, sedangkan fermentasi selama 10 hari menghasilkan 0,094 L/kg singkong. Nilai tertinggi diperoleh pada fermentasi selama 15 hari, dengan volume bioetanol mencapai 0,1056 L/kg singkong.



Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, semakin besar konversi gula menjadi etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Namun, peningkatan hasil bioetanol cenderung melambat pada fermentasi 15 hari, yang mengindikasikan bahwa sistem fermentasi mulai mendekati kondisi optimum.

Selain itu, bioetanol hasil destilasi diuji secara kualitatif melalui uji nyala api. Hasil uji menunjukkan bahwa bioetanol dari fermentasi 15 hari menghasilkan nyala api yang lebih stabil dan durasi pembakaran yang lebih panjang dibandingkan variasi waktu fermentasi lainnya. Hal ini menandakan bahwa peningkatan waktu fermentasi berkontribusi terhadap peningkatan kualitas bioetanol yang dihasilkan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa singkong karet (*Manihot glaziovii*) berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol melalui proses hidrolisis asam dan fermentasi. Proses hidrolisis menggunakan asam sulfat terbukti mampu mengonversi pati singkong karet menjadi gula sederhana dengan kadar glukosa yang cukup untuk mendukung proses fermentasi.

Waktu fermentasi terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah dan kualitas bioetanol yang dihasilkan. Peningkatan waktu fermentasi meningkatkan konversi gula menjadi etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae*, yang ditunjukkan oleh peningkatan volume bioetanol per

kilogram bahan baku serta karakteristik nyala api yang semakin stabil. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme berjalan lebih optimal pada fermentasi dengan waktu yang lebih lama.

Fermentasi selama 15 hari menghasilkan bioetanol dengan hasil tertinggi dibandingkan variasi waktu fermentasi lainnya, meskipun peningkatan hasil mulai menunjukkan kecenderungan melambat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem fermentasi mendekati titik optimum, di mana ketersediaan substrat dan aktivitas mikroorganisme mulai mencapai keseimbangan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa singkong karet yang selama ini kurang dimanfaatkan dapat dikembangkan sebagai sumber bahan baku bioetanol berbasis biomassa non-pangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan lebih lanjut dalam skala yang lebih besar serta sebagai referensi dalam pemanfaatan sumber daya lokal untuk produksi energi terbarukan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Kimia Universitas Al-Khairiyah atas dukungan fasilitas dan sarana laboratorium yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan dosen penguji yang telah memberikan arahan, masukan, serta evaluasi yang konstruktif sehingga penelitian dan penulisan artikel jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis mengapresiasi seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] E. Lovisia, "Bioetanol dari singkong sebagai sumber energi alternatif," *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, vol. 6, no. 1, pp. 8–14, 2022, doi: 10.31539/spej.v6i1.5007.
- [2] J. C. Mailool, R. Molenaar, D. Tooy, and I. A. Longdong, "Produksi bioetanol dari singkong (*Manihot utilissima*) dengan skala laboratorium," *Jurnal Unstrat*, vol. 2, pp. 1–7, 2013.
- [3] Yuniar, M. Aznury, and Resky, "Pengaruh agitasi dan waktu fermentasi pada pembuatan bioetanol dari pati singkong karet (*Manihot glaziovii*)," *Jurnal Kinetika*, vol. 11, no. 1, pp. 51–54, 2020.
- [4] Arifwan, Erwin, and R. Kartika, "Pembuatan bioetanol dari singkong karet (*Manihot glaziovii* Muell) dengan hidrolisis enzimatis dan difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*," *Jurnal Atomik*, vol. 1, no. 1, pp. 10–12, 2016.

[5] D. I. Nulmuslimin, Z. S. Akbar, and R. Kurniawan, "Pemurnian bioetanol fuel grade menggunakan metode distilasi–ekstraksi dengan pelarut dietilen glikol," *Prosiding Diseminasi FTI*, vol. 1, pp. 1–9, 2023.

[6] Z. Zulnazri, A. Maulana, A. Muarif, N. Sylvia, and R. Dewi, "Production of bioethanol from banana peel (*Musa paradisiaca* L.) using sulfuric acid catalyst," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 12, no. 1, pp. 97–111, 2023, doi: 10.29103/jtku.v12i1.11654.