

Pengaruh Produksi Bioetanol Melalui Fermentasi Oleh Ampas Tebu dengan Variasi Penambahan Ragi terhadap Nilai Kalor dan Kadar Bioetanol

A.Wahid Al Farisi ¹, Asroful Abidin^{2*}, Mokh. Hairul Bahri ³

¹ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember 1; email : awahidalfarisi404@gmail.com

² Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember 2; email :

asrofulabidin@unmuhjember.ac.id

³ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember 3; email :

mhairulbahri@unmuhjember.ac.id

* Penulis Korespondensi : Asroful Abidin

Abstract: The increasing energy demand and depleting fossil fuel reserves drive the development of eco-friendly alternative energy sources, such as bioethanol. Sugarcane bagasse, an agro-industrial waste with high lignocellulosic content, holds great potential for processing into bioethanol feedstock. Therefore, this study was conducted to examine the impact of varying dosages of *Saccharomyces cerevisiae* yeast on bioethanol production from sugarcane bagasse through fermentation, while also determining the most effective dosage. This research employed a laboratory experimental method utilizing three yeast dosage variations: 5 grams, 10 grams, and 15 grams. The fermentation process was carried out for 10 days, followed by four stages of distillation. The evaluation focused on four main parameters: moisture content, yield, bioethanol concentration, and calorific value. Based on the experimental results, oven-drying effectively reduced the moisture content of the sugarcane bagasse from 72% to 28%. Furthermore, it was found that an increase in yeast quantity was directly proportional to the concentration of the resulting bioethanol. The optimum result was achieved using 15 grams of yeast, which yielded a bioethanol concentration of up to 94% after the fourth distillation and recorded the highest calorific value at 2187.19 Cal/gram. In conclusion, increasing the yeast mass optimizes the fermentation process, thereby producing higher bioethanol concentrations and calorific values. This confirms that sugarcane bagasse holds great promise as a sustainable and eco-friendly feedstock for bioethanol production.

Keywords: *bioethanol, sugarcane bagasse, fermentation, yeast, distillation.*

Abstrak: Peningkatan kebutuhan energi dan menipisnya cadangan bahan bakar fosil mendorong pengembangan energi yang ramah lingkungan, salah satunya bioetanol. Ampas tebu, sebagai limbah tebu dengan kandungan lignoselulosa yang tinggi, memiliki potensi besar untuk diolah menjadi bahan baku bioetanol. Oleh karena itu, studi ini dilakukan untuk mengkaji dampak perbedaan takaran ragi *Saccharomyces cerevisiae* terhadap produksi bioetanol dari ampas tebu melalui proses fermentasi, sekaligus mencari dosis ragi yang paling efektif. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan menerapkan tiga variasi dosis ragi, yaitu 5 gram, 10 gram, dan 15 gram. Proses fermentasi dilangsungkan selama 10 hari, yang kemudian dilanjutkan dengan empat tahapan penyulingan (distilasi). Evaluasi penelitian difokuskan pada empat parameter utama: kadar air, rendemen, konsentrasi bioetanol, dan nilai kalor. Berdasarkan hasil eksperimen, proses pengeringan menggunakan oven terbukti efektif menyusutkan kadar air ampas tebu dari 72% menjadi 28%. Selain itu, ditemukan bahwa peningkatan jumlah ragi berbanding lurus dengan tingginya konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Pencapaian paling maksimal didapatkan pada penggunaan 15 gram ragi, yang mampu menghasilkan konsentrasi bioetanol hingga 94% pasca-penyulingan keempat, serta mencatat nilai kalor tertinggi di angka 2187,19 Cal/gram. Sebagai kesimpulan, penambahan massa ragi mampu mengoptimalkan proses fermentasi sehingga menghasilkan kadar bioetanol dan nilai kalor yang lebih tinggi. Hal ini sekaligus menegaskan bahwa ampas tebu sangat berpotensi dan menjanjikan untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku bioetanol yang menunjukkan ramah lingkungan serta berkelanjutan..

Kata kunci: bioetanol, ampas tebu, fermentasi, ragi, distilasi.

Diterima: June 22, 2026

Direvisi: June 30, 2026

Diterima: July 17, 2026

Diterbitkan: July 15, 2026

Versi sekarang: July 30, 2026



Hak cipta: © 2026 oleh penulis.

Diserahkan untuk kemungkinan

publikasi akses terbuka

berdasarkan syarat dan ketentuan

lisensi Creative Commons

Attribution (CC BY SA) (

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Permintaan energi global terus naik sejalan dengan kemajuan industri dan bertambahnya populasi. Namun, dominasi energi fosil, seperti minyak bumi dan batu bara, menimbulkan berbagai permasalahan termasuk penipisan cadangan energi dan peningkatan pencemaran lingkungan akibat emisi gas rumah kaca. Dengan demikian, diperlukan pengembangan sumber energi alternatif yang terbarukan dan berwawasan lingkungan, salah satunya berupa bioethanol.

Dalam proses produksi bioethanol, fermentasi menjadi tahap penting karena mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae* berperan dalam mengubah gula menjadi etanol. Jumlah ragi yang digunakan dapat memengaruhi efektivitas fermentasi dan kadar bioethanol yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan ragi terhadap produksi bioethanol dari ampas tebu melalui proses fermentasi, serta menentukan jumlah ragi yang menghasilkan kadar bioethanol paling optimal.[5]

2. Tinjauan Literatur

Menurut penelitian sebelumnya, Bioethanol merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dihasilkan melalui proses fermentasi bahan baku yang mengandung karbohidrat dalam jumlah tinggi, seperti gula, pati, dan selulosa. Pemanfaatan bioethanol sebagai bahan bakar alternatif dianggap lebih ramah lingkungan dapat menurunkan emisi gas rumah kaca serta mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Di samping itu, bioethanol memiliki angka oktan yang tinggi sehingga dapat memperbaiki kualitas pembakaran pada mesin kendaraan. Limbah ini banyak dihasilkan dari industri gula dan umumnya belum dimanfaatkan secara optimal. Melalui proses pretreatment dan hidrolisis, kandungan selulosa pada ampas tebu dapat diubah menjadi gula sederhana yang Selanjutnya, bahan tersebut difermentasi menjadi etanol dengan memanfaatkan mikroorganisme, seperti *Saccharomyces cerevisiae*. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa, menunjukkan bahwa faktor fermentasi sangat memengaruhi kadar bioethanol yang dihasilkan, terutama jumlah ragi, lama fermentasi, suhu, dan proses distilasi. Penambahan ragi yang tepat dapat meningkatkan aktivitas fermentasi sehingga produksi etanol menjadi lebih optimal.[9] Sebaliknya, jumlah ragi yang terlalu sedikit dapat menyebabkan proses fermentasi kurang maksimal. Berdasarkan penelitian terdahulu, ampas tebu memiliki potensi besar sebagai bahan baku bioethanol yang ekonomis dan berkelanjutan.[10] Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh variasi penambahan ragi pada fermentasi ampas tebu penting dilakukan untuk memperoleh kondisi produksi bioethanol yang lebih efektif dan menghasilkan kadar etanol yang tinggi.

2.1 Bioethanol

Bioethanol adalah energi terbarukan yang diperoleh.[11] melalui fermentasi bahan biomassa yang memiliki kandungan karbohidrat, seperti gula, pati, dan lignoselulosa. Bioethanol banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif karena lebih baik bagi lingkungan, dapat digunakan sebagai pengganti atau campuran bensin, serta memiliki emisi polutan yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil.[12] Selain itu, bioethanol memiliki keunggulan berupa mudah terurai secara alami (biodegradable), bisa Membantu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan dapat diproduksi melalui pemanfaatan limbah organik. sehingga mendukung konsep ekonomi sirkular. Namun, pengembangannya masih menghadapi kendala ketersediaan bahan baku yang murah dan tidak bersaing dengan kebutuhan pangan. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah lignoselulosa seperti ampas

tebu jadi alternatif yang potensial karena dapat meningkatkan nilai limbah agroindustri sekaligus mendukung produksi bioetanol yang berkelanjutan.[13]

2.2 Ampas Tebu

Ampas tebu (bagasse) merupakan limbah padat hasil pengepresan batang tebu pada industri gula yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku bioetanol. Hal ini karena ampas tebu mengandung selulosa sekitar 40–50%, hemiselulosa 20–30%, dan lignin 20–25%, yang dapat diolah menjadi gula sederhana melalui proses hidrolisis dan selanjutnya difermentasi menjadi bioetanol. Pemanfaatan ampas tebu memiliki beberapa keunggulan, yaitu ketersediaannya yang melimpah, tidak bersaing dengan kebutuhan pangan, membantu mengurangi pencemaran lingkungan, serta memiliki kandungan selulosa yang tinggi.[14] Namun, sebelum diolah menjadi bioetanol, ampas tebu memerlukan proses pendahuluan (pretreatment) untuk mengurangi ikatan lignin dan meningkatkan aksesibilitas selulosa, sehingga proses hidrolisis dan fermentasi dapat berlangsung lebih optimal.

2.3 Fermentasi

Fermentasi ampas tebu menjadi bioetanol merupakan salah satu upaya pemanfaatan limbah pertanian untuk menghasilkan energi terbarukan.[15] Ampas tebu mengandung lignoselulosa yang terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang dapat diubah menjadi gula sederhana. Proses produksi bioetanol meliputi pretreatment untuk membuka struktur lignoselulosa, hidrolisis untuk mengubah selulosa menjadi glukosa, fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan etanol, serta distilasi untuk meningkatkan kemurnian etanol.[16] Pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku bioetanol tidak hanya mengurangi limbah industri gula, tapi juga memberi hasil Sumber energi alternatif yang lebih ramah terhadap lingkungan dan mendukung keberlanjutan energi.

2.4 Distilasi

Distilasi merupakan tahap pemurnian bioetanol setelah proses fermentasi ampas tebu. Cairan hasil fermentasi yang mengandung etanol, air, dan senyawa lain dipanaskan untuk memisahkan etanol berdasarkan perbedaan titik didih.[17] Karena etanol memiliki titik didih lebih rendah (78,3°C), etanol akan menguap terlebih dahulu, kemudian didinginkan di kondensor hingga kembali menjadi cairan dengan kemurnian yang lebih tinggi. Distilasi dapat dilakukan secara sederhana maupun bertingkat untuk meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan. Secara umum, metode distilasi terdiri atas pemurnian sederhana, distilasi fraksionasi, distilasi vakum, dan distilasi uap, yang masing-masing digunakan sesuai dengan karakteristik dan tujuan pemisahan campuran.[18]

3. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variabel bebas berupa variasi jumlah ragi yang ditambahkan pada proses fermentasi. Jumlah ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 5, 10, dan 15 gram. Variabel tetap pada penelitian ini meliputi berat ampas tebu sebesar 500 gram, lama fermentasi 10 hari, dan suhu distilasi sekitar 70–80°C. Variabel terikat yang diamati meliputi kadar bioetanol dan nilai kalor.

3.1. Alat Dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah meliputi ampas tebu, air dan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Alat yang digunakan antara lain oven pengering, timbangan digital, gelas ukur, gelas beaker, pipet ukur, labu ukur, pH meter, erlenmeyer, mikropipet, dan alat distilasi.

3.2. Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dengan preparasi ampas tebu melalui proses pencucian, pengeringan menggunakan oven, dan penghalusan bahan. Ampas tebu yang telah dikeringkan ditimbang sebanyak

500 gram untuk setiap sampel. Ragi disiapkan dalam tiga variasi, yaitu 5 sampai 15 gram. Ragi diaktifkan menggunakan air hangat sebelum dicampurkan ke media fermentasi. Proses fermentasi dilakukan selama 10 hari pada suhu ruang dengan kondisi anaerob. Setelah fermentasi selesai, cairan hasil fermentasi disaring dan dilanjutkan dengan proses distilasi sebanyak empat kali penyulingan. Bioetanol hasil distilasi kemudian diuji menggunakan alkoholmeter untuk mengetahui kadar bioetanol. Selain itu, dilakukan pengujian nilai kalor menggunakan kalorimeter.

4. Hasil dan Pembahasan

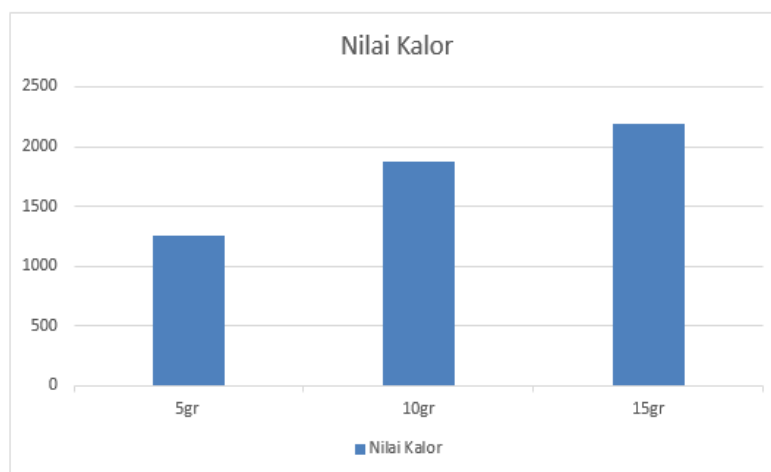
Pada Pengujian nilai kalor mengetahui besarnya energi yang terkandung dalam bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dan distilasi ampas tebu. Nilai kalor merupakan salah satu parameter penting yang digunakan untuk mengukur besarnya energi yang dapat dihasilkan oleh suatu bahan menilai kualitas bioetanol, karena jumlah energi panas yang dapat dihasilkan saat bioetanol mengalami proses pembakaran.

No	Delignifikasi	Nilai Kalor (Cal/gram)
1	5gr	1248.06
2	10gr	1875.24
3	15gr	2187.19

Data pada Tabel 1, menunjukkan hasil pengujian nilai kalor mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya perlakuan delignifikasi. Pada perlakuan delignifikasi 5 gram diperoleh nilai kalor sebesar 1248,06 Cal/gram. Nilai tersebut merupakan yang terendah dibandingkan perlakuan lainnya, yang menunjukkan bahwa proses penghilangan lignin belum berlangsung secara optimal sehingga energi yang dihasilkan saat pembakaran masih relatif rendah.

Pada perlakuan delignifikasi 10 gram, nilai kalor meningkat menjadi 1875,24 Cal/gram. Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses delignifikasi yang lebih besar mampu memperbaiki karakteristik bahan dengan mengurangi kandungan lignin yang dapat menghambat pemanfaatan komponen organik sebagai sumber energi. Dengan berkurangnya lignin, bahan menjadi lebih mudah terbakar dan menghasilkan energi yang lebih tinggi.

Selanjutnya, perlakuan delignifikasi 15 gram menghasilkan nilai kalor tertinggi yaitu 2187,19 Cal/gram. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah bahan delignifikasi memberikan pengaruh positif terhadap nilai kalor yang dihasilkan. . Selanjutnya data tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1.



Hasil perbandingan nilai kalor menunjukkan adanya hubungan positif antara massa sampel dan energi kalor yang dihasilkan. Semakin besar massa sampel yang digunakan, semakin tinggi pula nilai kalor yang diperoleh. Massa 5 gram menghasilkan nilai kalor terendah, sedangkan massa 15 gram menghasilkan nilai kalor tertinggi. Peningkatan terbesar terjadi pada penambahan massa dari 5 gram menjadi 10 gram, sementara kenaikan dari 10 gram ke 15 gram tetap terjadi meskipun tidak sebesar sebelumnya. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa massa bahan merupakan faktor yang memengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan.

4.1 . Kadar Bioetanol

hasil pengujian kadar bioetanol tidak hanya memberikan informasi mengenai kualitas bioetanol yang diperoleh, tetapi juga menjadi dasar dalam menentukan perlakuan yang paling efektif dalam proses produksi bioetanol berbahan baku ampas tebu.[19] Adapun hasil pengujian kadar bioetanol yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2

No	Delignifikasi	Distilasi	Kadar Bioetanol (%)
1	Ragi 5gr	Penyulingan 1	68
		Penyulingan 2	71
		Penyulingan 3	75
		Penyulingan 4	85
2	Ragi 10gr	Penyulingan 1	70
		Penyulingan 2	74
		Penyulingan 3	77
		Penyulingan 4	87
3	Ragi 15gr	Penyulingan 1	73
		Penyulingan 2	78
		Penyulingan 3	85
		Penyulingan 4	94

Data hasil pengujian kadar bioetanol menunjukkan bahwa variasi konsentrasi ragi memengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan dari ampas tebu setelah proses delignifikasi, fermentasi, dan distilasi selama 10 hari. Kadar bioetanol tertinggi diperoleh pada penambahan ragi 15 gram, yaitu sebesar 94%,

sedangkan kadar terendah diperoleh pada penambahan ragi 5 gram, yaitu sebesar 85%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi yang digunakan, semakin optimal proses fermentasi dalam mengubah gula menjadi etanol, sehingga kadar bioetanol yang dihasilkan juga meningkat.[20] Data tersebut kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah interpretasi hasil penelitian. Selanjutnya data dapat dilihat dalam bentuk grafik pada gambar 2

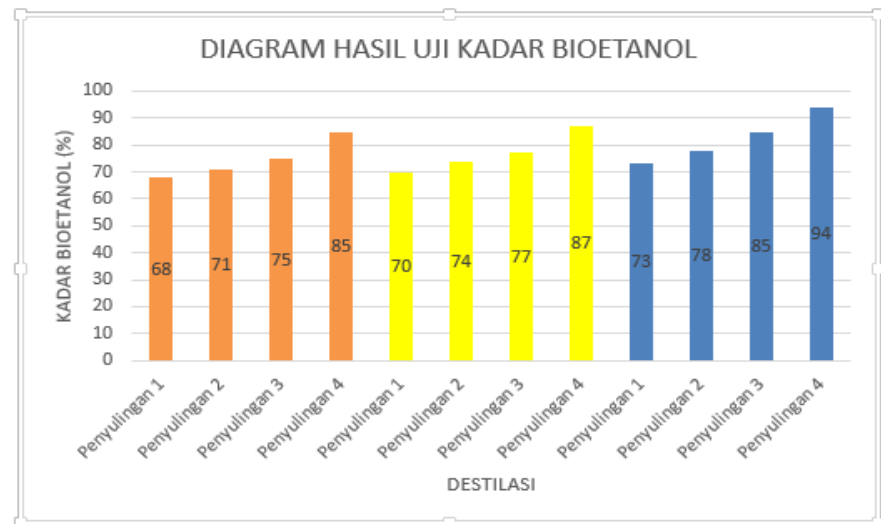


Diagram menunjukkan bahwa kadar bioetanol meningkat pada setiap tahap destilasi dan seiring dengan bertambahnya jumlah ragi yang digunakan. Perlakuan dengan 5 gram ragi menghasilkan kadar bioetanol terendah, yaitu 85%, sedangkan 10 gram ragi menghasilkan 87%. Kadar bioetanol tertinggi diperoleh pada penambahan 15 gram ragi dengan hasil mencapai 94% setelah empat kali penyulingan. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin banyak ragi yang ditambahkan, semakin optimal proses fermentasi dalam mengubah gula menjadi etanol, sehingga proses destilasi menjadi lebih efektif dan menghasilkan bioetanol dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi.

5. Kesimpulan

Proses destilasi bertahap yang dilakukan sebanyak empat kali terbukti mampu meningkatkan tingkat kemurnian bioetanol secara signifikan pada seluruh perlakuan. Setiap tahapan penyulingan menunjukkan peningkatan kadar etanol karena terjadinya pemisahan air serta senyawa pengotor lainnya dari hasil fermentasi. Penambahan ragi sebanyak 5 gram menghasilkan kadar akhir bioetanol sebesar 85%, ragi 10 gram sebesar 87%, dan ragi 15 gram mencapai 94%. Dengan demikian, kombinasi antara jumlah ragi yang optimal dan proses destilasi berulang memiliki peranan penting dalam menghasilkan bioetanol berkualitas tinggi yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif.

Ampas tebu sebagai limbah agroindustri memiliki potensi besar Sebagai bahan baku produksi bioetanol karena mengandung lignoselulosa, terutama selulosa dan hemiselulosa, yang dapat dikonversi menjadi gula sederhana melalui hidrolisis. Pemanfaatan ampas tebu tidak hanya meningkatkan nilai guna limbah pertanian, tetapi juga mendukung pengembangan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Penambahan ragi 15 gram menghasilkan kadar bioetanol dan nilai kalor tertinggi, yaitu 2187,19

Cal/gram, sehingga berpotensi Sebagai bahan bakar alternatif yang efisien serta mendukung keberlanjutan energi.

Referensi

- [1] J. S. Purba and J. F. H. Saragi, "Pembuatan Bioetanol Dari Tebu," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 410–416, 2021, doi: 10.24176/simet.v11i2.5349.
- [2] D. Mulyadi, R. Mulyani, and L. Hidayah, "PENGARUH KONSENTRASI RAGI (*Saccharomyces cerevisiae*) PADA PROSES FERMENTASI LIMBAH KULIT BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*) DALAM PEMBUATAN BIOETANOL," *J. Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 4, no. 3, pp. 154–161, 2023, doi: 10.14710/jebt.2023.17708.
- [3] A. Atikah, "Efektifitas Bentonit Sebagai Adsorben Pada Proses Peningkatan Kadar Bioetanol," *J. Distilasi*, vol. 2, no. 2, p. 23, 2018, doi: 10.32502/jd.v2i2.1200.
- [4] M. E. Simanjuntak and P. S. Widyawati, "PENGERINGAN AMPAS TEBU PADA MICROWAVE : KINETIKA PENGERINGAN , DIFUSI EFEKTIF , DAN ASPEK ENERGI DRYING OF SUGARCANE BAGASSE IN THE MICROWAVE : DRYING KINETICS , EFFECTIVE DIFFUSION , AND ENERGY ASPECTS Pengeringan adalah suatu upaya untuk mengurangi kand," vol. 15, no. 1, pp. 62–73, 2022.
- [5] O. Dengan, P. Fermentasi, and M. Dimiyati, "PEMBUATAN BIOETANOL DARI SARI TEBU (*Saccharum*," vol. 11, no. 9, pp. 579–587, 2025.
- [6] P. N. Sriwijaya, "Review Artikel VARIASI PRODUKSI BIOETANOL DARI AMPAS TEBU THE VARIATIONS OF BIOETHANOL PRODUCTION FROM BAGASSE : A REVIEW," vol. 12, no. 02, pp. 64–67, 2021.
- [7] B. D. Kurniawan, A. Abidin, and K. Kosjoko, "Pengaruh Variasi Suhu Pirolisis terhadap Karakteristik Bio-Oil dari Limbah Batang Tembakau sebagai Bahan Bakar Alternatif," *J. Appl. Mech. Eng. Renew. Energy*, vol. 5, no. 2, pp. 83–87, 2025, doi: 10.52158/jamere.v5i2.1242.
- [8] A. Tebu and W. Fermentasi, "O PTIMASI W AKTU F ERMENTASI U NTUK P ENINGKATAN K UALITAS B IOETANOL," vol. 9, pp. 17–22, 2024.
- [9] R. A. Rachman, A. Abidin, and Kosjoko, "Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Produksi Bioetanol Dari Kulit Singkong," *Kementeri. Perindustrian RI Politek. ATI Makassar*, vol. 9, no. 2, pp. 1–29, 2025.
- [10] E. Egamiati, T. Rachmanto, and I. M. Mara, "PENGARUH pH DAN PUTARAN PENGADUKAN PADA FERMENTASI MOLASE TERHADAP HASIL AKHIR PRODUKSI BIOETANOL EFFECT OF pH AND STIRRING ROTATION ON MOLASSES FERMENTATION THE," *Energy, Mater. Prod. Des.*, vol. 1, no. 2, pp. 64–71, 2022.
- [11] I. Bawazir, M. Hairul Bahri, and A. Abidin, "Pengaruh Variasi Massa Ragi dan Waktu Fermentasi Sampah Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Terhadap Kadar Bioetanol," *J. Smart Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 159–163, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST>
- [12] C. Engineering and J. Storage, "DOI: <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i2.98911>," vol. 2, no. Mei, pp. 236–246, 2023.
- [13] E. M. Tahun and M. Rafdi, "Jurnal Ilmiah Mahasiswa," vol. 1, pp. 26–38, 2023.
- [14] P. D. Ananda and A. H. Daulay, "Pemanfaatan Tongkol Jagung Dan Ampas Tebu Dalam Pembuatan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif," vol. 8, pp. 135–140, 2023.
- [15] A. Rinanto, T. F. I. Putra, and A. S. Utama, "J-Proteksion : Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin," *J-Proteksion*, vol. 4, no. 13, pp. 1–6, 2024.
- [16] A. Tebu *et al.*, "Studi kelayakan pemanfaatan limbah (blotong, ampas tebu, tetes) sebagai biobriket," vol. 9, no. 9, pp.

303–317, 2023.

- [17] A. E. Setyono, B. Fajar, and T. Kiono, “Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan : Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050,” vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2025, doi: 10.14710/jebt.2021.11157.
- [18] A. Abidin, M. Zainur, D. Hari, T. Prasetyo, and A. Adi, “Al Jazari Pengaruh Bentuk dan Diameter Kawat Kondensor terhadap Kadar dan Volume Etanol,” vol. 9, pp. 82–88, 2024.
- [19] T. Kimia and U. Pamulang, “Studi Literatur Potensi Pemanfaatan Limbah Dapur sebagai Bahan Baku Bioetanol Skala Rumah Tangga,” vol. 4, no. 4, pp. 5823–5833, 2025.
- [20] D. Guna *et al.*, “Pengaruh Penambahan Ragi Tape,” 2024.