

Pemanfaatan Limbah Air Kelapa Menjadi Bioetanol dengan Metode *Liquid State Fermentation*

Dina Meilinda*, Muhammad Yerizam, Dilia Puspa

Teknik Kimia, DIV Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang

*Koresponden email: dinameilinda08@gmail.com

Diterima: 19 Agustus 2025

Disetujui: 15 September 2025

Abstract

This study aims to assess the potential of mature coconut water as a fermentation substrate in bioethanol production using the Liquid State Fermentation (LSF) method with *Saccharomyces cerevisiae* yeast. The variables studied included yeast mass (5 g, 7.5 g, and 10 g) and fermentation time (3, 5, and 7 days). The fermentation results were filtered and distilled at 78–80 °C, then analyzed using GC-MS, a pH meter, a viscometer, and a pycnometer. The highest ethanol content was obtained at 5 g yeast and 3 days of fermentation, which was 57%. The decrease in ethanol content at higher yeast times and masses indicates an optimum fermentation limit. These results indicate that mature coconut water has potential as a raw material for bioethanol based on agro-industrial liquid waste. This process also shows promising initial efficiency, although to achieve the SNI 7390:2012 standard, further purification processes are required.

Keywords: *bioethanol, liquid state fermentation (lsf), saccharomyces cerevisiae*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi air kelapa tua sebagai substrat fermentasi dalam produksi bioetanol menggunakan metode *Liquid State Fermentation* (LSF) dengan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Variabel yang diteliti meliputi massa ragi (5 g, 7,5 g, dan 10 g) serta waktu fermentasi (3, 5, dan 7 hari). Hasil fermentasi disaring dan disuling pada suhu 78–80 °C, kemudian dianalisis menggunakan GC-MS, pH meter, viskometer, dan piknometer. Kadar etanol tertinggi diperoleh pada kondisi 5 g ragi dan 3 hari fermentasi, yaitu sebesar 57%. Penurunan kadar etanol pada waktu dan massa ragi yang lebih tinggi menunjukkan adanya batas optimum fermentasi. Hasil ini menunjukkan bahwa air kelapa tua memiliki potensi sebagai bahan baku bioetanol berbasis limbah cair agroindustri. Proses ini juga menunjukkan efisiensi awal yang menjanjikan, meskipun untuk mencapai standar SNI 7390:2012 diperlukan proses pemurnian lanjutan.

Kata kunci: *bioetanol, liquid state fermentation (lsf), saccharomyces cerevisiae*

1. Pendahuluan

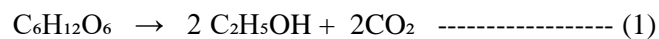
Kebutuhan energi global terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan industrialisasi, sementara ketersediaan sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara semakin terbatas. Ketergantungan terhadap energi fosil tidak hanya memicu kekhawatiran terhadap krisis pasokan energi di masa depan, tetapi juga memperburuk permasalahan lingkungan akibat emisi gas rumah kaca [1], [2]. Oleh karena itu, pengembangan sumber energi alternatif yang terbarukan, seperti bioetanol, menjadi strategi penting dalam transisi menuju sistem energi berkelanjutan.

Bioetanol merupakan bahan bakar cair hasil fermentasi biomassa yang mengandung karbohidrat, dengan keunggulan berupa pembakaran yang lebih bersih dan ramah lingkungan [3]. Selama ini, produksi bioetanol umumnya menggunakan bahan pangan seperti tebu dan jagung. Namun, seiring meningkatnya kekhawatiran akan konflik antara kebutuhan pangan dan energi, perhatian mulai diarahkan pada pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku alternatif yang lebih berkelanjutan. Salah satu limbah agroindustri yang memiliki potensi besar namun belum dimanfaatkan secara optimal adalah air kelapa tua. Air kelapa ini sering menjadi limbah dalam industri pengolahan kelapa, padahal mengandung gula sederhana seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa sebesar 2–4% yang dapat difermentasi menjadi etanol [4]. Keunggulan air kelapa dibandingkan biomassa berserat lainnya adalah kemampuannya untuk langsung difermentasi tanpa melalui proses pretreatment enzimatis atau kimiawi, menjadikannya substrat yang lebih praktis dan ekonomis untuk produksi bioetanol. Berdasarkan penelitian komposisi gula dalam air kelapa tua dpt dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini.

Tabel 1. Komposisi Gula Pada Air Kelapa [4]

Komponen Gula	Kandungan (% berat/Volume)
Sukrosa	1,2 - 2,5
Glukosa	0,5 - 1,0
Fruktosa	0,3 - 0,8
Total Gula	2,0 - 5,0

Berbeda dengan biomassa berserat seperti kulit singkong atau jerami yang memerlukan perlakuan awal dengan enzim atau bahan kimia untuk menguraikan kandungan selulosanya, air kelapa telah mengandung gula sederhana yang dapat langsung difermentasi. Hal ini menjadikan proses konversi menjadi etanol lebih praktis dan hemat biaya. Proses fermentasi umumnya menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*, yaitu *khamir* yang memiliki kemampuan baik dalam mengubah glukosa menjadi etanol dan karbon dioksida. Mikroorganisme ini juga dikenal tahan terhadap kadar etanol tinggi, mudah diperoleh serta tidak memerlukan tambahan nutrisi yang kompleks [5]. Fermentasi air kelapa dengan *Saccharomyces cerevisiae* diikuti distilasi pada 70-80°C dan dehidrasi dengan Zeolit alam menghasilkan etanol dengan kemurnian 76-80%, namun memerlukan purifikasi tambahan untuk mencapai kadar etanol 94 % sesuai SNI [6]. Waktu fermentasi memengaruhi kadar etanol yang dihasilkan namun *Saccharomyces cerevisiae* tetap menunjukkan performa yang stabil dalam berbagai kondisi fermentasi [7]. Proses fermentasi anaerobik melibatkan reaksi kimia berikut:



Sejumlah penelitian telah berhasil memproduksi bioetanol dari berbagai bahan alami seperti tetes tebu (molases) [8], [9], ubi kayu [10], kulit nenas [11], [12], hingga biji dan kulit durian [13]. Namun, sebagian besar proses tersebut masih memerlukan bahan tambahan seperti enzim [14] atau bahan kimia asam [15] untuk menguraikan substrat berpati atau berserat. Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan lebih sederhana, yaitu hanya mengandalkan aktivitas alami *Saccharomyces cerevisiae* dalam memfermentasi gula dari air kelapa tanpa bahan tambahan eksternal. Pendekatan ini dinilai lebih ramah lingkungan, ekonomis dan cocok diterapkan dalam skala kecil hingga Menengah [5].

Dengan memanfaatkan air kelapa tua sebagai bahan baku, penelitian ini diharapkan dapat mengurangi limbah organik yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dalam industri kelapa. Air kelapa tua umumnya dibuang karena tidak layak dikonsumsi akibat perubahan rasa, warna, dan aroma yang disebabkan oleh proses penuaan, padahal masih mengandung gula sederhana yang mendukung proses fermentasi [6]. Oleh karena itu, Pemanfaatan air kelapa sebagai substrat dalam produksi bioetanol tidak hanya menawarkan solusi terhadap permasalahan limbah cair agroindustri, tetapi juga merepresentasikan langkah strategis dalam penyediaan sumber energi terbarukan yang aplikatif, khususnya di wilayah penghasil kelapa di Indonesia. Bioetanol yang dihasilkan berpotensi digunakan sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan karena berasal dari sumber daya yang dapat diperbarui, sehingga mampu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Selain itu, penggunaannya terbukti dapat menurunkan emisi gas rumah kaca, menjadikannya opsi yang lebih berkelanjutan dalam jangka panjang [16]. Penelitian ini bertujuan mendapatkan waktu fermentasi dan massa *Saccharomyces cerevisiae*, serta keterkaitannya terhadap konsentrasi bioetanol yang diproduksi dari fermentasi air kelapa menggunakan metode *Liquid State Fermentation* (LSF).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya pada periode Maret hingga Juni 2025. Tujuan utama penelitian adalah untuk mengevaluasi pengaruh variasi massa *Saccharomyces cerevisiae* dan waktu fermentasi terhadap produksi bioetanol dari air kelapa tua menggunakan metode *Liquid State Fermentation* (LSF), yang kemudian diikuti dengan proses pemurnian melalui distilasi serta analisis karakteristik hasil fermentasi. Bahan utama yang digunakan adalah air kelapa tua sebanyak 5 liter untuk setiap perlakuan. Variasi massa ragi yang digunakan adalah 5 g, 7,5 g, dan 10 g. Fermentasi dilakukan dalam kondisi anaerobik pada suhu ruang selama 3, 5, dan 7 hari, tanpa penambahan nutrisi eksternal. Air kelapa disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan partikel padat, kemudian dicampur dengan ragi dan difermentasi dalam fermentor tertutup. Selama proses berlangsung, dilakukan

pemantauan terhadap perubahan pH dan aktivitas fermentasi yang ditunjukkan melalui pembentukan gas karbon dioksida.

Setelah proses fermentasi selesai, cairan hasil fermentasi disaring dan dimasukkan ke dalam alat distilasi. Distilasi dilakukan pada suhu 78–80 °C untuk memisahkan etanol dari campuran. Distilat yang diperoleh dianalisis kadar etanolnya menggunakan metode *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS). Selain itu, dilakukan pengukuran pH menggunakan pH meter, viskositas menggunakan viskometer, dan densitas menggunakan piknometer. Densitas dihitung berdasarkan persamaan

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (1)$$

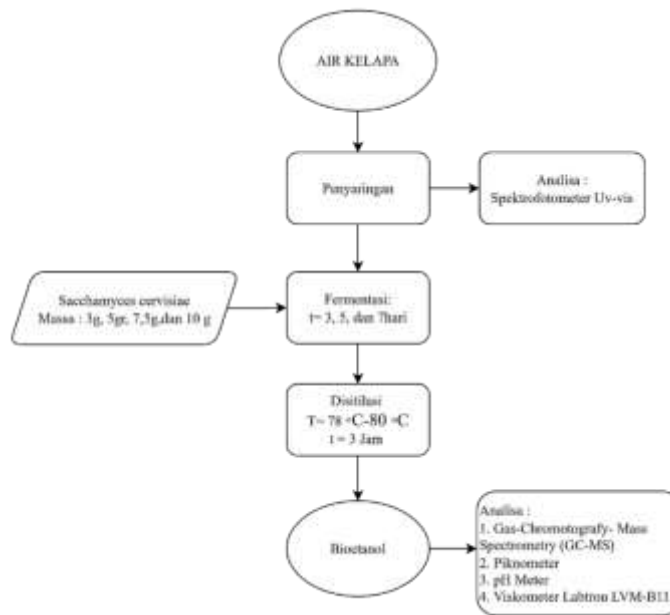
Keterangan:

ρ = densitas larutan (g/mL)

m = massa larutan (g)

v = volume larutan (mL)

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan dua variabel bebas yaitu massa ragi dan lama fermentasi. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Bioetanol

Variabel tetap meliputi volume air kelapa (5 L), suhu fermentasi (suhu ruang), dan suhu distilasi (78–80 °C). Seluruh data yang diperoleh dianalisis dan dibandingkan dengan standar mutu bioetanol berdasarkan SNI 7390:2012 sebagai acuan kualitas produk.

3. Hasil dan Pembahasan

Perlakuan terhadap bahan baku (Air Kelapa)

Perlakuan awal melakukan pengamatan terhadap bahan baku yaitu air kelapa. Parameter yang diamati mencakup pH, dan kadar gula pada air kelapa tu a sebagai informasi dasar untuk proses fermentasi. Data pengamatan awal air kelapa tua sebelum fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Data Pengamatan Awal Terhadap Air Kelapa Sebelum Fermentasi

Sampel	pH Air Kelapa	Kadar Glukosa (%) Air Kelapa
Air Kelapa	4,5	4,48

Pada **Tabel 2** pH air kelapa tercatat sebesar 4,5, yang menunjukkan bahwa air kelapa bersifat sedikit asam. Kondisi pH ini mendukung aktivitas mikroorganismenya, khususnya khamir (yeast), yang berkembang dengan baik dalam lingkungan asam [17]. Selain itu, kadar glukosa air kelapa tercatat mencapai 4,48%, yang mengindikasikan bahwa air kelapa mengandung gula yang cukup tinggi. Gula ini berfungsi sebagai sumber utama energi bagi mikroorganismenya dalam proses fermentasi.

Dengan adanya glukosa yang cukup, mikroorganisme dapat mengubahnya menjadi produk fermentasi seperti etanol atau asam organik [18].

Dalam proses fermentasi air kelapa ini tidak diperlukan penambahan enzim atau bahan kimia tambahan. Kandungan alami dalam air kelapa seperti glukosa dan asam organik sudah cukup untuk mendukung proses fermentasi. Glukosa yang ada dimanfaatkan oleh mikroorganisme tanpa perlu dipecah terlebih dahulu menggunakan enzim eksternal. Dengan demikian, proses fermentasi ini berlangsung secara alami dan sederhana, hanya bergantung pada kondisi dan kandungan yang ada dalam air kelapa itu sendiri. Secara keseluruhan, pH dan kadar glukosa air kelapa yang tercatat menunjukkan bahwa air kelapa memiliki potensi yang baik untuk fermentasi tanpa memerlukan tambahan bahan kimia lain [19].

variasi massa *Saccharomyces cerevisiae* dan waktu fermentasi terhadap produksi bioetanol dari air kelapa tua menggunakan metode *Liquid State Fermentation* (LSF). Proses fermentasi dilakukan pada suhu ruang dengan tiga variasi massa ragi (5 g, 7,5 g, dan 10 g) serta tiga durasi fermentasi (3, 5, dan 7 hari). Setelah fermentasi, distilat dianalisis kadar etanolnya menggunakan metode GC-MS, serta dilakukan pengukuran terhadap pH, viskositas, dan densitas untuk menilai kualitas bioetanol yang dihasilkan.

Tabel 3. Data Hasil Fermentasi Bioetanol Dari Air Kelapa

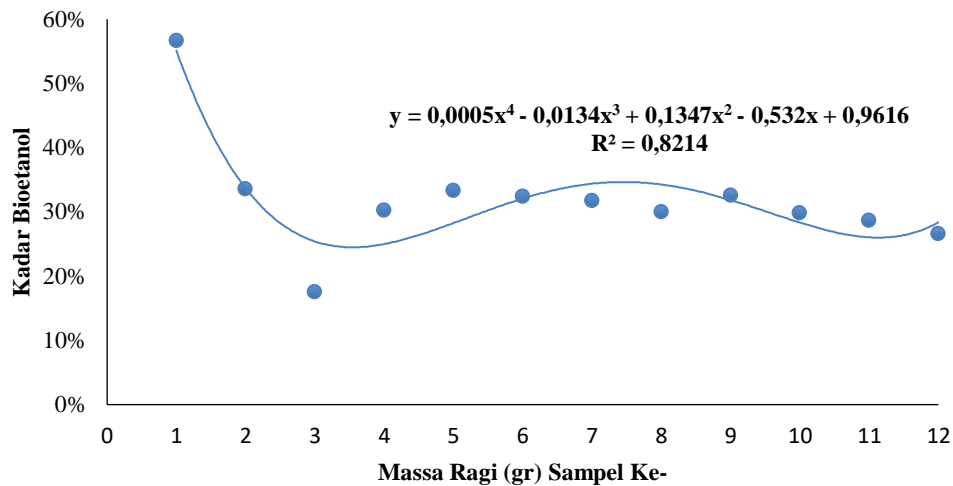
Sampel Ke-	Waktu (hari)	Massa Ragi (gr)	Kadar Etanol (%)	pH	Viskositas (poise)	Densitas (g/ml)
1.	3	3	57	5	0,016	0,85484
2.		5	34	5	0,019	0,87300
3.		7,5	18	3	0,032	0,83668
4.		10	30	4	0,022	0,84276
5.	5	3	33	4	0,021	0,85964
6.		5	32	4	0,022	0,84176
7.		7,5	32	4	0,021	0,84444
8.		10	30	4	0,022	0,83538
9.	7	3	33	4	0,023	0,84745
10.		5	30	4	0,025	0,84745
11.		7,5	29	4	0,029	0,85005
12.		10	27	4	0,031	0,84167

Setelah dilakukan proses fermentasi diperoleh data yang menunjukkan bahwa variasi jumlah ragi dan waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap kadar etanol dan parameter lainnya. Sampel yang difermentasi menggunakan ragi 3 gram selama 3 hari menghasilkan kadar etanol tertinggi yaitu 57%. Penambahan ragi yang berlebihan justru dapat menurunkan kadar etanol akibat kompetisi substrat dan akumulasi metabolit sekunder yang menghambat pertumbuhan ragi [20]. Pada setiap sampel, nilai pH menurun secara bertahap seiring waktu fermentasi. Nilai pH berkisar antara 4 hingga 5, dengan pH tertinggi juga terdapat pada sampel, 3 hari 3 gram.

Viskositas cenderung menurun pada sampel dengan kadar etanol rendah karena etanol mengurangi ikatan hidrogen antar molekul air memungkinkan molekul bergerak lebih bebas. Sebaliknya pada sampel dengan kadar etanol tinggi, densitas menurun karena etanol memiliki massa jenis lebih rendah dibandingkan air sehingga meningkatkan proporsi bioetanol dalam campuran mengurangi massa jenis keseluruhan larutan.

Kadar Bioetanol dari Proses Fermentasi

Kadar bioetanol tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan massa ragi 3 gram dan lama fermentasi 3 hari, yaitu sebesar 57%. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan massa ragi tidak selalu berbanding lurus dengan kenaikan kadar bioetanol. Kelebihan jumlah ragi dapat menyebabkan kompetisi nutrisi antar sel, akumulasi produk samping, atau bahkan menghambat aktivitas fermentasi secara keseluruhan. Hubungan antara massa ragi dan kadar bioetanol mengikuti pola polinomial dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8214, yang mengindikasikan bahwa variabel massa ragi menjelaskan sekitar 82% dari variasi hasil etanol. Hubungan massa ragi dengan kadar bioetanol dapat dilihat pada **Gambar 2**.

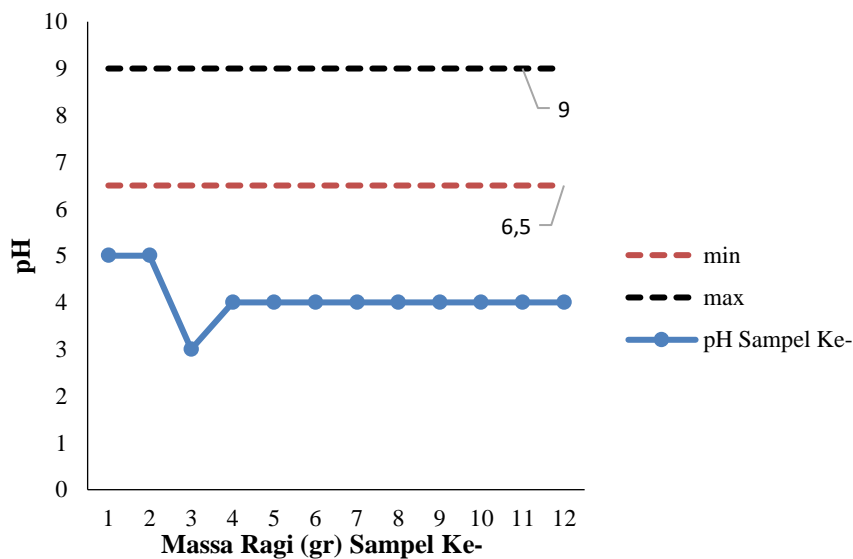


Gambar 2. Massa Ragi (gr) Terhadap Kadar Bioetanol

Meskipun nilai bioetanol yang diperoleh cukup tinggi untuk hasil awal fermentasi, kadar tersebut masih berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh SNI 7390:2012 [21], yaitu minimal 94% untuk bioetanol bahan bakar. Oleh karena itu, diperlukan tahap pemurnian lanjutan guna meningkatkan kemurnian produk.

Analisis Parameter Fisik: pH, Viskositas, dan Densitas

Pengukuran pH menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki nilai antara 4 hingga 5, yang masih berada di bawah rentang standar SNI (6,5–9). pH rendah ini umumnya dihasilkan oleh akumulasi senyawa asam seperti asam asetat selama fermentasi, yang dapat memengaruhi kestabilan dan aplikasi bioetanol dalam sistem bahan bakar. Hubungan antara masa ragi dengan pH dapat dilihat pada **Gambar 3**.

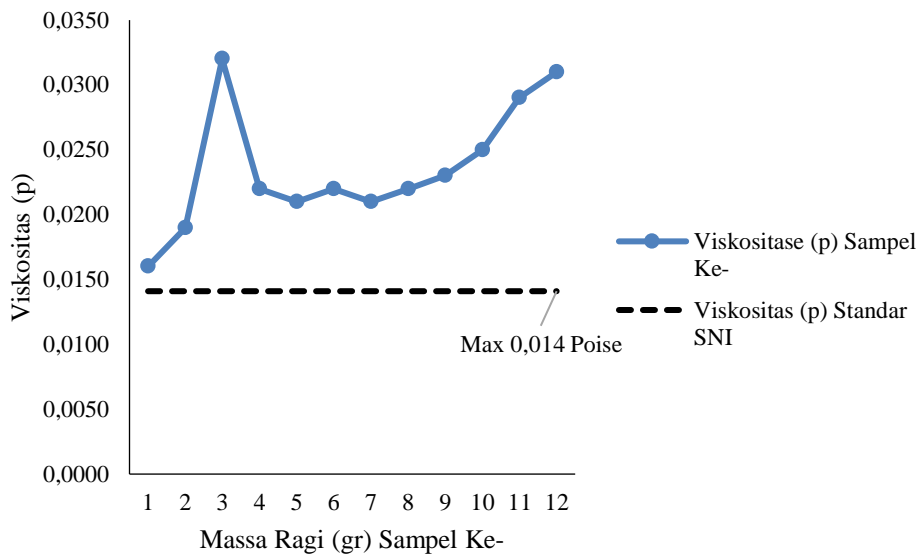


Gambar 3. Massa Ragi (gr) terhadap pH

Berdasarkan **Gambar 3**, seluruh sampel menunjukkan nilai pH di bawah batas minimum standar SNI 7390:2012 [25], yaitu 6,5. Nilai pH rata-rata sampel berada pada kisaran 4 hingga 5, yang mengindikasikan bahwa hasil fermentasi menciptakan lingkungan yang cukup asam. Penurunan pH ini disebabkan oleh aktivitas metabolisme ragi selama fermentasi, yang menghasilkan senyawa organik seperti asam asetat atau asam laktat [22].

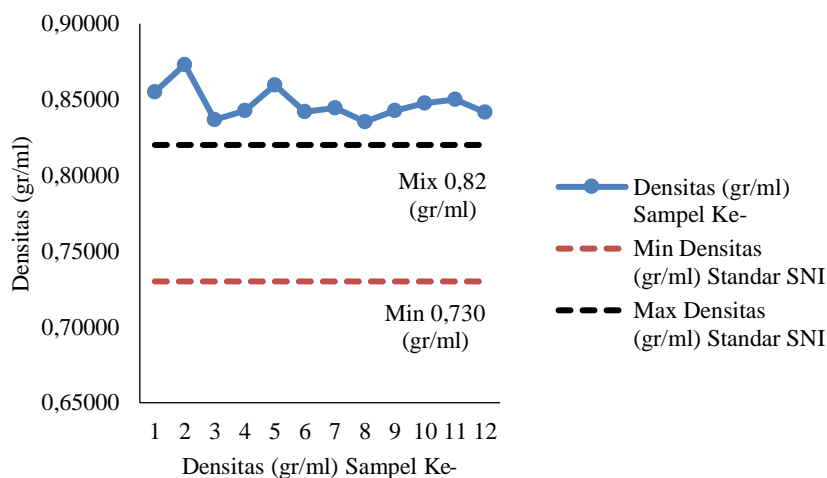
Viskositas bioetanol hasil fermentasi berkisar antara 0,015 hingga 0,035 poise, melebihi batas maksimum viskositas yang dipersyaratkan dalam SNI 06-3565-1994 [23] yaitu 0141 poise. Hal ini dapat disebabkan oleh keberadaan air, substrat tersisa, bahkan senyawa organik lain yang belum terpisahkan

sempurna selama distilasi. Hubungan viskositas dengan massa ragi yang digunakan dalam fermentasi dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Massa Ragi (gr) Terhadap Viskositas (poise)

Nilai densitas seluruh sampel terlihat pada **Gambar 5** juga melebihi batas standar SNI [27] (0,730–0,820 g/mL), dengan hasil berkisar 0,83 hingga 0,87 g/mL. Densitas tinggi ini menunjukkan bahwa bioetanol yang diperoleh masih bercampur dengan air atau senyawa lain, sehingga perlu dilakukan pemurnian tambahan seperti distilasi berulang atau dehidrasi menggunakan zeolit.



Gambar 5. Massa Ragi (gr) terhadap Densitas (gr/ml)

4. Kesimpulan

Massa Ragi (gr) mempengaruhi kadar bioetanol dari air kelapa. Kadar bioetanol tertinggi sebesar 57% diperoleh pada kondisi fermentasi selama 3 hari dengan massa ragi 3 gram, yang menunjukkan kondisi optimum dari parameter yang diuji.

Kadar etanol yang dihasilkan belum memenuhi standar mutu bioetanol sebagaimana ditetapkan dalam SNI 7390:2012, yang mensyaratkan kadar minimal 94%–96% v/v. Parameter fisik lainnya seperti pH, viskositas, dan densitas juga belum memenuhi standar, sehingga dibutuhkan proses pemurnian lanjutan dan optimasi fermentasi untuk mencapai kualitas yang sesuai standar nasional.

5. Daftar Pustaka

- [1] Sulistyono, "Pemanasan Global (Global Warming) Dan Hubungannya Dengan Penggunaan Bahan Bakar Fosil," *J. Forum Teknol.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 47–56, 2012.

- [2] L. Arlianti, "Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif Yang Potensial Di Indonesia," *Unistek*, Vol. 5, No. 1, Pp. 16–22, 2018, Doi: 10.33592/Unistek.V5i1.280.
- [3] Andriana, S., et al. *Kesehatan Ibu Dan Anak: Konsep Dasar Teori Persfektif Akademisi Dan Praktisi*. Indie Press, 2022.
- [4] Wulandari, R. R. A., and B. Utami. "Pembuatan Bioetanol dari Kelapa Tua Menggunakan Proses Fermentasi." *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. 2015.
- [5] M. M. Maharani, M. Bakrie, And N. Nurlela, "Pengaruh Jenis Ragi, Massa Ragi Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Biji Durian," *J. Redoks*, Vol. 6, No. 1, P. 57, 2021, Doi: 10.31851/Redoks.V6i1.5200.
- [6] L. Marlina And W. N. Hainun, "Pembuatan Bioetanol Dari Air Kelapa Melalui Fermentasi Dan Destilasi-Dehidrasi Dengan Zeolit," *J. TEDC*, Vol. 14, No. 3, Pp. 255–260, 2020.
- [7] N. Azizah, A. Al-Baari, And S. Mulyani, "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, Ph, Dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas," *J. Apl. Teknol. Pangan*, Vol. 1, No. 2, Pp. 72–77, 2012,
- [8] A. K. Wardani And F. N. Eka Pertiwi, "Produksi Etanol Dari Tetes Tebu Oleh *Saccharomyces Cerevisiae* Pembentuk Flok (NRRL – Y 265)," *Agriotech*, Vol. 33, No. 2, Pp. 131–139, 2013, Doi: 10.22146/Agriotech.9810.
- [9] F. Hartina, A. Jannah, And A. Maunatin, "Fermentasi Tetes Tebu Dari Pabrik Gula Pagotan Madiun Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* Untuk Menghasilkan Bioetanol Dengan Variasi pH dan Lama Fermentasi," *Alchemy*, Vol. 3, No. 1, 2014, Doi: 10.18860/Al.V0i0.2907.
- [10] M. Syahrir, "Pembuatan Bioetanol Dengan Cara Fermentasi Dari Singkong Dan Beras Ketan Putih Campur Ragi," Vol. 8, No. 1, Pp. 67–76, 2025.
- [11] A. D. Susanti, "Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis Dengan Asam," *Ekuilibrium*, Vol. 12, No. 1, Pp. 11–16, 2013, Doi: 10.20961/Ekuilibrium.V12i1.2170.
- [12] F. Ihtifazhuddin, M. Yerizam, And S. Yuliati, "Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Nanas Untuk Pencampuran Peralite Menjadi Bahan Bakar Alternatif (Gasohol)," *J. Energi Baru Dan Terbarukan*, Vol. 5, No. 3, Pp. 18–27, 2024, Doi: 10.14710/Jeht.2024.24136.
- [13] R. Putra, M. Yerizam, And S. Yuliati, "Pretreatment Delignifikasi Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol," *J. Daur Lingkungan*, Vol. 7, No. 2, Pp. 5–10, 2024, Doi: 10.33087/Daurling.V7i2.306.
- [14] M. Indra Kurniawan And P. Nasoetion, "Produksi Bioetanol Secara Enzimatis Menggunakan Bahan Baku Berbagai Jenis Limbah Kulit Singkong," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan III (SENASTITAN III) Surabaya*, No. Senastitan Iii, Pp. 1–7, 2023.
- [15] P. A. Wulandari, M. Fatimura, And R. Fitriyanti, "Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ Dan Waktu Fermentasi Terhadap Proses Pembuatan Bioetanol Berbahan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)," *J. Teknol. Dan Inov. Ind.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 9–15, 2023, Doi: 10.23960/Jtii.V4i2.75.
- [16] M. Yerizam, A. M. Jannah, And N. Aprianti, "Bioethanol Production From *Chlorella Pyrenoidosa* By Using Enzymatic Hydrolysis And Fermentation Method," *J. Ecol. Eng.*, Vol. 24, No. 1, Pp. 34–40, 2023, Doi: 10.12911/22998993/156000.
- [17] S. A. Anggraini, S. Yuniningsih, And M. M. Sota, "Pengaruh Ph Terhadap Kualitas Produk Etanol Dari Molasses Melalui Proses Fermentasi," *J. Reka Buana*, Vol. 2, No. 2, Pp. 99–105, 2017.
- [18] D. Malle, I. B. D. Kapelle, And F. Lopulalan, "Bioethanol Production From Waste Coconut Water Through Fermentation Process," *Indones. J. Chem. Res.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 154–159, 2014, Doi: 10.30598/Ijcr.2014.2-Dom.
- [19] Y. Guo, S. Han, Y. Li, C. Zhang, And Y. Bai, "K-Nearest Neighbor Combined With Guided Filter For Hyperspectral Image Classification," In *International Conference On Identification, Information And Knowledge In The Internet Of Things*, 2018, Pp. 159–165.
- [20] S. Khodijah And A. Abtokhi, "Analisis Pengaruh Variasi Persentase Ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) dan Waktu Pada Proses Fermentasi Dalam Pemanfaatan Duckweed (*Lemna Minor*) Sebagai Bioetanol," *J. Neutrino*, P. 71, 2015, Doi: 10.18860/Neu.V0i0.2989.
- [21] SNI, "Bioetanol Terdenaturasi Untuk Gasohol," P. 24, 2012.
- [22] B. A. Harsojuwono, D. I. Wayan, A. Program, S. Teknologi, And I. Pertanian, "Optimasi Ph Dan Suhu Proses Sakarifikasi Fermentasi Simultan Dalam Produksi Bioethanol Dari Ubi Jalar Optimization Of Ph And Temperature In Saccharification Of Simultaneous Fermentation Process Of Bioethanol Production From Sweet Potatoes," *J. Media Ilm. Teknol. Pangan*, Vol. 1(1), No. 1, Pp. 50–57, 2014.
- [23] B. Standarisasi Nasional, "SNI 06 - 3565-1994 Karakteristik Bioetanol," 1994.