

Analisis Variasi Waktu Fermentasi dan Massa Ragi Pada Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang dan Ampas Tebu

Niko*, Selastia Yuliati, Mustain

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya
Koresponden email: nikomgl712@gmail.com

Diterima: 21 Agustus 2025

Disetujui: 26 Agustus 2025

Abstract

Banana peels and bagasse are agricultural/plantation wastes that are widely available in Indonesian, the utilization of banana peel waste and bagasse can be used as raw materials for making bioethanol. This is because bagasse has a fairly high cellulose content. Other wastes such as banana peels also contain a lot of carbohydrates. The experiment was conducted with pretreatment process with delignification, hydrolysis, fermentation, and distillation. This study aims to determine the effect of fermentation time and yeast mass on the results of bioethanol obtained, and determine the purity of bioethanol produced. In the fermentation process using baker's yeast (*saccharomyces cerevisiae*) with variations used 4, 6, 8% (% m/v) and nutrients NPK 0.5 grams and Urea 0.5 grams. Fermentation process with time variation of 3, 4, 5, 6, 7 days. From the results obtained, the optimal level of bioethanol was 73.07% using GC-MS (Gas Chromatography Mass Spectrometry) tool analysis at a fermentation time of 5 days and 6% yeast mass with a refractive index of 1.35807, moisture content of 0.8669% and pH 7.

Keywords: *bagasse, bioethanol, fermentation, banana peel*

Abstrak

Kulit pisang dan ampas tebu merupakan limbah pertanian/perkebunan yang banyak terdapat di Indonesia, pemanfaatan limbah kulit pisang dan ampas tebu dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Hal ini disebabkan ampas tebu memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi. Limbah lain seperti kulit pisang juga mengandung banyak karbohidrat. Dalam percobaannya dilakukan dengan proses pretreatment dengan proses delignifikasi, hidrolisis, fermentasi, dan distilasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari waktu fermentasi dan massa ragi terhadap hasil bioetanol yang didapatkan, dan mengetahui kemurnian bioetanol yang dihasilkan. Pada proses fermentasi menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dengan variasi yang digunakan 4, 6, 8 % (% m/v) dan nutrisi NPK 0,5 gram dan Urea 0,5 gram. Proses fermentasi dengan variasi waktu 3, 4, 5, 6, 7 hari. Dari hasil yang di dapat, kadar terbaik bioetanol sebesar 73,07 % menggunakan analisa alat GC-MS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) pada waktu fermentasi 5 hari dan massa ragi 6 % dengan indeks bias 1,35807, kadar air 0,8669 % serta pH 7.

Kata kunci: *ampas tebu, bioetanol, fermentasi, kulit pisang*

1. Pendahuluan

Indonesia dihadapkan pada tantangan yang signifikan dalam meningkatkan kemandirian energinya untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Meskipun sistem penyediaan energi negara ini telah disesuaikan untuk menggunakan bahan bakar fosil, penggunaan bahan bakar nonfosil/ energi baru terbarukan (EBT) semakin meningkat. Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, Pemerintah Indonesia memfokuskan pada pengembangan dan penggunaan bahan bakar nabati (BBN) sebagai sumber energi alternatif. Untuk mencapai tujuan tersebut, Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) juga dituangkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2017. Kebijakan tersebut bertujuan untuk mengurangi permintaan energi nasional sebesar 25% pada tahun 2025, dengan target 23% untuk konsumsi energi baru. *Biofuel* adalah jenis energi baru terbarukan (EBT) yang diproduksi melalui konversi biomassa. *Biofuel* umumnya disebut sebagai sumber energi terbarukan karena jejak karbonnya yang rendah dan kurangnya efek pemanasan global yang signifikan. Biodiesel dan bioetanol merupakan jenis *biofuel* yang paling sering digunakan saat ini (Sekretariat Jenderal Dewan Energi Nasional, 2016).

Pengurangan emisi CO₂ hingga 18% dicapai melalui penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif dari bahan tanaman (Bahri dkk., 2019). Bioetanol diproduksi dari berbagai tanaman, termasuk pisang dan tebu. Bioetanol diharapkan menggunakan campuran kedua bahan tersebut untuk menghasilkan etanol dalam jumlah besar. Penelitian terdahulu yang menerapkan metode fermentasi bioetanol

memanfaatkan campuran ampas tebu dan kulit pisang menghasilkan kadar etanol sebesar 95,53%, yang merupakan tingkat etanol standar (Nugroho dkk., 2020). Jenis pisang yang digunakan adalah varietas pisang kepok. Pati yang ditemukan dalam kulit pisang kepok berpotensi digunakan sebagai bahan baku dalam produksi bioetanol (Herliati dkk., 2018).

Limbah lignoselulosa dari sektor pertanian dan perkebunan, seperti kulit pisang dan ampas tebu belum dimanfaatkan secara optimal sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam produksi bioetanol. Dengan tingkat konversi glukosa sebesar 18,50%, komposisi tertinggi kedua dari kulit pisang kepok digunakan sebagai selulosa dan reagen untuk produksi bioetanol. Pemanfaatan limbah kulit pisang dan ampas tebu di masyarakat masih sangat terbatas. Limbah ampas tebu dan kulit pisang menawarkan manfaat besar jika dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam produksi bioetanol. Hal ini dikarenakan ampas tebu mengandung selulosa yang tinggi. Selain itu, kulit pisang sebagai limbah yang kaya akan karbohidrat juga tersedia dalam jumlah yang melimpah. Kedua limbah ini mudah diperoleh karena banyak industri di Indonesia yang membuangnya sebagai limbah (Nugroho dkk., 2020).

Degradasi lignin (atau delignifikasi) merupakan tahap awal dalam pemrosesan bioetanol dari bahan baku lignoselulosa. Proses hidrolisis merupakan langkah terpenting dalam produksi bioetanol. Langkah kedua dalam produksi bioetanol adalah hidrolisis, yang mengubah gula monomer. Enzim digunakan sebagai katalisator pada proses reaksi hidrolisis enzimatis. Berbagai polisakarida yang ditemukan dalam biomassa lignoselulosa memerlukan jenis enzim yang berbeda untuk melakukan proses hidrolisis. Enzim selulase diterapkan dalam proses hidrolisis. Hidrolisis hemiselulosa dilakukan dengan menggunakan enzim spesifik yang mendegradasi hemiselulosa (Duff & Murray, 1996).

Produksi bioetanol dari biomassa melibatkan metode fermentasi yang mengonversi glukosa dari hidrolisis menjadi etanol, serta menghasilkan gas CO₂ sebagai produk sampingan. Proses fermentasi melibatkan peran mikroba, dan dalam produksi bioetanol, mikroorganisme yang sering digunakan sebagai agen pengurai meliputi *Schizosaccharomyces sp.*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Uvaria*, dan *Kluyveromyces sp.* Mikroba yang paling sering digunakan dalam proses fermentasi produksi bioetanol adalah *Saccharomyces cerevisiae* karena kemampuannya yang tinggi dalam mengonversi glukosa menjadi etanol. (Firmansyah, 2022).

2. Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Penelitian berlangsung selama dua bulan, mulai Mei 2024 hingga Juni 2024, di Laboratorium Teknologi Rekayasa Bioproses dan Satuan Proses Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi kulit pisang, ampas tebu, NaOH, enzim selulase, ragi jenis roti (*Saccharomyces cerevisiae*), NPK, urea, etanol 96%, dan aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi gelas kimia, cawan porselin, batang pengaduk, labu ukur, corong kaca, gelas ukur, kaca arloji, kertas saring, mortar, neraca analitik, neraca digital, penjepit, pipet tetes, pipet ukur, spatula, erlenmeyer, pH meter, waterbath, serta peralatan distilasi dan refraktometer.

Prosedur Penelitian

Proses delignifikasi praperlakuan dalam penelitian adalah tempat semuanya dimulai dengan membuat larutan NaOH 2% di dalam gelas kimia 1000 ml. Tujuannya adalah untuk menyederhanakan struktur kompleks lignoselulosa menjadi komponen yang lebih sederhana dan menurunkan kadar lignin dalam sampel bahan baku. Selanjutnya padatan sampel dibilas dengan aquades hingga hingga pH menjadi netral dan dipanaskan menggunakan oven selama \pm 3 jam.

Setelah itu melanjutkan ketahapan hidrolisis dengan melakukan penambahan enzim selulase dengan mengonversi polisakarida (pati dan selulosa) berubah menjadi monosakarida (glukosa). Apabila proses pemecahan gula (hidrolisis) telah selesai dilakukan pengecekan pH. Biasanya, derajat keasaman optimal pada proses fermentasi berlangsung antara 3-5. (Setyawati dkk., 2017).

Dilanjutkan dengan tahapan fermentasi, proses ini menggunakan mikroorganisme seperti *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengonversi glukosa berubah menjadi etanol. Pada tahap fermentasi, dilakukan variasi dalam waktu fermentasi, yaitu 3, 4, 5, 6, dan 7 hari, serta variasi massa ragi, yaitu 4%, 6%, dan 8%. Setelah larutan hidrolit disiapkan dilanjutkan penambahan ragi dengan konsentrasi variasi yang telah ditentukan. Kemudian dilanjutkan pula penambahan NPK dan Urea 0,5% sebagai nutrisi untuk ragi pada saat proses fermentasi berlangsung.

Setelah fermentasi, campuran yang dihasilkan mengandung etanol dan air. Distilasi digunakan untuk memisahkan etanol dari air dengan proses pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih fasa yang menghasilkan bioetanol dengan kemurnian tinggi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian serta pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil berupa data yang disajikan dalam **Tabel 1** di bawah ini.

a. Kurva baku standar etanol

Tabel 1. Data Kurva Baku Standar Etanol

Kadar C ₂ H ₅ OH (%)	Indeks Bias
10	1,33607
30	1,34407
50	1,35107
70	1,35707
90	1,36207
96	1,36307

Sumber: Laboratorium Teknik Kimia Polsri (2024)

b. Analisa Bioetanol

Tabel 2. Data Hasil Analisa Bioetanol

Waktu Fermentasi (Hari)	Massa Ragi (%)	Indeks Bias	Kadar Air (%)	pH	Volume Distilat Bioetanol (ml)	Tampakan
3	4	1,33607	0,7146	7	4	Jernih dan Tidak ada endapan
	6	1,33807	0,6923		5	
	8	1,33907	0,8313		5,5	
4	4	1,34107	0,8814	7	5,5	Jernih dan Tidak ada endapan
	6	1,34807	0,8768		7	
	8	1,34907	0,7813		8	
5	4	1,35007	0,8682	7	7	Jernih dan Tidak ada endapan
	6	1,35807	0,8669		9	
	8	1,35307	0,8851		10	
6	4	1,35207	0,7468	7	6	Jernih dan Tidak ada endapan
	6	1,35007	0,8643		7	
	8	1,34807	0,7994		8	
7	4	1,34507	0,8905	7	4,5	Jernih dan Tidak ada endapan
	6	1,34307	0,8147		5	
	8	1,34107	0,7987		6	

Sumber: Laboratorium Teknik Kimia Polsri (2024)

Tabel 3. Data Hasil Analisa Kadar Bioetanol Menggunakan Kurva Baku Etanol

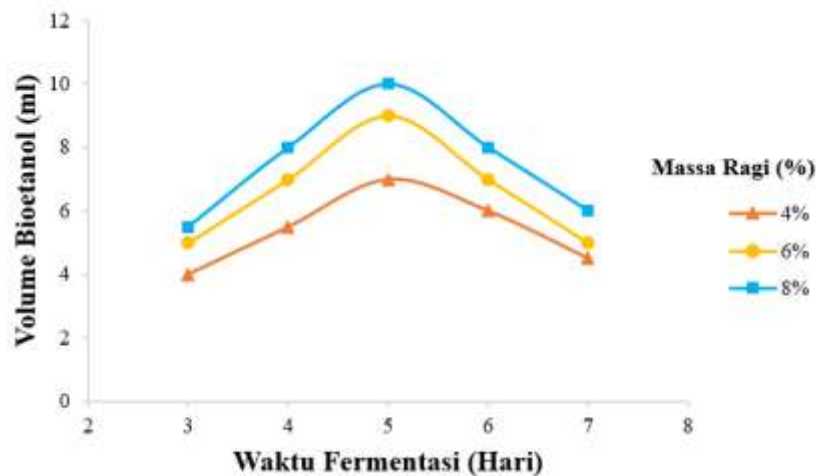
Waktu Fermentasi (Hari)	Massa Ragi (%)	Indeks Bias	Kadar Bioetanol (%)
3	4	1,33607	6,21
	6	1,33807	12,87
	8	1,33907	16,21
4	4	1,34107	22,87
	6	1,34807	46,21
	8	1,34907	49,54
5	4	1,35007	52,87
	6	1,35807	79,54
	8	1,35307	62,87
6	4	1,35207	59,54
	6	1,35007	52,87
	8	1,34807	46,21
7	4	1,34507	36,21
	6	1,34307	29,54
	8	1,34107	22,87

Sumber: Laboratorium Teknik Kimia Polsri (2024)

Pembahasan

Pengaruh Waktu Fermentasi dan Massa Ragi Terhadap Volume Bioetanol

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dalam pembuatan bioetanol dari kulit pisang dan ampas tebu, tahap akhir yang dilaksanakan adalah distilasi, yang bertujuan untuk memperoleh kemurnian bioetanol.



Gambar 1. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Massa Ragi Terhadap Volume Bioetanol

Sumber: Laboratorium Teknik Kimia Polsri (2024)

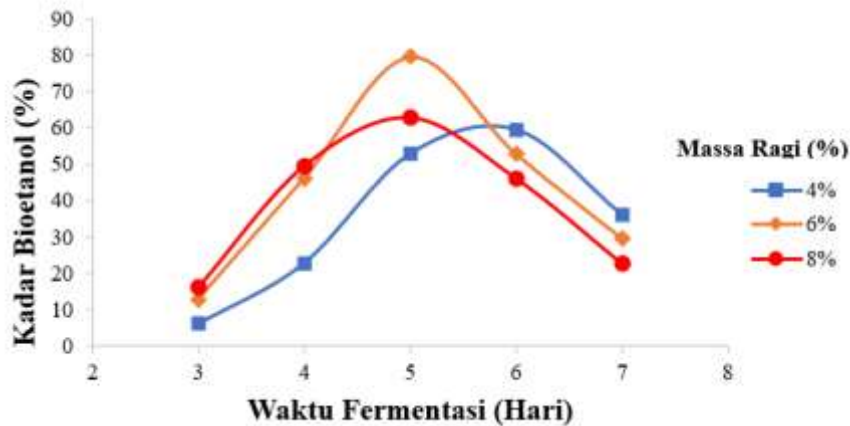
Gambar 1 menunjukkan bahwa durasi fermentasi dan konsentrasi massa ragi berpengaruh terhadap volume bioetanol yang dihasilkan. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, volume bioetanol tertinggi diperoleh pada sampel dengan waktu fermentasi 5 hari dan konsentrasi massa ragi 8%, menghasilkan 10 ml bioetanol. Pada hasil bioetanol waktu fermentasi 3 hari dan konsentrasi massa ragi 8% yaitu 5,5 ml bioetanol yang merupakan hasil tertinggi pada variasi waktu fermentasi 3 hari. Pada hasil bioetanol waktu fermentasi 4 hari dan konsentrasi massa ragi 8% yaitu 8 ml bioetanol yang merupakan hasil tertinggi pada variasi waktu fermentasi 4 hari. Pada hasil bioetanol waktu fermentasi 6 hari dan konsentrasi massa ragi 8% yaitu 8 ml bioetanol yang merupakan hasil tertinggi pada variasi waktu fermentasi 6 hari. Pada hasil bioetanol waktu fermentasi 7 hari dan konsentrasi massa ragi 8% yaitu 6 ml bioetanol yang merupakan hasil tertinggi pada variasi waktu fermentasi 7 hari.

Pada grafik **Gambar 1** menunjukkan bahwa seiring bertambahnya waktu fermentasi, volume bioetanol yang dihasilkan akan meningkat hingga mencapai tingkat tertentu, setelahnya akan mengalami penurunan. Hal ini berkaitan dengan teori yang menyatakan bahwa semakin lama fermentasi berlangsung, semakin banyak bioetanol yang diproduksi, dan akhirnya mencapai ambang batas optimal (Hanum dkk., 2020). Namun, pada fermentasi selama 6 dan 7 hari terjadi penurunan, hal ini disebabkan oleh fase pertumbuhan yang melambat pada khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) dan masuknya ke fase kematian, sehingga aktivitas mikroorganisme dalam mengubah glukosa semakin berkurang.

Selain itu, rendahnya volume bioetanol disebabkan oleh berkurangnya konsentrasi nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba, karena telah habis dikonsumsi. Hal ini menyebabkan fase pertumbuhan mikroba melambat tanpa didukung oleh ketersediaan nutrisi yang memadai. Namun, jika nutrisi diberikan secara berlebihan, hal ini juga dapat merusak pertumbuhan mikroorganisme dalam proses pembentukan bioetanol, karena dapat meracuni mikroba dan menghambat produksi bioetanol (Hasanah dkk., 2021). Nutrisi seperti karbon, nitrogen, dan fosfor sangat penting untuk pertumbuhan mikroba, karena pada dasarnya semua mikroorganisme memerlukan nitrogen untuk membentuk senyawa-senyawa penting di sel yang memengaruhi aktivitas mikroba.

Pengaruh Waktu Fermentasi dan Massa Ragi Terhadap Kadar Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang berasal dari bahan tanaman dan biasanya diproduksi melalui metode fermentasi. Etanol (C₂H₅OH) perlu ditingkatkan kualitasnya dengan cara memfilternya kembali untuk menghilangkan zat-zat yang tidak diperlukan.



Gambar 2. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Massa Ragi Terhadap Kadar Bioetanol
Sumber: Laboratorium Teknik Kimia Polsri (2024)

Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar bioetanol terendah ditemukan pada variasi waktu fermentasi 3 hari, yang mengindikasikan bahwa mikroba masih berada dalam fase pertumbuhan. Kadar bioetanol meningkat pada variasi waktu fermentasi 4 hari dan 5 hari, yang menunjukkan bahwa mikroba berada pada fase pertumbuhan yang optimal. Sementara itu, kadar bioetanol mengalami penurunan pada hari ke-6 dan ke-7 fermentasi. Hal ini disebabkan oleh mikroba yang berada dalam fase kematian, di mana ketersediaan nutrisi atau sumber karbon sebagai makanan telah menurun, sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup mikroba.

Berdasarkan konsentrasi massa ragi, semakin banyak jumlah ragi yang digunakan, semakin besar pula jumlah bioetanol yang dihasilkan. Namun, dari kadar tersebut akan menurun ketika ragi mencapai fase optimumnya (Hanum dkk., 2020). Pada massa ragi 6% dan 8% (% m/v) terjadi penurunan hal ini dikarenakan ragi sudah melewati massa optimumnya, dimana massa optimum ragi berada pada massa ragi 4-6%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan penelitian yang dilakukan dalam pembuatan bioetanol dari kulit pisang dan ampas tebu, waktu fermentasi optimal adalah 5 hari, sementara konsentrasi massa ragi yang optimal adalah 6%. Dari percobaan, dapat disimpulkan bahwa volume ataupun kadar bioetanol terjadi sebuah peningkatan secara signifikan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi hingga mencapai batas tertentu. Selain itu, peningkatan jumlah ragi juga meningkatkan kadar bioetanol yang dihasilkan, namun kadar tersebut akan menurun ketika ragi mencapai fase optimumnya. Dalam hal ini, ketersediaan nutrisi juga mempengaruhi fase pertumbuhan dan perkembangan mikroba selama proses fermentasi.

Hasil bioetanol terbaik dalam penelitian ini diperoleh dengan variasi waktu fermentasi dan konsentrasi massa ragi 6%, dengan indeks bias 1,35807, kadar air 0,8669%, pH 7, dan kadar bioetanol 79,54%. Meskipun hasil bioetanol terbaik ini telah dicapai, kadar bioetanol yang diperoleh masih tidak memenuhi standar kualitas bioetanol sesuai dengan SNI untuk bahan bakar.

5. Akronim

C_2H_5OH	Etanol
$NaOH$	Natrium Hidroksida
NPK	Nitrogen (N), Fosfor (P), Dan Kalium (K)
$GC-MS$	Gas Chromatography Mass Spectrometry
EBT	Energi Baru Terbarukan
BBN	Bahan Bakar Nabati
$RUEN$	Rencana Umum Energi Nasional
CO_2	Karbon Dioksida
SNI	Standar Nasional Indonesia
PLP	Pranata Laboratorium Pendidikan

6. Referensi

- [1] Agustina, E., Safitri, G. I., Fatiha, I. I., Pratama, M. I., Safitri, R., Andiarna, F., & Hidayati, I. (2021). Pemanfaatan limbah kulit buah dan sayur sebagai bahan bakar Bioetanol dengan variasi konsentrasi katalis. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10(1), 45-50.
- [2] Bahri, S., Aji, A., dan Yani, F. (2020). Pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok dengan cara fermentasi menggunakan ragi roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85-100.
- [3] Martin, A. M. (Ed.). (2012). *Bioconversion of waste materials to industrial products*. Springer Science & Business Media.
- [4] Erna, E., Said, I., dan Abram, P. H. (2016). Bioetanol dari limbah kulit singkong (*Manihot esculenta* Crantz) melalui proses fermentasi. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(3), 121-126
- [5] Firmansyah, M. Y., Wahyudi, D. D., dan Widodo, L. U. (2022). Pemanfaatan eceng gondok Menjadi bioetanol dengan proses fermentasi. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 14(1), 74-79.
- [6] Hanum, F., Pohan, N., Rambe, M., Primadony, R., & Ulyana, M. (2020). Pengaruh massa ragi dan waktu fermentasi terhadap bioetanol dari biji durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(4), 49-54.
- [7] Hikmah, H., Fadhillah, H. N., & Putra, M. D. (2019). Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Ragi melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *EnviroScientee*, 15(2), 195-203.
- [8] Kalsum, U., dan Juniar, H. (2022). Pembuatan Bioetanol Dari Pati Ubi Dengan Proses Hidrolisis Asam. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 47-52.
- [9] Lee, YG, Jin, YS, Cha, Y, dan Seo, JH 2017. Produksi Bioetanol dari Hidrolisat Selulosa Oleh Rekayasa Industri *Saccharomyces cerevisiae* ae. *Teknologi Sumber Daya Hayati*, 228, 355-361.
- [10] Maharani, M. M., Bakrie, M., & Nurlela, N. (2021). Pengaruh Jenis Ragi, Massa Ragi Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Biji Durian. *Jurnal Redoks*, 6(1), 57-65.
- [11] Nugroho, R. M., dan Subagyo, R. (2020). Analisa Variasi Waktu Fermentasi Pembuatan Bioetanol Dengan Bahan Ampas Tebu Dan Kulit Pisang. *JTAM ROTARY*, 2(2), 219-234.
- [12] Nuria Anggraini, Yerizam, M., & Silviati, I. (2023). Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Sawit, Eceng Gondok dan Kulit Pisang Menggunakan Metode Fermentasi dan Distilasi.
- [13] Nurul, H., Sumiati, S., Sudding. (2021). Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol dari limbah serabut kelapa sawit hasil pretreatment alkali dan hidrolisis asam. *Jurnal Teknik Kimia*, 22(1), 54-64.
- [14] Rahmawati, S., Yerizam, M., & Dewi, E. (2023). Konversi Ampas Tebu dan Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol dengan Metode Hidrolisis Enzimatis. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 21942–21948.
- [15] Rangkuti, W. S. (2019). Optimalisasi Dosis Inokulum dan Lama Waktu Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol dari Ampas Tebu (*Saccharum officinarum* L.) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- [16] Rijal, M., Mahulauw, A., dan Rumberu, A. (2019). Pengaruh konsentrasi *Saccharomyces cereviceae* terhadap produksi bioetanol berbahan dasar batang jagung. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 8(1), 59-70.
- [17] Setyawati, H., & Rahman, N. A. (2017). Bioetanol dari kulit nanas dengan variasi massa *Saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi. *Bioethanol From Pineapple Peel With Saccharomyces Cereviceae Mass And Fermentation Time Variation*.
- [18] Susanti, A. D., Prakoso, P. T., & Prabawa, H. (2021). Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis Dengan Asam .*Ekuilibrum*,10(2),81-86.
- [19] Syamsul Bahri, Amri Aji, Fadlina Yani,. (2018). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, Vol 7, No 2, 85-100.
- [20] Tibolla, H., Pelissari, F. M., Rodrigues, M. I., dan Menegalli, F. C. (2017). Cellulose nanofibers produced from banana peel by enzymatic treatment: Study of process conditions. *Industrial crops and products*, 95, 664-674.
- [21] Wusnah, W., Bahri, S., & Hartono, D. (2019). Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok (*Musa acuminata* BC) secara fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 48-56.