

PROSES PEMBUATAN DAN UJI KARAKTERISTIK BIOETANOL DARI KULIT NANAS (*ANANAS COMOSUS*)

MANUFACTURING PROCESS AND CHARACTERIZATION TEST OF BIOETHANOL FROM PINEAPPLE PEEL (*ANANAS COMOSUS*)

Abdul Kahar*, Rif'an Fathoni, Rida Ardiah, Nunuk Mulyani

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik-Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia
*email : a.kahar@ft.unmul.ac.id

(Received: 2024 07, 10; Reviewed: 2025 06, 25; Accepted: 2025 06, 25)

Abstrak

Bioetanol merupakan salah satu solusi untuk mengurangi eksploitasi energi fosil yang dihasilkan dari fermentasi biomassa. Pembuatan bioetanol dapat dilakukan terhadap tanaman berpati atau mengandung karbohidrat, glukosa, dan selulosa. Salah satunya adalah kulit nanas, kulit nanas merupakan limbah buah yang memiliki kandungan gula dan karbohidrat yang cukup tinggi Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan, produksi nanas di Indonesia mencapai 2,89 juta ton pada 2021. Jumlah tersebut tumbuh 17,89% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 2,45 juta ton. Proses pembuatan bioetanol diawali dengan persiapan, hidrolisis, fermentasi, distilasi, dan analisis FTIR. Proses hidrolisis menggunakan hidrolisis asam dengan menggunakan asam klorida (HCL) dan didapatkan hidrolisis terbaik pada suhu 100 C menghasilkan kadar gula tertinggi yaitu sebesar 17% brix. Proses fermentasi menggunakan yeast *saccaromyces cerevisiae* selama 14 hari dengan kontrol ph dalam kondisi asam yaitu 4-5 agar yeast digunakan dapat bekerja optimal. Kadar alkohol setelah distilasi didapatkan sebesar >80. Uji FTIR menunjukkan terdapat etanol dalam sampel bioetanol dari kulit nanas.

Kata Kunci : Bioetanol, energi alternatif, kulit nanas

Abstract

*Bioethanol is one solution to reduce the exploitation of fossil energy produced from biomass fermentation. Bioethanol production can be done from starchy plants or those containing carbohydrates, glucose and cellulose. One of them is pineapple skin, pineapple skin is fruit waste which has quite high sugar and carbohydrate content. The Central Statistics Agency (BPS) reports that pineapple production in Indonesia will reach 2.89 million tons in 2021. This number grew 17.89% compared to the previous year which amounted to 2.45 million tons. The process of making bioethanol begins with preparation, hydrolysis, fermentation, distillation and FTIR analysis. The hydrolysis process uses acid hydrolysis using hydrochloric acid (HCL) and the best hydrolysis is obtained at a temperature of 100 C to produce the highest sugar content, namely 17% Brix. The fermentation process using *saccaromyces cerevisiae* yeast for 14 days with pH control under acidic conditions, namely 4-5 yeast gnats used can work optimally. The alcohol content after distillation was found to be >80. The FTIR test showed that there was ethanol in the bioethanol sample from pineapple skin.*

Keywords : Bioethanol, alternative energy, pineapple peel

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu penyangga penting dalam suatu sistem pertahanan sebuah negara. Energi dibutuhkan dalam melaksanakan pembangunan yang berkelanjutan serta merupakan pendukung utama bagi kelangsungan roda ekonomi nasional, sehingga ketahanan energi merupakan syarat mutlak bagi negara ini untuk bisa bergerak ke depan. Kebutuhan energi Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk. Ketersediaan energi (*energy supply*) merupakan suatu hal yang selalu menjadi perhatian semua negara di dunia dikarenakan tingkat kesejahteraan manusia dalam kehidupan modern saat ini sangat berhubungan dengan jumlah dan mutu energi yang dimanfaatkan. Energi fosil yang terdiri atas batubara, minyak bumi, dan gas alam masih menjadi sumber energi yang utama sebagai penggerak roda perekonomian di Indonesia. Dilain pihak keberlangsungan ketersediaan energi fosil dikhawatirkan akan terancam seiring dengan berkurangnya sumber daya alam tak terbarukan. Kekhawatiran akan habisnya cadangan energi fosil semakin menjadi-jadi setelah muncul prediksi bahwa habisnya cadangan energi fosil akan terjadi dalam waktu tidak lama lagi.

Indonesia tercatat sebagai produksi buah nanas nomor tiga di dunia, sehingga memiliki potensi timbulan fruit waste berupa kulit nanas yang sangat tinggi. Dari satu buah nanas, sebanyak 76,36% dapat dimanfaatkan/dikonsumsi sedangkan sisanya dibuang sebagai limbah. Kulit nanas merupakan fruit waste yang dapat menghasilkan bioetanol karena mengandung 86,70-81,72% air, 1,66%-20,87% serat kasar, 10,54-17,53% karbohidrat, 0,69-4,41% protein, 0,02 % lemak, 0,48% abu dan 13,65% gula reduksi (Riza, 2016).

Bioetanol dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbohidrat atau gula sederhana dan bahan berserat melalui proses fermentasi. Lama fermentasi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap proses fermentasi seperti substrat, suhu, pH, oksigen dan mikroba yang digunakan (Azizah dkk., 2012).

Bioetanol memiliki karakteristik mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, tidak karsinogenik, dan tidak berdampak negatif pada lingkungan. Bioetanol mempunyai manfaat untuk dikonsumsi manusia sebagai minuman beralkohol. Selain itu, bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar dengan kandungan minimal 10% etanol. Biaya produksi bioetanol tergolong murah karena sumber bahan baku berasal dari limbah pertanian yang memiliki nilai ekonomis yang rendah (Windarti dkk., 2014).

Bioetanol merupakan salah satu solusi untuk mengurangi eksploitasi energi fosil yang dihasilkan dari fermentasi biomassa. Pembuatan bioetanol dapat dilakukan terhadap tanaman berpati atau yang mengandung karbohidrat, glukosa dan selulosa. Salah satunya adalah kulit nanas. Badan Pusat Statistik (BPS, 2021) melaporkan, produksi nanas di Indonesia mencapai 2,89 juta ton pada 2021. Jumlah tersebut tumbuh 17,95% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 2,45 juta ton. Kulit nanas merupakan limbah buah yang memiliki kandungan gula dan karbohidrat yang cukup tinggi, sehingga berpotensi untuk dijadikan bahan baku energi alternatif yaitu bioetanol.

Buah nanas (*Ananas comosus*) merupakan salah satu jenis buah yang banyak terdapat di Indonesia dan mempunyai penyebaran yang merata. Selain dikonsumsi sebagai buah segar, nanas juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri minuman dan makanan. Dengan semakin meningkatnya produksi nanas, maka limbah yang dihasilkan akan semakin meningkat. Pemanfaatan sampah kulit nanas saat ini belum optimal, biasanya sampah kulit nanas hanya digunakan sebagai pakan ternak. Untuk menambah nilai ekonomis sampah kulit nanas maka dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan etanol dengan cara hidrolisa dan fermentasi dengan menambahkan yeast, serta pemurnian dengan distilasi. Penelitian ini dilakukan untuk meneliti energi yang lebih ramah lingkungan.

Bioetanol diproduksi dari biomassa yang mengandung gula, pati dan selulosa. Pemakaian bioetanol sebagai bahan bakar dapat dicampur dengan bensin dengan berbagai komposisi. Limbah buah nanas terdiri dari: kulit, mata, dan hati. Kulit nanas mengandung air 81,72%, karbohidrat 17,53%, protein 4,41%, gula pereduksi 13,65%, dan serat kasar 20,87% (Kusuma dkk., 2019). Hidrolisa adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah atau terurai (Susanti dkk., 2013).

Fermentasi merupakan suatu proses terjadinya perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Nutrien yang paling dibutuhkan oleh mikroba baik untuk tumbuh maupun untuk menghasilkan produk fermentasi adalah karbohidrat (Prasetya Kusuma et al., 2019). Fermentasi adalah proses perombakan senyawa organik dalam kondisi anaerob atau aerob yang menghasilkan produk berupa asam organik, alkohol dan gas (Arlianti, 2018). Bioetanol dihasilkan dari gula yang merupakan hasil aktivitas fermentasi sel khamir. Khamir yang baik digunakan untuk menghasilkan bioetanol adalah dari genus *Saccharomyces*. *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan enzim zimase dan invertase. Enzim zimase berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Enzim invertase selanjutnya

mengubah glukosa menjadi bioetanol (Setyawati & Rahman, 2013).

Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan atau didefinisikan juga teknik pemisahan kimia yang berdasarkan perbedaan titik didih. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan uap ini kemudian didinginkan kembali ke dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap lebih dulu. Metode ini merupakan termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya (Bahri dkk., 2019).

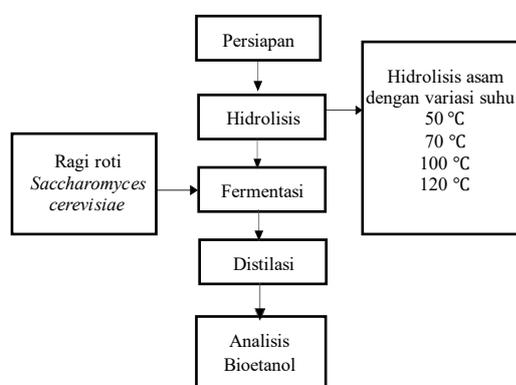
2. METODOLOGI

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan selama proses penelitian berupa blender, gelas ukur, labu leher tiga, refraktometer gula dan alkohol, termometer, timbangan, rangkaian alat distilasi, ph meter, labu ukur, gelas kimia, batang pengaduk.

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan bioetanol berupa, kulit nanas, ragi, HCl, NaOH, natrium bikarbonat.

2.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram alir penelitian

2.3 Metode

Tahap pertama adalah tahap persiapan, timbang dan potong kulit nanas, haluskan kulit nanas menggunakan blender dengan perbandingan kulit nanas dan akuades 1 : 2, saring kulit nanas dan ukur kadar gula kulit nanas sebelum dihidrolisis.

Tahap kedua adalah hidrolisis, buat larutan asam dengan konsentrasi 5M sebanyak 500 mL, campurkan kulit nanas dan larutan asam dengan perbandingan 1 : 2, hidupkan pemanas dan jaga suhu sekitar 50, 70, 100, 120 °C selama 3 jam pada pH 2. Setelah selesai larutan didinginkan dan disaring lalu diukur kadar gula setelah hidrolisis. Dilakukan pengkondisian pH dengan menambahkan natrium bikarbonat hingga pH mencapai 4-5.

Tahap ketiga adalah fermentasi, aduk larutan hasil hidrolisis dan ragi 0,015gr/mL di dalam gelas kimia, masukkan kedalam fermentor selama 14 hari dengan pH 4-5 suhu sekitar 25-30 °C, diukur kadar gula serta kadar etanolnya setiap hari.

Tahap keempat adalah distilasi, rangkai alat distilasi dan hidupkan pemanas hingga 80 °C, sample hasil fermentasi didistilasi selama 3 jam setelah distilasi selesai ukur kadar etanol. Sample hasil distilasi akan dilakukan analisis FTIR untuk mengetahui jenis alkohol yang dihasilkan.

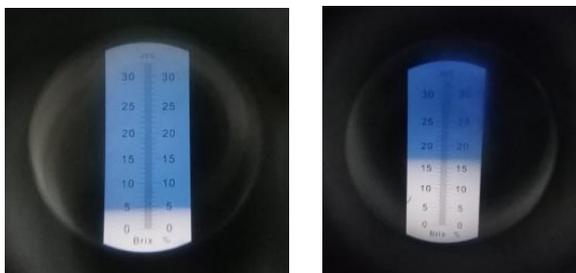
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hidrolisis

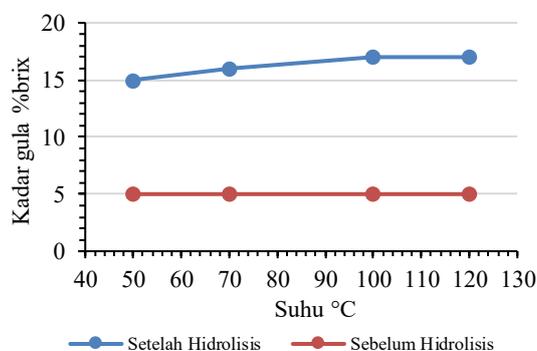
Pembuatan bioetanol memanfaatkan kandungan gula dalam bahan baku kulit nanas yang akan diubah menjadi alkohol dengan bantuan mikroorganisme yaitu *Saccaromyces Cerevisiae*. Untuk menghasilkan etanol dengan kadar alkohol yang tinggi diperlukan bahan dengan kandungan gula yang tinggi.

Tabel 1 Kadar gula tahap hidrolisis

Hidrolisis	Suhu (°C)	Kadar gula sebelum hidrolisis (Brix)	Kadar gula sesudah hidrolisis (Brix)
Asam	50	5	15
Asam	70	5	16
Asam	100	5	17
Asam	120	5	17



Gambar 2 Kadar gula sebelum dan sesudah hidrolisis



Gambar 3 Grafik sebelum dan sesudah hidrolisis

Hidrolisis merupakan cara yang dapat membantu untuk meningkatkan kadar gula. Sebelum di hidrolisis kadar gula kulit nanas sebesar 5 %brix, dan setelah hidrolisis kadar gula naik 3 kali lipat dari sebelum hidrolisis. Dalam hidrolisis dilakukan 4 kali uji coba dengan suhu yang berbeda-beda. Semakin tinggi suhu maka kadar gula yang dihasilkan semakin banyak. Dari ke-4 sampel yang telah dilakukan hidrolisis didapatkan yang paling bagus yaitu pada sampel 4 dengan suhu 100°C dengan kadar gula 17% brix.

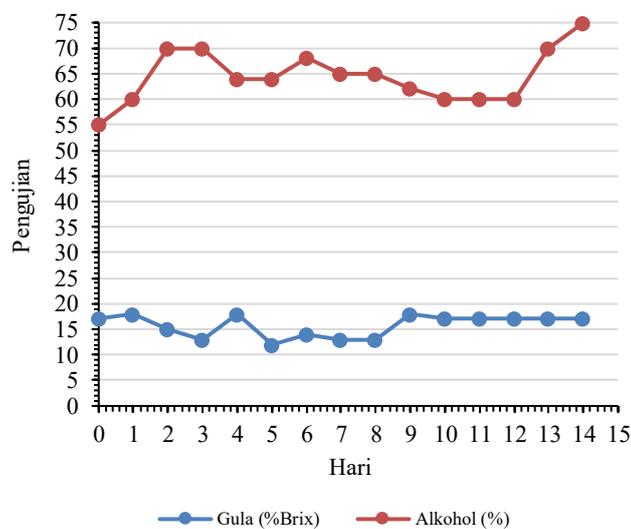
Kulit nanas mengandung pati dan serat selulosa, pati dan serat selulosa sulit difermentasi karena memiliki struktur yang kompleks. Hidrolisis dilakukan untuk menguraikan senyawa kompleks seperti pati dan selulosa dalam kulit nanas menjadi gula sederhana, sehingga kadar gula dapat naik. Hidrolisis digunakan untuk memecah pati atau selulosa dalam kulit nanas menjadi gula sederhana seperti glukosa. Hidrolisis penting untuk dilakukan karena dapat meningkatkan kadar gula kulit nanas dan memecah senyawa kompleks seperti pati dan selulosa menjadi gula sederhana sehingga membantu mikroorganisme dalam proses fermentasi dalam menguraikan gula.

3.2 Fermentasi

Berikut ini adalah hasil kadar gula dan kadar etanol setiap hari yang dilakukan selama 14 hari.

Tabel 2 Hasil fermentasi

Fermentasi	Berat ragi	Hari	pH	Kadar gula	Kadar Etanol
Saccharomyces Cerevisiae	0,015 gr/mL	0	4	17	55
		1	4	18	60
		2	4	15	70
		3	4	13	70
		4	4	18	64
		5	4	12	64
		6	4	14	68
		7	4	13	65
		8	4	13	65
		9	4	18	62
		10	4	17	60
		11	4	17	60
		12	4	17	60
		13	4	17	70
		14	4	17	75



Gambar 4 Grafik hasil fermentasi

Fermentasi dilakukan pada lingkungan asam berkisar pada pH 4-5, pH lingkungan dijaga dengan bantuan larutan penyangga atau tambahan asam-basa. Mikroorganisme ini akan mengkonversi gula-gula dalam kulit nanas menjadi etanol dan CO₂. Lingkungan yang optimal untuk *saccharomyces* akan mempengaruhi kualitas fermentasi dan produksi hasil yang diinginkan. Ada beberapa faktor lingkungan yang perlu dipertimbangkan dan cara menjaganya yaitu suhu, pH, kelembaban, dan oksigen.

Berdasarkan hasil uji, variabel yang banyak memasuki ke dalam faktor-faktor yang berperan dalam proses fermentasi terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh (Braide dkk., 2018) dengan memenuhi faktor kandungan nutrisi pada media yang digunakan, penggunaan suhu optimal yang digunakan, pH optimal yang digunakan, serta lama waktu fermentasi yang diperoleh. Hal tersebut mendukung dalam perolehan kadar etanol yang dihasilkan, dimana kadar etanol yang dihasilkan pada penelitian ini cukup tinggi.

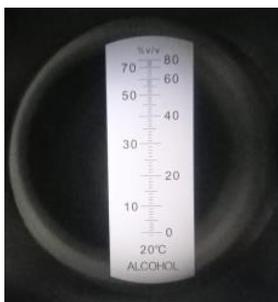
Saccharomyces mengubah gula menjadi alkohol dengan menyerap gula-gula kemudian memasuki jalur glikolisis dalam sel *Saccharomyces*. Glikolisis adalah proses di mana gula dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil, menghasilkan energi (dalam bentuk ATP) dan senyawa antara yang akan digunakan dalam produksi alkohol.

Proses fermentasi dilaksanakan selama 14 hari dan setiap harinya dilakukan pengujian terhadap kadar alkohol, kadar gula dan pH. Pada penelitian ini, didapatkan hasil bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar alkohol. Lama fermentasi berkaitan dengan pertumbuhan *saccharomyces*. Ada beberapa fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi, fase tumbuh cepat. Fase adaptasi digambarkan dengan kadar gula dan kadar alkohol masih sedikit dan belum ada kenaikan. Dalam fase ini *saccharomyces* mengalami masa adaptasi dengan lingkungan dan belum ada pertumbuhan.

Fase tumbuh cepat yang digambarkan dengan kadar gula dan kadar alkohol yang mulai menunjukkan adanya peningkatan. *Saccharomyces* mengalami pertumbuhan cepat yang sangat cepat, pada fase ini *sacaro* mengalami pertumbuhan yang sangat cepat.

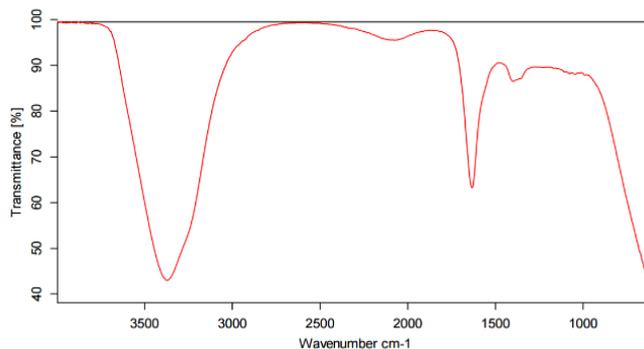
Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor penting yang perlu untuk diperhatikan pada saat fermentasi. pH mempengaruhi pertumbuhan *saccaromyces*. Oleh karena itu, pada saat awal fermentasi, sampel terlebih dahulu diuji pH-nya. Berdasarkan hasil uji pH, kulit nanas memiliki pH 4. Dan kisaran pertumbuhan *sacharomyces* adalah pada pH 3,5-6,5. Pada kondisi basa *sacharomyces* tidak dapat tumbuh.

4.3 Distilasi



Gambar 5 Refraktometer alkohol hasil distilasi

Proses distilasi dilakukan untuk memisahkan alkohol dari larutan sampel. Setelah dilakukan distilasi kadar alkohol diukur menggunakan refraktometer didapatkan kadar alkohol >80. Kadar alkohol setelah distilasi meningkat yang menandakan air berhasil dipisahkan melalui proses distilasi. Didapatkan kadar akhir alkohol adalah >80. Hal ini menunjukkan bahwa distilasi pada suhu yang tepat efektif memisahkan air, sehingga meningkatkan konsentrasi alkohol dalam distilasi (Hartanto dkk., 2023).



Gambar 6 Hasil FTIR

Analisis sampel dilakukan menggunakan alat FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*). Analisis dengan FTIR adalah instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dari suatu sampel baik berupa padatan, cairan, ataupun gas yang belum diketahui strukturnya (Putri & Utami, 2017). Analisis ini dilakukan untuk memastikan ada tidaknya etanol dengan membaca hasil gelombang dari uji FTIR yang dilakukan.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka hasil spektra pada gambar 4.4 dapat dianalisis, terdapat gelombang sekitar 3300 yang memiliki serapan yang kuat dan sedikit melebar, hal ini menunjukkan adanya gugus OH dalam sampel. Ikatan O-H pada alkohol menyerap bilangan gelombang yang lebih besar. Serapan yang melebar menunjukkan adanya interaksi antar molekul antara elektro positif H dengan elektronegatif O yang membentuk ikatan hidrogen (Putri & Utami, 2017). Serapan lemah 2.800-3.000 menunjukkan adanya ikatan C-H. Pada bilangan gelombang 1633 terdapat serapan yang menunjukkan ikatan O-H bending, sedangkan serapan pada bilangan 1100 menunjukkan ikatan C-O stretching, sehinggadapat diidentifikasi bahwa sampel memiliki ikatan O-H, C-H, dan C-O hal ini menunjukkan bahwa sample dari kulit nanas merupakan etanol. Pembacaan gelombang FTIR mengacu pada jurnal yang berkaitan (Telussa dkk., 2022).

Tabel 3 Hasil analisis FTIR

Gugus	Gelombang standar (cm ⁻¹)	Gelombang sampel (cm ⁻¹)
OH	3445	3373,39
CH	2998	2.800-3.000
CO	1050	1127,15

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil hidrolisis dilakukan dengan variasi 4 suhu yaitu 50, 70, 100 dan 120 °C. Suhu 100 °C menghasilkan kadar gula tertinggi yaitu 17% brix. Sehingga dapat diartikan bahwa hidrolisis sebelum fermentasi penting dilakukan karena dapat meningkatkan kadar, sebelum hidrolisis kadar gula sebesar 5% brix setelah dihidrolisis kadar gula naik 3 kali lipat menjadi 17 brix. Kadar gula yang tinggi dapat meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan. Waktu fermentasi mempengaruhi kadar gula dan alkohol. Hasil fermentasi yang didistilasi mendapatkan kadar alkohol sebesar >80. Hasil distilasi dilakukan analisis FTIR dan menunjukkan terdapat etanol dalam sampel bioetanol dari kulit nanas.

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>
- Azizah, N., Al-bAARI, A., & Mulyani, S. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2), 72–77.
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2019). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i2.1252>
- Braide, W., Udegbunam, L. ., & Mike anosike, E. . (2018). *Production and Spectrophotometric Quantification of Bioethanol from Pineapple Fruit Skin*. *Sumerianz Journal of Biotechnology*, 1(2), 2617–3123.
- Hartanto, D., Handayani, P. A., Astuti, W., Kusumaningtyas, R. D., Purwana, Y. C., Maftukhaturrizqiyah, Wijayanti, R. T., Wulansari, D. Z., Wulansarie, R., Pradnya, I. N., Hadikawuryan, D. S., Wibowo, A. A., Sholihin, R. M., Chafidz, A., & Khoiroh, I. (2023). *Extractive Distillation of Ethanol/Water with 1-Butyl-3-Methylimidazolium Bromide Ionic Liquid as a Separating Agent: Process Simulation*. *ASEAN Journal of Chemical Engineering*, 23(3), 270–281. <https://doi.org/10.22146/ajche.72250>
- Prasetya Kusuma, A., Chuzaemi, S., & Mashudi. (2019). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Limbah Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) Terhadap Kualitas Fisik Dan Kandungan Nutrien Menggunakan *Aspergillus niger* *The Effect Lenght of Fermentation of Pineapple Fruit Waste (Ananas comosus L. Merr) on the Physical Quality*. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Maret*, 2(1), 1–9.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2024.). *Produksi Tanaman Buah-buahan - Tabel Statistik* - Retrieved July 1, 2024, from <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>
- Putri, C., & Utami, B. (2017). Pembuatan Bioetanol dengan Cara Hidrolisis Menggunakan Kertas Koran Bekas serta Pemurnian Menggunakan Agen Pengering (MgSO₄, Na₂SO₄, dan CaCl₂). *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 1(1), 10–15. <https://doi.org/10.17977/um026v1i12017p010>
- Riza, M. (2016). *The 3 rd Universty Research Colloquium 2016 Pemanfaatan Limbah Kulit Ubi Kayu (Manihot Utilissima Pohl .) Dan Kulit Nanas (Ananas Comosus L .) Pada Produksi Bioetanol Menggunakan Aspergillus Niger*. 604–614.
- Setyawati, H., & Rahman, N. A. (2013). Bioetanol Dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa *Saccharomyces Cereviceae* Dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 1991, 1–4.
- Susanti, A. S., Prakoso, P. T., & Prabawa, H. (2013). Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis Dengan Asam. *Optimasi Proses Delignifikasi Pada Pembuatan Pulp Dari Serat Sabut Pinang Sirih (Areca Catechu L.) (Kajian Konsentrasi Naoh Dan Waktu Pemasakan)*, 12(1), 11–16.
- Telussa, I., Fransina, E. G., & Singerin, J. (2022). Produksi Bioetanol dari Mikroalga Laut Ambon *Chlorella* sp. Galur TAD. *Jurnal Sains Dasar*, 11(2), 63–69. <https://doi.org/10.21831/jsd.v11i2.51085>
- Windarti, A., Novia, & Rosmawati. (2014). Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi dengan Metode Ozonolisis-Simultaneous an Fermentation (SSF) –. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(3), 38–48.