

Studi Ekperimental Produksi Bioetanol sebagai Bahan Bakar Alternatif menggunakan Limbah Kulit Nanas dan Kulit Pisang

Ibnu Irawan¹, Mujib Wahyudi²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Bangkalan, 69162, Indonesia

Email : ibnu.irawan@trunojoyo.ac.id

DOI : <https://doi.org/10.52620/sainsdata.v3i1.206>

Abstrak

Kebutuhan bahan bakar minyak setiap tahunnya meningkat namun ditengah meningkatnya bahan bakar minyak sebagai kebutuhan primer. Bahan bakar minyak mengalami kelangkaan yang disebabkan oleh meningkatnya volume kendaraan tiap tahunnya. Solusi untuk menanggulangi kelangkaan bahan bakar ini dengan cara menggunakan bahan bakar alternatif seperti bioetanol yang dapat diproduksi menggunakan bahan baku yang berasal dari limbah pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kombinasi terbaik dari bahan baku kulit pisang dan kulit nanas untuk dijadikan bioetanol. Penelitian ini menggunakan metode hidrolisis, fermentasi, dan destilasi. Kombinasi bahan baku terbaik terdapat pada 0 gr kulit nanas dan 200 gr kulit pisang dengan menggunakan campuran mikroorganisme *Sachromyces Cerevise* (17) gr saat proses fermentasi yang menghasilkan kadar alkohol sebesar 60,3 %. Kombinasi ini memiliki nilai randeman sebesar 0,92% dan nilai kalor sebesar 7,6. Kombinasi bahan baku yang memiliki kadar bioetanol paling rendah adalah 200 gr kulit nanas dan 0 gr kulit pisang dengan campuran mikroorganisme *Effectif Microorganisme 4* (17 ml) saat proses fermentasi yang menghasilkan kadar alkohol sebesar 47,0 % kombinasi ini memiliki nilai randeman sebesar 8,5 dan nilai kalor sebesar 0,93. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kombinasi bahan baku terbaik adalah 0 gr kulit nanas dan 200 gr kulit pisang dengan campuran mikroorganisme *Sachromyces Cerevise* (17 gr).

Kata kunci : *Bioetanol, Bahan Bakar Alternatif, Kulit Nanas, Kulit Pisang.*

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar semakin meningkat di Indonesia bahkan di dunia, yang kerap digunakan untuk transportasi umum, bahan bakar minyak adalah salah satu kebutuhan primer masyarakat, kebutuhan bahan bakar minyak mengalami kelangkaan hingga saat ini, hal ini dapat terjadi dikarenakan meningkatnya volume kendaraan tiap tahunnya, kelangkaan bahan bakar minyak (fossil) sudah terjadi sejak tahun 1990 dimana produksi minyak bumi di Indonesia mengalami penurunan.

Indonesia sebagai negara yang memproduksi minyak dan gas mengalami penurunan sejak 10 tahun terakhir, sehingga diperlukan energi alternatif seperti bioetanol, bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang kerap digunakan, dimana bahan baku yang digunakan berasal dari bahan pangan berupa buah, ubi, kelapa sawit, jagu dan bahan baku lainnya.

Sumber daya alam di Indonesia sangatlah berlimpah terutama pada lahan pertanian yang dapat dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan bioetanol, hasil pertanian di Indonesia sebagian besar adalah bahan pangan, bahan pangan yang telah digunakan akan menjadi limbah pertanian organik. limbah pertanian merupakan sumber daya alami yang melimpah sehingga kerap ditemui dilingkungan sekitar masyarakat antara lain limbah kulit nanas dan kulit pisang.

Pemamfaatan limbah kulit nanas yang belum maksimal hanya menjadi sampah yang bertumpuk, oleh karena itu perlu dilakukan pemanfaatan limbah kulit nanas menjadi produk



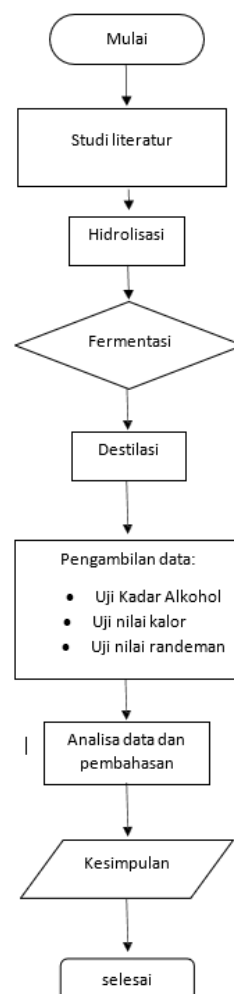
yang layak guna dan layak jual, limbah kulit nanas merupakan limbah hasil pangan yang mudah didapatkan, kandungan dalam kulit nanas diantaranya 14% selulosa, 20,2%, hemiselulosa, dan 1,5% lignin, hemiselulosa dan selulosa yang terkandung pada limbah kulit nanas dapat diolah untuk pembuatan bioetanol.

Seperti halnya kulit nanas kulit pisang mengandung karbohidrat yang merupakan syarat suatu bahan baku dapat dijadikan bioetanol, di Indonesia sendiri kulit pisang dapat mencapai hingga 2.354.148,2 ton/tahun, sangat disayangkan padahal kulit pisang mengandung 18,50% karbohidrat yang dapat dijadikan sebagai bahan baku bioetanol, penggunaan kulit pisang dapat dijadikan alkohol, yang sangat berpotensi untuk dijadikan bahan baku untuk pembuatan bioetanol yang menjadi salah satu bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi yang mengalami kelangkaan.

Penelitian ini menggunakan bahan baku limbah kulit nanas dan kulit pisang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, karna selain mudah didapatkan kedua limbah ini bisa didapat secara gratis, jika dapat dimanfaatkan dengan baik maka dapat menjadi solusi ditengah menurunnya produksi minyak dan dapat menjadi salah satu sumber daya alternatif.

METODE

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Berikut adalah alat yang digunakan selama pelaksanaan penelitian:

- a. Botol Fermentasi
- b. Blender
- c. Sarung Tangan
- d. Gelas Ukur
- e. Timbangan Digital
- f. Alkoholmeter Digital
- g. Destilator



Gambar 2. Destilator

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

- a. Kulit nanas
- b. Kulit pisang
- c. Ragi
- d. *Effective microorganism 4*

Proses produksi bioetanol

1. Proses hidrolisis
 - a. Menyiapkan bahan baku berupa kulit nanas dan kulit pisang.
 - b. Kemudian proses penghalusan dengan menggunakan blender, dimana bahan baku kulit nanas dan kulit pisang dicampurkan dengan air sebanyak 800 ml sebagai katlisator.
2. Proses fermentasi
 - a. Proses selanjutnya adalah tahapan fermentasi menggunakan botol sebagai wadah dari bahan baku yang telah dicampur menggunakan mikroorganisme.
 - b. Kemudian bahan baku yang telah dimasukkan kedalam botol akan difermentasi selama 120 jam, larutan fermentasi akan mengendap menjadi 3 bagian yaitu endapan protein kemudian diatas endapan protein terdapat endapan air dan yang paling atas adalah etanol, pada proses fermentasi menggunakan metode fermentasi aneroba dimana proses fermentasi tidak memerlukan udara.
 - c. Setelah di fermentasi selama 120 jam kemudian endapan fermentasi akan

- dipisahkan menggunakan penyaring agar ketiga larutan bisa dipisahkan, setelah proses pemisahan larutan protein, yang akan tersaring masih mengandung larutan air dalam senyawa bioetanol maka dari itu diperlukan proses destilasi.
- d. Selanjutnya adalah proses destilasi, dimana proses ini bertujuan untuk memisahkan kadar etanol dengan kandungan air yang masih terdapat pada etanol, proses ini menggunakan alat destilator sederhana, larutan akan dipanaskan hingga mencapai titik didih maksimal 80°C, setelah mengalami titik pendidihan cairan etanol akan mengalir melalui pipa sehingga kembali menjadi etanol cair.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kadar Alkohol Bioetanol

Pengujian kadar alkohol bioetanol bertujuan untuk mengetahui kadar alkohol yang terkandung pada bioetanol setelah melakukan proses destilasi terhadap fermentasi bahan baku, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alkoholmeter, pengujian kadar alkohol ini dilakukan terhadap setiap sampel bioetanol untuk mengetahui perbandingan kadar alkohol yang terkandung pada setiap sampel.

Tabel 1. Nilai alkohol bioetanol

No	Komposisi Bahan Baku		Mikroorganisme	Kadar Alkohol Bioetanol (%)			Rata-Rata Kadar Alkohol (%)
	Kulit Nanas (gr)	Kulit Pisang (gr)		1	2	3	
1	200	0	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	47	51	49	49,0
2	150	50	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	51	53	55	53,0
3	100	100	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	55	57	53	55,0
4	50	150	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	55	57	59	57,0
5	0	200	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	60	63	58	60,3
6	200	0	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17Ml)	49	47	45	47,0
7	150	50	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17Ml)	49	50	53	50,7
8	100	100	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17Ml)	50	53	56	53,0
9	50	150	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17Ml)	53	56	57	55,3
10	0	200	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17Ml)	56	58	60	58,0

Hasil Pengujian Nilai Kalor Bioetanol

Pengujian nilai kalor bertujuan untuk mengumpulkan data tentang energi panas yang dapat dilepaskan oleh bioetanol melalui reaksi atau proses pembakaran.

Tabel 2. Nilai densitas bioetanol

No	Komposisi Bahan Baku		Mikroorganisme	Nilai Densitas Bioetanol (Kg/M ³)			Rata-Rata Nilai Densitas Bioetanol (Kg/M ³)
	Kulit Nanas (gr)	Kulit Pisang (gr)		1	2	3	
1	200	0	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,93	0,92	0,93	0,93
2	150	50	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92
3	100	100	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,92	0,93	0,92	0,92
4	50	150	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,92	0,93	0,92	0,92
5	0	200	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92
6	200	0	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,93	0,93	0,93	0,93
7	150	50	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,93	0,92	0,92	0,92
8	100	100	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92
9	50	150	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92
10	0	200	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92

Setelah nilai densitas telah dihitung maka tahap berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata specific gravity.

Tabel 3. Nilai specific gravity

No	Komposisi Bahan Baku		Mikroorganisme	Nilai Specific Gravity (SG)			Rata-Rata Nilai Specific Gravity (SG)
	Kulit Nanas (gr)	Kulit Pisang (gr)		1	2	3	
1	200	0	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,93	0,92	0,93	0,93
2	150	50	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92
3	100	100	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,92	0,93	0,92	0,92
4	50	150	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,92	0,93	0,92	0,92
5	0	200	<i>Sachromyces Cerevise (17gr)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92
6	200	0	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,93	0,93	0,93	0,93
7	150	50	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,93	0,92	0,92	0,92
8	100	100	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92
9	50	150	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92
10	0	200	<i>Effectif Microorganism 4 (17ml)</i>	0,92	0,92	0,92	0,92

Tahap berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata API Gravity sebagai langkah terakhir mendapatkan nilai kalor semua sampel bioetanol.

Tabel 4. Nilai API Gravity

No	Komposisi Bahan Baku		Mikroorganisme	Nilai API Gravity (API)			Rata-Rata Nilai API Gravity (API)
	Kulit Nanas (gr)	Kulit Pisang (gr)		1	2	3	
1	200	0	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	151	152	152	152
2	150	50	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	152	152	152	152
3	100	100	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	152	151	152	152
4	50	150	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	152	151	153	152
5	0	200	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17gr)	153	153	153	153
6	200	0	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	152	151	151	151
7	150	50	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	152	152	152	152
8	100	100	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	152	152	152	152
9	50	150	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	152	152	153	152
10	0	200	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	152	153	153	153

Tabel 5. Nilai kalor

No	Komposisi		Mikroorganisme	Nilai Kalor (Kkl/Kg)			Rata-Rata Nilai Kalor (Kkl/Kg)
	Kulit Nanas (gr)	Kulit Pisang (gr)		1	2	3	
1	200	0	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17 gr)	3154	3162	3158	3158
2	150	50	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17 gr)	3162	3166	3171	3166
3	100	100	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17 gr)	3171	3154	3166	3163
4	50	150	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17 gr)	3171	3154	3185	3170
5	0	200	<i>Sachromyces Cerevise</i> (17 gr)	3185	3190	3180	3185
6	200	0	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	3158	3154	3150	3154
7	150	50	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	3158	3162	3166	3162
8	100	100	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	3162	3171	3175	3169
9	50	150	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	3166	3175	3180	3174
10	0	200	<i>Effectif Microorganism 4</i> (17 ml)	3175	3180	3185	3180

Hasil Pengujian Nilai Randeman Bioetanol

Pengujian nilai randeman dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara jumlah kuantitas etanol yang diperoleh setelah proses destilasi.

Tabel 6. Nilai randeman

No	Komposisi		Mikroorganisme	Nilai Randeman (%)			Rata-Rata Nilai Randeman (%)
	Kulit Nanas (gr)	Kulit Pisang (gr)		1	2	3	
1	200	0	<i>Sachromyces Cerevise (17 gr)</i>	8,5	8,3	8,4	8,4
2	150	50	<i>Sachromyces Cerevise (17 gr)</i>	8,3	8,1	8,0	8,1
3	100	100	<i>Sachromyces Cerevise (17 gr)</i>	8,0	8,5	8,1	8,2
4	50	50	<i>Sachromyces Cerevise (17 gr)</i>	8,0	8,5	7,6	8,0
5	0	200	<i>Sachromyces Cerevise (17 gr)</i>	7,6	7,5	7,8	7,6
6	200	0	<i>Effectif Microorganism 4 (17 ml)</i>	8,4	8,5	8,6	8,5
7	150	50	<i>Effectif Microorganism 4 (17 ml)</i>	8,4	8,3	8,1	8,3
8	100	100	<i>Effectif Microorganism 4 (17 ml)</i>	8,3	8,0	7,9	8,0
9	50	150	<i>Effectif Microorganism 4 (17 ml)</i>	8,1	7,9	7,8	7,9
10	0	200	<i>Effectif Microorganism 4 (17 ml)</i>	7,9	7,8	7,6	7,8

KESIMPULAN

Penambahan mikroorganisme *sachromyces cerevise* dan *effectif microorganism 4* memiliki pengaruh terhadap kadar alkohol bioetanol yang mencapai 60% pada kombinasi bahan baku 0/200 gr dengan penggunaan mikroorganisme *sachromyces cerevise* sedangkan penggunaan mikroorganisme *effectif microorganism 4* menghasilkan kadar alkohol tertinggi sebesar 47% pada kombinasi bahan baku 200/0, maka dapat disimpulkan penggunaan mikroorganisme pada saat proses fermentasi memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar alkohol bioetanol. Penambahan mikroorganisme *sachromyces cerevise* dan *effectif microorganism 4* memiliki pengaruh terhadap nilai kalor bioetanol tertinggi yang mencapai 3185 kkl/kg terdapat pada komposisi bahan baku 0/200, 0gr kulit nenas dan 200gr kulit pisang dengan penambahan *sachromyces cerevise* pada saat proses fermentasi sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada kombinasi bahan baku 200gr kulit nenas dan 0gr kulit pisang dengan campuran mikroorganisme *Effectif Microorganism 4* pada saat proses fermentasi, pada kombinasi ini didapatkan nilai kalor sebesar 3154 kkl/kg. Penambahan mikroorganisme *sachromyces cerevise* dan *effectif microorganism 4* memiliki pengaruh terhadap nilai randeman, nilai randeman tertinggi terdapat pada kombinasi bahan baku 200gr kulit nenas dan 0gr kulit pisang dengan menggunakan campuran mikroorganisme *Effectif Microorganism 4* pada proses fermentasi dengan nilai randeman yang di hasilkan sebesar 8,5. Sedangkan nilai randeman terendah terdapat pada kombinasi bahan baku 0gr kulit nenas dan 200gr kulit pisang menggunakan campuran mikroorganisme *sachromyces cerevise* pada proses fermentasi dengan nilai randeman sebesar 7,6.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah S, S., Hasyimuddin, H., & Samsinar, S. (2019). Uji Alkohol Pada Fermentasi Tuak. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 12(2), 148–156. <https://doi.org/10.24252/teknosains.v12i2.7594>
- Akhiriani, S., Soetriono, & Nurhayati, N. (2014). Kelayakan Finansial Agroindustri Pektin dan Pakan Ternak Terfermentasi Berbahan Baku Kulit Pisang. *Agroteknologi*, 08(02), 122–130.
- Almu, M. A., Syahrul, S., & Padang, Y. A. (2014). Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) dan Abu Sekam Padi. *Dinamika Teknik Mesin*, 4(2), 117–122. <https://doi.org/10.29303/d.v4i2.61>
- 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.
- Firmansyah, M. A. (2017). Analisis Hambatan Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Statistika. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika*, 10(2). <https://doi.org/10.30870/jppm.v10i2.2036>
- Khotimah, H., Anggraeni, E. W., & Setianingsih, A. (2018). Karakterisasi Hasil Pengolahan Air Menggunakan Alat Destilasi. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 34. <https://doi.org/10.30872/cmng.v1i2.1143>
- Kurniati, Y., Khasanah, I. E., & Firdaus, K. (2021). Kajian Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10(2), 95–101. <https://doi.org/10.32734/jtk.v10i2.6603>
- Mulyati, T. A., Pujiono, F. E., & Farida, U. (2023). Pemberdayaan Kelompok Tani Nanas Queens Kediri Melalui Pembuatan Bioetanol “Pina Queens” dari Limbah Kulit Nanas. *Indonesia Berdaya*, 4(4), 1541–1548. <https://doi.org/10.47679/ib.2023600>
- Musa, G., Sp, A., & Fermentasi, H. (2022). *Jurnal Pipin Haryono Kandungan Energi Kulit Pisang Goroho*. 1(2), 59–65.
- Nasrun, N., Jalaluddin, J., & Mahfuddhah, M. (2017). Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 1. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.68>
- Novelia, D., Putra, A. Y., Sari, Y., Kimia, P., & Riau, U. I. (2022). *Review Pemanfaatan Berbagai Macam Limbah Menjadi Bioetanol Sebagai Review Utilization of Various Kinds of Wate Into Bioethanol As an*. 20(November), 39–46. <https://doi.org/10.30872/jkm.v20i1.1130>
- Nursita, N. A., Dewi, E. R. S., & Rahayu, P. (2022). Analisis Variasi pH dan Waktu Fermentasi Bioetanol dari Limbah Durian (*Durio zhibetinus*). *Snse Viii*, 1(1), 98–102.
- Pinto, C. J., & Katerina, F. J. (2016). Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas. *Jurnal Inovasi Proses*, 1(2), 63–67.
- Rahmawati, A. S., & Erina, R. (2020). Rancangan Acak Lengkap (Ral) Dengan Uji Anova Dua Jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 54–62. <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.333>
- Safitrie H, G. S., Safitri, E. M., & Putra, M. D. (2015). Pemanfaatan Kulit Cempedak Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cereviseae*. *Konversi*, 4(2), 23. <https://doi.org/10.20527/k.v4i2.267>
- Setiawan, K. (2019). Buku Ajar Metodologi Penelitian. *Jurusan Argonomi Dan Hortikultura Fakultas Pertanian Universitas Lampung*, 186. www.penapersada.com
- Sih Setyono, J., Hari Mardiansjah, F., & Febrina Kusumo Astuti, M. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186. <http://ripteck.semarangkota.go.id>
- Sukaryo, S., & Purwaningrum, S. D. (2016). Pembuatan Bioetanol dari Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan Proses Fermentasi. *Neo Teknika*, 2(1). <https://doi.org/10.37760/neoteknika.v2i1.891>
- Susanti, A. D. (2013). Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis Dengan Asam. *Ekulibrium*, 12(1), 81–86. <https://doi.org/10.20961/ekulibrium.v12i1.2170>

- Susmiati, Y. (2018). The Prospect of Bioethanol Production from Agricultural Waste and Organic Waste. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 7(2), 67–80.
<https://doi.org/10.21776/ub.industria.2018.007.02.1>
- Zahriani, I. N., & Sutjahjo, D. H. (2013). *Sebagai Bahan Bakar Alternatif* Intan Nurul Zahriani Dwi Heru Sutjahjo. 171–182.