

PENGARUH KONSENTRASI RAGI (*Saccharomyces cerevisiae*) PADA PROSES FERMENTASI LIMBAH KULIT BUAH SUKUN (*Artocarpus altilis*) DALAM PEMBUATAN BIOETANOL

Dikdik Mulyadi¹, Reni Mulyani¹, Lutfia Hidayah¹

¹Kimia, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Indonesia;

Email : dikdik011@ummi.ac.id, renimulyani@ummi.ac.id, lutfiahidayah30@ummi.ac.id;

Abstrak : Penggunaan bahan bakar minyak bumi secara terus menerus dapat menyebabkan kelangkaan dan bahkan penipisan sumber energi. Salah satu energi alternatif yang menjanjikan adalah bioetanol. Bioetanol adalah produksi etanol yang dibuat dari biomassa yang mengandung gula, pati atau selulosa dengan memfermentasi gula menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Penggunaan ragi *Saccharomyces cerevisiae* disini sangat berpengaruh pada hasil bioetanol yang dihasilkan. Oleh karena itu, dilakukan variasi penambahan ragi *Saccharomyces cerevisiae* untuk dapat membandingkan kandungan bioetanol yang dihasilkan. Sumber penghasil bioetanol dapat dimanfaatkan dari tumbuhan yang mengandung pati, karbohidrat, dan selulosa. Kulit buah sukun (*Artocarpus altilis*) belum dimanfaatkan secara maksimal di Indonesia, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku pembuatan bioetanol. Kulit buah sukun mengandung selulosa sebesar 17.59% yang dapat dimanfaatkan sebagai bioetanol. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi ragi pada proses fermentasi untuk menghasilkan bioetanol dan kadar etanol yang dihasilkan dari bioetanol kulit buah sukun. Pembuatan bioetanol diawali proses hidrolisis dengan asam HCl 1M untuk mengubah karbohidrat menjadi gula. Proses selanjutnya filtrat hidrolisis di fermentasi selama 7 hari dengan menambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* yang divariasikan konsentrasinya yaitu 8%, 9%, dan 10%. Banyaknya ragi yang ditambahkan dapat mempengaruhi hasil bioetanol yang dihasilkan. Kadar etanol yang diperoleh dari pengujian kromatografi gas secara berturut adalah 12.7%; 15.0%; 18.2%.

Kata Kunci : Kulit Buah Sukun, Bioetanol, Fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*

Abstract : The continuous use of petroleum fuel can lead to scarcity and even depletion of energy sources. One of the promising alternative energies is bioethanol. Bioethanol is the production of ethanol prepared from biomass containing sugar, starch or cellulose by fermenting sugar using the yeast *Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, 2023, Vol. 4, No. 3, pp 154 – 161

Received : 20 Agustus 2023

Accepted : 26 September 2023

Published : 25 Oktober 2023



Copyright: © 2022 by the authors. [Jurnal Energi Baru dan Terbarukan](#) (p-ISSN: [2809-5456](#) and e-ISSN: [2722-6719](#)) published by Master Program of Energy, School of Postgraduate Studies. This article is an open access article distributed under the terms and condition of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#) (CC BY-SA 4.0).

Saccharomyces cerevisiae. The use of *saccharomyces cerevisiae* yeast here greatly affects the results of the bioethanol produced. Therefore, variations were carried out on the addition of *Saccharomyces cerevisiae* yeast to be able to compare the content of bioethanol produced. Bioethanol-producing sources can be utilized from plants that contain starch, carbohydrates, and cellulose. The skin of breadfruit (*Artocarpus altilis*) has not been utilized optimally in Indonesia, so it can be used as one of the raw materials for making bioethanol. The skin of breadfruit contains 17.59% cellulose which can be used as bioethanol. The purpose of this study is to determine the influence of yeast concentration on the fermentation process to produce bioethanol and ethanol levels produced from breadfruit peel bioethanol. Making bioethanol begins with a hydrolysis process with HCl 1M acid to convert carbohydrates into sugars. The next process of filtrate hydrolysis was fermented for 7 days by adding the yeast *Saccharomyces cerevisiae* which varied in concentration of 8%, 9%, and 10%. The amount of yeast added can affect the yield of bioethanol produced. The ethanol content obtained from successive gas chromatography tests was 12.7%; 15.0%; 18.2%.

Keywords : Breadfruit Peel, Bioethanol, Fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*

1. Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar minyak bumi secara terus menerus dapat menyebabkan kelangkaan dan bahkan penipisan sumber energi. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi ketergantungan atau konsumsi bahan bakar minyak bumi dengan beralih ke energi alternatif baru. Salah satu energi alternatif yang menjanjikan adalah bioetanol (Arlianti, 2018).

Pembuatan bioetanol dari pati dan fermentasi bahan mengandung gula termasuk generasi pertama bioetanol, G1. Umumnya bahan baku yang dipakai seperti gandum, beras, jagung, kentang, tebu dan minyak sayur (Halder et al., 2019). Penggunaan bahan pangan untuk pembuatan bioetanol G1 ini akan mendorong naiknya harga komoditas pangan dan penggunaan pati membuat limbah lignoselulosa dari bahan baku awal. Pada akhirnya pembuatan bioetanol G1 banyak dikaji kembali (Alman, 2014). Terbitlah bioetanol generasi kedua G2, dibuat dari komponen biomassa seperti selulosa. Bahan baku yang dipakai seperti kayu lunak, rerumputan, limbah pertanian, limbah perkebunan, dan limbah pengolahan hasil hutan (Halder et al., 2019). Produksi G2 mendapat banyak perhatian karena memanfaatkan limbah, dan tidak berkompetisi dengan bahan komoditas pangan sehingga biaya bahan baku yang diperlukan akan lebih murah (Alman, 2014).

Tumbuhan yang mengandung pati, karbohidrat, dan selulosa dapat dimanfaatkan sebagai sumber penghasil bioetanol melalui proses biokonversi karbohidrat dalam gula yang larut dalam air (glukosa). Indonesia kaya akan berbagai jenis tumbuhan. Salah satunya sukun yang sangat melimpah dan sangat produktif di daerah tropis. Produksi buah sukun di Indonesia dapat mencapai 190.551 ton per tahun (Badan Pusat Statistik, 2020). Orang sering menggunakan daging buahnya sebagai tepung atau olahan makanan ringan, tetapi kulit sukun dibuang dan akhirnya menjadi limbah. Kulit buah sukun belum dimanfaatkan secara maksimal di Indonesia, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku pembuatan bioetanol. Kulit buah sukun mengandung selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bioetanol. Isolasi selulosa dari kulit buah sukun menghasilkan kadar selulosa sebesar 17,59% (Pratiwi, 2011).

Pada tanaman yang mengandung selulosa, proses hidrolisis dimulai dengan hidrolisis enzimatis atau kimia, yang merusak struktur selulosa dan mendorong pemecahannya menjadi glukosa. Hasil hidrolisis tersebut kemudian difermentasi menjadi etanol dengan menggunakan mikroorganisme, salah satunya ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Keunggulan dari ragi *Saccharomyces cerevisiae* adalah pertumbuhan yang cepat dan glukosa mudah dipecah menjadi produk etanol (Miskah et al., 2016).

Pada penelitian ini pembuatan bioetanol dari kulit buah sukun dilakukan variasi konsentrasi ragi *Saccharomyces cerevisiae* pada proses fermentasi. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ragi pada proses fermentasi yang akan menghasilkan bioetanol, di lihat dari kadar etanol yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain erlemeyer 1000 mL, gelas kimia, gelas ukur, batang pengaduk, corong, neraca analitik, botol sampel, oven, hot plate, pH meter, termometer, kertas saring, aluminium foil, pipet volume, buret, saringan 40 mesh, grinder, rangkaian alat fermentasi, refraktometer, rangkaian alat rotary evaporator, alkoholmeter, kromatografi gas, piknometer. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kulit buah sukun, larutan HCl 1 M, ragi *Saccharomyces cerevisiae*, NaOH 30%, pupuk urea, pupuk NPK, dan aquadest.

2.2. Persiapan Bahan Baku

Kulit buah sukun dipisahkan dari buahnya, dicuci bersih setelah itu dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan pada suhu 65°C selama 1-2 hari untuk mengurangi kandungan air dalam kulit sukun. Kulit buah sukun yang sudah kering dihaluskan menggunakan grinder sampai berubah menjadi tepung, kemudian diayak dengan saringan 40 mesh.

2.3. Hidrolisis Tepung Kulit Sukun

Tepung kulit sukun ditimbang 100 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer kemudian ditambahkan 1000 ml HCl 1 M. Larutan dipanaskan diatas hot plate dengan suhu konstan 90-95°C sambil distirrer selama 60 menit. Hasil hidrolisis disaring dan diambil filtrat untuk proses fermentasi. Sebelum difermentasi diukur kadar gula dengan alat refraktometer.

2.4. Fermentasi

Diukur pH larutan hasil hidrolisis diatur pH menjadi 4 dengan menambahkan NaOH 30%, setelahnya diukur kembali kadar gula dengan refraktometer. Larutan didinginkan hingga mencapai suhu ruang, lalu ditambah ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan konsentrasi ragi 8%, pupuk urea 0,3% dan pupuk NPK 0,1%. Larutan diaduk rata kemudian botol ditutup rapat. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang dan diamati setiap hari selama satu minggu (7 hari). Prosedur diulangi untuk perlakuan konsentrasi ragi 9% dan 10% [8]. Larutan hasil fermentasi di murnikan menggunakan alat rotary evaporator selama 20 menit [9]. Pengukuran pH hasil evaporasi menggunakan pH meter.

2.5. Pengukuran Kadar Etanol Dengan Alkoholmeter dan Kromatografi Gas

Pengukuran dengan alat alkoholmeter akan menunjukkan berapa kadar alkohol dari batas garis yang terbenam dalam larutan. Pengukuran kadar etanol kromatografi gas secara kuantitatif ditentukan dengan perhitungan:

$$\text{kadar etanol (\%)} = \frac{\text{Area sampel}}{\text{Total area}} \times 100\%$$

2.6. Densitas

Densitas diukur dengan piknometer. Volume dan massa larutan dapat diketahui dari hasil penimbangan [11]. Sehingga densitas dapat dihitung dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan:

ρ = densitas bioetanol (g/ml)

m = massa pikno isi – massa pikno kosong (g)

v = volume piknometer (ml)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Persiapan Bahan Baku

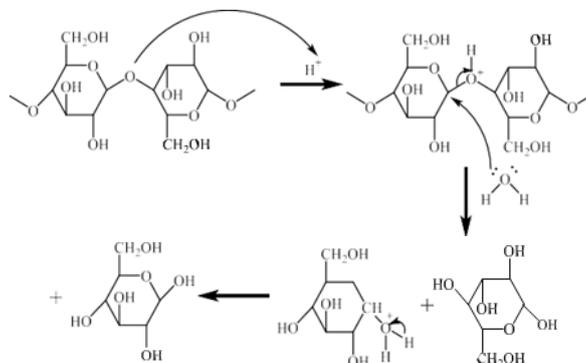
Bahan baku berupa limbah kulit sukun dipilah sampai terkumpul sebanyak 3 kg, kemudian dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang terbawa. Kulit sukun yang sudah bersih dikeringkan bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam kulit sukun. Berat hasil kulit sukun kering ditimbang mendapatkan hasil 1 kg. Kulit sukun kering kemudian digiling dengan menggunakan grinder sampai halus. Untuk memisahkan partikel yang berbeda ukuran kulit sukun halus diayak dengan saringan 40 mesh agar menghasilkan ukuran partikel tepung yang sama.



Gambar 1. Tepung Kulit Sukun

3.2. Hidrolisis Tepung Kulit Sukun

Kulit sukun mengandung selulosa, maka diperlukan proses hidrolisis untuk memecah selulosa menjadi gula sederhana. Fungsi asam selama proses hidrolisis adalah untuk memutus rantai cabang pati menjadi gula sederhana (Arlianti, 2018). Asam bertindak sebagai katalis untuk meningkatkan reaktivitas air.



Gambar 2. Mekanisme reaksi hidrolisis selulosa dengan asam (Lelekakis et al., 2014)

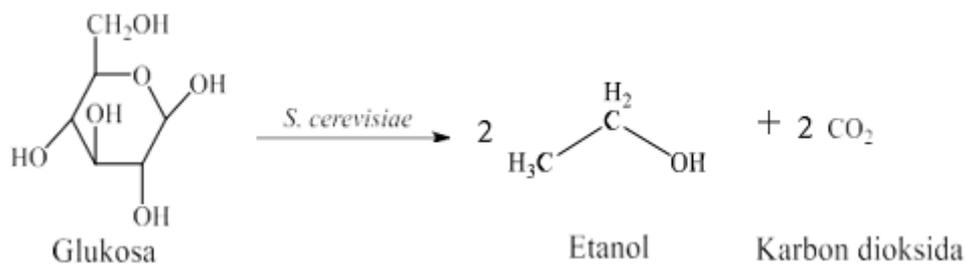
Ketika selulosa di hidrolisis dengan asam ikatan rantai molekul selulosa akan di pecah dengan penambahan molekul air, menghasilkan fragmen dengan rantai yang lebih pendek sambil mempertahankan struktur dasar (Lelekakis et al., 2014). Hasil hidrolisis disaring dan diambil filtrat untuk proses fermentasi. Sebelum difermentasi diukur kadar gula dengan alat refraktometer. Refraktometer merupakan alat untuk mengukur kadar bahan seperti garam, gula atau protein. Kadar gula yang dihasilkan dari proses hidrolisis tepung kulit sukun sebesar 6,4%.



Gambar 3. Pengukuran Kadar Gula

3.3. Fermentasi

Fermentasi alkohol adalah proses dimana mikroorganisme mengubah gula menjadi etanol dan CO₂. Mikroorganisme yang digunakan *Saccharomyces cerevisiae* (Nur et al., 2019). *Saccharomyces cerevisiae*, ragi yang paling representatif yang digunakan dalam berbagai macam proses fermentasi industri (Ciani et al., 2008).



Gambar 4. Reaksi Fermentasi (Ciani et al., 2008)

Jika larutan terlalu asam diatur pH larutan hasil hidrolisis menjadi 4 dengan menambahkan NaOH 30%. pH optimum untuk proses fermentasi di rentang 4 hingga 5. Salah satu faktor yang mempengaruhi fermentasi adalah nutrisi. mikroorganisme membutuhkan nutrisi yang diperoleh dari zat yang mengandung untuk karbon, nitrogen, atau fosfor. Penambahan pupuk urea dan pupuk NPK berperan memberikan nutrisi untuk pertumbuhan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Nitrogen yang terkandung dalam pupuk urea dan NPK membantu meningkatkan kinerja dari ragi *Saccharomyces cerevisiae* (Rahmat, 2020).



Gambar 5. Proses Fermentasi

Pemurnian menggunakan alat rotary evaporator. Fungsi dari rotary evaporator untuk memisahkan dua larutan yang memiliki titik didih yang berbeda. Rotary evaporator memiliki prinsip utama untuk penurunan tekanan yang membuat pelarut dapat menguap pada suhu dibawah titik didihnya (Panantya, 2013). Lama waktu evaporasi berpengaruh pada hasil yang didapat, semakin lama evaporasi maka semakin banyak larutan yang menguap.

3.4. Pengukuran pH dan Densitas

Tabel 1.

Hasil pengukuran pH dan densitas bioethanol

Konsentrasi Ragi	pH	Densitas
Ragi 8%	6,20	0,9624
Ragi 9%	4,07	0,9768
Ragi 10%	5,35	0,9649

Tabel 1 diatas pengukuran pH yang mendekati standar adalah sampel dengan konsentrasi ragi 8% mendapat nilai pH 6,20. pH yang baik untuk bioetanol adalah 6,5-9,0[10]. Sampel dengan konsentrasi ragi 9% dan 10% mendapat pH yang masih dibawah standar. pH mempengaruhi efektivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme membentuk kompleks enzim substrat. Pada proses fermentasi tidak hanya dihasilkan etanol dan karbondioksida akan tetapi juga dihasilkan produk samping seperti gliserol dan asam organik. Asam dapat berdifusi melalui membran sel dengan menurunkan pH internal (Rahayu et al., 2019). Nilai densitas dapat dilihat semakin tinggi kadar alkohol maka semakin rendah densitas dari sampel. Semakin rendah nilai densitas etanol menunjukkan kadar etanol semakin tinggi, karena massa jenis etanol lebih kecil dibandingkan air (Khodijah dan Ahmad, 2015). Hasil pemurnian sampel menghasilkan larutan yang jernih, terang dan tidak terdapat endapan atau kotoran sesuai dengan standar (Badan Standarisasi Nasional, 2012).



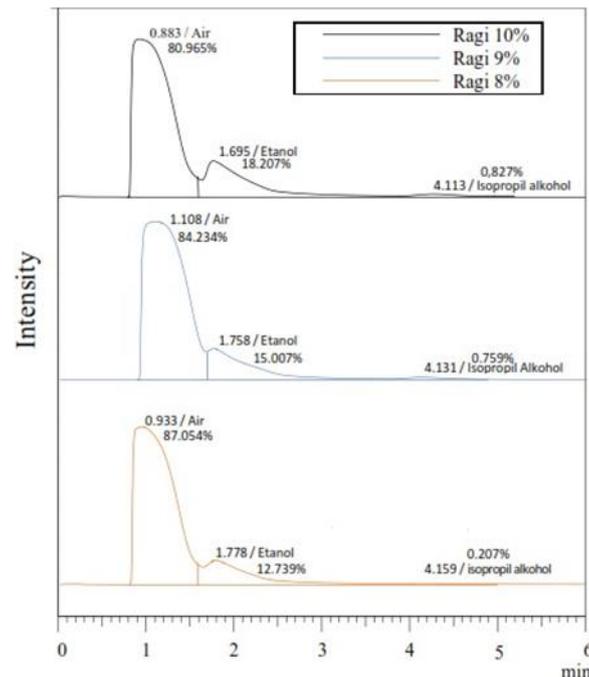
Gambar 6. Hasil Pemurnian

3.5. Pengukuran Kadar Etanol

Tabel 2.

Hasil pengukuran kadar etanol dengan alkoholmeter dan kromatografi gas

Konsentrasi Ragi	Kadar Etanol (%)	
	Alkoholmete r	Kromatografi Gas
Ragi 8%	12	12,7
Ragi 9%	15	15,0
Ragi 10%	18	18,2



Gambar 7. Kromatogram Hasil GC Bioetanol Limbah Kulit Sukun

Alkoholmeter mengukur kepadatan campuran antara alkohol dan air. Kadar alkohol ditunjukkan pada skala yang ada di bagian atas perangkat. Hasil analisis kadar etanol dengan kromatografi gas yang didapatkan ini tidak jauh berbeda dengan pengukuran menggunakan alkoholmeter yaitu 12%, 15% dan 18%. Hanya saja instrumen kromatografi gas lebih sensitif dan lebih spesifik untuk menunjukkan bahwa jenis alkohol yang terkandung dalam sampel adalah etanol. Pada penelitian sebelumnya, melakukan studi tentang produksi bioetanol dari kulit buah sukun. Proporsi bioetanol yang dihasilkan hanya 9% (Fandiana dan ningsih, 2018). Variasi konsentrasi ragi pada proses fermentasi berpengaruh pada hasil kadar etanol yang dihasilkan. Sampel dengan konsentrasi ragi 10% menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. Semakin tinggi konsentrasi ragi maka semakin meningkat kadar etanol yang dihasilkan. Ragi mengubah glukosa menjadi etanol, dimana jika ragi yang diberikan banyak maka etanol yang dihasilkan akan semakin banyak (Khodijah dan Ahmad, 2015).

4. Kesimpulan

Variasi konsentrasi ragi pada proses fermentasi berpengaruh pada hasil kadar etanol yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi ragi maka semakin meningkat kadar etanol yang dihasilkan karena semakin banyak mikroba yang mengubah glukosa menjadi etanol. Pengukuran kromatografi gas dilakukan untuk mengetahui kadar etanol dari sampel ragi 8%, 9% dan 10% menghasilkan kadar etanol 12,7%, 15,0%, dan 18,2%.

Daftar Pustaka

- Alman, S. (2014). Perkembangan Teknologi dan Tantangan Dalam Riset Bioetanol di Indonesia, JKTI, 16, 108-117. <https://doi.org/10.14203/jkti.v16i2.16>
- Arlianti, L. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif Yang Potensial Di Indonesia. Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik, 5, 16-22. <https://doi.org/10.33592/unistek.v5i1.280>

- Ayuni, N., Putu, N. (2020). Serat Sabut Kepala Sebagai Kajian Pembuatan Bioetanol Dengan Proses Hidrolisis Asam, *Jurnal Sains dan Teknologi*, 9, 102-110.
<https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v9i2.29035>
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Produksi Tanaman Buah-buahan 2020*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). SNI 7390:2012 Bioetanol Terdenaturasi Untuk Gasohol. Ciani, M., Comitini, F., Mannazzu, I. (2008). *Fermentation*. Elsevier.
- Fandiana, Ningsih, P. (2018). Mustapa, Kasmudin, Analisis Bioetanol dari Limbah Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Dengan Cara Hidrolisis dan Fermentasi. *Jurnal Akademika Kimia*, 7, 19-22.
<http://dx.doi.org/10.22487/j24775185.2018.v7.i1.10385>
- Halder, P., Azad, K., Shah, S., Sarker, E. (2019). Prospects and Technological Advancement of Cellulosic Bioethanol Ecofuel Production. *Elsevier*, 8, 212-236. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102728-8.00008-5>
- Irhamni, D., Mulyati, D., Viena, V., Suzanni, M. (2017). Liquefikasi, Sakarifikasi dan Fermentasi Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Produksi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Seminar Nasional II USM*, 1, 73-77.
- Khodijah, S., Ahmad, A. (2015). Analisis Pengaruh Variasi Persentase Ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) dan Waktu Pada Proses Fermentasi Dalam Pemanfaatan Duckweed (*Lenma Minor*) Sebagai Bioetanol. *Jurnal Neutrino*, 7, 71-76. <http://dx.doi.org/10.1109/MEI.2014.6804738>
- Lelekakis, N, Daniel, M., Jaury, W., Dejan, S. (2014). The Effect of Acid Accumulation in Power-transformer Oil On The Aging Rate of Paper Insulation. *IEEE Electrical Insulation Magazine*, 30, 19-26. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2989>
- Miskah, S., Istiqomah, Nisa'ul., Malami, Sella. (2016). Pengaruh Konsentrasi Asam Pada Proses Hidrolisis dan Waktu Fermentasi Bioetanol Dari Buah Sukun (*Artocarpus altilis*). *Jurnal Teknik Kimia*, 22, 9-21.
- Nur, F., Hikmah, Noor, M., Putra, M. (2019). Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Dengan Variasi Ragi Melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *EnviroScienteeae*, 15, 195-203.
<http://dx.doi.org/10.20527/es.v15i2.6950>
- Panantya, J. (2013). *Pengaruh Proporsi Drug Load Terhadap Profil Disolusi Dispersi Padat Kurkumin Pirolidon Dengan Vacuum Rotary Evaporator*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Pratiwi, D. (2011). *Pemanfaatan Sirup Glukosa Hasil Hidrolisa Selulosa dari Kulit Buah Sukun (Artocarpus altilis) Dengan HCl 30% Untuk Pembuatan Manisan Jambu Biji (Psidium guajava L.) Dengan Variasi Konsentrasi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Rahayu, S., Mahadi, I., Sayuti, I. (2019). Pengaruh Konsentrasi Ragi Terhadap Bioetanol Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Sebagai Pengembangan LKPD Pembelajaran Materi Bioteknologi SMA Kelas XII. *JOM FKIP*, 6, 1-13.
- Rahmat. (2020). *Pengaruh Waktu Fermantasi dan Variasi Penambahan Pupuk Urea dan NPK Terhadap Produksi Bioetanol Dari Air Kelapa*. Palopo: Universitas Cokroaminoto.
- Warsa, I., Faudzia, S., Lisna, C. (2013). Bioetanol Dari Bonggol Pohon Pisang. *Jurnal Teknik Kimia*, 8, 37-41. <https://doi.org/10.33005/tekkim.v8i1.713>