



**MANUFACTURING BIOETANOL FROM WASTE JACKET SEEDS
(*Artocarpus heterophyllus*) WITH VARIATIONS IN HCl CONCENTRATION**

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH BIJI NANGKA
(*Artocarpus heterophyllus*) DENGAN VARIASI KONSENTRASI HCl**

Muhammad Nurul Fajar¹, Dikdik Mulyadi², Salih Muharam³

^{1,2,3} Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sukabumi

E-mail: muhammadnfajar18@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Correspondent:

Muhammad Nurul Fajar
muhammadnfajar18@gmail.com

Key words:

bioethanol, jackfruit seeds, acid hydrolysis, fermentation

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Page: 703 - 713

The main source of energy in Indonesia until now is fossil fuels. The availability of fossil fuels used is non-renewable, thus diminishing over time. The government has set a national energy mix for the year 2025, where biofuels such as biodiesel or bioethanol contribute up to 5%. Jackfruit seeds (*Artocarpus heterophyllus*) contain carbohydrates that can be utilized as raw material for bioethanol production as an alternative energy to replace fossil fuels. The aim of this research is to determine the potential of jackfruit seeds as raw material for bioethanol production and to understand the variations in the concentration of the acid solution used. The bioethanol production process involves fermenting jackfruit seeds with *Saccharomyces cerevisiae* and purification processes. The results of bioethanol obtained from jackfruit seed waste using varying concentrations of HCl solution are 0.6 M (12.988%), 0.8 M (13.802%), and 1 M (15.228%).

Copyright © 2023 JSCR. All rights reserved.

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Koresponden

Muhammad Nurul Fajar
muhammadnfajar18@gmail.com

Kata kunci:

bioetanol, biji buah
nangka, hidrolisis asam,
fermentasi

Website:

<https://idm.or.id/JSCR/index.php/JSCR>

Hal: 703 - 713.

Sumber energi utama di Negara Indonesia sampai saat ini adalah bahan bakar fosil. Ketersediaan bahan bakar fosil yang digunakan tidak dapat diperbaharui sehingga semakin berkurang dengan berjalannya waktu. Pemerintah telah menetapkan bauran energi nasional tahun 2025, biofuel atau bahan bakar nabati (BBN) seperti biodiesel atau bioetanol ikut memasok sebesar 5%. Biji buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*) memiliki kandungan karbohidrat yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku bioetanol sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui potensi biji nangka sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dan mengetahui variasi konsentrasi larutan asam yang digunakan. Proses pembuatan bioetanol ini dilakukan fermentasi biji buah nangka dengan *Saccharomices cerevisiae* dan proses pemurnian. Hasil bioetanol pada limbah biji nangka dengan variasi konsentrasi larutan HCl adalah 0.6 M (12.988%), 0.8 M (13.802%), dan 1 M (15.228%).

Copyright © 2023 JSCR. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Sumber energi utama di Negara Indonesia sampai saat ini adalah bahan bakar fosil seperti minyak, batu bara, dan gas alam. Luasnya pulau dengan peningkatan jumlah penduduk, menjadikan kegiatan perekonomian lebih meningkat. Peningkatan tersebut menyebabkan semakin tingginya kebutuhan energi (LM FeUl, 2016). Ketersediaan bahan bakar fosil yang digunakan tidak dapat diperbaharui sehingga semakin berkurang dengan berjalannya waktu (Arifwan, 2016). Biasanya, bahan bakar fosil yang menipis memiliki harga jual yang cukup tinggi. Hal ini perlunya pengembangan energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil.

Berdasarkan PP No. 22 tentang Rencana Umum Energi Nasional (2017), dalam rangka mengurangi bahan bakar fosil pemerintah Indonesia memberikan perhatian serius terkait perkembangan dan pemanfaatan *biofuel* sebagai bahan bakar alternatif dari sumber terbarukan. Pemerintah telah menetapkan bauran energi nasional tahun 2025 *biofuel* atau bahan bakar nabati (BBN) ikut memasok sebesar 5%. *Biofuel* yang umum digunakan saat ini adalah biodiesel dan bioetanol (LiPI, 2019).

Bioetanol adalah cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme (Hapsari 2013). Bioetanol juga merupakan bahan bakar cair terbarukan dan ramah lingkungan. Kandungan oksigen dalam bioetanol yang tinggi membuat pembakaran bersih dan menghasilkan emisi yang lebih rendah dari zat beracun (Aditya *et al.* 2016).

Merujuk pada penelitian sebelumnya (Arifiyanti 2018) bioetanol diproduksi dari berbagai bahan baku seperti ampas tebu, singkong, kentang, kulit nangka, dan sari

kulit nanas. Selain itu, bahan baku yang berpotensi sebagai pembuatan bioetanol adalah biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*) (Ba'diyah 2013).

Berdasarkan penelitian Oclo *et al.* (2010) biji nangka memiliki kandungan metabolit primer seperti protein dan karbohidrat. Ditinjau dari komposisi kimia biji nangka tersebut mengandung pati yang cukup tinggi, yakni 36.7 g (Fairuz *et al.*, 2010). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan potensi bahan baku biji buah nangka (*A. heterophyllus*) dalam pembuatan bioetanol

METODOLOGI PENELITIAN

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juli 2022 dan tempat pelaksanaannya di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (BALITTRI).

2. Alat dan Bahan

a. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kromatografi gas, *grinder*, termometer, pH meter, *rotary evaporator*, *refraktometer*, ayakan ukuran 40 *mesh*, timbangan analitik, dan peralatan gelas.

b. Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah limbah biji nangka, akuades, larutan HCl, larutan NaOH, ragi, pupuk NPKohhh (nitrogen, fosfor dan kalium), kertasaring, dan urea.

3. Prosedur Penelitian

a. Preparasi Sampel (Fitriani *et al.* 2020)

Biji nangka dipisahkan dari bagian buah nangka, selanjutnya biji nangka dibersihkan kemudian dijemur, lalu dipanaskan menggunakan oven pada suhu 100°C hingga kering. Setelah itu, dihaluskan menggunakan *grinder* sampai menjadiserbuk, serbuk yang sudah dihancurkan disaring menggunakan ayakan dengan ukuran 40 *mesh*.

b. Proses Hidrolisis dengan Asam HCl (Fahry *et al.* 2013)

Sebanyak 100 g serbuk biji nangka dilarutkan ke dalam 1000 mL HCl dengan variasi konsentrasi 0.6 M, 0.8 M, dan 1 M. setelah itu, dihidrolisis selama 1jam pada suhu 90°C diatur dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Hasil hidrolisis disaring menggunakan kertasaring dan diambil filtrat untuk proses fermentasi. Sebelum difermentasi diukur kadar gula dengan alat refraktometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

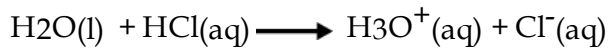
Preparasi Sampel

Bahan baku berupa limbah biji nangka dipilah sampai terkumpul sebanyak 2kg, kemudian dicuci bersih untuk menghilangkan kotoran yang terbawa. Biji nangka yang sudah bersih dikeringkan bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam biji nangka. Berat hasil kulit sukun kering ditimbang mendapatkan hasil 1kg. Biji nangka kering kemudian digiling dengan menggunakan *grinder* sampai halus. Untuk memisahkan partikel yang berbeda ukuran biji nangka halus diayak dengan saringan 40 *mesh* agar menghasilkan ukuran partikel tepung yang sama. Partikel halus biji diperoleh sebesar 780 gram.

Hidrolisis Biji Buah Nangka dengan HCl

Hidrolisis adalah reaksi kimia yang memecah molekul menjadi bagian dengan penambahan molekul air (H_2O). Proses hidrolisis dapat dilakukan secara enzimatik dan kimiawi. Pada penelitian ini dilakukan hidrolisis secara kimiawi karena menggunakan larutan asam yaitu larutan HCl dengan suhu $90^\circ C$.

Konsentrasi asam dan suhu merupakan variabel penting karena dapat mempengaruhi pembentukan senyawa glukosa. Pada penelitian ini, suhu yang digunakan sebesar $90^\circ C$ untuk menghidrolisis pati dan menekan degradasi atau tidak merusak monosakarida. Selain itu, HCl digunakan sebagai asam katalisator yang berfungsi untuk memfasilitasi proses hidrolisis. Larutan HCl yang ditambahkan pada proses hidrolisis berperan sebagai katalis yang dapat menghasilkan glukosa (Ohoira 2018). Pada proses hidrolisis, kristal pati dipecah menjadi senyawa gula sederhana (glukosa). Reaksi yang terjadi pada proses hidrolisis yaitu reaksi eksoterm yang melepaskan kalor (panas). Reaksi eksoterm dapat dilihat pada persamaan di bawah ini, yang menandakan pada reaksi tersebut melepaskan kalor sebesar sebesar -117.6 kJ.



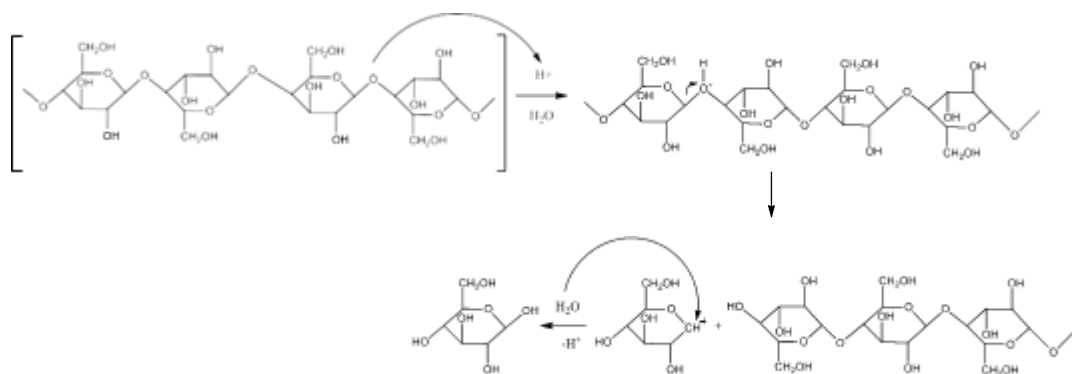
$$\Delta H^{\circ}f HCl_{(aq)} = -167.2 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^{\circ}f H_2O_{(aq)} = -284.8 \text{ kJ}$$

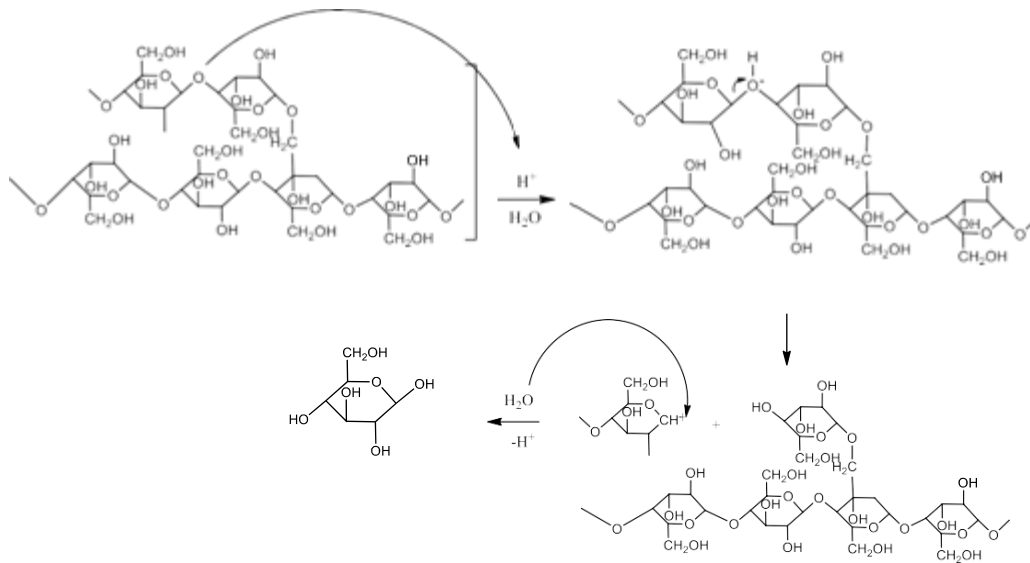
$$\Delta H^{\circ}f = -117.6 \text{ kJ}$$

Menurut (Praputri *et al.*, 2018) pengaruh konsentrasi katalis asam dan waktu reaksi juga menentukan peningkatan konsentrasi katalis yang meningkatkan kadar glukosa. Hal ini disebabkan oleh konstanta kecepatan reaksi hidrolisis yang berbanding lurus dengan konsentrasi H pada suasana asam. Pengaruh waktu hidrolisis terhadap perolehan glukosa menyatakan bahwa semakin lama waktu proses hidrolisis, maka kadar glukosa juga meningkat sampai waktu 120 menit. Setelah itu kenaikan kadar glukosa tidak terlalu signifikan.

Mekanisme reaksi yang terjadi ketika proses hidrolisis pati menjadi glukosa dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Mekanisme Reaksi Hidrolisis Amilosa menjadi Glukosa (Balat *et al.*, 2008)



Gambar 2. Mekanisme reaksi Hidrolisis Amilopektin menjadi Glukosa (Alifia, 2015)

Ketika pati di hidrolisis dengan asam, ikatan rantai molekul pati akan di pecah dengan penambahan molekul air, menghasilkan fragmen dengan rantai yang lebih pendek dengan mempertahankan struktur dasar (Lelekakis dkk., 2014). Ion H⁺ memutuskan ikatan glikosida pati untuk membentuk monomer sederhana. Proton yang berasal dari asam bereaksi dengan ikatan glikosida dalam dua unit glukosa untuk membentuk asam konjugasi. Kehadiran asam konjugat menyebabkan ikatan C-O putus, melepaskan asam konjugat yang tidak stabil. Ion OH⁻ dalam air mengikat ion karbonium, melepaskan glukosa dan proton. Proton yang terbentuk mengikat kembali ke ikatan glikosida oksigen dari unit glukosa lainnya. Proses ini berlanjut hingga molekul pati terhidrolisis menjadi glukosa (Harianja, 2015).

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 biji angka sebesar 3.8%, 5.7%, 6.4%. kadar gula yang dihasilkan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis

Konsentrasi HCl (M)	Kadar (%)
0.6	3.8
0.8	5.7
1	6.4

Menurut Idral *et al.* (2012) bahwa waktu hidrolisis yang baik adalah 120 menit karena jika waktu hidrolisis terlalu lama maka glukosa akan terdegradasi dan bereaksi lebih lanjut membentuk asam formiat, sehingga menyebabkan kadar glukosa menurun. Pada dasarnya prinsip hidrolisis adalah memutuskan rantai polimer bahan menjadi unit-unit monomer yang lebih sederhana dengan bantuan katalis.

Evaporasi

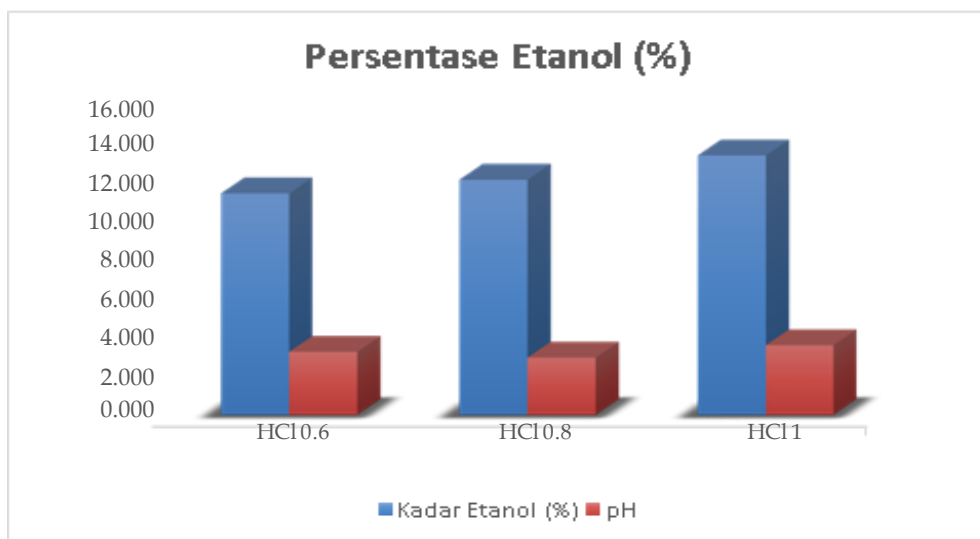
Proses ini menggunakan alat *rotary evaporator*. Fungsi dari *rotary evaporator* untuk memisahkan dua larutan yang memiliki titik didih yang berbeda. *Rotary evaporator* memiliki prinsip utama untuk penurunan tekanan yang membuat pelarut dapat menguap pada suhu di bawah titik didihnya (Jati Panantya, 2013).

Karakteristik Bioetanol

Hasil evaporasi kemudian diuji kadar etanol menggunakan instrument GC (*gas chromatography*). Berikut adalah hasil pengujian kadar etanol menggunakan gas kromatografi yang di tampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Etanol (%)

Konsentrasi HCl (M)	Filtrat (mL)	pH fermentasi	Ragi 5%	Urea 0.3%	NPK 0.1%
0.6	750	3.70			
0.8	750	3.36	37.5 g	2.25 g	0.75 g
1	750	4.09			



Gambar 4. Grafik Presentase Etanol

Hasil ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti suhu fermentasi yang dapat berubah sesuai dengan suhu ruangnya, lama proses distilasi yang kurang optimum dan faktor lain yang mungkin terjadi selama proses pengujian sampel. Berdasarkan grafik di atas, kadar etanol terendah pada konsentrasi 0.6M adalah 12.988%. Kadar etanol tertinggi pada konsentrasi 1M adalah 15.228%. Semakin banyak gula pereduksi yang dikandungnya, semakin banyak pula etanol yang dihasilkan (Ohoira, 2018). Beberapa hasil penelitian disajikan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa kandungan glukosa semakin tinggi maka kadar etanol yang dihasilkannya pun semakin tinggi pula tetapi dengan katalis konsentrasi yang sesuai. Pada penelitian (Pratiwi *et al.* 2010) dapat dilihat kadar glukosanya tinggi tetapi konsentrasi HCl yang digunakan tinggi sehingga glukosa pada pada sampel tersebut mengalami degradasi sehingga kadar etanol yang dihasilkan rendah. Berbeda dengan penelitian (Ohoira 2018) memiliki kadar glukosa yang tinggi dan juga

menggunakan konsentrasi HCl yang tidak terlalu tinggi, sehingga kadar etanol yang dihasilkannya juga tinggi.

Tabel 4. Referensi Hasil Penelitian Pembuatan Bioetanol

Sampel	Katalis	Kadar gula	Hasil	Sumber
Kulit Buah Cokelat	HCl 37%	25.5 %, 11.5 %, dan 16 %	Kadar etanol Sebesar 0.2% dan 10.9%	Pratiwi <i>et al.</i> 2010
Biji Nangka	K ₂ CrO ₇ , K ₂ CO ₃	-	Kadar Etanol 4.87%	Ba' diyah 2012
Kulit Durian	HCl 20% Dan H ₂ SO ₄		Kadar Etanol 3.38075%	Dwi Ana A <i>et al.</i> 2015
Kulit Buah Sukun	HCl (10%), H ₂ SO ₄ (10%) dan H ₃ PO ₄ (10%)	0.68%, 0.39%, 0.24%	kadar etanol menggunakan HCl sebesar 9%, menggunakan H ₂ SO ₄ sebesar 8%, dan menggunakan H ₃ PO ₄	Fardiana, Purnama Ningsih dan Kasmudin Mustapa 2018

Dalam penelitian ini kadar etanol tersebut lebih besar dari hasil penelitian Fardiana *et al.* (2018) kadar etanol menggunakan HCl 10% sebesar 9%, HCl 0.1 N kadar etanol 0.75% (Fitriani *et al.*, 2020), dan HCl 1.5% dengan kadar etanol 8.7% (Irmayanti *et al.*, 2018).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian di atas, dapat disimpulkan

1. Bioetanol dari biji buah nangka (*Artocarpus heterophyllus*) pada variasi konsentrasi asam 12.988% (0.6 M), 13.802% (0.8 M), dan 15.228% (1 M).
2. Bioetanol dihasilkan paling tinggi pada konsentrasi 1 M.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN]. Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 7390 Bioetanol Terdanaturasi untuk Gashol*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [LIPI]. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 2019. *Perkembangan Bioteknologi*. Lipi Press.
- Aditiya, Mahlia, TM, Chong WT, Nur H, Sebayang, AH. 2016. *Second Generation Bioethanol Production*. Science Direct.
- Alifia Y R, Aji S. *Hidrolisis Tepung Ubi Jalar Ungu (Ipomea Batatas L.) Secara Enzimatis Menjadi Sirup Glukosa Fungsional*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3 (3). Pp.1152-1159.
- Ariani Mewa. 2010. *Analisis Konsumsi Pangan Tingkat Masyarakat*. Gizi Indonesia. Vol 33(1). Pp 20-28.
- Arifiyanti A. A, Dewi N. A. K dan Mu'tasim, B. 2020. Bioetanol dari Biji Nangkadengan Proses Likuifikasi dan Fermentasi menggunakan *Saccaromyces cerevisiae*. *Chempro*. Vol 1(1).

- Arifiyanti, AN. Kartika AND dan Billah, M. 2018. Bioetanol dari Biji Nangka dengan Proses Likuifikasi dan Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Chempro Journal. Vol 1(1).
- Arifwan, Erwin, dan Kartika, R. 2016. Pembuatan Bioetanol dari Singkong Karet (*Manihot glaziovii* Muell) dengan Hidrolisis Enzimatis dengan Difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Atomik*. 1(1).
- Azura Liza S, Reni Sutri, Iriany. 2015. Pembuatan Etil Asetat Dari Hasil Hidrolisis, Fermentasi Dan Esterifikasi Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L.). *Jurnal Teknik Kimia* USU. Vol. 4(1).
- Ba'diyah, U dan Yustinah. 2013. Pembuatan Etanol dari Biji Nangka dengan Variabel Massa Pati. *Jurnal Konversi*. Vol 1(2). Balat Mustava, Havva Balat, Cahide Oz. 2008. *Progres in Bioethanol Processing*. Progress in Energy and Combustion Science 34. 551-573
- Cook T M dan DJ Cullen. 1986. Industri Kimia Operasi Aspek-Aspek Keamanan dan Kesehatan. Terjemahan. Jakarta: PT. Gramedia.
- Eva Widarti Budi Wardani, Musthofa Lutfi, Wahyunanto Agung Nugroho. 2013. Identifikasi Sifat Fisik Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*.
- Erti Praputri, Elmi S, F Firdaus, S Sofyan. 2018. Penggunaan katalis homogen dan heterogen pada proses hidrolisis pati umbi singkong karet menjadi glukosa. *Jurnal Litbang Industri*. Vol. 8(2).
- Fairuz, S. Haryono, Miranthi, A dan Aprianto, A. 2010. Pengaruh Konsentrasi HCl dan Waktu Hidrolisis terhadap Perolehan Glukosa yang Dihasilkan dari Pati Biji Nangka. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia.
- Fardiana, Purma Ningsih., Mustapa, Kasmudin. 2018. Analisis Bioetanol dari Limbah Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) dengan Cara Hidrolisis dan Fermentasi. *Jurnal Akademika Kimia*. Vol 7. Pp 19-22.
- Fachry Rasyidi Ahmad, Puji Astuti, Tri Gita Puspitasari. 2013. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol 19 (1).
- Firdausi Nadia, Nugraha Bayu dan Hargono. 2013. Pemanfaatan Pati Singkong Karet (*manihot glaziovii*) Untuk Produksi Bioetanol Fuel Grade Untuk Proses Destilasi Dehidrasi Dengan Menggunakan Zeolit Alam. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Vol. 2 (2). Pp 76-81.
- Fitri, A. Kartika, R dan Erwin. 2020. Produksi Bioetanol dari Biji Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) secara Hidrolisis Enzimatis dengan Penambahan Ampas Tahu sebagai Nutrisi pada Fermentasi menggunakan Mikroba *Saccaromyces cerevisiae*. Prosiding Kimia Nasional Kimia Berwawasan Lingkungan.
- Fitriani Ana, Rudi kartika, Erwin. 2020. Produksi Bioethanol Dari Biji Buah Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lam.) Secara Hidrolisis Enzimatis dengan Penambahan Ampas Tahu Sebagai Nutrisi Pada Fermentasi Menggunakan Mikroba *Saccaromyces cerevisiae*. [Skripsi]. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Habibah, F. 2015. Produksi Substrat Fermentasi Bioetanol dari Alga Merah (*Gracilaria*

verrucosa) melalui Hidrolisis Enzimatik dan Kimiawi. [Skripsi].

- Hapsari dan Pramashinta, A. (2013). Pembuatan Bioetanol dari Singkong Karet (*Manihot glaziovii* Muell) untuk Bahan Bakar Kompor Rumah Tangga sebagai Upaya Mempercepat Konversi Minyak Tanah ke Bahan Nabati. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Vol 2(2).
- Idral, D.D.M., E. Salim dan Mardiah, 2012. Pembuatan Bioetanol dari Ampas Sagu dengan Proses Hidrolisis Asam dan menggunakan *Saccharomyces cereviceae*. *Jurnal. Kimia Undan*. Vol 1(1).Pp 34-39.
- Irvan, Bambang Trisakti, Luri Adriani, Reviana Revitasari. 2015. Rancangan alat pembuatan bioetanol dari bahan baku kulit durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 4 (1).
- Jati Panantya. 2013. Pengaruh Proporsi Drug Load Terhadap Profil Disolusi Dispersi Padat Kurkumin Pirolidon Dengan *Vacuum Rotary Evaporator*. [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Khasanah, U, N. Ika, P. dan Arief N.A. 2019. Aktivitas Antioksidan Daun Nangka dengan Ekstrak Etanol. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*.
- Komaryati, Sri, Djarwanto, dan I. Winarni. 2014. Teknologi Produksi Ragi Untuk Pembuatan Bio-Etanol. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Lalu Mustiadi, Astuti, Siswi., Purkunoro, Aladin Eko. 2020. *Buku Ajar Distilasi Uap dan Bahan Bakar Pelet Arang Sampah Organik*. CV IRDH. Malang.
- Lily Arlianti. 2018. Bioetanol Sebagai Sumber *Green Energy* Alternatif Yang Potensial Di Indonesia. *Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik*. Vol 5. Pp 16-22.
- Laurence, M.H. and Christopher, J.M. 1989. *Experimental Organic Chemistry: Principle and Practice* (Illustrated ed). Pp. 47-51.
- LM FEUI, 2016. Analisis Industri Minyak dan Gas di Indonesia (Diakses pada 17 Juli 2022).
- Maulana K. Tadjuddin Naid. Dewi Tri Dharmawati, Mama, Pratama. 2019. Analisa Aktivitas Antioksidan Ekstrak Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam) dengan Metode Frap (*Ferric Reducing Antioxidant Power*). *Jurnal Bionature*. Vol 20 (1).
- Meyrinta, A. K. Riska, D, P. dan Rif'an, F. 2018. Pembuatan Bioetanol dari Jerami Nangka dengan Metode Fermentasi menggunakan *Saccharomyces cereviceae*. *Jurnal Integrasi Proses*. Vol 7(1).
- Moeksin, R. & Francisca, S. 2010. Pembuatan etanol dari bengkuang dengan variasi berat ragi, waktu dan jenis ragi. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol 17(2). Pp 25-30.
- Ocloo, F. C. K. Bansa, Boatin, Adom and Agbemavor. 2010. Physico-chemical, functional and pasting characteristics of flour produced from Jackfruits (*Artocarpus heterophyllus*) seeds. *Agriculture and Biology Journal of North America*.
- Ohoira, I, B, J. 2018. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi HCl pada Hidrolisis Asam terhadap Kadar Etanol yang Dihasilkan dalam Fermentasi *Sargassum Sp*. [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Peraturan Pemerintah No. 22 2017 Rencana Umum Energi Nasional (Diakses pada 17

Juli 2022).

- Praputri Erti, Elmi Sundari, Firdaus, Sofyan. 2018. Penggunaan Katalis Homogenidan Heterogen pada Proses Hidrolisis Pati Umbi Singkong Karet menjadi Glukosa. *Jurnal Litbang Industri*. Vol. 8 (2).
- Rahim, A. 2016. Hidrolisis Pati dari Bahan Pod Husk Kakao. *Jurnal Agrotekbis*. Vol 4 (6). Pp 702-711.
- Rahmat. 2020. Pengaruh Waktu Fermantasi dan Variasi Penambahan Pupuk Urea dan NPK Terhadap Produksi Bioetanol Dari Air Kelapa. [Skripsi]. Palopo: Universitas Cokroaminoto.
- Raihan, M. Naufal, T. Rifka, H. Subenah, L. dan Nur, A. 2019. Skrining Fitokimia Ekstrak Kulit Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dan Aktivitas Antioksidannya terhadap [2,2'-azinobis-(3- thylbenzothiazoline-6- sulfonate)] (ABTS). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 23(3).
- Rizka Kumala Sari. 2019. Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida (HCl) dan Waktu Hidrolisis terhadap Kandungan Glukosa dan Kadar Bioetanol dari Limbah Kulit Kakao (*Theobroma Cacao L.*). [Skripsi]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sagala, Jefri, Ita Purnama Dewi, M. Dermawan Susanto, Tifany Puspita. 2020. Pembuatan dan Pemurnian Bioetanol dari Buah Pepaya Menggunakan Proses Fermentasi dan Destilasi. [Skripsi]. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Sastrohamidjojo. H., 2005. *Kimia Organik, Stereokimia, Karbohidrat, Lemak, dan Protein*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suniati, S. 2020. Validasi Metode Dalam Penentuan Kadar Etanol pada Arak menggunakan Kromatografi Gas Detektor Ionisasi Nyala. *Jurnal Kimia*. Vol 11(2).
- Sukarti, Tirzah, D. Maya, P, L, dan Pirda. 2017. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Polar Batang Nangka (*Artocarpus heterophylla lamk*) sebagai pengawet alami sari aren (*arengapinnata*). [Prosiding]. Universitas Cokroaminoto Palopo.
- Syauqil Umam, Muzid. 2018. Pengaruh Konsentrasi Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Nira Siwalan (*Borassus flabellifer L.*). [Skripsi]. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Winarno. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Zatur Raihan. 2019. Analisis Kadar Etanol Nira Aren (*Arenga pinnata Merr*) Dari Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar Berdasarkan Variasi Waktu Simpan Menggunakan Kromatografi Gas. [Skripsi]. Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-raniry Darussalam.