

PENGARUH KONSENTRASI HCl DALAM PROSES HIDROLISIS PADA PEMBUATAN BIOETANOL KULIT PISANG KEPOK

1,2,3,4) Program Studi
Teknik Mesin,
Universitas Tidar

Irsyad Alfiansyah¹⁾, Sigit Mujiarto²⁾, Raka Mahendra Sulistiyo³⁾,
Rany Puspita Dewi⁴⁾

Corresponding email ¹⁾ :
irsyadalfiansyah09@gmail.com

Received: 16.10.2024
Accepted: 05.05.2025
Published: 28.06.2025

©2025 Politala Press.
All Rights Reserved.

Abstrak. Ketergantungan pada bahan bakar fosil mengakibatkan penipisan minyak bumi. Dalam menyelesaikan permasalahan ini perlu menggunakan bahan bakar alternatif berupa bioetanol. Bioetanol dibuat dengan memanfaatkan kulit pisang kepok. Terdapat cukup banyak kulit pisang, kira-kira sepertiga dari pisang yang belum dikupas. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kadar etanol, kadar air, densitas, dan viskositas bioetanol kulit pisang kepok. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen pengaruh konsentrasi HCl (2%, 5%, dan 8%) dalam proses hidrolisis pada pembuatan bioetanol kulit pisang kepok. Dari hasil penelitian, karakteristik bioetanol terbaik pada konsentrasi HCl 2% dengan kadar etanol sebesar 9%, kadar air sebesar 70,52 %, densitas sebesar 0,9861 g/ml, dan viskositas sebesar 0,010768212 dPa.s. Karakteristik bioetanol yang dihasilkan berbeda dengan karakteristik pertalite.

Kata Kunci: Fossil, Bioetanol, Kulit pisang kepok, Hidrolisis, HCl

Abstract. Dependence on fossil fuels results in depletion of petroleum. In solving this problem, it is necessary to use alternative fuels in the form of bioethanol. Bioethanol is made by utilizing kepok banana peels. There are quite a lot of banana peels, approximately one third of the bananas that have not been peeled. This study was conducted to analyze the ethanol content, water content, density, and viscosity of kepok banana peel bioethanol. This study uses an experimental method of the effect of HCl concentration (2%, 5%, and 8%) in the hydrolysis process in the manufacture of kepok banana peel bioethanol. From the results of the study, the best bioethanol characteristics at a concentration of 2% HCl with an ethanol content of 9%, a water content of 70.52%, a density of 0.9861 g/ml, and a viscosity of 0.010768212 dPa.s. The characteristics of the bioethanol produced are different from the characteristics of pertalite.

Keywords: Fossil, Bioethanol, Kepok banana peel, Hydrolysis, HCl

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v12i1.300>

1. Pendahuluan

Ketergantungan pada bahan bakar fosil dapat mengakibatkan penipisan minyak bumi dan memperburuk masalah perubahan iklim. Hal ini menyebabkan pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan senyawa berbahaya dan polusi karbon dioksida, yang mempengaruhi penipisan lapisan ozon [1]. Menggunakan energi alternatif ramah lingkungan yang dapat mengalihkan penggunaan bahan bakar fosil dan berasal dari biomassa yang melimpah sangat penting untuk menyelesaikan masalah ini [2]. Salah satu jenis biofuel yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif terbarukan dan sifatnya baik untuk lingkungan yaitu bioetanol. Bioetanol adalah cairan biokimia yang dihasilkan dengan bantuan mikroorganisme melalui proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat [3].

Jenis pisang olahan yang paling populer adalah pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*), yang paling cocok digunakan dalam berbagai jenis hidangan pisang goreng. Pisang ini juga sangat baik untuk diolah menjadi tepung, keripik, buah dalam sirup, dan hidangan tradisional. Terdapat cukup banyak kulit pisang, kira-kira sepertiga dari pisang yang belum dikupas [4]. Masyarakat memiliki kebiasaan membuang limbah seperti kulit

pisang kepok secara sembarangan di alam, yang mana hal ini menyebabkan permasalahan dikarenakan dapat memicu peningkatan keasaman tanah [5].

Metode penelitian yang dilakukan pada pembuatan serbuk buah bidara (*Ziziphus mauritiana*) yang matang untuk pembuatan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif dalam skala laboratorium. Langkah pertama dengan mencuci buah bidara hingga bersih dan memisahkan bijinya. Setelah itu, membiarkan buah tersebut kering selama sekitar 3 hari di bawah sinar matahari. Selanjutnya, buah bidara dioven dalam kurun waktu 120 menit pada rentang suhu 65-80°C, lalu dihaluskan menggunakan blender. Setelah menjadi serbuk halus, serbuk bidara tersebut dioven kembali dalam kurun waktu 120 menit pada suhu yang sama. Perbandingan antara bahan baku dan HCl 0,5 N pada proses hidrolisa adalah 1:7,5. Pengujian kadar hasil bioetanol menggunakan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*). Kadar bioetanol yang diperoleh yaitu pada waktu fermentasi 2 hari sebesar 97,70%, 3 hari sebesar 95,01%, 4 hari sebesar 99,20%, dan 5 hari sebesar 98,73%. Sifat fisik yang didapatkan menunjukkan tampilan yang jernih dan bebas dari endapan, densitas sebesar 0,8654 gr/ml, viskositas sebesar 0,0693 Poise, dan terbakarnya etanol hasil dari pembakaran ditunjukkan dengan warna api biru, sedangkan warna kuning kemerahan mengindikasikan keberadaan air [6].

Penelitian dilakukan dari limbah padat sagu menjadi bioetanol dengan pengaruh konsentrasi HCl (1, 2, dan 3 M) pada hidrolisis serta waktu fermentasi dalam kurun waktu (24, 48, 72, 96, dan 120 jam). Penelitian diawali dengan *pretreatment* ampas sagu menggunakan NaOH 1M, kemudian proses hidrolisis dilakukan dalam kurun waktu 3 jam pada suhu 100°C. Hasil hidrolisis kemudian difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Hasil penelitian mengindikasikan bahwasanya pada hidrolisis HCl 2 M dihasilkan konsentrasi gula terbesar sebesar 140,18 gr/l dan kadar bioetanol terbaik diperoleh pada fermentasi selama 96 jam sebesar 7% atau 55,25 gr/l [7].

Penelitian dilakukan dengan hidrolisis dengan HCl 2% dan fermentasi *Saccharomyces cerevisiae* pada pembuatan bioetanol yang berasal dari kulit petai. Hidrolisis dilakukan selama 4 waktu perlakuan pada temperatur 70°C, hidrolisis sampel A dalam kurun waktu 30 menit, hidrolisis sampel B dalam kurun waktu 60 menit, hidrolisis sampel C dalam kurun waktu 90 menit, hidrolisis sampel D dalam kurun waktu 120 menit. Hasil uji kualitatif dengan larutan Benedict pada hidrolisis karbohidrat monosakarida menunjukkan hasil positif yang kemudian difermentasi pada pH 4. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa pada hidrolisis dalam kurun waktu 120 menit dengan HCl 2% pada suhu 70°C dan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang dinkubasi dalam kurun waktu 5 hari dihasilkan kadar bioetanol paling tinggi sebesar 3% [8].

Penelitian dari rumput gajah yang dimanfaatkan untuk membuat bioetanol dengan hidrolisis asam pada *pretreatment* menggunakan NaOH 14% terdapat menurunnya kadar lignin paling tinggi dimulai dari 10,7847% menjadi 7,1712%. Pada NaOH 14% dihasilkan kadar selulosa terbaik sebesar 32,66% dan hemiselulosa terbaik sebesar 29,73%. Hasil didapatkan melalui proses delignifikasi dengan menggunakan NaOH. Pada proses hidrolisis dengan penambahan H₂SO₄ 3 N selama 210 menit dengan delignifikasi NaOH 14% diperoleh kadar % yield bioetanol sebesar 77,9560% yield. Hidrolisis pada penambahan HCl 3 N dalam waktu 210 menit dengan delignifikasi NaOH 14% diperoleh kadar % yield bioetanol sebesar 90,5423% yield. Hasil yang paling baik didapatkan oleh sampel yang didelignifikasi NaOH 14% dan dihidrolisis dengan menggunakan HCl 3 N dalam kurun waktu 210 menit [9].

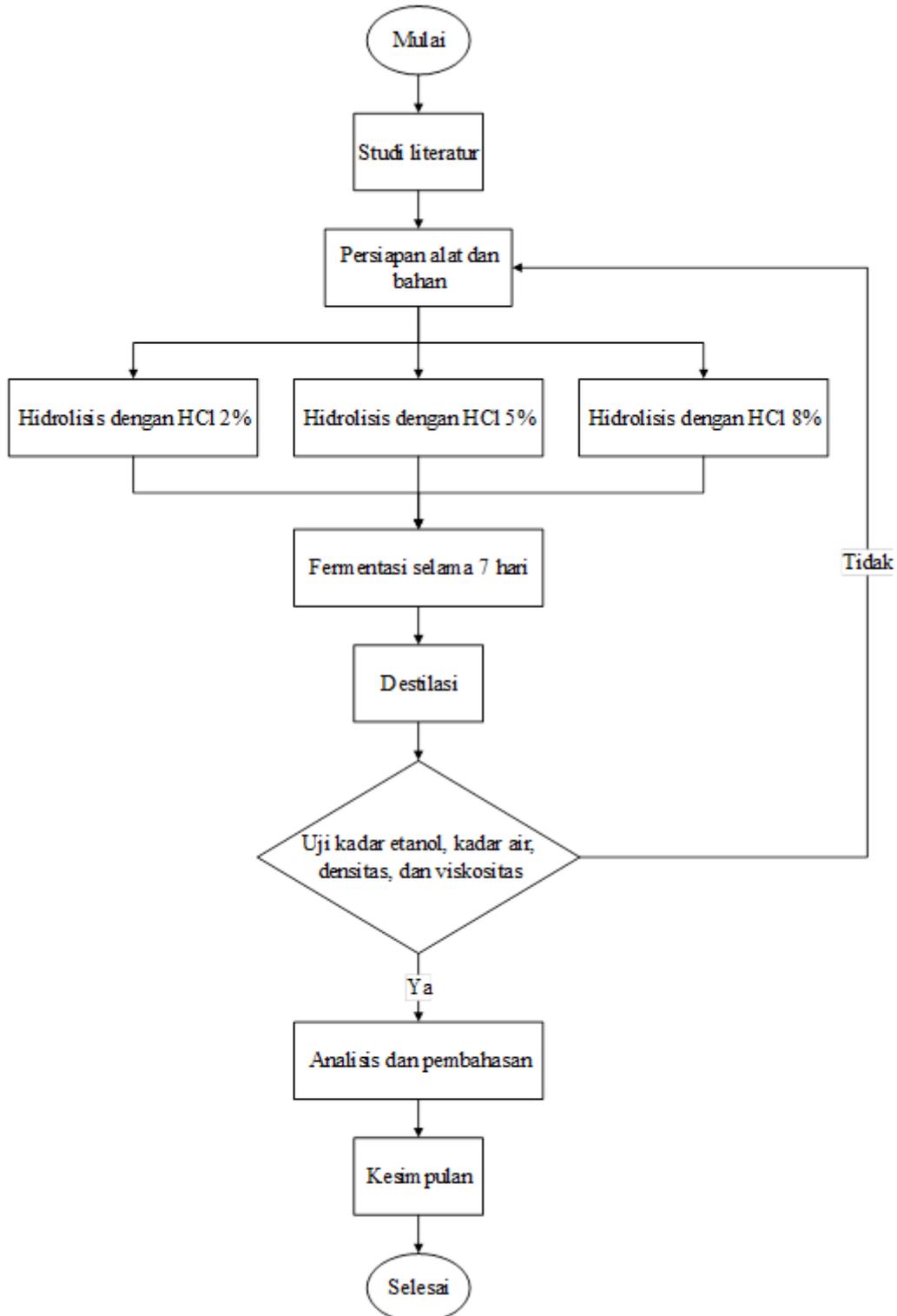
Penelitian dengan kulit pisang raja sebagai bahan untuk membuat bioetanol dilakukan dengan perbedaan volume starter dan waktu proses fermentasi. Proses pembuatan starter dilakukan di tempat pembiakan dengan melarutkan gula sebanyak 750 g ke dalam 1500 ml akuades. Kemudian menambahkan pupuk urea sebanyak 15 g ke dalam botol dan diaduk hingga tercampur. Kemudian pupuk NPK sebanyak 15 g dan diaduk hingga tercampur. Selanjutnya ditambah ragi roti sebanyak 150 g. Wadah disimpan di tempat gelap dalam kurun waktu 24 jam dan ditutup rapat. Selanjutnya hidrolisis kulit pisang raja dengan HCl 5% dalam kurun waktu 90 menit. Setelah itu, starter ditambahkan dalam dua variasi volume, yaitu 200 ml dan 300 ml, kemudian dilakukan fermentasi selama 7 hari dan 9 hari. Penyaringan dilakukan sesudah fermentasi berakhir yang kemudian dilakukan distilasi. Hasil dari penelitian mengindikasikan bahwa banyaknya etanol yang didapatkan karena lamanya fermentasi dan banyaknya starter yang digunakan. Sampel terbaik S2P2 dihasilkan dari fermentasi dalam kurun waktu 9 hari dengan volume starter 300 ml serta kadar etanol yang didapatkan sebesar 42% dengan jumlah 56 ml [10].

Penelitian pada produksi bioetanol yang berasal dari nira aren dengan tujuan mengkaji pengaruh dari waktu proses fermentasi dalam kurun waktu (3, 5, dan 7 hari) dan berat ragi roti terhadap viskositas, densitas, yield, dan kadar bioetanol. Pada penelitian menghasilkan viskositas paling tinggi sebesar 1,11 cP, densitas paling tinggi sebesar 0,8413 g/ml, dan yield paling tinggi sebesar 7,390. Produk baik yang dihasilkan karena lamanya fermentasi dan massa ragi. Bioetanol yang didapatkan dari penelitian berupa nilai densitas dan viskositas sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia [11].

Dari uraian tersebut, maka yang menjadi latar belakang penelitian ini adalah pemanfaatan kulit pisang kepok menjadi bioetanol sebagai salah satu upaya untuk menanggulangi pada penggunaan bahan bakar fosil, serta beberapa penelitian yang pernah dilakukan terkait pemanfaatan kulit pisang kepok sebagai bahan bakar alternatif, maka dilakukannya penelitian ini mengenai percobaan penelitian terkait pengaruh konsentrasi HCl dalam proses hidrolisis terhadap pembuatan bioetanol kulit pisang kepok.

2. Metodologi

Adapun diagram alir penelitian ini seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini menggunakan alat berupa blender, timbangan digital, kompor, gas LPG, oven, loyang, termometer oven, panci, termometer suhu, gelas ukur, pipet ukur, pH meter, corong, wadah starter, fermentor, termometer digital, saringan, wadah penampung, destilator, dan alkoholmeter. Sedangkan bahan yang digunakan

pada penelitian ini yaitu, kulit pisang kepek, ragi roti, aquades, pupuk NPK, pupuk urea, gula pasir, NaOH, dan HCl 32%.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian berupa:

- a) Variabel bebas
Variabel bebas berupa variasi konsentrasi HCl 2%, 5%, dan 8%.
- b) Variabel terikat
Variabel terikat berupa kadar etanol, kadar air, densitas, dan viskositas dari bioetanol kulit pisang kepek.
- c) Variabel kontrol
Variabel kontrol berupa:
 1. Kulit pisang kepek.
 2. Variasi konsentrasi HCl dalam proses hidrolisis adalah 2%, 5%, dan 8%.
 3. Perbandingan bahan baku dengan HCl dalam proses hidrolisis adalah 1:7,5.
 4. Temperatur proses hidrolisis dilakukan pada suhu 80°C selama 90 menit.
 5. pH hasil hidrolisis yaitu pH 4.
 6. Pengaturan pH hasil hidrolisis menggunakan NaOH 5%.
 7. Waktu fermentasi selama 7 hari.
 8. Proses fermentasi menggunakan ragi roti.
 9. Temperatur proses destilasi dilakukan pada suhu $\pm 80^\circ\text{C}$.
 10. Pengujian yang dilakukan dari hasil bioetanol kulit pisang kapok yaitu kadar etanol, kadar air, densitas, dan viskositas.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini yaitu metode eksperimen yang diawali dengan mencari literatur yang sesuai dengan tema penelitian, selanjutnya mencari dan mengumpulkan bahan baku dalam proses pembuatan bioetanol sampai memperoleh hasil dari pengaruh konsentrasi HCl dalam proses hidrolisis pada pembuatan bioetanol kulit pisang kepek. Melakukan pengujian terhadap hasil bioetanol yang berupa kadar etanol, kadar air, densitas, dan viskositas, serta membandingkan hasil pengujian bioetanol kulit pisang kepek dengan pertalite.

Prosedur Penelitian

- a) Tahap Persiapan
 1. Menyiapkan kulit pisang kepek dengan berat 12 kg dan dicuci hingga bersih, kemudian ditiriskan dan dipotong dengan ukuran kecil. Setelah itu dilakukan penjemuran dalam kurun waktu 3 hari supaya air yang terkandung pada kulit pisang kepek berkurang (berat kulit pisang kepek setelah dijemur menjadi 2260 g). Lalu dioven dengan suhu 80°C untuk memastikan kandungan air pada kulit pisang kepek berkurang (setelah dioven berat kulit pisang kepek berkurang menjadi 1920 g).
 2. Hasil kulit pisang kepek setelah dioven kemudian dihaluskan menggunakan blender. Kemudian serbuk kulit pisang kepek diayak (hasil setelah pengayakan sebanyak 1212 g) dan sisa gumpalan serbuk yang masih keras sebanyak 694 g. Selanjutnya serbuk kulit pisang kepek sebanyak 400 g dikemas menggunakan plastik untuk tiap sampel.
 3. Tahap pembuatan starter dilakukan dengan melarutkan gula sebanyak 750 g ke dalam akuades sebanyak 1500 ml di wadah. Kemudian ditambahkan 15 g pupuk urea, 15 g pupuk NPK, dan 150 g ragi roti dalam dan diaduk hingga tercampur. Wadah ditutup rapat-rapat dan disimpan di ruangan yang gelap dalam kurun waktu 24 jam.
 4. Mengencerkan HCl 32% menjadi HCl 2%, 5%, dan 8%.
 5. Membuat NaOH 5% sebanyak 10 liter.
- b) Hidrolisis
Dalam proses hidrolisis serbuk kulit pisang kepek sebanyak 400 g kemudian ditambahkan HCl pada tiap sampel sesuai dengan variasi konsentrasi HCl 2%, 5%, dan 8% sebanyak 3000 ml. Selanjutnya, pisang kapok dihidrolisis dengan dipanaskan menggunakan kompor gas pada temperatur 80°C dalam kurun waktu 90 menit. Setelah itu, hasil hidrolisis didinginkan sampai suhu kamar. Hasil hidrolisis setelah didinginkan sampai suhu kamar kemudian diatur pHnya sampai pH 4 dengan ditambahkan NaOH 5%.
- c) Fermentasi
Setelah proses hidrolisis, hasil hidrolisis kulit pisang kepek dimasukkan kedalam fermentor (tempat fermentasi) sesuai variabel yang ditentukan dan ditambahkan starter sebanyak 300 ml. Fermentor diletakkan di ruangan gelap dengan suhu ruangan dalam kurun waktu 7 hari. Hasil dari fermentasi kemudian disaring untuk diambil filtratnya dan dimasukkan kedalam wadah penampungan.
- d) Destilasi

Pada proses destilasi, filtrat hasil fermentasi dimasukkan ke dalam alat destilasi dan destilasi selama 120 menit.

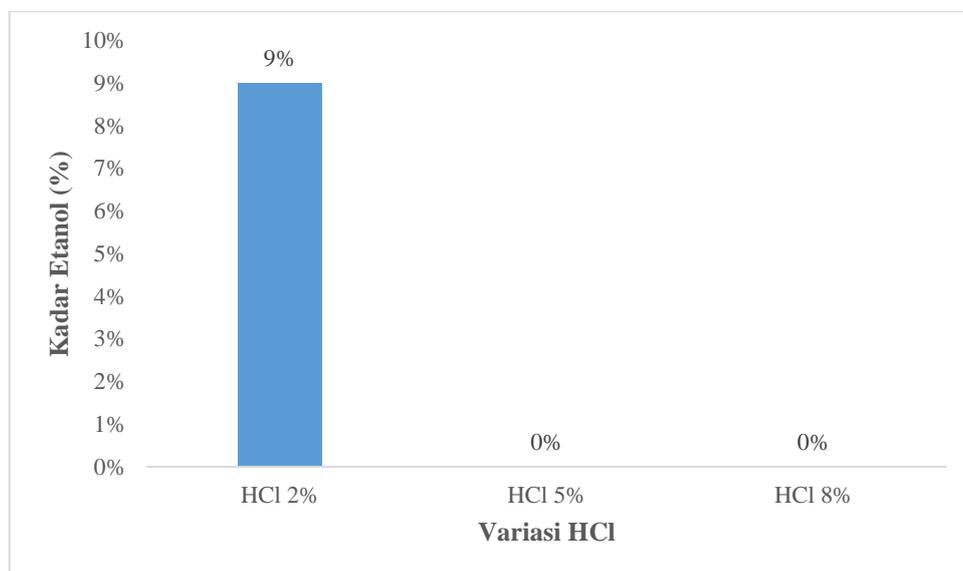
e) Uji kadar etanol, kadar air, densitas, dan viskositas

1. Uji kadar etanol dilakukan dengan menggunakan gelas ukur 250 ml dan alkoholmeter yang diperoleh berupa angka yang tertera pada alkoholmeter.
2. Uji kadar air dilakukan dengan menggunakan gelas ukur yang diperoleh berupa angka perhitungan
3. Uji densitas dilakukan di Laboratorium Chem-Mix Pratama, Kretek, Jambidan, Banguntapan, bantul, Yogyakarta.
4. Uji viskositas menggunakan *kinematic viscosity bath* KV4000 22L, data yang diperoleh berupa nilai viskositas kinematik yang dilakukan di Laboratorium Energi dan Lingkungan DKPU Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Gedung Research Center Lt. 5, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111.

3. Hasil dan Pembahasan

Kadar Etanol

Pengujian kadar etanol kulit pisang kepok tertinggi didapat pada konsentrasi konsentrasi HCl 2% sebesar 9% dan kadar etanol terendah sebesar 0% didapat pada konsentrasi HCl 5% diikuti HCl 8%. Berikut ini diagram kadar etanol tiap variasi HCl yang ditunjukkan pada Gambar 2.

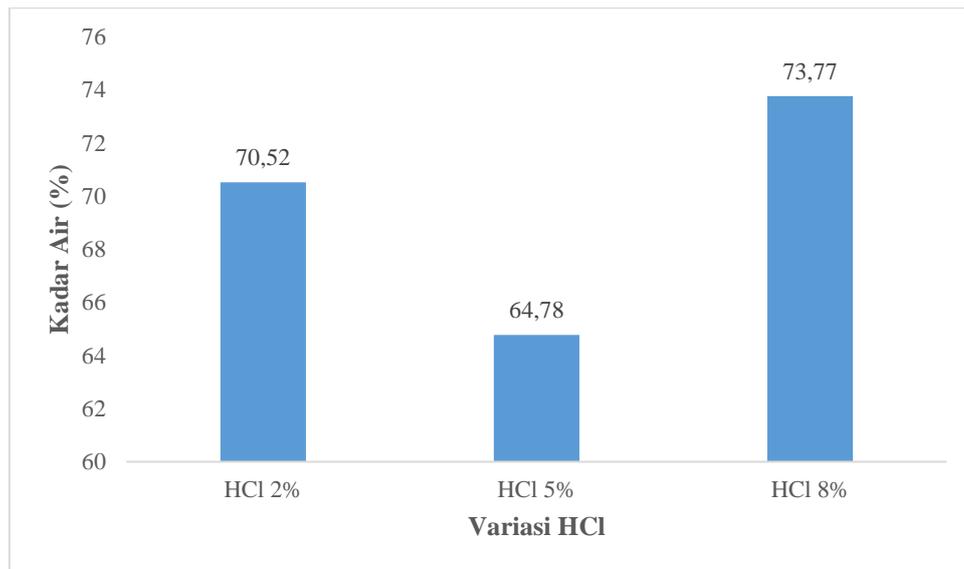


Gambar 2. Kadar etanol tiap konsentrasi HCl

Pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa kadar etanol yang dihasilkan terjadi penurunan seiring bertambahnya konsentrasi HCl. Seharusnya pada penelitian terkait pengaruh konsentrasi HCl dalam proses hidrolisis pada pembuatan bioetanol kulit pisang kepok memberikan pengaruh terhadap kadar etanol, pada penelitian ini kadar etanol yang diperoleh menunjukkan penurunan seiring meningkatnya konsentrasi HCl. Terkait penelitian mengenai pengaruh konsentrasi HCl bahwa tidak terdapat pengaruh konsentrasi HCl terhadap kadar etanol yang didapatkan, seharusnya menunjukkan dampak terhadap kadar etanol. Namun, belum dapat dipastikan apakah peningkatan konsentrasi HCl akan meningkatkan kadar etanol. Hal ini perlu diuji melalui penelitian dengan cara menghitung kadar karbohidrat dalam sampel sebelum dan setelah dihidrolisis dengan HCl, serta kadar etanol yang didapatkan diukur setelah proses fermentasi. Ketidakesesuaian hasil ini bisa juga disebabkan oleh faktor-faktor seperti temperatur ruangan yang tidak selalu tetap dan tekanan udara yang tidak selalu 1 atm [12]. Pada penelitian ini, pengaruh konsentrasi HCl menunjukkan kadar etanol dari masing-masing variasi nilainya masih belum memenuhi syarat mutu dan metode uji SNI 7390-2012 dengan kadar etanol minimal sebesar 99,5%.

Kadar Air

Pengujian kadar air bioetanol kulit pisang kepok didapatkan pada konsentrasi HCl 2% sebesar 70,52%, konsentrasi HCl 5% sebesar 64,78%, dan konsentrasi HCl 8% sebesar 73,77%. Berikut ini diagram kadar air tiap variasi HCl yang ditunjukkan pada Gambar 3.

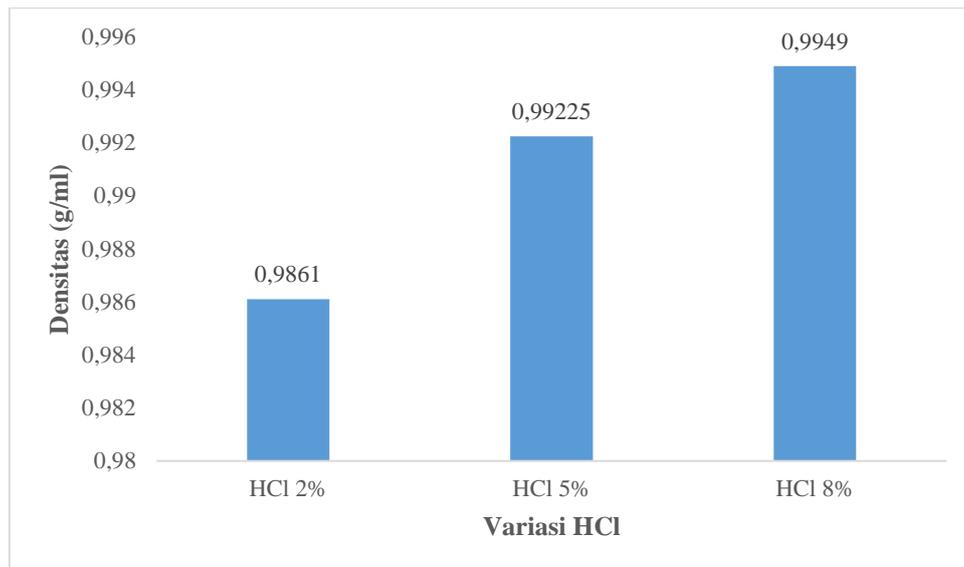


Gambar 3. Kadar air tiap konsentrasi HCl

Pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa konsentrasi HCl mempengaruhi kadar air bioetanol. Perbedaan tinggi rendahnya kadar air bioetanol dipengaruhi oleh volume hasil fermentasi dan volume setelah destilasi. Jika dilihat dari tiap variasi terdapat perbedaan volume sebelum dilakukan destilasi. Perbedaan volume tersebut dikarenakan penambahan NaOH 5% untuk pengaturan pH menjadi pH 4. Semakin rendah konsentrasi HCl maka penambahan NaOH 5% semakin sedikit, begitupun sebaliknya jika konsentrasi HCl semakin tinggi maka penambahan NaOH 5% semakin banyak sehingga menyebabkan terjadinya perbedaan volume. Dalam penelitian ini, tidak ada batasan masalah terkait penyetaraan volume sampel dari masing-masing variasi yang akan difermentasi. Oleh karena itu, volume sampel hasil fermentasi dari masing-masing variasi terjadi perbedaan volume yang dihasilkan. Volume setelah destilasi yakni etanol, jumlahnya juga masih terbilang sedikit, berbeda halnya ketika etanol yang dihasilkan banyak maka kadar air akan semakin rendah. Kadar air yang dihasilkan mengalami perbedaan yang dikarenakan hasil tambahan fermentasi adalah air. Dalam proses fermentasi salah satu tambahan hasilnya adalah air, yang mana hal ini menjadi penyebab peningkatan kandungan air substrat yang digunakan untuk produk fermentasi, karena mikroorganisme mulai memanfaatkan karbohidrat substrat sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan cepatnya perkembangan [13]. Pada penelitian ini, pengaruh konsentrasi HCl menunjukkan kadar air bioetanol yang dihasilkan nilainya masih terbilang tinggi jika dibandingkan dengan kadar air maksimum syarat mutu dan metode uji SNI 7390-2012 yaitu sebesar 0,7%.

Densitas

Pengujian densitas bioetanol kulit pisang kepek terendah didapat pada konsentrasi HCl 2% sebesar 0,9861 g/ml, kemudian konsentrasi HCl 5% sebesar 0,99225 g/ml, dan densitas tertinggi didapat pada konsentrasi HCl 8% sebesar 0,9949 g/ml. Berikut ini diagram densitas tiap variasi HCl yang ditunjukkan pada Gambar 4.

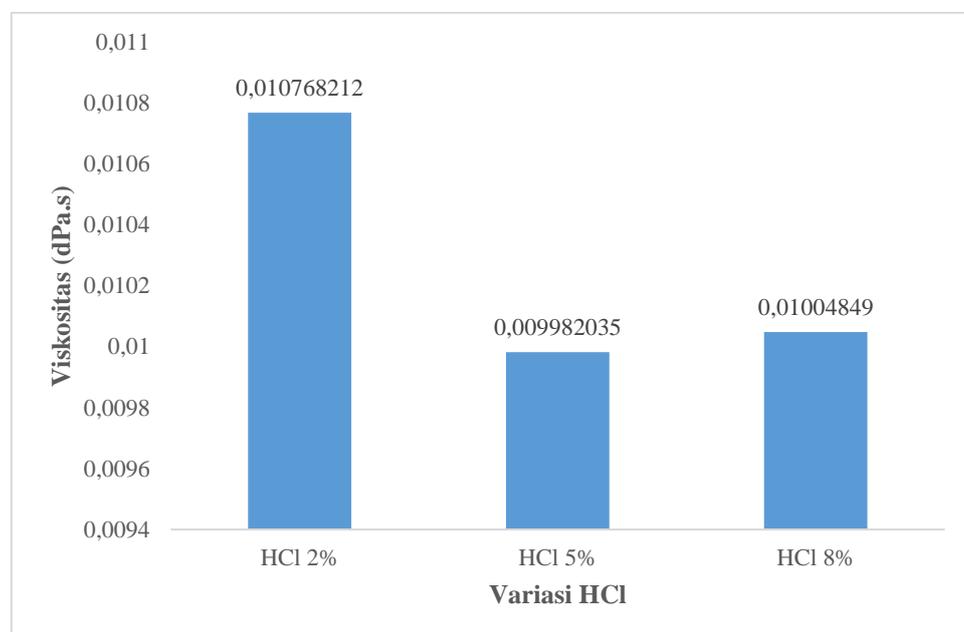


Gambar 4. Densitas tiap konsentrasi HCl

Pada Gambar 4 dapat diketahui bahwa densitas yang dihasilkan mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi HCl. Hal ini dikarenakan tinggi rendahnya densitas yang dihasilkan memiliki hubungan dengan kadar etanol dari masing-masing variasi. Semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan, maka semakin rendah densitas yang diperoleh [14]. Meskipun demikian, pada penelitian ini densitas yang dihasilkan dari pengaruh konsentrasi HCl nilainya masih lebih tinggi daripada densitas maksimum pertalite sebesar 0,77 g/ml.

Viskositas

Pengujian viskositas bioetanol kulit pisang kepok terendah didapatkan pada konsentrasi HCl 5% sebesar 0,009982035 dPa.s, kemudian konsentrasi HCl 8% sebesar 0,01004849 dPa.s, dan viskositas tertinggi didapatkan pada konsentrasi HCl 2% sebesar 0,010768212 dPa.s. Berikut ini diagram viskositas tiap variasi HCl yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Viskositas tiap konsentrasi HCl

Pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa semakin kecil konsentrasi HCl maka viskositas yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan kadar air yang dihasilkan dari masing-masing variasi nilainya masih tinggi. Dalam pengukuran viskositas air, waktu yang diperlukan air dalam mengisi tabung penampung akan lebih cepat dibandingkan dengan bioetanol. Penyebabnya yakni densitas air yang lebih tinggi daripada densitas bioetanol. Kadar air dalam bioetanol juga mempengaruhi viskositas kinematiknya. Viskositas yang dihasilkan

mengindikasikan ketahanan suatu cairan terhadap aliran. Oleh karena itu, semakin lamanya waktu yang diperlukan bioetanol mengalir dari *viscosimeter* hingga tabung penampung penuh, maka semakin tinggi viskositas dari bioetanol tersebut [15]. Pada penelitian ini, pengaruh konsentrasi HCl menunjukkan bahwa viskositas yang didapatkan masih lebih rendah nilainya jika dibandingkan dengan viskositas minimal pertalite sebesar 0,065 dPa.s.

Perbandingan Bioetanol Kulit Pisang Kepok Dengan Pertalite

Tabel perbandingan bioetanol kulit pisang kepok dengan pertalite ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan bioetanol kulit pisang kepok dengan pertalite

| No | Karakteristik | HCl 2% | HCl 5% | HCl 8% | Pertalite |
|----|--------------------|-------------|------------|------------|-------------|
| 1 | Kadar etanol (%) | 9 | 0 | 0 | |
| 2 | Kadar air (%) | 70,52 | 64,78 | 73,77 | |
| 3 | Densitas (g/ml) | 0,9861 | 0,99225 | 0,9949 | 0,715-0,770 |
| 4 | Viskositas (dPa.s) | 0,010768212 | 0,00998035 | 0,01004849 | 0,065 0,20 |

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa perbandingan karakteristik yang dihasilkan dari pengujian berupa kadar etanol, kadar air, densitas, dan viskositas dari tiap variasi pada perbandingan bioetanol kulit pisang kepok dengan pertalite. Kadar etanol dari masing-masing variasi tidak dapat dibandingkan dengan pertalite, yang dikarenakan di dalam pertalite tidak terkandung etanol. Kadar air dari masing-masing variasi tidak dapat dibandingkan dengan pertalite, yang dikarenakan di dalam pertalite tidak terkandung air. Densitas yang dihasilkan dari masing-masing variasi, nilai yang dihasilkan lebih tinggi jika dibandingkan dengan pertalite dalam rentang 0,715-0,770 g/ml. Viskositas bioetanol yang dihasilkan dari masing-masing variasi nilainya lebih rendah dibandingkan viskositas pada pertalite, hal ini dikarenakan viskositas etanol memiliki viskositas yang lebih rendah sebesar 0,0117 dPa.s jika dibandingkan dengan viskositas pada pertalite dalam rentang 0,0650-0,20 dPa.s. Dari perbandingan karakteristik bioetanol dengan pertalite, dapat dikatakan bahwa bioetanol dan pertalite memiliki karakteristik yang berbeda. Meskipun demikian, hasil bioetanol dari masing-masing konsentrasi HCl masih belum bisa digunakan sebagai bahan bakar, karena karakteristik yang dihasilkan dari bioetanol harus memenuhi syarat mutu yang sesuai dengan standar bahan bakar.

4. Kesimpulan

Kadar etanol dari bioetanol kulit pisang kepok tertinggi didapat pada konsentrasi HCl 2% sebesar 9 % dan kadar etanol terendah didapat pada konsentrasi HCl 5% dan konsentrasi HCl 8% sebesar 0%. Kadar etanol yang dihasilkan belum memenuhi syarat mutu dan uji SNI 7390-2012 dengan nilai minimal kadar etanol sebesar 99,5%.

Kadar air bioetanol kulit pisang kepok didapat pada konsentrasi HCl 2% sebesar 70,52%, konsentrasi HCl 5% sebesar 64,78%, dan konsentrasi HCl 8% sebesar 73,77%. Kadar air bioetanol yang dihasilkan nilainya masih terbilang tinggi jika dibandingkan dengan kadar air maksimum syarat mutu dan metode uji SNI 7390-2012 yaitu sebesar 0,7%.

Densitas bioetanol kulit pisang kepok terendah didapat pada konsentrasi HCl 2% sebesar 0,9861 g/ml, kemudian konsentrasi HCl 5% sebesar 0,99225 g/ml, dan densitas tertinggi didapat pada konsentrasi HCl 8% 0,9949 g/ml. Densitas yang dihasilkan dari tiap konsentrasi HCl masih lebih tinggi nilainya daripada densitas maksimum pertalite sebesar 0,77 g/ml.

Viskositas bioetanol kulit pisang kepok terendah didapat pada konsentrasi HCl 5% sebesar 0,009982035 dPa.s, kemudian konsentrasi HCl 8% sebesar 0,01004849 dPa.s, dan viskositas tertinggi didapatkan pada konsentrasi HCl 2% sebesar 0,010768212 dPa.s. Viskositas yang didapatkan lebih rendah nilainya jika dibandingkan dengan viskositas minimal pertalite sebesar 0,065 dPa.s.

Dari hasil penelitian didapatkan karakteristik bioetanol terbaik didapatkan pada konsentrasi HCl 2% dengan kadar etanol sebesar 9%, kadar air sebesar 70,52 %, densitas sebesar 0,9861 g/ml, dan viskositas sebesar 0,010768212 dPa.s. Berdasarkan perbandingan antara bioetanol kulit pisang kepok dengan pertalite, karakteristik bioetanol yang dihasilkan memiliki perbedaan yang dikarenakan antara karakteristik bioetanol berbeda dengan karakteristik pertalite.

Daftar Pustaka

- [1] S. Y. M. Nggai, S. M. D. Kolo, dan Y. Sine, "Pengaruh Perlakuan Awal Hidrolisis Ampas Sorgum (*Sorghum Bicolor L.*) terhadap Fermentasi untuk Produksi Bioetanol sebagai Energi Terbarukan," *ALCHEMY J. Chem.*, vol. 10, no. 2, hal. 33–40, 2022.
- [2] S. M. D. Kolo, N. M. Obenu, dan M. Y. C. Tuas, "PENGARUH PRETREATMENT MAKROALGA *ULVA RETICULATA* MENGGUNAKAN MICROWAVE IRRADIATION UNTUK PRODUKSI BIOETANOL," *J. Kim. (JOURNAL Chem.)*, vol. 16, no. 2, hal. 212–219, 2022, doi: <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2022.v16.i02.p12>.

- [3] C. Sindhuwati *et al.*, “Review : Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Metode Fed Batch pada Proses Hidrolisis,” *J. Tek. Kim. dan Lingkungan.*, vol. 5, no. 2, hal. 128–144, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.224>.
- [4] G. O. Donuata, F. K. Y. Serangmo, dan I. Gauru, “PEMBUATAN BIOETANOL SKALA LABORATORIUM SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF UNTUK PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN DARI BAHAN BAKU SERBUK KULIT PISANG KEPOK (MUSA PARADISIACA FORMATYPICA),” *JTM-Jurnal Tek. Mesin*, vol. 2, no. 2, hal. 47–52, 2019.
- [5] S. Ardhiyany, “Pengaruh Penambahan Ragi Terhadap Kadar Alkohol Pada Proses Pembuatan Bioethanol Dari Kulit Pisang,” *J. Tek. Patra Akad.*, vol. 10, no. 01, hal. 13–19, 2019, doi: 10.52506/jtpa.v10i01.82.
- [6] F. B. Amtiran, I. Gauru, dan F. K. Y. Serangmo, “PEMBUATAN BIOETANOL SKALA LABORATORIUM SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF UNTUK PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN DARI BAHAN BAKU SERBUK BUAH BIDARA (ZIZIPHUS MAURITIANA),” *J. Tek. Mesin*, vol. 2, no. 1, hal. 1–6, 2019.
- [7] A. Ahmad, S. R. Muria, dan Rahani, “Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida (HCl) Pada Hidrolisis dan Waktu Fermentasi Terhadap Limbah Padat Sagu Menjadi Bioetanol,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Kim. “Kejuangan” Pengemb. Teknol. Kim. untuk Pengolah. Sumber Daya Alam Indones.*, no. April, hal. J10-1-J10-7, 2020.
- [8] Herdini, G. Rohpanae, dan V. Hadi, “PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT PETAI (PARKIA SPECIOSA HASSK) MENGGUNAKAN METODE HIDROLISIS ASAM DAN FERMENTASI SACCHAROMYCES CEREVISIAE,” *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, hal. 119–128, 2020, doi: <http://doi.org/10.37373/tekno.v%vi%i.9>.
- [9] N. Herawati, K. A. Roni, S. Fransiska, dan Rifdah, “PEMBUATAN BIOETANOL DARI RUMPUT GAJAH DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM,” vol. 6, no. 1, hal. 35–51, 2021.
- [10] Cengristama dan Tarmiji, “PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT PISANG RAJA (Musa sapientum) DENGAN VARIASI PENAMBAHAN STARTER DAN WAKTU FERMENTASI,” *TEDC*, vol. 17, no. 1, hal. 49–54, 2023.
- [11] M. A. Riza, Azhari, S. Bahri, I. Ibrahim, dan Suryati, “PRODUKSI BIOETANOL DARI NIRA AREN MELALUI PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN RAGI ROTI,” *Chem. Eng. J. Storate*, vol. 3, no. 2, hal. 236–246, 2023, doi: <https://doi.org/10.29103/cejs.v3i2.9891>.
- [12] A. S. W. Ningrum, V. Liani, dan A. R. Widyasti, “PENGARUH VARIASI ASAM DALAM FERMENTASI BIOMASSA BERBAHAN BAKU ALGA Spirogyra sp. TERHADAP KADAR ETANOL,” *PELITA*, vol. XI, no. 2, hal. 21–32, 2016.
- [13] D. Utari, A. H. Daulay, dan Masthura, “Optimasi Waktu Fermentasi Untuk Peningkatan Kualitas Bioetanol Dari Limbah Ampas Tebu,” *J. Redoks*, vol. 9, no. 1, hal. 17–22, 2024, doi: 10.31851/redoks.v9i1.14160.
- [14] D. Sulaiman, S. Syahdan, dan S. M. Ulva, “ANALISIS UJI KARAKTERISTIK BIOETANOL DARI PISANG HUTAN TERHADAP VARIASI MASSA RAGI,” *J. Kumparan Fis.*, vol. 4, no. 3, hal. 169–176, 2021.
- [15] H. S. Tira, I. M. Mara, Z. Zulfitri, dan M. Mirmanto, “Uji sifat fisik dan kimia bioetanol dari jagung (*Zea mays* L) H.S.,” *Din. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 2, hal. 77–82, 2018, doi: 10.29303/dtm.v8i2.231.