



# PEMBUATAN BIOETANOL DARI JERAMI PADI (*Oryza sativa* L) MELALUI PROSES HIDROLISIS DAN FERMENTASI (PRODUCTION OF BIOETHANOL FROM RICE STRAW (*Oryza sativa* L) THROUGH HYDROLYSIS AND FERMENTATION PROCESS)

Sri Ayu Hafid<sup>1</sup>, Nurhajawarsi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prodi Kimia, Universitas Islam Makassar<sup>1</sup>, Makassar, 90245, email: [srihafied@gmail.com](mailto:srihafied@gmail.com)

<sup>2</sup>Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng<sup>2</sup>, Bantaeng, 92461

## ABSTRAK

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan bioetanol dari jerami padi melalui tahap pendahuluan, delignifikasi, hidrolisis, fermentasi, dan pemurniaan. Ukuran partikel jerami padi yang digunakan adalah 40 mesh dan 100 mesh dengan variasi waktu fermentasi 3 dan 6 hari. Hasil analisis menggunakan *Gas Chromatography* (GC) diperoleh kadar bioetanol untuk ukuran partikel 40 mesh dengan waktu fermentasi 3 hari yaitu 0,03%, ukuran partikel 40 mesh dengan waktu fermentasi 6 hari yaitu 0,02%, ukuran partikel 100 mesh dengan waktu fermentasi 3 hari yaitu 0,15%, dan ukuran partikel 100 mesh dengan waktu fermentasi 6 hari yaitu 0,12%. Mengacu pada SNI 7390:2008 etanol dari jerami padi pada penelitian ini belum dapat digunakan sebagai bahan bakar.

**Kata Kunci:** *Bioetanol; delignifikasi; hidrolisis; fermentasi; jerami padi*

## ABSTRACT

In this study, the production of bioethanol from rice straw was carried out through the following stage preliminary, delignification, hydrolysis, fermentation, and purification. The particle sizes of rice straw used were 40 mesh and 100 mesh with fermentation times of 3 and 6 days. The results of analysis using *Gas Chromatography* (GC) showed that the ethanol content for 40 mesh particle with a fermentation time of 3 days was 0,03%, 40 mesh particles with fermentation time of 6 days was 0,02%, 100 mesh particles with fermentation time of 3 days was 0,15%, and 100 mesh particles with fermentation time of 6 days is 0,12%. Based on SNI 7390:2008, the ethanol from rice straw in this study is not yet suitable for use as fuel.

**Keywords:** *Bioethanol; delignification; hydrolysis; fermentation; rice straw.*

## PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah penduduk dan kemajuan teknologi transportasi memberikan dampak pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Sementara itu, ketersediaan minyak bumi semakin hari semakin mengalami penurunan. Pada umumnya, bahan bakar yang digunakan merupakan bahan bakar yang terbuat dari fosil yang tidak dapat diperbaharui sehingga semakin lama akan terus berkurang atau bahkan habis. Penggunaan bahan bakar fosil ini juga turut menyumbang emisi CO<sub>2</sub> yang mengakibatkan pemanasan global dan



perubahan iklim. Oleh sebab itu, diperlukan sumber energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar minyak, yang tentunya terbarukan dan ramah lingkungan. Energi alternatif yang berasal dari biomassa adalah salah satu sumber energi terbarukan yang dapat didorong untuk digunakan. Menurut Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, pemerintah telah merencanakan untuk menggunakan biomassa sebagai sumber energi alternatif untuk mengatasi krisis energi.

Salah satu bahan bakar alternatif non-fosil adalah bioetanol, yang dibuat dengan fermentasi biomassa oleh mikroorganisme. Etil alkohol ( $C_2H_5OH$ ), juga dikenal sebagai etanol, adalah cairan tak berwarna dengan beberapa karakteristik. Ini mudah menguap, mudah terbakar, dapat larut dalam air, dapat terurai secara biologis, dan memiliki tingkat toksisitas yang rendah. Selain itu, kebocorannya tidak menyebabkan polusi udara yang signifikan (Faizall et al., 2011). Dibandingkan dengan bahan bakar minyak (BBM), bioetanol memiliki beberapa keunggulan. Beberapa di antaranya adalah kandungan oksigen yang lebih tinggi (35%) yang memungkinkan pembakaran yang sempurna, nilai oktan yang lebih tinggi (118), dan menjadi bahan bakar yang lebih ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas  $CO_2$  yang lebih rendah (19–25%) (Fadilah Azzahra, 2021).

Pengembangan bioetanol sebagai salah satu energi alternatif sangat berpotensi untuk diterapkan di Indonesia. Etanol dibuat dari tanaman yang mengandung karbohidrat, glukosa, dan selulosa yang dapat diperbaharui, yang sangat berpotensi untuk menggantikan minyak bumi. Biomassa berselulosa dari limbah pertanian adalah bahan alternatif untuk membuat bioetanol. Jerami padi, yang juga dikenal sebagai limbah tanaman padi, adalah tanaman berselulosa yang hanya tersisa batang dan daunnya setelah diambil buah atau gabahnya. Ini adalah salah satu limbah pertanian di Indonesia yang masih belum termanfaatkan sepenuhnya dan hanya menjadi pengotor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2023 Indonesia termasuk negara penghasil beras terbesar kelima di dunia sebesar 53,63 juta ton GKG dengan luas panen padi 10,79 juta hektar.

Secara kuantitas, rata-rata jerami padi yang dihasilkan adalah 1,5 ton perhektar. Jerami padi memiliki kandungan selulosa sebesar 37-41%, hemiselulosa 25-30%, dan lignin 15-24% (Sudiyani & Aiman, 2019.)

Berdasarkan penelitian Mahardhika et al., (2018) menyatakan kadar bioetanol jerami padi melalui proses hidrolisis dan fermentasi tertinggi yang dihasilkan sebesar 4%. Hendrawan et al., (2017) melakukan penelitian menggunakan proses hidrolisis dan fermentasi menyatakan hidrolisat dengan pH 4 dan suhu fermentasi  $36^\circ C$  menghasilkan kadar etanol sebesar 0,1352%. Penelitian Setiawan & Kusumo (2015) menyatakan waktu optimum fermentasi serbuk jerami padi yaitu pada fermentasi selama 6 hari dengan kadar bioetanol sebesar 1,78%. Hayuningtyas (2014) melakukan penelitian menggunakan proses hidrolisis asam dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* menyatakan waktu fermentasi yang optimum adalah 5 hari yang menghasilkan kadar bioetanol paling tinggi yaitu 8,96%. Andayana et al. (2014) menemukan bahwa dengan menggunakan berat jerami padi sebesar 50 gram dan starter *Saccharomyces cerevisiae* sebesar 12% larutan, proses fermentasi berlangsung selama 7 hari dan menghasilkan etanol sebesar 12,89%. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa jerami padi dapat digunakan sebagai pengganti untuk membuat bioetanol.

Saat ini jerami padi masih belum termanfaatkan secara optimal. Jerami biasanya hanya diberikan untuk pakan ternak, dan sisanya dibakar atau membusuk. Jerami padi mengandung



glukosa, selulosa, dan pati yang cukup tinggi. Melihat ketersediaan jerami padi yang cukup melimpah, terutama sebagai limbah pertanian serta potensi kandungan selulosa jerami padi yang besar maka penulis ingin melakukan penelitian pembuatan bioetanol melalui proses hidrolisis dan fermentasi menggunakan ragi dengan variasi ukuran partikel dan waktu fermentasi. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kadar etanol serta sifat fisik bioetanol, seperti uji warna, uji bau, densitas, dan viskositas.

## **METODE**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Gas Chromathography-Flame Ionization Detector (GC-FID) Shimadzu 2010, neraca analitik, erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, labu ukur, piknometer, batang pengaduk, magnetik stirrer, viskometer, termometer, cawan petri, oven, hotplate, inkubator, rotary evaporator, corong, blender, statif dan klem, pipet tetes, stopwatch, gegap besi, ayakan No. 40 mesh, ayakan No. 100 mesh, spatula, bulb, dan wadah sampel. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu jerami padi, asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), ammonium sulfat  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ , urea  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , ragi instant merek Fermipan, urea, aquadest, aluminium foil, indikator universal dan kertas saring.

Beberapa langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **Tahap Pendahuluan**

Jerami padi dipotong menjadi potongan yang lebih kecil, dicuci dengan air mengalir, dan kemudian dikeringkan dengan sinar matahari. Jerami yang sudah kering selanjutnya dipotong kecil-kecil kemudian dihaluskan dengan blender. Setelah itu, jerami padi dimasukkan ke dalam oven selama empat jam pada suhu 60 derajat Celcius. Selanjutnya, mengayak menggunakan ayakan 40 mesh dan 100 mesh. Kemudian, bubuk jerami yang keluar dari ayakan digunakan sebagai sampel untuk langkah berikutnya.

### **Tahap Delignifikasi**

Dilegnifikasi dilakukan dengan menimbang 200 gram serbuk jerami padi dan kemudian menambah 10% NaOH dan 750 mL aquadest ke dalam gelas kimia. Kemudian, dipanaskan dan dicampur dengan spatula selama 1,5 jam pada suhu 80 °C. Setelah itu, larutan dipisahkan dengan menyaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya, air dipanaskan sampai pH 7 pada serbuk jerami padi, dan residu dikeringkan pada oven pada suhu 105 °C selama dua jam dan didinginkan dalam desikator selama satu jam. Tahap berikutnya menggunakan sampel hasil dari proses ini.

### **Tahap Hidrolisis**

Setelah delignifikasi selesai, 20 gram sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan dengan larutan HCl 14% sebanyak 200 mililiter. Kemudian, sampel dipanaskan selama dua jam pada suhu 100 derajat Celcius. Setelah proses hidrolisis selesai, larutan tersebut disaring dengan kertas saring. Filtrat yang diperoleh digunakan untuk tahap selanjutnya

### **Tahap Fermentasi**

Setelah filtrat yang dihasilkan dari hidrolisis diambil dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer untuk mengukur pH larutan, proses fermentasi dimulai. Selanjutnya larutan tersebut ditambahkan NaOH 6 M hingga pH larutan menjadi pH 4-5. Larutan tersebut kemudian ditambahkan 7 gram  $(\text{NH}_4)\text{OH}$  dan 7 gram urea. Sampel dipasteurisasi dengan suhu 80°C selama 15 menit lalu didinginkan. Kemudian menambahkan 7 gram ragi (*Saccharomyces cereviceae*). Setelah itu menutup



rapat erlenmeyer dengan sumbat karet lalu membungkus dengan aluminium foil. Sampel di fermentasi dengan variasi waktu 3 dan 6 hari pada inkubator alami dengan suhu 29-30°C. Setelah proses fermentasi selesai, menyaring sampel menggunakan kertas saring lalu mengambil fitratnya untuk tahapan selanjutnya.

#### **Tahap Pemisahan**

Proses pemisahan menggunakan alat *rotary evaporator*. Proses evaporasi dilakukan dengan memasukkan hasil fermentasi ke dalam erlenmeyer asah dan dipasang pada alat evaporator. Pada proses ini dilakukan pada suhu 60°C sesuai dengan SOP alat. Sampel bioetanol hasil pemurnian siap dianalisis.

#### **Analisis dengan GC**

Analisis kadar etanol dilakukan dengan menggunakan *Gas Chromatography-Flame Ionization Detector (GC-FID)* Shimadzu 2010. Proses analisis dilakukan dengan menyiapkan sampel dan larutan baku yang telah diketahui konsentrasinya. Selanjutnya *Running* alat, dengan kondisi suhu maksimum 200°C dan jenis detektor FID (*Flame Ionization Detector*). Tekanan diatur manometer pada tabung sebesar 3,5 kg/cm kemudian kecepatan gas pembawa (Helium) diatur ke kanan atau ke kiri sebesar 300 mL/min. Selanjutnya disuntikkan larutan baku minimal 1 µL etanol menggunakan *syringe*. Setelah proses analisis selesai, puncak etanol muncul pada kromatogram. Integrator akan menulis hasil analisis dalam laporan yang terdiri dari RT (waktu retensi), AREA (luas puncak), TYPE (tipe puncak), dan AREA% (persen senyawa dalam larutan). Selanjutnya dilakukan analisis sampel minimal 1 µL etanol dengan prosedur yang sama untuk membuat kromatogramnya. Kromatogram larutan baku dan larutan sampel dibandingkan untuk menentukan konsentrasi sampel (Faizall et al., 2011).

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel berikut menunjukkan hasil penelitian yang dilakukan untuk menentukan kadar bioetanol dalam penelitian ini.

**Tabel 1.** Kadar bioetanol variasi ukuran partikel dan waktu fermentasi

Sampel Bioetanol	Ukuran Sampel/Waktu Fermentasi	Waktu Retensi (Menit)	Area	Kadar etanol (%)	SNI (%)	Memenuhi/Tidak Memenuhi
1	40 Mesh 3 Hari	4.873	18360	0,03		Tidak Memenuhi
2	40 Mesh 6 Hari	4.889	11296	0,02	94,0-	Tidak Memenuhi
3	100 Mesh 3 Hari	4.872	78153	0,15	99,5	Tidak Memenuhi
4	100 Mesh 6 Hari	4.870	62151	0,12		Tidak Memenuhi
Blanko	Etanol	4.872	26368424	50		

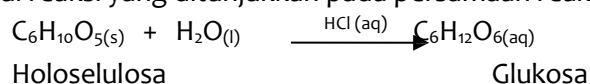
Sebagai hasil dari persiapan sampel, serbuk jerami padi berwarna coklat muda berukuran empat puluh mesh dan seratus mesh yang akan digunakan untuk proses delignifikasi. Variasi ukuran partikel jerami padi dilakukan untuk membandingkan pengaruh ukuran partikel terhadap kadar etanol yang dihasilkan karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan.

Karena jerami padi adalah biomassa yang mengandung lignin dan hemiselulosa, lignin harus dihilangkan terlebih dahulu untuk mengisolasi selulosa, yang kemudian dilanjutkan dengan tahap hidrolisis. Pembebasan lignin dari suatu bahan kompleks disebut delignifikasi (Ariyani et al.,

2013). Dalam proses delignifikasi, larutan NaOH 10% digunakan karena larutan ini memiliki kemampuan untuk menyerang dan merusak struktur lignin, melarutkan lignin dan hemiselulosa, dan mendorong perkembangan struktur selulosa, yang memungkinkan pemisahan selulosa dari jaringan. Konsentrasi 10% larutan NaOH ideal untuk memecahkan lignin, selulosa, hemiselulosa, dan bahan lainnya (erna et al., 2016). Ion hidroksida (OH<sup>-</sup>) dari NaOH akan memutuskan ikatan di struktur dasar lignin, dan ion natrium (Na<sup>+</sup>) akan berikatan dengan lignin untuk membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini mudah larut. Lignin yang terlarut memiliki warna hitam pada larutan yang disebut lindi hitam (*black liquor*).

Setelah tahap delignifikasi, residu dicuci dengan aquades pada suhu 100 °C sampai pHnya mencapai 7. Selanjutnya, serbuk jerami padi ditralkan. Setelah itu, serbuk jerami padi dikeringkan selama dua jam dalam oven pada suhu 105 °C. Selama proses delignifikasi, warna padi berubah dari coklat muda menjadi coklat tua, dan berat serbuk jerami padi turun dari 200 gram menjadi 117 gram untuk ukuran partikel 40 mesh dan dari 200 gram menjadi 96 gram untuk ukuran partikel 100 mesh. Dalam proses pencucian sebelum tahap hidrolisis, serbuk jerami padi keluar dari saringan dan kandungan air hilang saat dikeringkan di oven. Akibatnya, massa serbuk jerami padi lebih ringan.

Setelah delignifikasi, serbuk jerami padi dihidrolisis untuk mendapatkan glukosa. Proses ini menggunakan asam klorida (HCl) sebagai katalis, dan tujuan penambahan katalis adalah untuk membuat senyawa lebih cepat terurai, mempercepat laju reaksi, dan memotong rantai panjang hemiselulosa menjadi rantai pendek oligomer yang kemudian menjadi monumer gula. Dengan konsentrasi asam klorida 14%, serat jerami padi dihidrolisis menjadi glukosa. Ini adalah konsentrasi asam terbaik untuk proses ini (Ariyani et al., 2013). Gugus H<sup>+</sup> dari HCl akan mengubah serat jerami menjadi gugus radikal bebas selama proses hidrolisis ini. Gugus radikal bebas ini kemudian akan berikatan dengan gugus OH<sup>-</sup> dari molekul air, menyebabkan reaksi yang menghasilkan glukosa. Pada tahap hidrolisis, selulosa dan hemiselulosa, atau holoselulosa, diubah menjadi gula sederhana melalui reaksi yang ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut.

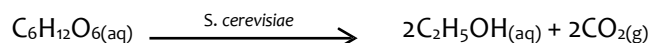


Hasil hidrolisis mengalami beberapa perubahan fisik. Warna larutan berubah dari coklat muda menjadi coklat tua, larutan menjadi lebih kental dan tidak ada gumpalan serbuk di dalamnya, dan volume larutan turun dari 200 mL menjadi 125 mL. Perubahan ini terjadi karena senyawa yang ada di dalam jerami padi telah terurai dan homogen. Sebuah filtrat berwarna coklat tua menunjukkan degradasi sempurna hemiselulosa dan selulosa menjadi glukosa, yang menyebabkan perubahan warna ini.

Proses selanjutnya adalah fermentasi menggunakan ragi *Saccaromyces cereviceae*, sumber mikroorganisme yang menghasilkan etanol. Sebelum fermentasi dimulai, pH filtrat yang dihasilkan dari hidrolisis diatur menjadi pH 4-5 dengan menambah larutan NaOH. Karena *Saccaromyces cereviceae* membutuhkan media dan lingkungan yang tepat untuk pertumbuhan dan perkembangan, pengaturan pH dilakukan. *Saccaromyces cereviceae* dapat tumbuh dengan baik pada pH 2,9–8,5, dengan pH ideal adalah 4-5. Jika pH kurang dari 4, proses fermentasi akan lebih lambat, dan jika pH lebih dari 5, adaptasi ragi dalam ekstrak akan lebih rendah (Retnowati & Sutanti, 2009). Selama proses fermentasi, sampel diberikan 7 gram urea dan ammonium sulfat sebagai nutrisi. Untuk meningkatkan daya simpan larutan dan membunuh mikroba yang dapat



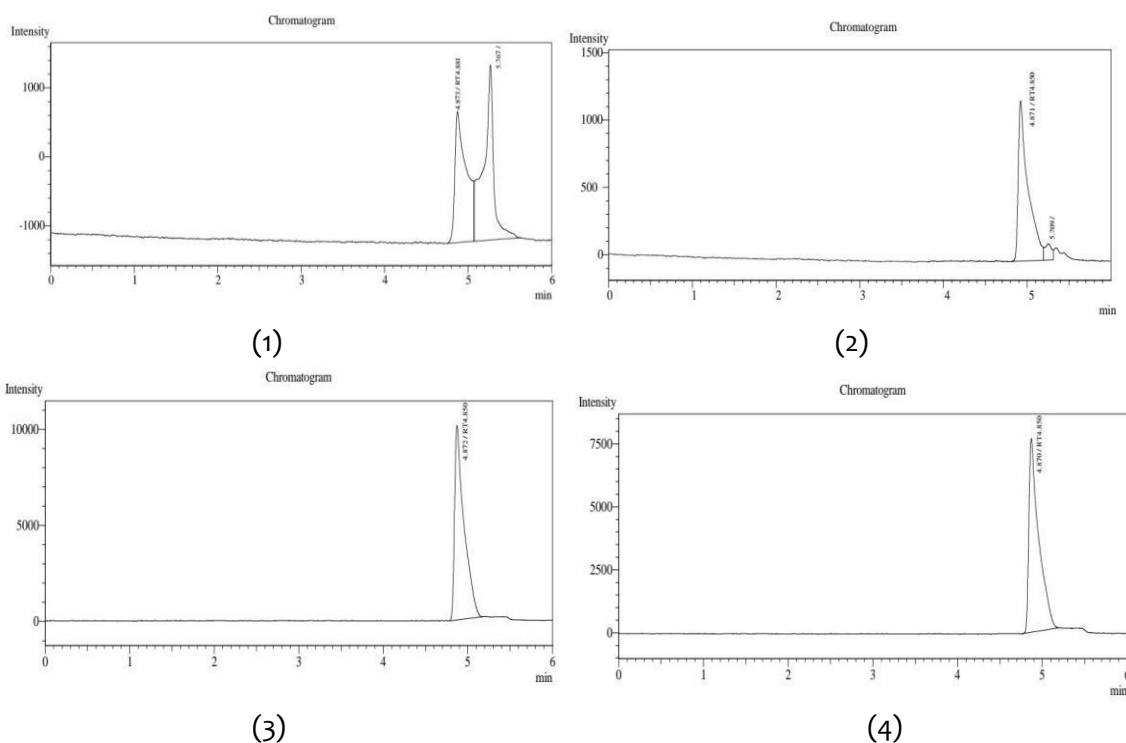
mengkontaminasi, sampel dipasteurisasi selama lima belas menit pada suhu 80 derajat Celcius. Proses fermentasi dilakukan dalam inkubator alami pada suhu 29–30 °C selama tiga hingga enam hari. Selama proses fermentasi, terjadi reaksi yang menghasilkan etanol, yang digambarkan sebagai berikut.



Setelah proses fermentasi selesai, cairan yang awalnya berwarna coklat berubah menjadi kuning kecoklatan dan terbentuk dua lapisan cairan di bagian atas dan endapan lumpur berwarna coklat tua di bagian bawah. Proses pemisahan etanol dengan pengotor menyebabkan pembentukan dua lapisan tersebut. Sebelum proses pemurnian dengan evaporator, cairan disaring untuk membedakannya dari endapan. Pemurnian bioetanol dari sampel dilakukan dengan menggunakan rotary evaporator. Proses ini dilakukan untuk mengambil etanol dari hasil fermentasi. Proses pemisahan dilakukan pada suhu 79 derajat Celcius untuk membedakan cairan dari campuran sesuai dengan titik didihnya. Etanol menguap pertama karena titik didihnya yang rendah, 78,3 derajat Celcius, dibandingkan dengan pelarut seperti air, yang memiliki titik didih 100 derajat Celcius (Ariyani et al., 2013). Hasil pemurnian dengan evaporator selanjutnya dilakukan analisis kualitas bioetanol.

### 1. Kadar Etanol

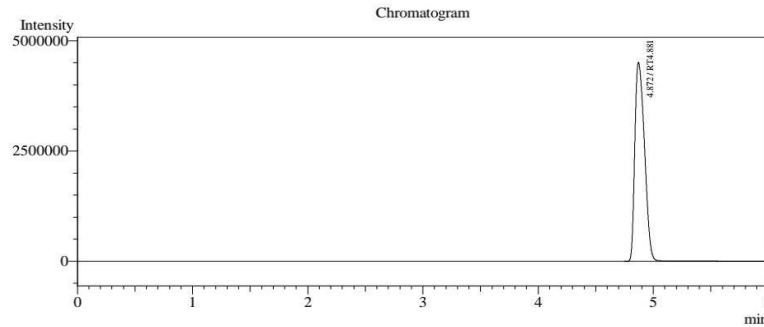
Hasil pemurnian dengan evaporator kemudian dianalisis menggunakan kromatografi gas. Kromatogram GC bioetanol dari jerami padi dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 1.** Kromatogram GC bioetanol dari jerami padi (1) 40 mesh 3 hari, (2) 40 mesh 6 hari, (3) 100 mesh 3 hari, dan (4) 100 mesh 6 hari.

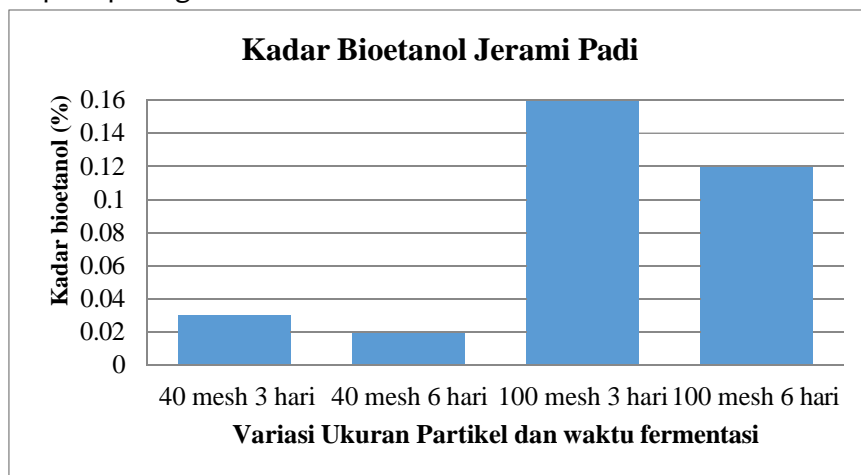


Dengan membandingkan luas area kromatogram sampel dengan kromatogram etanol normal, hasil kromatogram GC bioetanol dari jerami padi akan digunakan untuk menghitung jumlah bioetanol yang dihasilkan dari setiap variasi ukuran partikel dan waktu fermentasi. Kromatogram etanol standar dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.** Kromatogram GC etanol

Luas area kromatogram dan kadar bioetanol hasil analisis menggunakan kromatogram GC dapat dilihat pada tabel 1. Berdasarkan hasil perhitungan kadar bioetanol, didapatkan perbandingan seperti pada gambar berikut.



**Gambar 3.** Perbandingan kadar bioetanol pada variasi ukuran partikel dan waktu fermentasi

Gambar 3 menunjukkan ukuran partikel dan waktu fermentasi mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan. Kadar bioetanol tertinggi didapatkan pada waktu fermentasi 3 hari dengan ukuran partikel 100 mesh yaitu 0,15%. Ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Pada ukuran partikel 100 mesh menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran partikel 40 mesh. Hal tersebut terjadi karena semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan dari sampel sehingga saat proses hidrolisis glukosa yang dihasilkan lebih banyak. Variasi waktu fermentasi pula berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Semakin lama fermentasi berlangsung, semakin sedikit etanol yang dihasilkan. Pada usia enam hari, karena aktifitas mikroba yang menurun selama proses fermentasi, kadar etanol yang dihasilkan menurun.

Kadar bioetanol yang dihasilkan dari jerami padi dengan variasi ukuran partikel dan waktu fermentasi pada tabel 1 masih sangat rendah dan tidak memenuhi persyaratan SNI sebagai bahan bakar alternatif. Jika mengacu pada standar SNI 7390:2008 yang menyatakan bahwa kadar etanol



minimum yang digunakan sebagai bahan bakar jenis bioetanol sebesar 94,0-99,5% (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Etanol dari jerami padi masih perlu pengembangan metode untuk mendapat kadar yang lebih tinggi agar dapat dijadikan sebagai bahan bakar.

## 2. Karakteristik sifat fisika bioetanol dari jerami padi

Sifat fisika seperti penampakan warna, bau, densitas, dan viskositas diperoleh dari bioetanol yang dihasilkan dari jerami padi.

### a. Warna dan Bau

Hasil analisis warna dan bau disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Warna dan bau bioetanol

Sampel Bioetanol	Ukuran Sampel/Waktu Fermentasi	Warna	Bau
1	40 Mesh 3 hari	Jernih dan terang, tidak terdapat endapan	Berbau khas etanol namun tidak kuat, tidak asam.
2	40 mesh 6 hari	Jernih dan terang, tidak terdapat endapan	Berbau khas etanol namun tidak kuat, tidak asam.
3	100 mesh 3 hari	Jernih dan terang, tidak terdapat endapan	Berbau khas etanol namun tidak kuat, tidak asam.
4	100 mesh 6 hari	Jernih dan terang, tidak terdapat endapan	Berbau khas etanol namun tidak kuat, tidak asam.

Tabel 2 menunjukkan hasil uji warna dan bau pada bioetanol jerami padi. Warna bioetanol dari jerami padi yang dihasilkan jernih, terang serta tidak terdapat endapan. Hal ini memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI 7390:2008) untuk kualitas bioetanol yang dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar. Sedangkan, bau yang dihasilkan tidak asam dan berbau khas etanol namun tidak kuat. Bau yang dihasilkan tidak sesuai dengan SNI standar kualitas bioetanol SNI 7390:2008 . Hal tersebut disebabkan karena kadar etanol yang terkandung pada bioetanol jerami padi sangat rendah sehingga bau yang dihasilkan tidak terlalu menimbulkan bau khas etanol atau tidak kuat.

### b. Densitas dan Viskositas

Hasil analisis densitas dan viskositas disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Densitas dan viskositas bioetanol

Sampel Bioetanol	Ukuran Sampel/Waktu Fermentasi	Suhu Bioetanol	Densitas (g/mL)		Viskositas (cP)	
			H	SNI	H	SNI
1	40 mesh 3 hari (Simplo)	25°C	0,9889		0,7478	
	40 mesh 3 hari (Duplo)	25°C	0,9889		0,7337	
	40 mesh 3 hari (Triplo)	25°C	0,9887	0,7871-	0,7406	
2	40 mesh 6 hari (Simplo)	25°C	0,9932	0,7896	0,7228	1,17 (20°C)
	40 mesh 6 hari (Duplo)	25°C	0,9933	(25°C)	0,7299	
	40 mesh 6 hari (Triplo)	25°C	0,9935		0,7230	
3	100 mesh 3 hari (Simplo)	25°C	0,9689		0,7949	



	100 mesh 3 hari (Duplo)	25°C	0,9688	0,7879
	100 mesh 3 hari (Triplo)	25°C	0,9690	0,8019
	100 mesh 6 hari (Simplo)	25°C	0,9796	0,7688
4	100 mesh 6 hari (Duplo)	25°C	0,9797	0,7758
	100 mesh 6 hari (Triplo)	25°C	0,9798	0,7619

Hasil pengukuran densitas bioetanol dari jerami padi yang paling kecil adalah sampel bioetanol 3 dengan ukuran partikel 100 mesh dan waktu fermentasi 3 hari yaitu 0,9689 g/mL (simplo), 100 mesh 3 hari yaitu 0,9688 g/mL (duplo) dan 100 mesh 3 hari yaitu 0,9690 g/mL (triplo). Berdasarkan tabel 3 ukuran partikel dan waktu fermentasi juga mempengaruhi hasil pengukuran densitas. Sesuai dengan SNI 7390 tahun 2008, densitas bioetanol pada suhu 25 °C 0,7871-0,7896 g/mL, tidak memenuhi standar kualitas bioetanol. Hal ini diduga dapat disebabkan karena terdapat senyawa lain yang terkandung dalam bioetanol yaitu air karena densitas yang dihasilkan mendekati densitas air yaitu 1 g/mL. Selain itu, densitas bioetanol yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan SNI bioetanol karena konsentrasi bioetanol yang dihasilkan sangat rendah sehingga massa jenis yang dihasilkan tidak memenuhi standar kualitas bioetanol sebagai campuran bahan bakar alternatif.

Sedangkan, hasil viskositas bioetanol dari jerami padi yang paling tinggi adalah sampel bioetanol 3 dengan ukuran partikel 100 mesh dan waktu fermentasi 3 hari yaitu 0,7949 cP (simplo), 100 mesh 3 hari yaitu 0,7879 cP (duplo) dan 100 mesh 3 hari yaitu 0,8019 cP (triplo). Berdasarkan tabel 3 ukuran partikel dan waktu fermentasi juga mempengaruhi hasil pengukuran viskositas. Hasil uji viskositas bioetanol dari jerami padi tidak memenuhi standar kualitas bioetanol sesuai dengan SNI 7390 tahun 2008 yaitu pada suhu 20°C viskositas bioetanol 1,17 cP. Hal ini terjadi disebabkan karena beberapa faktor yaitu:

1. Suhu bioetanol yang dihasilkan untuk pengukuran viskositas adalah 25°C sedangkan suhu bioetanol untuk pengukuran viskositas berdasarkan standar kualitas bioetanol adalah 20°C. Suhu yang tinggi menyebabkan gerakan partikel-partikel cairan semakin cepat sehingga kekentalan bioetanol menurun dan menyebabkan viskositas menjadi lebih rendah.
2. Konsentrasi bioetanol yang diperoleh sangat rendah dilihat dari hasil uji kadar bioetanol dengan menggunakan GC. Konsentrasi larutan menyatakan banyak partikel zat yang terlarut tiap satuan volume. Semakin banyak partikel yang terlarut, gesekan antar partikel semakin tinggi dan viskositasnya semakin tinggi pula.
3. Bioetanol yang dihasilkan memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan SNI bioetanol, dan karena viskositas larutan bergantung pada massa jenisnya, bioetanol yang dihasilkan lebih encer daripada standar kualitas bioetanol.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil uji kadar bioetanol dari jerami padi untuk ukuran partikel 40 mesh dengan waktu fermentasi 3 hari yaitu 0,03%, ukuran partikel 40 mesh dengan waktu fermentasi 6 hari yaitu 0,02%, ukuran partikel 100 mesh dengan waktu fermentasi 3 hari yaitu 0,15%, dan ukuran partikel 100 mesh dengan waktu fermentasi 6 hari yaitu 0,12%. Bioetanol dari jerami padi belum memenuhi SNI 7390:2008 yaitu kadar etanol minimum yang digunakan sebagai bahan bakar jenis bioetanol sebesar 94,0-99,5%. Menurut

SNI 7390:2008, kadar etanol dan sifat fisika bioetanol dari jerami padi dalam penelitian ini tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar.

## SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan proses lignifikasi dengan lebih baik dan menggunakan inkubator yang stabil menjaga suhu agar hasil fermentasi menjadi maksimal dan perolehan etanol dapat lebih baik dari segi kuantitas maupun kualitas.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Zainal Abidin, M.Si dan Nurhajawarsi, M.Si selaku pembimbing yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andayana, Y. (2014). Pembuatan Ethanol Dari Jerami Padi dengan Proses Hidrolisis dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 8(2), 54-56.
- Ariyani, E., Kusumo, E., & Supartono, D. (2013). Produksi Bioetanol Dari Jerami Padi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(2), 168-171.
- Badan Pusat Statistik. (2020). Produksi Padi Indonesia. <https://www.bps.go.id>. Diakses pada tanggal 03 Januari 2023.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008). Standar Nasional Indonesia Spesifikasi Uji Bioetanol. SNI 7390:2008.
- Erna, E., Said, I., & Hengky Abram, P. (2016). Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(3), 121-126.
- Fadilah Azzahra, R. (2021). Review Artikel Produksi Bioetanol Berbahan Dasar Limbah Kulit Kopi sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Kinetika*, 12(02), 58-63.
- Faizall, M., Fitriani Ariko, M., Iw Yogamina, D., & Teknik Kimia, Jurusan. (2011, Maret). Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi TKKS yang Didelignifikasi dengan Asam Sulfat dan NaOH untuk Produksi Etanol. *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3*. Palembang.
- Hendrawan, Y., Hadi Sumarlan, S., & Puspita Rani, C. (2017). Pengaruh Ph dan Suhu Fermentasi Terhadap Produksi Etanol Hasil Hidrolisis Jerami Padi. In *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5(1), 1-3.
- Retno, D. & Sutanti, R. (2009). *Pemanfaatan Limbah Padat Ampas Singkong dan Lindur Sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol*. Skripsi. Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Mahardhika, K., Puspitasari, D., Suwandi, D., Si, M., & Bharata, H. A. (2018). Proses Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi dengan Metode SSF Delignifikasi Asam dan Metode SHF. *Proceeding of Engineering*, 5(1), 1-4.

- 
- Hayuningtyas, Sri K., Sunarto, S., & Lusi Arum Sari. (2014). Produk bioetanol dari jerami padi (*Oryza sativa*) melalui hidrolisis asam dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioteknologi*, 11(1), 1-4
- Setiawan, H., & Kusumo, E. (2015). Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi Dengan Bantuan Enzim Selulase Dari Jerami Tiram. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(2), 133-136.
- Sudiyani, Y., Aiman, S., Mansur, D. (2019). *Perkembangan Bioetanol G2 : Teknologi dan Perspektif*. Jakarta : LIPI Press.