

BIOETANOL HASIL FERMENTASI KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca*) DENGAN VARIASI RAGI MELALUI HIDROLISIS ASAM SULFAT

Bioethanol from Banana Kepok Skin Fermentation with Yeast Variations through Sulfuric Acid Hydrolysis

Hikmah, Hilda Nur Fadhillah, Muhammad Noor dan Meilana Dharma Putra*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

*e-mail: mdputra@ulm.ac.id

Abstract

Bioethanol is one of the biofuels that is present as an alternative fuel that is more environmentally friendly and renewable. This study aims to determine the effect of good temperatures in the process of hydrolysis for the manufacture of bioethanol, the effect of operating conditions for 5 days of good fermentation to produce large bioethanol and bioethanol levels produced by fermentation of banana kepok skin using yeast bread (Fermipan) and tape yeast, from both yeast to fermentation, which ones produce more bioethanol. This study of banana kepok peel dried into a powder. Banana skin powder was tested by FTIR, SEM, and XRD. The hydrolysis process with 0.5 N sulfuric acid in 500 mL with 25 grams of banana kepok peel powder. The hydrolysis process with temperature variations of 60°C, 80°C, and 100°C. The hydrolysis solution is fermented with yeast variations, namely Fermipan and yeast tape (4 grams, 8 grams, and 12 grams) with the addition of NPK 4 grams and 5 gram urea. Results glucose levels were obtained at 60°C, namely 33.0%, at 80°C, 41.2% and temperatures of 100°C, 56.0%. The results of fermentation solutions obtained by the concentration of ethanol in Fermipan with a weight of 4 grams, 8 grams and 12 grams respectively 0.264%, 0.630% and 0.786% while the concentration of ethanol in the tape yeast weighs 4 grams, 8 grams, and 12 grams successively which are 0.015%, 0.006% and 0.017%.

Keywords: Bioethanol; biofuel; kepok banana peel; hydrolysis and fermentation

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dunia akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Peningkatan kebutuhan bahan energi terutama bahan bakar fosil tersebut telah menyebabkan penurunan cadangan minyak dunia sehingga bahan bakar fosil ini menjadi semakin langka dan harganya pun meningkat secara signifikan. Di sisi lain, perkembangan industri berbahan bakar fosil telah menyebabkan dampak lingkungan dan pemanasan global (Daud et al., 2012). Besarnya angka kebutuhan impor tersebut mendorong pemerintah untuk mencari alternatif lain dalam pengembangan *biofuel*

melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi Nasional serta Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan serta pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai Bahan Bakar Lain (Dewi et al., 2015).

Saat ini sedang diusahakan secara intensif pemanfaatan bahan-bahan yang mengandung serat kasar dengan karbohidrat yang tinggi, dimana semua bahan yang mengandung karbohidrat dapat diolah menjadi bioethanol. Misalnya umbi kayu, ubi jalar, pisang, kulit pisang, dan lain-lain. Bioethanol dapat dihasilkan dari tanaman yang banyak mengandung senyawa selulosa

dengan menggunakan bantuan dari aktivitas mikroba (Tri Retno and Nuri, 2011). Bioetanol merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya terbarukan. Bioetanol (C₂H₅OH) adalah cairan dari fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol diartikan juga sebagai bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu. Bioetanol merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak premium (Setiawati et al., 2013).

Pisang dengan nama Latin *Musa paradisiaca* merupakan jenis buah-buahan tropis yang sangat banyak dihasilkan di Indonesia. Dari keseluruhan jumlah tersebut terdapat jenis buah pisang yang sering diolah dalam bentuk gorengan, salah satunya pisang kepok. Kulit dari buah pisang kepok biasanya oleh masyarakat hanya dibuang dan hal itu menjadi permasalahan limbah di alam karena akan meningkatkan keasaman tanah dan mencemarkan lingkungan (Seftian et al., 2012). Komposisi kulit pisang mengandung air sebesar 68,90% dan karbohidrat sebesar 18,50%. Karbohidrat pada kulit pisang dapat diubah menjadi etanol melalui proses hidrolisa dan fermentasi. Dengan proses ini kulit pisang dapat ditingkatkan nilai ekonomisnya (Wahyudi et al., 2011). Kulit pisang kepok digunakan karena mengandung karbohidrat. Karbohidrat tersebut diurai terlebih dahulu melalui proses hidrolisis kemudian difermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menjadi alkohol (Setiawati et al., 2013).

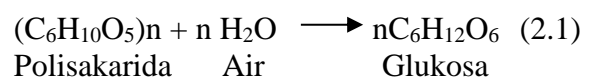
Ditinjau dari data komposisi kimiawi, kulit pisang kepok mengandung beberapa unsur kimia penting. Kandungan kulit pisang kepok tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 (Setiawati et al., 2013):

Tabel 1. Kandungan Kulit Pisang Kepok.

Unsur	Komposisi (%)
Air	69,80%
Karbohidrat	18,50%
Lemak	2,11%
Kalsium	0,32%
Protein	715 mg/100 gr
Fospor	117 mg/100 gr
Besi	0,6 mg/100 gr
Vitamin B	0,12 mg/100 gr
Vitamin C	17,5 mg/100 gr

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati. Bioetanol dapat dibuat dari biomassa yang mengandung gula, pati, atau selulosa yang telah diproses menjadi glukosa. Etanol atau etil alkohol (lebih dikenal dengan alkohol) adalah cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Secara umum, etanol memiliki sifat-sifat diantaranya densitas sebesar 0,789 gr/cm³, titik didih 78,4 °C, titik nyala 21 °C, titik kritis 234,4 °C dan titik leleh 112 °C (Novia et al., 2014).

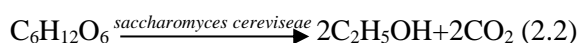
Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Reaksi Hidrolisis:



Reaksi antara air dan pati berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan bantuan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator bisa berupa asam maupun enzim. Katalisator asam yang biasa digunakan adalah asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat. Dalam industri umumnya digunakan enzim sebagai katalisator. Salah satu proses hidrolisis yaitu hidrolisis asam, dimana katalisatornya menggunakan asam. Asam berfungsi sebagai katalisator dengan mengaktifkan air. Di dalam industri asam yang dipakai adalah H₂SO₄ dan HCl. H₂SO₄

lebih menguntungkan karena lebih reaktif dibandingkan HCl (Groggins, 1992).

Fermentasi adalah suatu proses oksidasi karbohidrat anaerob jernih atau anaerob sebagian. Dalam suatu proses fermentasi bahan pangan seperti natrium klorida bermanfaat untuk membatasi pertumbuhan organisme pembusuk dan mencegah pertumbuhan sebagian besar organisme yang lain. Suatu fermentasi yang busuk biasanya adalah fermentasi yang mengalami kontaminasi, sedangkan fermentasi yang normal adalah perubahan karbohidrat menjadi alkohol (Tri Retno and Nuri, 2011). Karbohidrat dipecah dahulu menjadi gula sederhana yaitu dengan hidrolisis pati menjadi unit-unit glukosa (Sadimo et al., 2016). Fermentasi merupakan pengolahan substrat menggunakan peranan mikroba sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Fermentasi alkohol atau alkoholisasi adalah proses perubahan gula menjadi etanol dan CO₂ oleh mikroba, terutama oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Sumber karbon bagi *Saccharomyces cerevisiae* biasanya sukrosa, glukosa, fruktosa, galaktosa, manosa dan maltose. Faktor yang mempengaruhi proses pembuatan bioetanol adalah waktu fermentasi. Apabila fermentasi hanya dilakukan dalam waktu singkat, maka kadar bioetanol yang dihasilkan akan rendah. Sebaliknya, jika waktu fermentasi terlalu lama, maka kadar bioetanol yang dihasilkan akan menurun (Novia et al., 2014). Glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisa kemudian difermentasi dengan bantuan ragi atau yeast (*Sacharomyces cerevisiae*) untuk menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO₂ melalui reaksi sebagai berikut (Retno et al., 2009):



METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *oven*, ayakan 50 *mesh*, *blander*, neraca analitik, labu leher tiga, propipet, pipet volume 10 mL dan 5 mL, pipet tetes, gelas ukur, gelas beker 500 mL dan 100 mL, pH meter, erlenmeyer 250 mL dan 100 mL, corong, botol kaca, gelas arloji, termometer, sudip, pengaduk kaca, statif dan klem, kondensor, *hotplate*, *shaker*, *Magnetic heated stirrer* dan botol semprot.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang kepok, ragi roti (fermipan), ragi tape, akuades, natrium hidroksida (NaOH) 25%, asam sulfat (H₂SO₄) 0,5 N, nutrisi NPK 4 gram, urea 5 gram, dan kertas saring.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Bahan Baku

Kulit pisang kepok disortir untuk mendapatkan bagian kulit pisang kepok yang baik, kulit pisang kepok dicuci dengan air bersih. Kulit pisang di potong-potong menjadi kecil, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 60 °C.

Setelah kering diblender hingga halus. Kemudian diayak dengan 50 mesh.

2. Hidrolisis Asam Sulfat

Mengambil H₂SO₄ 0,5 N dilarutkan ke dalam 500 mL akuades dimasukkan ke dalam labu ukur, dikocok hingga homogen. Selanjutnya dimasukkan ke dalam labu leher tiga dengan penambahan 25 gram serbuk kulit pisang kepok. Kemudian proses hidrolisis dilakukan dengan temperatur (60 °C, 80 °C, 100 °C) selama 120 menit. Hasil larutan hidrolisis disaring dengan menggunakan kertas saring untuk memperoleh larutan gula sederhana (glukosa).

3. Fermentasi

Hasil larutan hidrolisis diambil 100 mL dan dimasukkan ke dalam botol kaca. Siapkan erlenmeyer untuk sample ragi roti (fermipan) dan ragi tape masing-masing sample dibagi enam untuk varian massa ragi dan varian waktu. Kemudian lakukan formulasi media gula hasil hidrolisis dengan cara mengatur pH dan kadar gula, pH diatur 4-5 dengan menambahkan basa kuat NaOH 25%. Lalu tambahkan mikroba ragi roti (fermipan) untuk percobaan pertama dan ragi tape percobaan kedua, masing-masing ragi ada tiga sample (A: 4 gram, B: 8 gram, dan C: 12 gram) dengan suhu 30 °C. Tambahkan nutrisi NPK sebanyak 4 gram dan urea sebanyak 5 gram. Dimasukkan ke dalam Shaker lakukan fermentasi dengan waktu 5 hari (120 jam).

4. Karakterisasi dan Analisa Sampel

- FTIR (*Fourier Transformed Infra Red*), sebagai uji untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dari kulit pisang kepok yang dilakukan di bagian Laboratorium Kimia dan Fisika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- XRD (*X-Ray Diffraction*), sebagai uji untuk mengetahui struktur kristal seperti amorf ada atau tidaknya dari Serbuk kulit pisang kepok yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro.
- SEM (*Scanning Electron Microscope*), sebagai uji untuk mengetahui struktur morfologi kulit pisang kepok yang dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro.
- Analisis kandungan glukosa dengan menggunakan metode *Luff-schoorl* (SNI 01-2891-1992) yang dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Analisis kandungan bioetanol dengan menggunakan metode *Gas Chromatography* (GC) yang

dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Serbuk Kulit pisang Kepok

Kulit pisang kepok yang digunakan adalah limbah kulit pisang kepok dari penjual KUNIKUN di kota Banjarbaru, Kalimantan selatan. Berikut tahap-tahap pembuatan serbuk kulit pisang kepok pada Gambar 1.

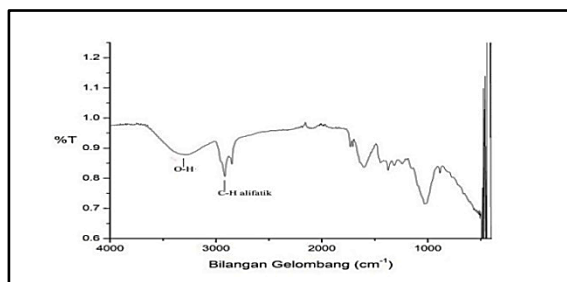


Gambar 1. Proses Pembuatan Serbuk Kulit Pisang Kepok

Gambar 1 (a) menunjukkan kulit pisang kepok, (b) kulit pisang kepok yang telah dibersihkan, (c) kulit pisang kepok yang telah dipotong kecil-kecil menggunakan pisau, dikeringkan dengan oven dengan suhu 60°C dan kulit pisang kepok yang sudah kering dihaluskan dengan blender dan (d) Serbuk kulit pisang kepok yang sudah halus diayak dengan ayakan 50 mesh.

Karakterisasi Serbuk Kulit Pisang Kepok

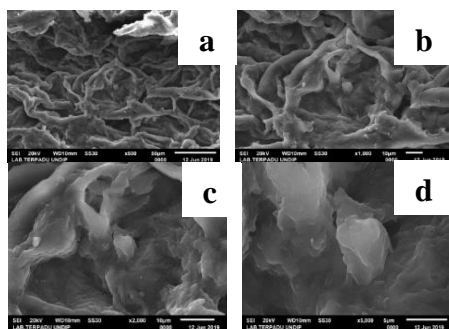
Serbuk kulit pisang kepok dikarakterisasi dengan menggunakan analisis FTIR (*Fourier Transformed Infra Red*), SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan XRD (*X-Ray Diffraction*). FTIR (*Fourier Transformed Infra Red*) untuk menganalisis gugus fungsi yang terkandung pada serbuk kulit pisang kepok yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Fourier Transformed Infra Red* Serbuk Kulit Pisang Kepok

Berdasarkan Gambar 2 Analisa *Fourier Transformed Infra Red* (FT-IR) pada serbuk kulit pisang kepok diperoleh gugus fungsi O-H dengan panjang gelombang 3425,58 cm⁻¹. Hasil yang diperoleh diperkuat dengan pernyataan Hongping *et al.*, (2004), yang menyatakan spektrum ulur -OH berada pada bilangan gelombang 3100–3700 cm⁻¹. Gugus fungsi C-H alifatik dengan panjang gelombang 2939,52 cm⁻¹. Gugus fungsional C-H ialah kerangka selulosa tampak pada bilangan gelombang 2800 –3000 cm⁻¹ (Kinney dkk., 2012).

Analisis SEM digunakan untuk mengetahui struktur morfologi dari serbuk kulit pisang kepok dapat dilihat pada Gambar 3.

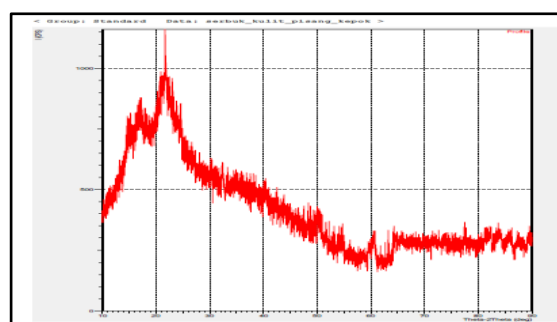


Gambar 3. Uji SEM dari Serbuk Kulit Pisang Kepok

Gambar 3 (a) menunjukkan Uji SEM pada serbuk kulit dengan perbesaran 500x ,(b) Uji SEM dengan perbesaran 1000x , (c) Uji SEM dengan perbesaran 2000x dan (d) Uji SEM dengan perbesaran 5000x. Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa struktur morfologi serbuk kulit pisang kepok masih berbentuk mulus atau tidak pecah. Hal ini dikarenakan serat masih terikat kuat oleh

lignin, hemiselulosa dan komponen lain yang mengikat selulosa (Sundari dkk., 2012).

Analisa XRD (*X-Ray Diffraction*) dilakukan untuk mengetahui struktur kekristalan seperti amorf ada atau tidaknya suatu komponen tersebut sebelum dihidrolisis. Bagian amorf lebih mudah terhidrolisis dibandingkan dengan bagian kristalin, sehingga perlakuan hidrolisis menyebabkan serat menjadi lebih kristalin (Elanthikkal *et al.*, 2010) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *X-Ray diffraction* dari Serbuk Kulit Pisang Kepok

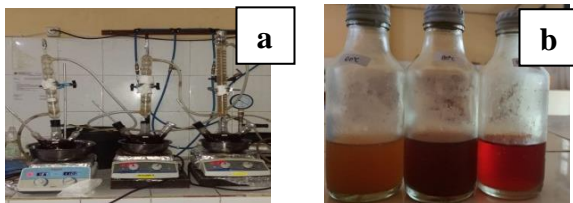
Berikut Gambar 4 tampak bahwa puncak yang dihasilkan menunjukkan adanya struktur selulosa tipe I seperti ditunjukkan oleh Wu, *el al.*, 2009. Serbuk kulit pisang kepok mengandung serat selulosa di dalam struktur penyusunnya dapat dihitung menggunakan persamaan sagel (Sagel, el al., 1959) pada $2\Theta = 22,6^\circ$ dan puncak minimum bidang amorf pada $2\Theta = 18^\circ$ sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Derajat Kristalinitas } Crl (\%) &= [(I_{002} - I_{am}) / I_{002}] \times 100 \\ &= [(100-20)/100] \times 100 \\ &= 80\% \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan diatas didapatkan bahwa derajat kristalinitas dari serbuk kulit pisang kepok 80% dan daerah amorf adalah 20%. Bahwa dapat dikatakan bahwa serbuk kulit pisang kepok dominan kristalin sehingga sulit terhidrolisis.

Pembuatan Larutan Hidrolisis

Proses hidrolisis dalam penelitian ini bertujuan untuk memecah pati dan selulosa yang terkandung dalam sampel menjadi glukosa sehingga mudah di fermentasi oleh ragi. Proses hidrolisis ini memerlukan pengadukan dengan *stirrer* (200 rpm) karena pada dasarnya bahan baku berbentuk padatan yang tersuspensi dan dapat mengendap di dasar labu leher tiga karena densitasnya yang lebih besar dibandingkan air, selain itu pengadukan juga bertujuan untuk mengoptimalkan difusi serta interaksi antara bahan baku dengan H₂SO₄. Berikut tahap-tahap pembuatan larutan hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 5.

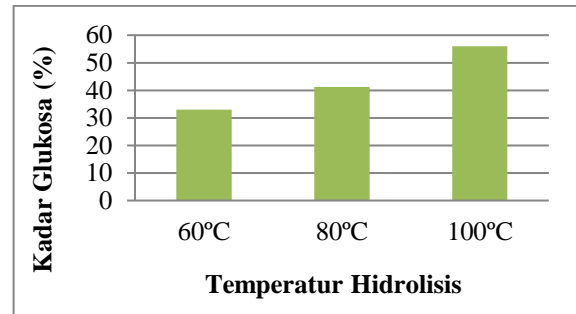


Gambar 5. Proses Hidrolisis Serbuk Kulit Pisang Kepok

Berdasarkan Gambar 5 (a) menunjukkan proses berlangsungnya hidrolisis serbuk kulit pisang kepok 25 gram dengan Asam Sulfat (H₂SO₄) 0,5 N dengan 500 mL akuades dan (b) hasil larutan hidrolisis. Proses Hidrolisis ini menggunakan variasi suhu 60°C, 80°C dan 100°C. Dilihat pada gambar Gambar 5. (b) terdapat perbedaan warna disetiap sampel karena pengaruh suhu yang bervariasi. Hasil larutan hidrolisis pada suhu 60°C berwarna coklat muda, suhu 80°C berwarna coklat tua dan suhu 100°C berwarna coklat kemerah-merahan serta beraroma seperti madu.

Analisis Luff-schoorl (SNI 01-2891-1992)

Analisis Luff-schoorl (SNI 01-2891-1992) berfungsi untuk mengetahui kandungan kadar glukosa (%). Hubungan antara Kadar Glukosa dengan Temperatur Hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara Kadar Glukosa dengan Temperatur Hidrolisis

Berdasarkan Gambar 6 Menunjukkan bahwa kadar glukosa berbanding lurus dengan temperatur hidrolisis. Kadar Glukosa yang diperoleh pada suhu 60°C yaitu 33,0%, pada suhu 80°C yaitu 41,2% dan suhu 100°C yaitu 56,0%. Diperoleh persentase kadar glukosa yang tertinggi pada suhu 100°C. Bahwa semakin tinggi suhu hidrolisis maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan reaksi hidrolisis merupakan reaksi endotermis yang memerlukan panas untuk dapat bereaksi. Hal ini sesuai dengan jurnal penelitian (Wahyudi., 2011).

Proses Fermentasi

Larutan hidrolisis dari tiga variasi suhu yaitu 60°C, 80°C dan 100°C dilakukan proses fermentasi. Proses fermentasi pada penelitian ini menggunakan dua variasi jenis ragi yaitu fermipan dan ragi tape. pH diatur 4-5 ditambahkan basa kuat NaOH 25%. Berat ragi yang digunakan pun bervariasi yaitu pada fermipan dengan berat 4 gram pada suhu hidrolisis 60°C, fermipan dengan berat 8 gram pada suhu hidrolisis 80°C dan fermipan dengan berat 12 gram pada suhu hidrolisis 100°C. Pada ragi tape dengan berat 4 gram pada suhu hidrolisis 60°C, ragi tape dengan berat 8 gram pada suhu hidrolisis 80°C dan ragi tape dengan berat 12 gram pada suhu hidrolisis 100°C. Berikut tahap-tahap proses fermentasi dari hasil larutan hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Fermentasi dari Hasil Larutan hidrolisis

Berdasarkan Gambar 7 (a) menunjukkan awal proses fermentasi yang dimasukkan ke dalam alat *shaker* selama 5 hari, (b) hasil larutan fermentasi pada

fermipan dan (c) larutan hasil fermentasi pada ragi tape.

Analisa Gas Chromathography (GC)

Analisa Gas Chromathography (GC) berfungsi untuk mengetahui kadar etanol yang diperoleh dari hasil larutan fermentasi dengan variasi ragi. Hasil uji *Analisa Gas Chromathography (GC)* dapat dilihat pada Tabel 2. dan Tabel 3.

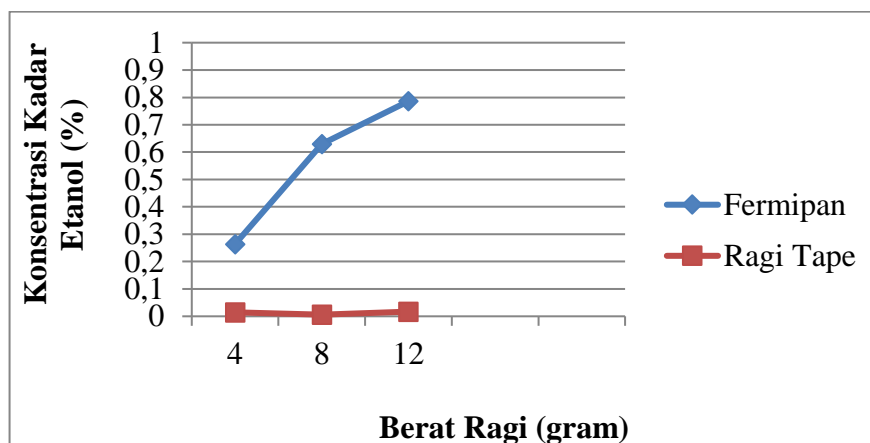
Tabel 2. Hasil Uji *Analisa Gas Chromathography (GC)* pada Fermipan

No.	Sampel	Luas Area	Konsentrasi Kadar Etanol (%)
1.	Fermipan 60°C 4 gr	3268,8880	0,264
2.	Fermipan 80°C 8 gr	7455,9150	0,630
3.	Fermipan 100°C 12 gr	9250,3644	0,786

Tabel 3. Hasil Uji *Analisa Gas Chromathography (GC)* pada Ragi Tape

No.	Sampel	Luas Area	Konsentrasi Kadar Etanol (%)
1.	Ragi Tape 60°C 4 gr	422,9464	0,015
2.	Ragi Tape 80°C 8 gr	320,0997	0,006
3.	Ragi Tape 100°C 12 gr	449,8672	0,017

Berikut hubungan antara konsentrasi kadar etanol pada fermipan dan ragi tape berdasarkan berat ragi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan antara Konsentrasi Kadar Etanol pada Fermipan dan Ragi Tape Berdasarkan Berat Ragi

Gambar 8 Menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi kadar etanol pada kedua ragi berbanding lurus dengan berat ragi. Semakin banyak ragi yang ditambahkan maka kadar etanol yang dihasilkan juga semakin besar. Berdasarkan Gambar 8 Fermipan memperoleh konsentrasi lebih tinggi dibandingkan

dengan ragi tape. Konsentrasi kadar etanol pada fermipan dengan berat 4 gram, 8 gram dan 12 gram berturut-turut sebesar 0,264%, 0,630% dan 0,786% sedangkan Konsentrasi kadar etanol pada ragi tape dengan berat 4 gram, 8 gram dan 12 gram berturut-turut yaitu 0,015%, 0,006% dan 0,017%. Namun pada konsentrasi kadar etanol pada ragi tape

dengan berat 8 gram mengalami penurunan. Dikarenakan ragi tape ditandai dengan ditemukannya serbuk putih kekuningan pada hasil akhir fermentasi sehingga mikroba yang berperan dalam fermentasi ini pun menjadi kurang maksimal (Osvaldo., 2012). Berdasarkan hasil penelitian ini konsentrasi kadar etanol yang diperoleh lebih sedikit karena penambahan *nutrient* NPK 4 gram dan urea sebanyak 5 gram . Hal ini disebabkan adanya kelebihan *nutrient* yang kemungkinan akan menjadi racun bagi mikroba itu sendiri. Kelebihan *nutrient* akan menyebabkan pertumbuhan mikroba diawal fermentasi besar, namun semakin lama proses fermentasi mikroba akan mati sehingga banyak gula yang tidak terfermentasi. Jumlah nutrisi yang dibutuhkan selama proses fermentasi berlangsung berbeda-beda tergantung dari jenis bahan baku bioetanol yang digunakan serta jumlah ragi yang digunakan (Safitrie., 2015). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi hasil fermentasi yaitu suhu, pH, berat ragi, waktu fermentasi dan jenis ragi. Suhu merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan mikroba. Definisi pH adalah konsentrasi ion hidrogen dari sebagian besar larutan, atau lon negatif dari konsentrasi hidrogen. Pertumbuhan sebagian besar organisme sangat peka terhadap perubahan pH karena setiap kelompok organisme mempunyai pH optimal sendiri yang tertentu.

KESIMPULAN

Bioetanol merupakan salah satu biofuel yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya terbarukan. Hasil Kadar glukosa diperoleh pada suhu 60°C yaitu 33,0%, pada suhu 80°C yaitu 41,2% dan suhu 100°C yaitu 56,0%. Hasil larutan fermentasi diperoleh Konsentrasi kadar etanol pada fermipan dengan berat 4 gram, 8 gram dan 12 gram berturut-turut sebesar 0,264%, 0,630% dan 0,786% sedangkan Konsentrasi kadar etanol pada ragi tape dengan berat 4

gram, 8 gram dan 12 gram berturut-turut yaitu 0,015%, 0,006% dan 0,017%. Faktor yang sangat mempengaruhi konsentrasi kadar etanol yaitu penambahan nutrien yang terlalu banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Daud, M., Safii, W., & Syamsu, K. (2012). Biokonversi bahan berlignoselulosa menjadi bioetanol menggunakan *aspergillus niger* dan *saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Perennial*, 8(2), 43-51.
- Dewi, T. K., Monica, N., & Novalita, S. (2015). Pembuatan bioetanol dari keladi liar (*colocasia esculenta* L schott var. *antiquorum*) melalui hidrolisis dengan katalis asam klorida dan fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4).
- Elanthikkal, S., Gopalakrishnapanicker, U., Varghese, S., & Guthrie, J. T. (2010). Cellulose microfibrils produced from banana plant wastes: Isolation and characterization. *Carbohydrate Polymers*, 80(3), 852-859.
- Fitria, V. (2013). Karakterisasi pektin hasil ekstraksi dari limbah kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* ABB). Program Studi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Jember. <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/26485>
- Groggins, P. H. (1992). *Unit Processes In Organic Synthesis*. New York, Mc Graw Hill Book Company.
- Hongping, H., Ray, F. L., & Jianxi, Z. (2004). Infrared study of HDTMA+ intercalated montmorillonite. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 60(12), 2853-2859. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2003.09.028>
- Kamaruddin. (2012). *Uji Perbandingan Pembuatan Sirup Kulit Pisang Kepok (Musa acuminata balbisiana call) Dan*

- Sirup Kulit Pisang Raja (Musa sapientum)*. [Doctoral Dissertation]. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda.
- Kinney, T. J., Masiello, C. A., Dugan, B., Hockaday, W. C., Dean, M. R., Zygourakis, K., & Barnes, R. T. (2012). Hydrologic properties of biochars produced at different temperatures. *Biomass and Bioenergy*, 41, 34-43.
- Novia, N., Windarti, A., & Rosmawati, R. (2014). Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi Dengan Metode Ozonolisis-Simultaneous Saccharification And Fermentation (SSF). *Jurnal Teknik Kimia*, 20(3).
- Oswaldo, Z. S., & Faizal, M. (2012). Pengaruh konsentrasi asam dan waktu pada proses hidrolisis dan fermentasi pembuatan bioetanol dari alang-alang. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2).
- Retno, D., Kriswiyanti, A., & Nur, A. (2009). Bioetanol fuel grade dari talas (colocasia esculenta). *Ekuilibrium*, 8(1), 1-6.
- Sadimo, M. M., Said, I., & Mustapa, K. (2016). Pembuatan Bioetanol Dari Pati Umbi Talas (*Colocasia esculenta* [L] Schott) Melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(2), 79-84.
- Safitrie, H., Safriana, G., Safitri, E. M., & Putra, M. D. (2015). Pemanfaatan Kulit Cempedak Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cereviseae*. *Jurnal Konversi*, 4(2), 23-30.
- Seftian, D., Antonius, F., & Faizal, M. (2012). Pembuatan etanol dari kulit pisang menggunakan metode hidrolisis enzimatik dan fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1).
- Segal, L. G. J. M. A., Creely, J. J., Martin Jr, A. E., & Conrad, C. M. (1959). An empirical method for estimating the degree of crystallinity of native cellulose using the X-ray diffractometer. *Textile research journal*, 29(10), 786-794.
- Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., & Dewi, T. K. (2013). Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1).
- Sundari, M. T., & Ramesh, A. (2012). Isolation and characterization of cellulose nanofibers from the aquatic weed water hyacinth—*Eichhornia crassipes*. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 1701-1705.
- Retno, D. T., & Nuri, W. (2011). Pembuatan bioetanol dari kulit pisang. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" ISSN* (pp. 1693-4393).
- Wahyudi, J., Wibowo, W. A., Rais, Y. A., & Kusumawardani, A. (2011). Pengaruh suhu terhadap kadar glukosa terbentuk dan konstanta kecepatan reaksi pada hidrolisa kulit pisang. In *Prosiding Seminar nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber daya Alam Indonesia*. Yogyakarta.
- Wu, Y., Suhasini, A. N., & Brosh, R. M. (2009). Welcome the family of FANCIJ-like helicases to the block of genome stability maintenance proteins. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 66(7), 1209-1222.