



## Produksi Bioetanol Berbahan Ampas Tebu DanSabut Kelapa Dengan Proses Fermentasi - Distilasi

Salshabillah<sup>1</sup>, Muhammad Yerizam<sup>2</sup>, Selastia Yuliati<sup>3</sup>

Politeknik Negeri Sriwijaya<sup>123</sup>

---

Received:	7 Januari 2024	<b>Abstract</b>	<i>The high demand for fuel in Indonesia is currently the main crisis for the lack of fuel oil (BBM). So that alternative energy plays an important role in overcoming bad situations like today, by utilizing waste from abundant natural resources through this research it can create bioethanol as an alternative energy made from bagasse and coconut coir. In the process of making bioethanol using fermentation and distillation methods through various processes such as lignification and hydrolysis to increase the glucose content so that the two materials can be fermented and produce good bioethanol. Sugarcane bagasse and coconut coir are fermented using yeast with urea substituted as yeast nutrition in the bioethanol fermentation process, where urea is used with variations of 1gr, 1.5gr, 2gr, 2.5gr, and 3gr. After the urea variation samples were analyzed from this study for the bioethanol content, the sample which had the highest bioethanol content based on the urea variation produced a bioethanol content of 25.1% with 2gr yeast and 3g urea, the optimal fermentation time was 5 days, with a refractive index obtained 1,3522</i>
Revised:	11 Januari 2024	<b>Keywords:</b>	<i>bioethanol, bagasse, coconut husk, fermentation, distillation</i>
Accepted:	20 Januari 2024	<b>Abstrak</b>	<i>Kebutuhan bahan bakar di Indonesia yang tinggi saat ini menjadi krisis utama kurangnya Bahan Bakar Minyak (BBM). Sehingga energi alternatif berperan penting dalam mengatasi situasi buruk seperti saat ini, dengan memanfaatkan limbah dari hasil Sumber Daya Alam yang berlimpah melalui penelitian ini dapat menciptakan bioetanol sebagai energi alternatif berbahan ampas tebu dan sabut kelapa. Dalam proses pembuatan bioetanol ini menggunakan metode fermentasi dan distilasi dengan melalui berbagai proses seperti lignifikasi dan hidrolisis untuk meningkatkan kandungan glukosa sehingga kedua bahan tersebut dapat difermentasikan dan menghasilkan bioetanol yang baik. Ampas tebu dan sabut kelapa difermentasikan menggunakan ragi dengan disubstitusikan urea sebagai nutrisi khamir dalam proses fermentasi bioetanol, dimana urea di gunakan dengan variasi 1gr, 1,5 gr, 2gr, 2,5gr, dan 3gr. Setelah sampel variasi urea dianalisis dari penelitian ini kadar bioetanolnya, sampel yang memiliki kadar bioetanol tertinggi berdasarkan variasi urea menghasilkan kadar bioetanol sebesar 25,1% dengan ragi 2gr dan urea 3 gr lama fermentasi yang optimal yaitu 5 hari, dengan indeks bias yang didapatkan 1,3522 bioetanol, ampas tebu, sabut kelapa, fermentasi, distilasi</i>
		<b>Kata Kunci:</b>	
		(*) Corresponding Author:	<a href="mailto:Salshaardiani31@gmail.com">Salshaardiani31@gmail.com</a> , <a href="mailto:yerizam@polsri.ac.id">yerizam@polsri.ac.id</a> , <a href="mailto:selastiyuliati@yahoo.com">selastiyuliati@yahoo.com</a>
		<b>How to Cite:</b>	Ardiani, S., Yerizam, M., & Yuliati, S. (2024). Produksi Bioetanol Berbahan Ampas Tebu Dan Sabut Kelapa Dengan Proses Fermentasi - Distilasi. <i>Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan</i> , 10(7), 962-971.

---

### PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) masyarakat Indonesia berdasarkan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral setiap harinya mencapai 800.000 barel yang jika dirupiahkan senilai Rp.1,2 Triliun (Moh. Kadafi,2022. Menteri ESDM Sebut

Konsumsi Harian BBM di Indonesia Rp.1,2 T. Berita merdeka.com). Sehingga dari data tersebut dapat disimpulkan sudah semestinya ada alternatif dalam menciptakan bahan bakar untuk masa depan dimana memanfaatkan bahan baku alami yang mudah didapat dengan harga terjangkau, salah satu jenis bahan bakar cair dari pengolahan tumbuhan yaitu Bio-etanol. Bioetanol dapat dihasilkan dari biomassa seperti ubi , sagu (Hung et al., 2018) dan sorgum (Jiang et al., 2019).

Melihat Sumber Daya Alam di Indonesia yang sangat melimpah, sudah seharusnya pengolahan bioetanol dilakukan dengan memanfaatkan limbah organik maupun tumbuhan yang dapat dimanfaatkan menjadi bioetanol. Seperti ampas tebu dan sabut kelapa yang dapat dikombinasikan untuk memproduksi bioethanol. Umumnya batang tebu digiling untuk menghasilkan air tebu yang selanjutnya digunakan untuk memproduksi gula (sukrosa) dan alkohol (etanol).

Sabut kelapa, yang jika diuraikan akan menghasilkan serat sabut (cocofibre) dan serbuk sabut juga mampu untuk dikonversikan menjadi glukosa dengan proses hidrolisis sehingga penambahan sabut kelapa dapat meningkatkan hasil bioetanol dimana sabut kelapa menjadi limbah yang sangat potensial sebagai bahan baku pembuatan bioetanol (Jannah, A.M. et al, 2022) . Ketika bahan baku dari biomassa lignoselulosa digunakan, maka bahan tersebut biofuel generasi kedua , bahan ini dari residu pertanian dan bahkan bahan lignoselulosa kasar yang diolah melalui beberapa proses seperti pretreatment, sakarifikasi, fermentasi dan pemulihan produk. Sakarifikasi adalah langkah penting dan paling penting dalam produksi bioetanol, umumnya dilakukan oleh jalur enzimatik dengan penggunaan selulasis.

Untuk mengolah ampas tebu dan sabut kelapa agar menghasilkan filtrat yang maksimal maka kedua bahan tersebut melalui beberapa proses seperti lignoselulosa yang paling penting. Banyak keterbatasan yang muncul di sekitar perolehannya dari jenis bahan ini, karena struktur lignoselulosa degradasi kompleksnya, sehingga menghilangkan lignin untuk menghasilkan selulosa juga bagian yang tak kalah penting dalam mempersiapkan bahan untuk segera di fermentasi . Setelah kadar lignin menurun maka selulosa yang dihasilkan dari ampas tebu dan sabut kelapa meningkat yang tentunya melewati proses hidrolisis dimana dalam proses ini akan memaksimalkan kandungan glukosa yang ada sehingga proses fermentasi akan menghasilkan bioetanol yang baik.

Dalam proses fermentasi bioetanol untuk mengubah gula menjadi etanol dan CO<sub>2</sub> , yaitu perubahan 1 mol gula menjadi 2 mol etanol dan 2 mol CO<sub>2</sub>. Fermentasi ini menggunakan bantuan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* dengan mensubstitusikan urea kadar tertentu untuk membantu mikroba dapat bereaksi dengan kadar gula yang tinggi dan tetap aktif dalam proses fermentasi pada suhu 4-32°C . Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan destilasi untuk memisahkan etanol. Distilasi merupakan pemisahan komponen berdasarkan titik didihnya. Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C (Kondisi standar). Distilasi membuat bioetanol mudah terpisahkan antara etanol dengan air, metode distilasi fraksional memiliki beberapa kelebihan dimana memungkinkan operator memisahkan campuran cairan dengan titik didih yang tidak begitu jauh. Larutan kemudian dipanaskan pada suhu rentang 78 – 100 °C akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan melalui unit kondensasi akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95 % volume.

## **METODE PENELITIAN**

Dalam penelitian ini melalui beberapa proses sebelum dilakukannya fermentasi dan distilasi, ampas tebu dan sabut kelapa di *pretreatment* menggunakan NaOH untuk

menurunkan kadar lignin sehingga lignin tidak menghambat proses hidrolisis untuk mengkonversi selulosa menjadi gula sederhana yang selanjutnya dibantu dengan mikroorganisme untuk menghasilkan alkohol. Adapun beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mempersiapkan bahan baku, penurunan kadar lignin, dilanjutkan dengan proses hidrolisis dengan menggunakan enzim, kemudian difermentasi dengan variasi nutrient dan waktu reaktor yang digunakan terbuat dari botol plastic yang dimodifikasi dengan saluran sebagai *airlock*.

**Gambar 1.** Proses Fermentasi

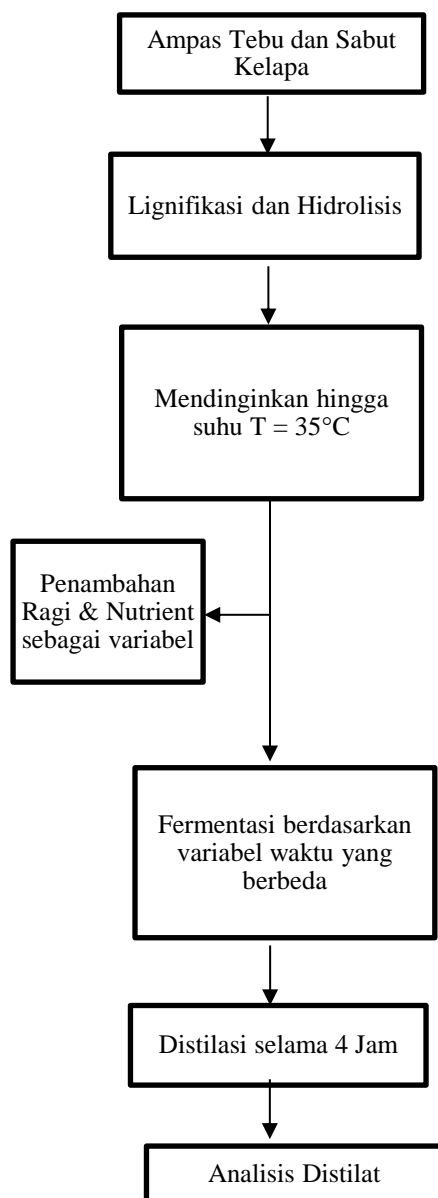


**Gambar 2.** Proses Distilasi



Setelah dilakukan pemurnian dengan alat distilasi biner maka distilat akan dianalisa dengan melakukan uji karakteristik indeks bias dengan menyiapkan larutan standar yang sudah diuji karakteristik indeks biasnya dengan konsentrasi 2,5 % ; 5% ; 10% ; 15%; 20%; 30% ; 40% ; 50% ; 70% ; dan 96% selanjutnya hasil indeks bias larutan standar dijadikan kurva baku dalam excel yang nantinya menjadi penentuan sementara hasil konsentrasi bioethanol.

Distilat yang memiliki hasil indeks bias paling tinggi kemudian akan di analisa dengan kromatografi gas untuk melihat konsentrasi bioetanol yang akurat. Berikut tahapan diagram alir pembuatan bioetanol



**Gambar 3.** Diagram alir pembuatan bioetanol

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil

Setelah dilakukan penelitian terhadap fermentasi ampas tebu dan sabut kelapa dengan pengaruh penambahan Urea yang dilakukan dengan variasi waktu didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 1.1. Hasil Analisa Volume dan Kadar Bioetanol**

Perlakuan	Hari	Volume Distilat (mL)	Indeks Bias	Kadar Bioetanol (%)
Ragi 2gr Urea 1gr	3	1,8	1,3322	2,50
	5	4,5	1,3371	8,13
	7	3	1,3341	4,32

Ragi 2gr Urea 1,5gr	3	2	1,3332	2,23
	5	3	1,3431	13,28
	7	3,8	1,3433	14,63
Ragi 2gr Urea 2gr	3	2	1,3323	3,23
	5	5,5	1,3462	22,30
	7	5,5	1,3451	21,4
Ragi 2gr Urea 2,5gr	3	2,5	1,3353	4,12
	5	3	1,3452	21,65
	7	3,5	1,3481	23,5
Ragi 2gr Urea 3gr	3	2,8	1,3353	3,87
	5	13	1,3522	25,1
	7	7	1,3453	21,8

Dari hasil di atas terdapat perbedaan hasil berdasarkan perlakuannya, fermentasi dilakukan berdasarkan parameter yang berbeda dengan larutan hasil pretreatment dan hidrolisis sebanyak 300mL. Setelah melalui proses hidrolisis maka dilakukan pengujian derajat keasaman untuk mengetahui apakah larutan yang akan difermentasikan siap untuk disubstitusikan ragi dan nutrient, pH yang dianjurkan yaitu 5. Jika proses fermentasi dan distilasi sudah dilewati maka perlu dilakukan pengujian derajat keasaman dan didapatkan data dalam tabel di bawah ini.

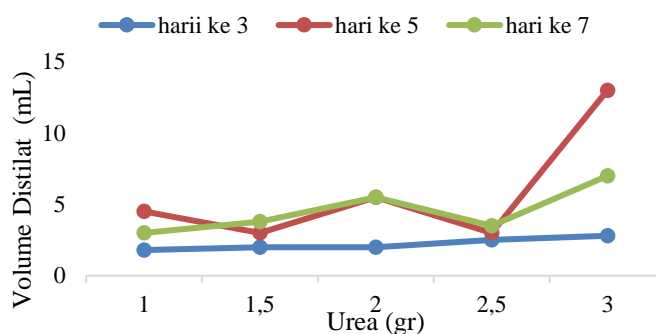
**Tabel 1.2. Hasil Derajat Keasaman (pH) Sebelum dan Sesudah Fermentasi**

Perlakuan	Hari	pH	
		Sebelum Fermentasi	Sesudah Fermentasi
Ragi 2gr Urea 1gr	3	5	7
	5	5	7
	7	5	7
Ragi 2gr Urea 1,5gr	3	5	7
	5	5	7
	7	5	7
Ragi 2gr Urea 2gr	3	5	7
	5	5	7
	7	5	7
Ragi 2gr Urea 2,5gr	3	5	7
	5	5	7
	7	5	7
Ragi 2gr Urea 3gr	3	5	7
	5	5	7
	7	5	7

## 2. Pembahasan

### Pengaruh Waktu Terhadap Volume dan Kadar Bioetanol

Dalam pembentukan bioetanol tentunya melalui proses fermentasi dimana fermentasi ini dapat menghasilkan alkohol yaitu glukosa menjadi etanol pada kondisi netral atau sedikit asam dan anaerob. Variasi waktu yang ditentukan dalam penelitian ini yaitu 3, 5, dan 7 hari dengan tujuan mencari waktu optimal saat fermentasi untuk menghasilkan bioetanol. Dalam penelitian ini dapat dilihat pengaruh waktu terhadap proses fermentasi melalui grafik di bawah ini.



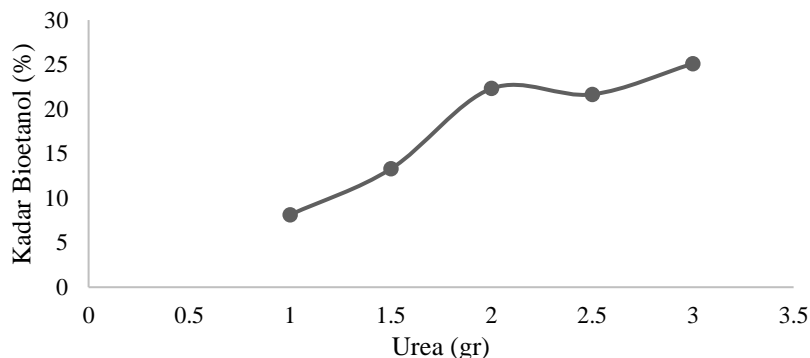
**Gambar 4.** Pengaruh Waktu Terhadap Volume Bioetanol

Berdasarkan grafik di atas terlihat urea sebagai nutrient sangat mempengaruhi volume dari bioetanol, variasi waktu yang digunakan untuk mengetahui lama penyimpanan yang baik dalam menghasilkan kadar etanol. Mikroba *Saccharomyces cerevisiae* akan tumbuh optimal dalam kisaran suhu 30°C-35°C dan puncak alkohol dicapai pada suhu 33°C. Grafik diatas menunjukkan semakin lama fermentasi maka volume dan kadar etanol yang dihasilkan semakin tinggi hal ini disebabkan oleh pertumbuhan mikroba yang semakin cepat, pada saat fermentasi hari ke 3-5 terjadi peningkatan volume bioetanol namun di hari ke-7 penurunan volume pun terjadi. Hal ini dipengaruhi adanya 4 fase pertumbuhan yang terjadi saat proses fermentasi berlangsung, fase adaptasi, fase tumbuh cepat, fase stasioner dan fase kematian.

Fase adaptasi digambarkan dengan hari ke-3 dimana volume yang dihasilkan meningkat namun tidak begitu signifikan, dalam fase ini ragi mengalami masa adaptasi dengan lingkungan yang belum terlalu banyak pertumbuhan. Fase tumbuh cepat terjadi di hari ke-5 dimana perbedaan nutrient yang diberikan menghasilkan peningkatan volume bioetanol yang sangat tinggi dengan urea 3gr, fase ini ragi mengalami pertumbuhan yang sangat cepat dan pemecahan gula besar-besaran guna memenuhi kebutuhan pertumbuhan ragi. Fase stasioner dan fase mati digambarkan pada hari ke-7 dimana terdapat jumlah volume yang sama dengan nutrient yang berbeda yaitu urea 1,5gr dan 2,5gr dan hal ini juga dapat menunjukkan fase mati dikarenakan terjadinya penurunan volume bioetanol yang sebelumnya dihasilkan volume yang lebih besar dengan nutrient yang lebih sedikit. Artinya waktu yang fermentasi sangat mempengaruhi kadar dan volume yang dihasilkan karena apabila terlalu lama nutrisi di dalam substrat akan habis sehingga ragi tidak dapat memproduksi alkohol. Selain itu, pengaruh lingkungan juga sangat mempengaruhi perolehan kadar bioetanol seperti suhu, pH dan udara (Anarta I W, 2013).

#### **Pengaruh Urea Terhadap Volume dan Kadar Bioetanol**

Setelah di dapatkan waktu yang optimal dalam proses fermentasi bioetanol, variable lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu urea sebagai nutrient. Perbedaan hasil dari kadar bioetanol yang dipengaruhi oleh nutrient dapat dilihat dari grafik hari ke-5 di bawah ini.



**Gambar 5** Pengaruh Nutrient Terhadap Kadar Bioetanol Fermentasi Hari ke-5

Grafik di atas menunjukkan bahwa penambahan urea mempengaruhi kadar bioetanol. Semakin banyak urea yang ditambahkan maka kadar yang dihasilkan juga semakin tinggi, jika dilihat dari tabel data diatas volume yang dihasilkan juga ikut meningkat seiring penambahan nutrient. Jalur perombakan gula menjadi bioetanol berawal dari substrat awal yakni gula diubah menjadi asam piruvat melalui glikolisis, selanjutnya melalui proses dekarboksilasi asam piruvat diubah menjadi asetaldehid dan CO<sub>2</sub> oleh enzim piruvat dekarbolsilase. Kemudian asetaldehid diubah menjadi alkohol dengan bantuan alkohol dehidrogensase. Persamaan reaksi kimia yang terjadi seperti dibawah ini :



#### Glukosa Etanol

Terjadi peningkatan kadar etanol dari perlakuan dengan konsentrasi urea sebesar 3gr, kenaikan ini berbanding lurus seiring penambahan urea sebagai nutrient. Urea mengandung unsur nitrogen mencapai 46% dimana nitrogen unsur nutrisi penting dalam metabolisme khamir . saat proses metabolisme, nutrient akan diubah menjadi materi sel, energi dan produk buangan (Hidayat dkk, 2006). Menambahkan urea pada sebagian besar ragi mampu dihidrolisis menjadi ammonium dan CO<sub>2</sub> melalui peran enzim urease. Namun *Saccharomyces cerevisiae* yang tidak mempunyai enzim ini akan menggunakan enzim amidohiolase yang mampu mengkarboksilasi urea menjadi alofanat, alofanat diubah menjadi ammonium melalui proses dihidrolisis dengan enzim alofanat hydrolase. Ammonium kemudian diasimilasi oleh khair untul membentuk massa sel. Peningkatan ini akan memperbanyak massa sel dan menghasilkan enzim zymase dan intervase untuk optimalisasi pembentukan etanol (Ganjar dkk, 2006).

Namun urea yang diberikan juga dapat menurunkan kadar bioetanol jika tidak sebanding dengan ragi, hal ini disebabkan karena mikroorganisme penghasil bioetanol telah mencapai fase kematian . Nilai volume maupun kadar yang menurun terjadi karena penyusutan konsentrasi nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroba yang habis terkonsumsi sehingga fase pertumbuhan menjadi lambat tidak diimbangi dengan nutrisi yang cukup. Terlalu banyak urea dapat menyebabkan denaturasi protein sel *Saccharomyces cerevisiae* atau terpecahnya ikatan hydrogen , interaksi hidrofobik , ikatan gram dan tebukanya lipatan molekul protein. Selain itu urea dapat membentuk NH<sub>3</sub>N yang bersifat racun bagi mikroorganisme .Sehingga apabila nutrisi yang terlalu banyak juga dapat merusak pertumbuhan mikroorganisme dalam membanttu pembentukan bioetanol karena dapat merusak pertumbuhan dan meracuni mikroba untuk membentuk produk yang baru.

Penurunan kadar bioetanol juga diduga terkait dengan pH media yang semakin asam maka aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba dalam ragi akan terdenaturasi sehingga menyebabkan hilangnya fungsi katalik enzim dalam menguraikan substrat menjadi bioetanol. Kadar bioetanol dari hasil penelitian ini masih di bawa standar untuk mencapai fuel grade etanol sebesar 99%. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu nilai pH yang kurang dijaga dan juga sterilisasi alat yang tidak begitu baik. Dan untuk menghasilkan bioetanol dengan standar fuel grade perlu didukung dengan alat yang dapat memisahkan campuran air dan bioetanol secara signifikan agar kemurnian bioetanol yang dihasilkan sangat tinggi. Perlakuan dari bahan baku yang melewati proses lignifikasi dan hidrolisis juga mempengaruhi hasil akhir dari penelitian ini.

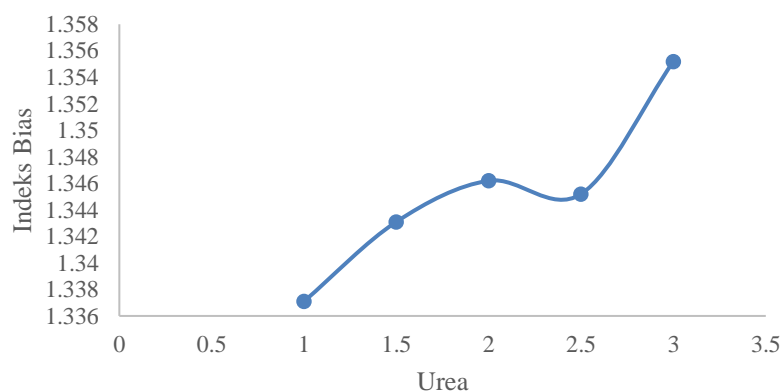
### 3. Derajat Keasaman (pH)

Pada saat fermentasi dilakukan uji keasaman dengan menggunakan kertas pH meter sederhana. pH optimum yang baik dalam fermentasi yaitu berkisar antara 4-5 jika suasana terlalu asam maupun basa maka proses fermentasi tidak akan berlangsung dengan baik. Hal tersebut dikarenakan pH mempengaruhi efektivitas enzim yang dihasilkan mikroorganisme dalam membentuk kompleks enzim substrat. Selain itu perubahan pH menyebabkan terjadinya denaturasi aktivitas enzim.

Dalam penelitian ini pH yang terbaca dengan kertas pH yaitu 5 yang artinya sesuai dengan standar fermentasi namun hasil yang terbaca dengan keadaan larutan tidak begitu akurat, dan penyebab lain yang mempengaruhi suasana asam sebuah larutan karena pada saat proses berlangsung reaktor yang digunakan hanya botol plastic yang ditutup dan di beri saluran selang sehingga dapat mengontaminasi larutan di dalamnya.

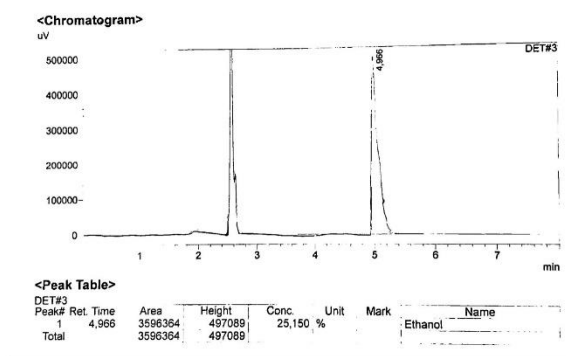
### 4. Analisa Konsentrasi Nutrient

Setelah melalui proses fermentasi dan distilasi, maka bioetanol yang dihasilkan akan dianalisa dengan uji karakteristik indeks bias, hal ini untuk mengetahui kadar bioetanol sementara sebelum dilakukannya analisa GC. Untuk analisa indeks bias dilakukan menggunakan refractometer. Dari analisa indeks bias masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 6.** Hasil Pengujian Indeks Bias Bioetanol

Dari gambar 4.3 terlihat bahwa perlakuan dengan nutrient yang paling sedikit akan menghasilkan nilai indeks bias yang rendah juga yaitu penambahan ragi sebesar 1gr dengan indeks bias 1,3371 berbeda dengan pemberian urea sebesar 3gr yaitu indeks bias yang di dapat 1,3522. Namun hasil indeks bias masih belum mencapai indeks bias untuk niali bioetanol *fuel grade* yaitu sebesar 1,3633.



**Gambar 7.** Hasil Analisis GC Bioetanol

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan Urea yang diberikan saat proses fermentasi berpengaruh terhadap volume dan kadar bioetanol, semakin banyak urea yang ditambahkan maka volume bioetanol dan kadar yang dihasilkan akan semakin meningkat
2. Waktu fermentasi mempengaruhi proses optimalnya mikroorganisme yang mengkonversi gula menjadi alkohol
3. Proses fermentasi yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi yaitu 25,1% dengan Ragi 2 gr dan Urea 3gr, lama proses fermentasi optimal di hari ke 5.

## SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka penulis memberikan saran yang mungkin dapat berguna untuk penelitian selanjutnya, sebagai berikut:

1. Perludilakukan penelitian lanjutan pembuatan bioetanol dari ampas tebu dan sabut kelapa dengan memfokuskan penurunan lignin agar selulosa dalam kedua bahan dapat terhidrolisis dengan baik
2. Bahan saat melalui proses hidrolisis harus segera difermentasi agar larutan tidak terkontaminasi terlalu lama oleh bakteri lain
3. Sebaiknya menggunakan alat distilasi yang dilengkapi oleh absorber untuk dapat memisahkan air dan bioetanol sehingga menghasilkan bioetanol dengan kadar yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arnata, W. A. (2013). Rekayasa Bioproses Produksi Bioetanol Dari Ubi Kayu Dengan Teknik Ko-kultur Ragi Tape dan *Saccharomyce Cerevisiae*. *Agrointek VOL 7 , No.1*.
- Gandjar, I. W. (2006). *Mikologi, Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Hidayat, N. P. (2006). *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta : Andi.
- Hung, G. A. (2018). Production of bioethanol from sago hampas via Simultaneous Saccharification and Fermentasi (SSF). *Nusantara Bioscience*, 10(4).
- Jannah, A. M. (2017). Pemanfaatan Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol Dengan Proses Delignifikasi Acid-Pretreatment. *Jurnal Teknik Kimia No.4 Vol 23*.
- Jiang, D. H. (2019). Potential Bioethanol Production From Sweet Sorghum on Marginal Land in China. *Journal of Cleaner Production*, 220,225-234.

Kadafi, M. (2022, Oktober 15). Retrieved from MERDEKA.com:  
<https://www.merdeka.com>