

## STUDI EKSPERIMEN PENGARUH BERAT RAGI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI UMBI PORANG (*AMORPHOPHALLUS ONCOPHYLLUS*)

**Decca Pinky Nugroho Dhama Putra**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [decca.19035@mhs.unesa.ac.id](mailto:decca.19035@mhs.unesa.ac.id)

**Muhaji**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [muhaji61@unesa.ac.id](mailto:muhaji61@unesa.ac.id)

### Abstrak

Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) secara terus menerus akan mengakibatkan cadangan energi tersebut menipis, sehingga mengakibatkan kelangkaan energi. Oleh karena itu diperlukan sumber energi alternatif seperti bioetanol yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar, salah satu bahan yang dapat dijadikan bioetanol adalah umbi porang. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kadar bioetanol terbaik dari rasio berat ragi 2,6% berat bahan (13 gram), 2,8% berat bahan (14 gram), dan 3% berat bahan (15 gram), menguji karakteristik bioetanol serta kelayakan bioetanol secara ekonomi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Lama fermentasi 4 hari dan ditilasi bertingkat 5 kali dengan suhu 78°C, pada distilasi tingkat 3, tingkat 4 dan tingkat 5 menggunakan adsorben zeolit dengan mesh 70. Pengujian kadar karbohidrat dari umbi porang dengan metode luff schoorl memiliki nilai 41,99%. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa berat ragi yang optimal didapatkan pada penambahan ragi 15 gram dengan menghasilkan kadar *yield* dan kadar etanol tertinggi yaitu 13,2%, dan 31%.

**Kata Kunci:** umbi porang, bioetanol, ragi, karakteristik, batu zeolit

### Abstract

*Continuous use of fuel oil (BBM) will result in energy reserves running low, resulting in energy scarcity. Therefore, alternative energy sources such as bioethanol are needed which are expected to be able to meet fuel needs. One of the materials that can be used as bioethanol is porang tubers. The aim of this research is to analyze the best bioethanol content from a yeast weight ratio of 2.6% by weight of material (13 grams), 2.8% by weight of material (14 grams), and 3% by weight of material (15 grams), testing the characteristics of bioethanol and the feasibility of bioethanol economically. This research is using experimental method. The fermentation time was 4 days and it was distilled 5 times at a temperature of 78°C, at level 3, level 4 and level 5 distillation using a zeolite adsorbent with mesh 70. Testing the carbohydrate content of porang tubers using the luff schoorl method had a value of 41.99%. The results of the research showed that the optimal yeast weight was obtained when adding 15 grams of yeast, producing the highest yield and ethanol content, namely 13.2% and 31%.*

**Keywords:** porang tubers, bioethanol, yeast, characteristics, zeolite stones

### PENDAHULUAN

Pemanasan global disebabkan oleh kenaikan emisi CO<sub>2</sub> akibat penggunaan bahan bakar fosil pada kendaraan di sektor industri dan transportasi yang terus meningkat setiap tahun. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada 2022, terdapat peningkatan tertinggi pada jumlah sepeda motor pribadi sebanyak 125 juta unit, dan mobil penumpang sebanyak 17,2 juta unit. Penggunaan BBM secara berkelanjutan mengakibatkan penurunan cadangan energi, yang berpotensi menyebabkan kelangkaan sumber daya energi. Maka, guna mencapai ketahanan energi pada masa yang akan datang, Indonesia perlu mengencangkan upaya pengembangan dan peralihan menuju pemanfaatan sumber energi terbarukan. (Afriyanti dkk., 2020).

Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia telah mencapai 1,06 juta barel per hari, sementara kapasitas produksinya hanya mencapai 701 ribu barel per hari. Pada tahun 2020, Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas)

memperkirakan bahwa cadangan sumur minyak di Indonesia hanya akan mencukupi untuk 10 tahun ke depan. Tanpa tambahan cadangan baru, Indonesia menghadapi risiko krisis energi (Widyastuti dan Nugroho, 2020).

Karena peningkatan konsumsi bahan bakar tidak diikuti dengan peningkatan produksi, hal ini menyebabkan kelangkaan BBM di Indonesia. Sebagai hasilnya, pemerintah Indonesia harus mengimpor minyak bahan bakar untuk memenuhi kebutuhan domestik masyarakat Indonesia (Wiratmaja dan Elisa, 2020).

Mengacu pada Perpres No.5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional. Untuk memastikan pasokan energi dalam negeri yang stabil, Pemerintah tengah berupaya mengembangkan bahan bakar alternatif sebagai pengganti BBM, dengan tujuan mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Upaya ini melibatkan penelusuran sumber-sumber bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, seperti contohnya bioetanol. (Sindhuwati dkk., 2021).

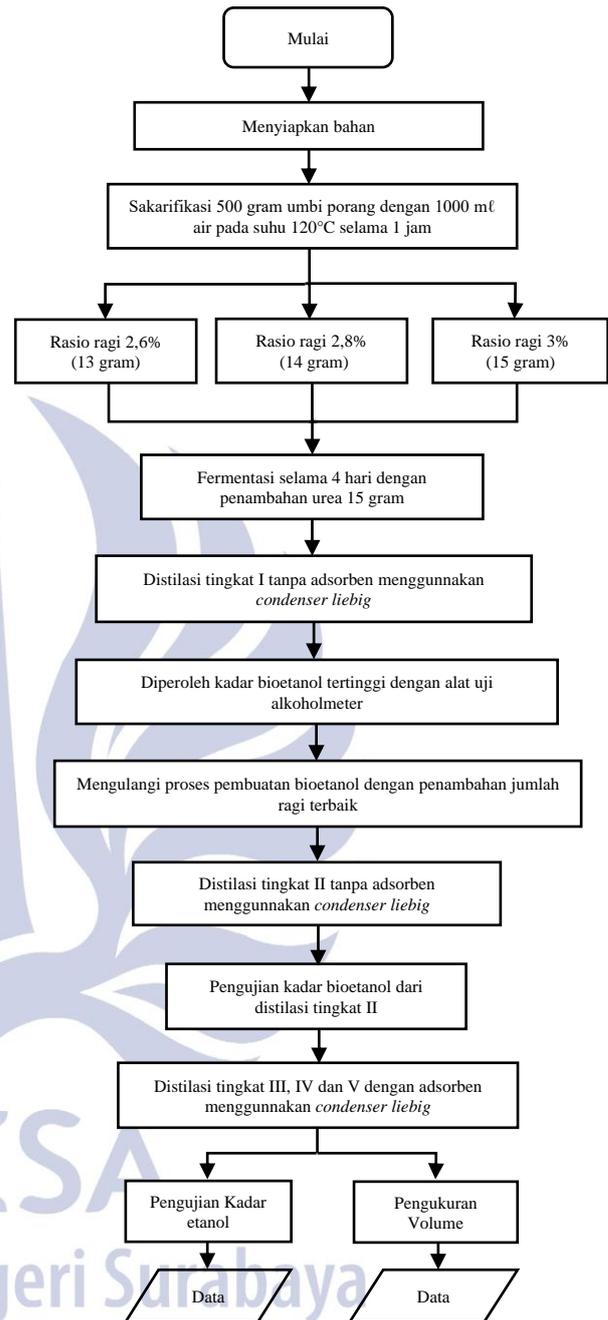
Bioetanol merupakan senyawa yang berasal dari tumbuhan berupa pati yang diubah menjadi glukosa kemudian difermentasi dan dihasilkan etanol dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) (Auliya dkk., 2021). Bioetanol dapat dihasilkan dari berbagai bahan baku seperti tanaman yang mengandung pati (seperti umbi-umbian, jagung dan sagu), bahan mengandung selulosa (seperti kayu, batang pisang dan Jerami), serta tumbuhan yang mengandung sakarin (seperti tetes tebu, nira aren dan nira tebu) (Rifdah dkk., 2022).

Manfaat dari penerapan bioetanol mencakup kemampuannya untuk diproduksi dari berbagai jenis biomassa, termasuk yang berasal dari tanaman pangan dan biomassa lignoselulosa seperti limbah pertanian, limbah perkebunan, dan sisa pengolahan hasil hutan. Penggunaan bioetanol juga membantu mengurangi dampak pemanasan global, karena pembakarannya menghasilkan emisi gas rumah kaca yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan pembakaran BBM. Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi bioetanol dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu gula, pati, dan selulosa (Rifa'i dkk., 2022). Salah satu jenis pati-patian yang layak sebagai bahan baku bioetanol adalah pati Umbi Porang (*amorphophallus oncophyllus*).

Umbi porang, yang memiliki nama ilmiah *Amorphophallus oncophyllus* dan termasuk dalam keluarga *Araceae*, merupakan jenis umbi-umbian yang menunjukkan potensi dan prospek yang baik di Indonesia. Ketersediaannya melimpah dan pemanfaatannya kurang maksimal hanya diolah menjadi *chips* atau tepung (Kusmiyati, 2010). Umbi porang mengandung karbohidrat 43,57%, protein 12,42%, kadar Air 11,07%, kadar Abu 8,84%, dan lemak 1,48% (Verawati dkk., 2021). Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis melakukan penelitian kolaborasi untuk mengkaji tentang pembuatan bioetanol terutama pengaruh jumlah ragi untuk proses fermentasi yang tepat agar menghasilkan kadar bioetanol tertinggi dan kelayakan secara ekonomis bioetanol dari umbi porang. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis berapakah jumlah ragi untuk proses fermentasi yang tepat agar menghasilkan kadar bioetanol tertinggi dan menganalisis kelayakan secara ekonomis bahan bakar bioetanol berbahan baku umbi porang.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yang melibatkan penggunaan data kuantitatif. Penelitian ini dirancang untuk mengukur keterkaitan variabel bebas dan variabel terikat, yaitu dengan cara mengatur variabel bebas secara sistematis untuk mengamati dampaknya terhadap variabel terikat.



Gambar 1. Rancangan Penelitian

#### Waktu dan Tempat Penelitian

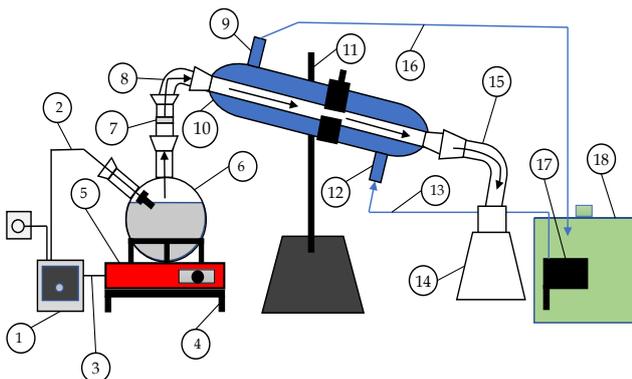
- Waktu penelitian  
Penelitian dilakukan pada tanggal 10 Juni sampai 10 Oktober 2023.
- Tempat penelitian  
Pembuatan bioetanol dari umbi porang dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Variabel penelitian  
Variable penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ragi dengan berat ragi 13 gram (2,6% berat bahan), 14 gram (2,8% berat bahan), dan 15 gram (3% berat bahan).
- Variabel terikat adalah kadar dan volume bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi ragi.
- Variabel kontrol yaitu: umbi porang yang memiliki kandungan karbohidrat sebesar 41,99%, ragi *Sacharomyces cereviceae* sebagai jenis ragi yang digunakan, dan batu zeolit sebagai adsorben dalam jumlah 7 gram dengan ukuran mesh 70. Proporsi umbi porang terhadap air adalah 1:2 (500 gram:1000 gram). Proses fermentasi dilakukan selama 4 hari dengan menggunakan ragi sebanyak 13 gram, 14 gram, dan 15 gram, yang dicampur dengan pupuk urea sebanyak 15 gram. Proses distilasi menggunakan titik didih bioetanol pada suhu 78°C, sementara batu zeolit dipanaskan pada suhu 120°C selama 30 menit.

#### Alat dan Bahan

- 1) Labu distilasi berkapasitas 1000 ml
- 2) Kompor listrik 300 watt
- 3) Timbangan digital
- 4) Gelas ukur
- 5) *Bend connector*
- 6) Filter crucible
- 7) *Condensor liebig*
- 8) Statif klem
- 9) *Thermocontrole*
- 10) *Thermocouple*
- 11) Elenmeyer 250ml
- 12) Alkoholmeter
- 13) Tempat menampung wadah air
- 14) Pompa aquarium
- 15) Selang air
- 16) Jerigen kapasitas 2 liter
- 17) Saringan *mesh* 70
- 18) Umbi porang
- 19) Ragi tepe merk "NKL"
- 20) Batu zeolit
- 21) Urea merk "Petro"
- 22) Alat penumbuk
- 23) Es batu

#### Gambar Rangkaian Alat dan Instrumen Eksperimen



Gambar 2. Rangkaian Alat Distilasi

#### Keterangan:

- 1) *Thermocontrole*
- 2) *Thermocouple*
- 3) Kabel sambungan kompor
- 4) Dudukan kompor
- 5) Kompor listrik berdaya 300 watt
- 6) Labu distilasi kapasitas 1000 ml
- 7) *Filter Crucible*
- 8) *Bend Connector*
- 9) Lubang keluar
- 10) Kondensor liebig
- 11) Statif dan klem
- 12) Lubang masuk
- 13) Selang masuk
- 14) *Elenmeyer* 250 ml
- 15) Bend tube
- 16) Selang keluar
- 17) Pompa aquarium
- 18) Wadah penampung air

#### Prosedur Penelitian

- Tahap persiapan
  - Menyiapkan bahan baku umbi porang dengan kadar karbohidrat 41,99%.
  - Mengkupas kulit umbi porang kemudian dipotong menjadi bentuk dadu dengan ukuran sekitar 2 cm dan mencuci dengan air bersih.
- Tahap sakarifikasi
  - Menyiapkan peralatan yang diperlukan untuk proses sakarifikasi.
  - Menempatkan umbi porang ke dalam panci untuk proses pengukusan pada suhu 120°C selama satu jam, di mana 500 gram umbi porang dicampur dengan 1000 gram air, kemudian di-blender hingga membentuk bubuk.
  - Bubur umbi porang sebanyak 500 gram dan air 1000 ml dimasukkan ke dalam jerigen yang berkapasitas 2 liter.
- Tahap fermentasi
  - Menyiapkan bubuk pati yang sudah disakarifikasi.
  - Menghaluskan ragi tape (*saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 13 gram, 14 gram, dan 15 gram dengan pupuk urea sebanyak 15 gram.
  - Memasukkan ragi tape dan pupuk urea ke dalam bubuk pati porang.
  - Setelah itu, jerigen ditutup dan dikocok agar pati cairan tercampur secara merata. Jerigen tersebut dirapatkan untuk menghindari keberadaan udara di dalamnya. Plastik dan isolasi ditambahkan pada bagian luar tutup botol untuk meningkatkan kedapannya. Proses fermentasi dilakukan dengan suhu ruangan sekitar 28-32°C selama 4 hari.
  - Setelah 4 hari penyimpanan, cairan fermentasi disaring agar dapat dipisahkan antara cairan hasil fermentasi dan ampasnya.
- Tahap distilasi
  - Menyiapkan peralatan untuk melakukan proses distilasi
  - Cairan yang dihasilkan dari fermentasi dimasukkan ke dalam labu distilasi dan

dipanaskan pada titik didih bioetanol, yaitu pada suhu 78°C.

- Dalam pelaksanaan distilasi, es batu dimasukkan ke dalam wadah air untuk menjaga kondensor Liebig tetap dalam keadaan dingin.
- Setelah proses distilasi awal, bioetanol diperoleh dan selanjutnya diukur volumenya serta kadar alkoholnya menggunakan alkoholmeter.
- Selanjutnya, dilakukan tahap distilasi kedua untuk meningkatkan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan.
- Tahap distilasi bertingkat
  - Menghaluskan dan menyaring batu zeolit dengan ukuran mesh 70.
  - Batu zeolit dipanaskan menggunakan kompor listrik berdaya 300 watt pada suhu 120°C selama 30 menit.
  - Menimbang batu zeolite 7 gram dan masukkan ke dalam filter crucible.
  - Jika sudah didapatkan kadar bioetanol >99,5% maka bioetanol telah siap untuk dianalisa karakteristiknya.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

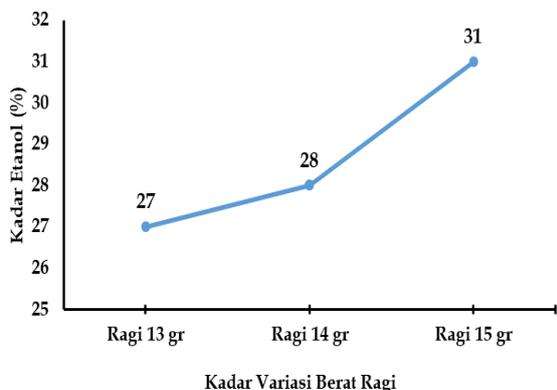
- Hasil Pengaruh Berat Ragi terhadap Yield Etanol pada Distilasi I

**Tabel 1.** Hasil Variasi Berat Ragi Fermentasi Umbi Porang

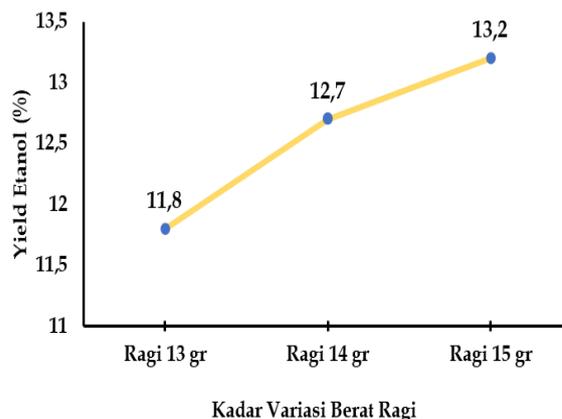
Perlakuan Fermentasi		Volume Etanol				Kadar Etanol (%-v)*
Berat Ragi (gr)	waktu Fermentasi (hari)	Awal (ml)	Hasil (ml)	Sisa di Labu (ml)	% Yield (%-v)	
(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
13	4	1278	152	1102	11,8	27
14		1324	169	1131	12,7	28
15		1368	181	1161	13,2	31

\* Pengukuran menggunakan Alkoholmeter

$$Yield = \frac{Volume\ etanol\ yang\ diperoleh}{Volume\ awal\ etanol} \times 100\%$$



**Gambar 3.** Grafik Variasi Berat Ragi terhadap Kadar Etanol



**Gambar 4.** Grafik Variasi Berat Ragi terhadap Yield

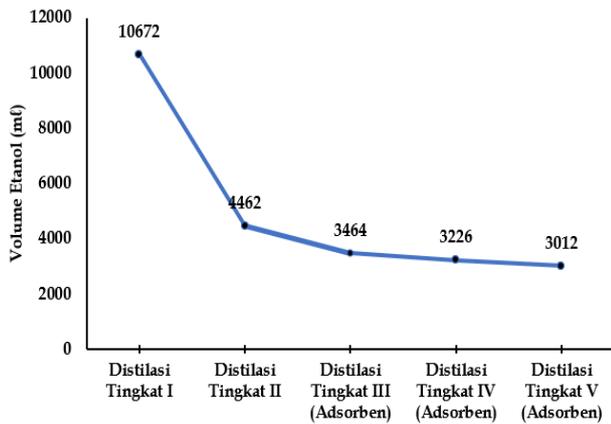
Berdasarkan data diatas adanya pengaruh dari penambahan ragi sebagai penghasil etanol terhadap kenaikan yield dan kadar yang dihasilkan. Pada penambahan ragi sebesar 13 gram menghasilkan yield 11,8% dan kadar etanol sebesar 27%, Pada penambahan ragi sebesar 14 gram menghasilkan yield 12,7% dan kadar etanol sebesar 28%, Pada penambahan ragi sebesar 15 gram menghasilkan yield 13,2% dan kadar etanol sebesar 31%.

Kenaikan kadar bioetanol disebabkan semakin banyak ragi yang ditambahkan semakin banyak substrat yang dikonversi menjadi produk bioetanol oleh mikroorganisme dengan bantuan enzim amilase dan invertase Semakin banyak ragi yang digunakan pada proses fermentasi waktu yang dibutuhkan untuk hasil yang optimal juga semakin cepat, namun semakin lama waktu fermentasi menyebabkan produksi asam asetat semakin tinggi karena Asam tersebut dihasilkan dari perombakan alkohol oleh bakteri *Acetobacter aceti*.

- Hasil Volume dan Kadar Bioetanol Distilasi II sampai dengan V

**Tabel 2.** Volume dan Kadar Bioetanol hasil distilasi bertingkat

Distilasi ke	Volume campuran awal (ml)	Volume hasil (ml)	Kadar etanol awal	Kadar etanol akhir
1	80902	10672	-	31
2	10672	4462	31	73
3	4462	3464	73	94
4	3464	3226	94	98
5	3226	3012	98	99,35

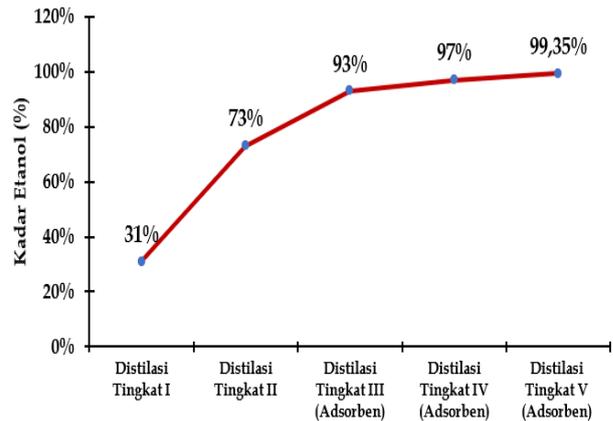


Gambar 5. Grafik Volume Etanol saat Proses Distilasi

Berdasarkan informasi dari Tabel 2 dan Gambar 5, terlihat bahwa hasil distilasi pertama menghasilkan 10.672 ml campuran bioetanol dan air dengan kandungan sebanyak 31%. Pada distilasi kedua, volume campuran bioetanol dan air yang dihasilkan adalah sebanyak 4.462 ml dengan kandungan sebesar 73%. Meskipun menggunakan titik didih bioetanol, terjadi penguapan bersamaan antara air dan uap bioetanol. Fenomena ini terjadi karena adanya kondisi *azeotrop* pada campuran tersebut. *Azeotrop* merupakan kombinasi dari dua atau lebih zat pada proporsi tertentu, di mana komposisi tersebut tidak dapat berubah melalui proses distilasi konvensional. Saat campuran azeotrop diuapkan, fasa uap yang dihasilkan memiliki komposisi yang sama dengan fasa cairnya. Campuran azeotrop ini sering disebut sebagai campuran mendidih konstan karena komposisinya tetap ketika diuapkan.

Hasil pada distilasi 3 volume campuran bioetanol dan air yang dihasilkan 3468 ml dengan kadar bioetanol yang dihasilkan 93%, pada distilasi 4 volume campuran bioetanol dan air yang dihasilkan sebanyak 3226 ml dengan kadar etanol yang dihasilkan sebesar 97%, Proses distilasi ke-5 didapatkan volume akhir campuran bioetanol dan air sebanyak 3012 ml dengan kadar etanol 99,35%, semakin tinggi tingkat distilasi maka volume bioetanol yang dihasilkan semakin berkurang disebabkan terjadinya pemisahan antara molekul bioetanol dan air.

Proses berkurangnya volume bioetanol disebabkan oleh setiap tingkat distilasi menggunakan temperatur titik didih bioetanol 78°C, sehingga yang menguap atau yang mengalami pemisahan hanya kandungan bioetanolnya saja, sedangkan kandungan air akan tertinggal didalam labu distilasi, meskipun menggunakan titik didih bioetanol pada distilasi pertama masih ada beberapa kandungan air yang ikut menguap bercampur dengan uap bioetanol disebabkan campuran mengalami kondisi azeotrop dan keterbatasan alat distilasi.



Gambar 6. Grafik persentase kenaikan kadar bioetanol

Berdasarkan tabel 2 dan gambar 6 menunjukkan bahwa untuk meningkatkan kadar etanol yang sesuai dengan standar Dirjen EBTKE dibutuhkan distilasi hingga tingkat kelima. Meningkatkan konsentrasi etanol pada distilasi ketiga dilakukan dengan menggunakan adsorben berupa batuan zeolit jenis klinoptilolit pada Filter Crucible. Batuan zeolit tersebut berperan sebagai penangkap molekul air yang masuk ke dalam ruang pori adsorben yang bersifat hidrofilik, memisahkan campuran etanol-air, selain itu zeolit alam jenis klinoptilolit memiliki komposisi  $(Ca, K_2, Na_2, Mg)_4 Al_8 Si_{40} O_{96}$ , dan mengandung alumina silika yang tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai adsorben atau penyerap kadar air. Distilasi pertama dan kedua tidak melibatkan penggunaan batuan zeolit sebagai adsorben karena bioetanol dari umbi porang memiliki kandungan air yang cenderung lebih tinggi. Oleh karena itu, kapasitas penyerapan batuan zeolit dapat dengan cepat mencapai tingkat kejenuhan atau penumpukan kadar air, sehingga efektivitasnya menjadi kurang optimal. Sebaliknya, pada distilasi ketiga, keempat, dan kelima, batuan zeolit digunakan sebagai adsorben dalam proses azeotrop (dua komponen dengan titik didih yang hampir sama). Pada tahap ini, batuan zeolit diperlukan sebagai agen pengikat kadar air untuk memisahkan komponen azeotrop, sehingga kadar etanol dapat ditingkatkan.

Peningkatan kadar etanol ini disebabkan oleh ukuran partikel zeolit. Ukuran partikel tersebut diperoleh dengan menghancurkan batuan zeolit dan menyaringnya dengan ukuran mesh 70. Mesh mencerminkan jumlah lubang dalam ayakan setiap 1 inci persegi, di mana semakin besar jumlah mesh mengindikasikan lubang yang semakin kecil. Dimensi partikel menjadi faktor krusial yang mempengaruhi kemampuan dan kecepatan adsorpsi zeolit terhadap zat tertentu. Besarnya ukuran partikel zeolit juga terkait dengan luas permukaan substansi; semakin kecil partikelnya, maka semakin besar luas permukaan kontak antara zat-zat tersebut. Oleh karena itu, penurunan ukuran partikel dapat meningkatkan jumlah luas permukaan yang bersentuhan, yang akan meningkatkan kapasitas penyerapan air. Semakin kecil ukuran partikel juga akan menghasilkan kadar yang lebih tinggi.

Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian penulis yang dapat mencapai kadar etanol sebesar 99,35% pada distilasi kelima.

### • Perhitungan Nilai Ekonomis Bioetanol

**Tabel 3.** Nilai Ekonomis Bioetanol Umbi Porang

no	Bahan baku	jumlah	Harga	total
1	Umbi porang	30 kg	Rp. 5.000/kg	Rp 150.000
2	Ragi tape	900 gram	Rp. 10.000/(1 Pcs @70 gram)	Rp 128.571
3	urea	900 gram	Rp. 20.000/kg	Rp 18.000
4	Batu zeolit	182 gram	Rp. 10.000/kg	Rp 1.820
Total				Rp. 298.391

Berdasarkan tabel 4.3 dapat diketahui untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar 99.35% dan volume 3012 ml dibutuhkan biaya sebesar Rp 298.391. Sedangkan untuk nilai ekonomis bioetanol yang terbuat dari umbi porang adalah Rp. 99.067/liter. Melalui rincian perhitungan diatas maka dapat disimpulkan bahwa harga bioetanol dari umbi porang yang sebesar Rp. 99.067 per liter lebih ekonomis bila dibandingkan dengan penjualan etanol dengan kadar 96%-98% di pasaran saat ini mencapai Rp. 120.000.

### SIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

- Penambahan ragi yang optimal untuk meningkatkan kadar etanol adalah menggunakan ragi dengan berat 15 gram. Variasi penambahan ragi sebanyak 15 gram mendapatkan volume sebanyak 181 ml dan kadar etanol 31%, dimana lain hasil tersebut lebih banyak/lebih tinggi dari sampel variasi lain (13 gram & 14 gram).
- Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa harga untuk satu liter bioetanol dari umbi porang adalah Rp. 99.535, sedangkan bioetanol murni yang dijual dengan kadar 96%-98% dipasaran seharga Rp. 60.000/l melalui hal tersebut dapat disimpulkan bahwa harga bioetanol murni dipasaran terbilang lebih ekonomis dibandingkan dengan harga bioetanol dari umbi porang.

#### Saran

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan bioetanol dari umbi porang yaitu dengan mencari nilai maksimum dengan penambahan ragi lebih tinggi.
- Dalam proses distilasi, perlu diberikan perhatian khusus pada sambungan, karena risiko terjadinya kebocoran dapat mengakibatkan uap bioetanol keluar melalui celah-celah.

### DAFTAR PUSTAKA

Afriyanti, Y., Sasana, H., & Jalunggono, G. 2020. "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan di Indonesia". Directory

Journal of Economic. Vol. 2 (3) doi: 10.31002/dinamic.v2i3.1428.

Auliya, R., Irdawati, P., Nabilah, R., Putri M. W., & Wulandari. 2021. "Analisis Potensi Limbah Pertanian dalam menghasilkan Biofuel dari proses Fermentasi". Prosiding SEMNAS BIO.

Badan Pusat Statistik. Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Provinsi dan Jenis Kendaraan (unit). Diakses pada 01 Maret 2023, dari [https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view\\_data\\_pub/0000/api\\_pub/V2w4dFkwdFNLNU5mSE95Und2UDRMQT09/da\\_10/1](https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_data_pub/0000/api_pub/V2w4dFkwdFNLNU5mSE95Und2UDRMQT09/da_10/1).

Kusmiyati. 2010. "Studi Perbandingan Bahan Baku Umbi Singkong dan Iles-Iles untuk Pembuatan Bioetanol". Makalah disajikan dalam Seminar Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang, 4-5 Agustus.

Rifa'i, A. F., Pamungkas, W. A., Setyawati, R. B., Setiawan, C. P., & Waluyo J. 2022. "Kajian Teknoekonomi Bioetanol Berbahan Molasses Sebagai Alternatif Substitusi BBM". *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*. Vol. 6 (1): hal. 57-68.

Rifdah, Kalsum, U., & Anugrah, I. S. 2022. "Pengaruh *Saccharomyces Cerevisiae* Terhadap Kadar Etanol dari Kulit Nanas Secara Fermentasi". *Jurnal Teknik Patra Medika*. Vol. 13 (2).

Sindhuwati, C., Mustain, A., Rosly, Y. O., Aprijaya, A. S., Mufid, M., Suryandari, A. S., Hardjono, & Rulianah, S. 2021. "Review: Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Metode Fed Batch pada Proses Hidrolisis". *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*. Vol. 5 (2): hal. 128. doi: <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i2.224>.

Verawati, B., Yanto, N., & Widawati. 2021. *Pembutan dan Uji Mutu Tepung Porang*. Laporan hasil tidak diterbitkan. Riau: Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.

Widyastuti, N. L., & Nugroho, H. 2020. "Dampak Covid-19 terhadap Industri Minyak dan Gas Bumi: Rekomendasi Kebijakan untuk Indonesia". *The Indonesian Journal of Development Planning*. Vol. 4 (2): hal: 166-176.

Wiratmaja, I. G. & Elisa, E. 2020. "Kajian Peluang Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Utama Kendaraan Masa Depan Di Indonesia". *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*. Vol. 8 (1).