

PENGARUH VARIASI UKURAN PARTIKEL BATU KAPUR SEBAGAI ADSORBEN PADA PROSES DISTILASI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI UMBI GANYONG (*CANNA EDULIS KERR*)

Ira Dhahtul Khasanah

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: irakhasanah16050754045@mhs.unesa.ac.id

I Wayan Susila

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: wayansusila@unesa.ac.id

ABSTRAK

Seiring dengan berkembangnya teknologi dan bertambahnya penduduk, menyebabkan kebutuhan dan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) semakin meningkat dan persediaannya semakin langka. Oleh sebab itu, diperlukan sumber energi alternatif seperti bioetanol untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar etanol maksimal yang dihasilkan dari umbi ganyong dengan variasi ukuran mesh batu kapur sebagai adsorben 70, 80, dan 90. Proses pembuatan bioetanol terdiri dari 3 tahapan yaitu tahap persiapan, tahap fermentasi, dan tahap distilasi. Proses distilasi dilakukan secara bertingkat untuk mencapai kadar etanol $\geq 99,5\%$ sesuai dengan Keputusan Direktorat Jenderal EBTKE Nomor: 722K/10/DJE/2013. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi mesh batu kapur paling optimal adalah mesh 80. Pada distilasi kelima diperoleh kadar etanol 99,52%-v, kadar metanol 2,38%-v, kadar air 0,497%-v, kadar tembaga $< 0,0040$ mg/kg, keasaman sebagai asam asetat 18,81 mg/L, tampak bening tidak berwarna, kadar ion klorida 3,7435 mg/L, kandungan belerang 0,0012 mg/L, densitas 0,785 gr/cm³, nilai kalor 4148,00 Kcal/kg, titik nyala 32°C, viskositas 2,7 CST, dan yield 9,2%-v. Sehingga dapat dijadikan campuran dengan premium.

Kata Kunci: batu kapur, *bioethanol*, umbi ganyong.

ABSTRACT

As technology develops and the population grows, the need and consumption of fuel are increasing and supplies are increasingly scarce. Therefore, alternative energy sources such as bioethanol are needed to meet fuel needs. The purpose of this study is to find out the maximum ethanol levels produced from canna tubers with variations in the mesh size of limestone as adsorbents 70, 80, and 90. The process of making bioethanol consists of 3 stages, namely the preparation stage, fermentation stage, and distillation stage. The distillation process is carried out in a multilevel way to achieve ethanol $\geq 99,5\%$ by the Decree of the Directorate General of EBTKE Number: 722K/10/DJE/2013. The results of this study show that the most optimal variation of limestone mesh is mesh 80. At the fifth distillation obtained ethanol levels 99.52%-v, methanol levels 2.38%-v, water content 0.497%-v, copper levels < 0.0040 mg/kg, acidity as acetic acid 18.81 mg/L, colorless clear appear, chloride ion content 3.7435 mg/L, sulfur content 0.0012 mg/L, density 0.785 gr/cm³, calorific value 4148.00 Kcal/kg, flame point 32-C, viscosity 2.7 CST, and yield 9.2%-v. So it can be combined with premium.

Keywords: limestone, *bioethanol*, canna tubers.

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi dan bertambahnya penduduk, menyebabkan kebutuhan dan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) semakin meningkat. Oleh sebab itu, diperlukan sumber energi alternatif untuk mengganti BBM seperti bioetanol. *Bioethanol* merupakan senyawa alkohol yang diperoleh melalui proses fermentasi gula dari sumber (berkarbohidrat atau bahan berpati dan bahan berlignoselulosa) menggunakan bantuan *sacharomyces*

cerevisiae atau mikroorganisme. Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar atau *substituent* akan menurunkan emisi gas berbahaya (CO, NO, dan SO₂) dan menghasilkan gas rumah kaca yang sangat rendah bila dibandingkan dengan pembakaran minyak bumi^[5]. Salah satu sumber bahan baku yang dapat digunakan untuk bioetanol adalah umbi ganyong. Bioetanol yang dihasilkan harus mencapai kadar etanol $\geq 99,5\%$ sesuai dengan Keputusan Direktorat Jenderal EBTKE Nomor:

722K/10/DJE/2013 sehingga dapat dijadikan campuran untuk bahan bakar^[4].

Bahtiar (2013) dalam penelitiannya disimpulkan bahwa penambahan pupuk urea 5, 10, 15, 20, dan 25 gram didapatkan pupuk urea yang optimal sebanyak 15 gram. Hasil uji karakteristik diperoleh hasil kadar *bioethanol* sebesar 94%^[2].

Yuniwati dkk. (2019) dalam penelitiannya disimpulkan bahwa kondisi fermentasi pada 3, 4 5, 6, 7 hari didapatkan hasil terbaik adalah dengan waktu 5 hari. Dengan kondisi optimal tersebut diperoleh persentase hasil etanol adalah 35,3612%^[9].

Mustofa (2012) dalam penelitiannya disimpulkan bahwa pembuatan *bioethanol* dari pati garut dengan variabel penambahan ragi 0,6%; 0,8%; 1%; 1,2%; 1,4% didapat *bioethanol* dengan kadar tertinggi 11% yaitu pada variabel kelima dengan penambahan ragi 1,4%^[6].

Prasnady (2018) dalam penelitiannya disimpulkan bahwa dengan variasi ukuran partikel mesh batu kapur 20, 40, 60, 80 dan 100 serta temperatur pemanasan 110°C dan 120°C. Didapatkan hasil penelitian kadar *ethanol* sebesar 99,71% pada ukuran mesh 80 dan temperatur pemanasan 120°C^[7].

Farhan (2019) dalam penelitiannya disimpulkan bahwa batu kapur dipanaskan pada suhu 130°C dan 140°C dalam jumlah 8, 9, dan 10 gram. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil terbaik diperoleh pada berat batu kapur 9 gram dengan suhu pemanasan 140°C dengan kadar etanol sebesar 98,005% dengan denaturasi menggunakan hidrokarbon (CH₄)^[3].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Batu Kapur sebagai Adsorben pada Proses Distilasi terhadap Kadar Bioetanol dari Umbi Ganyong (*Canna Edulis Kerr*)”. Harapan dari penelitian ini adalah kadar etanol yang dihasilkan dari umbi ganyong sebesar $\geq 99,5\%$ sesuai dengan Keputusan Direktorat Jenderal EBTKE Nomor: 722K/10/DJE/2013.

METODE

Jenis Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen (*experimental research*). Metode eksperimen adalah metode untuk mencari adanya hubungan sebab akibat antara beberapa faktor yang saling berkaitan. Pada eksperimen ini peneliti memvariasikan mesh batu kapur (70, 80, dan 90) untuk meningkatkan kadar bioetanol dari umbi ganyong $\geq 99,5\%$ sesuai dengan standar Keputusan Direktorat Jenderal EBTKE Nomor: 722K/10/DJE/2013.

Karakteristik Bahan yang Digunakan

• Umbi Ganyong

Umbi ganyong yang diperoleh dari Desa Kepel, Kecamatan Ngetos, Kabupaten Nganjuk.

Tabel 1. Karakteristik Umbi Ganyong

No.	Parameter	Banyaknya (%)
1.	Kadar karbohidrat	87,61
2.	Kadar air	9,21
3.	Kadar lemak	2,44
4.	Kadar serat kasar	0,39
5.	Kadar abu	0,31
6.	Kadar protein	0,04

Sumber: Santoso et. al., 2015^[8]

• Batu Kapur

Batu kapur sebagai adsorben yang diperoleh dari Desa Gosari, Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik.

Tabel 2. Karakteristik Batu Kapur

Karakteristik	Kadar (%)
Kadar air	0,39
CaCO ₃	85,71

Sumber: Prasnady, 2018^[7]

Variabel Penelitian

• Variabel Bebas

Batu kapur dengan mesh 70, 80, dan 90.

• Variabel Terikat

Persentase kadar *ethanol* yang dihasilkan dengan variasi mesh batu kapur.

• Variabel Kontrol

– Umbi ganyong diperoleh dari Desa Kepel, Kecamatan Ngetos, Kabupaten Nganjuk.

– Batu kapur diperoleh dari Desa Gosari, Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik. Dengan berat batu kapur sebanyak 9 gram.

– Umbi ganyong tidak dikupas, proses sakarifikasi pada suhu 100°C selama 1 jam.

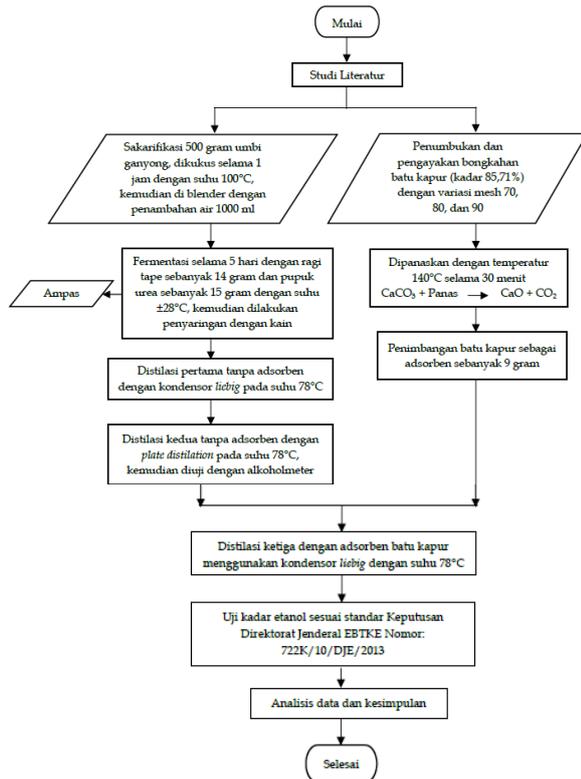
– Perbandingan umbi ganyong dengan air 1:2 (500 gram:1000 gram).

– Proses fermentasi selama 5 hari dengan suhu $\pm 28^\circ\text{C}$, dengan ragi sebanyak 14 gram dan pupuk urea sebanyak 15 gram.

– Proses distilasi menggunakan titik didih bioetanol dengan suhu 78°C ^[1].

– Proses pemanasan batu kapur menggunakan temperatur 140°C selama 30 menit.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Prosedur Penelitian

- Tahap Persiapan
 - Menyiapkan umbi ganyong dari Desa Kepel, Kecamatan Ngetos, Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur.
 - Umbi ganyong dicuci, kemudian dipotong-potong kecil-kecil.
- Tahap Sakarifikasi
 - Menyiapkan peralatan untuk proses sakarifikasi.
 - Umbi ganyong yang sudah dibersihkan dan dipotong dikukus dengan suhu 100°C selama 1 jam, 500 gram umbi ganyong ditambahkan 1000 gram air dan di *blender* hingga menjadi bubuk.
 - Bubur umbi ganyong dimasukkan kedalam jerigen yang berkapasitas 5 liter.
- Tahap Fermentasi
 - Menyiapkan cairan pati yang sudah disakarifikasi.
 - Menghaluskan ragi tape sebanyak 14 gram dan pupuk urea sebanyak 15 gram.
 - Memasukkan ragi tape dan pupuk urea kedalam cairan pati ganyong.
 - Kemudian menutup dan mengocok jerigen. Jerigen dirapatkan hingga tidak ada udara didalam jerigen.
 - Proses fermentasi dilakukan dengan temperatur $\pm 28^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari.
- Setelah 5 hari disimpan, cairan fermentasi disaring dan diperas agar terpisah antara cairan hasil fermentasi dengan ampas.
- Tahap Penyiapan Batu Kapur
 - Menghancurkan dan mengayak batu kapur mesh 70, 80, dan 90.
 - Batu kapur dipanaskan pada suhu 140°C selama 30 menit.
 - Menimbang sesuai kebutuhan (9 gram) dan masukkan ke dalam *filter crucible*.
- Tahap Distilasi
 - Menyiapkan alat untuk proses distilasi.
 - Cairan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu dan dipanaskan dengan titik didih *bioethanol* $78^{\circ}\text{C}^{[1]}$.
 - Pada proses distilasi diberikan es batu dalam ember air agar *condensor liebig* tetap dingin.
 - Hasil dari distilasi pertama, diukur kandungan alkoholnya dengan menggunakan alkoholmeter.
 - Kemudian dilakukan tahap distilasi kedua menggunakan *plate distilation* untuk meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan.
 - Dilakukan distilasi secara berkelanjutan untuk mencapai kadar *bioethanol* $>90\%$. Ditambahkan batu kapur sebanyak 9 gram dengan variasi mesh batu kapur 70, 80, dan 90 yang telah dimasukkan kedalam *filter crucible*.
 - Variasi batu kapur dengan kadar etanol tertinggi didistilasi sampai kadar yang dihasilkan lebih dari 90%.
 - Jika sudah didapatkan kadar *bioethanol* diatas 90% maka dilakukan pengujian karakteristiknya.
 - Tahap distilasi selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Dilakukan distilasi 1 dan 2 tanpa adsorben untuk mengetahui kadar awal etanol yang dihasilkan dari umbi ganyong.

Tabel 3. Hasil Distilasi 1 dan 2

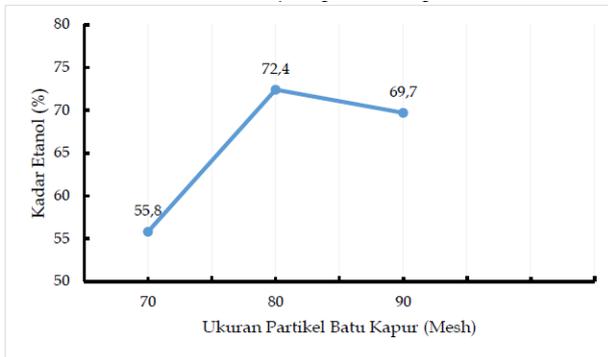
No.	Distilasi	Volume Etanol				Kadar Etanol (%-v)
		Awal (ml)	Hasil (ml)	Sisa di Labu (ml)	Yield (%-v)	
1.	Distilasi 1	1000	600	200	60	7
2.	Distilasi 2	2000	1100	600	55	34,2

Kemudian dilakukan distilasi menggunakan parameter batu kapur dengan variasi mesh batu kapur yaitu mesh 70, 80, dan 90.

Tabel 4. Hasil Distilasi dengan Adsorben Batu Kapur

No.	Perlakuan Batu Kapur			Volume Etanol				Kadar Etanol (%v)
	Ukuran Partikel (Mesh)	Kadar CaCO ₃ (%)	Temperatur Pemanasan (°C)	Awal (ml)	Hasil (ml)	Sisa di Labu (ml)	% Yield (%v-v)	
1.	70	85,71	140	500	228	210	45,6	55,8
2.	80				254	232	50,8	72,4
3.	90				241	216	48,2	69,7

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



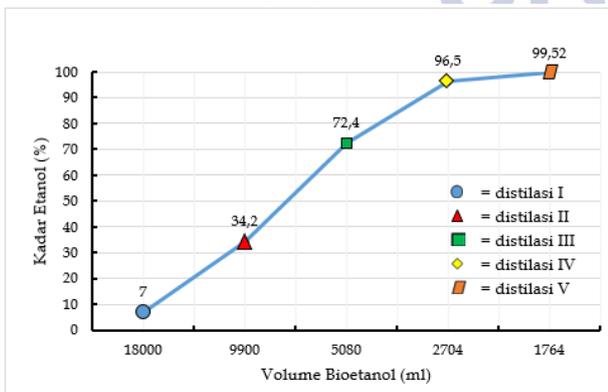
Gambar 2. Grafik Kadar Etanol dengan Variasi Batu Kapur

Setelah didapatkan ukuran mesh yang optimal, dilanjutkan pembuatan bioetanol dengan skala besar.

Tabel 5. Hasil Distilasi Bertingkat

Distilasi	Volume Bioetanol (ml)	Kadar Etanol (%)
Distilasi I (condensor liebig)	18000	7
Distilasi II (plate distillation)	9900	34,2
Distilasi III (condensor liebig)	5080	72,4
Distilasi IV (condensor liebig)	2704	96,5
Distilasi V (condensor liebig)	1764	99,52

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik Hasil Distilasi Bertingkat

Berdasarkan tabel 3, terlihat bahwa pada distilasi pertama volume awal 1000 ml menghasilkan etanol sebesar 600 ml dengan kadar awal sebesar 7%. Kemudian

ditingkatkan dengan dilakukan distilasi kedua dengan volume awal sebesar 2000 ml, menghasilkan etanol sebesar 1100 ml dengan kadar 34,2%.

Berdasarkan tabel 4 terlihat bahwa batu kapur mesh 70 menghasilkan kadar etanol sebesar 55,8%, mesh 80 sebesar 72,4%, dan mesh 90 sebesar 69,7%. Dengan demikian kadar etanol yang optimal sebesar 72,4% dengan ukuran mesh batu kapur 80. Sehingga dapat dilakukan proses pembuatan bioetanol dengan skala besar.

Berdasarkan tabel 5 terlihat pada distilasi I diperoleh bioetanol sebesar 18000 ml dengan kadar 7%. Distilasi II diperoleh bioetanol sebesar 9900 ml dengan kadar 34,2%. Distilasi III menggunakan adsorben batu kapur mesh 80 diperoleh bioetanol sebesar 5080 ml kadar 72,4%. Distilasi IV diperoleh bioetanol sebesar 2704 ml dengan kadar 96,5%. Dan pada distilasi V diperoleh bioetanol sebesar 1764 ml dengan kadar etanol 99,52%. Sehingga dilakukan proses pengujian karakteristik.

Berikut ini adalah hasil pengujian karakteristik berdasarkan Keputusan Direktorat Jenderal EBTKE Nomor: 722K/10/DJE/2013.

Tabel 6. Hasil Pengujian Karakteristik Berdasarkan Keputusan Direktorat Jenderal EBTKE Nomor: 722K/10/DJE/2013

NO.	PARAMETER UJI	METODE UJI	PERSYARATAN	BIOETANOL UMBI GANYONG	SATUAN, Min/Max	MEMENUHI/ TIDAK MEMENUHI STANDAR
1	Kadar etanol	ASTM D5501	99,5 (setelah didenaturasi dengan denatonium benzoate)	99,52 ^(b)	%-v. min.	Memenuhi
2	Kadar metanol	Spektrofotometri	0,5	2,38 ^(b)	%-v. maks.	Tidak memenuhi
3	Kadar air	ASTM D1744	0,7	0,497 ^(a)	%-v. maks.	Memenuhi
4	Kadar tembaga (Cu)	AAS	0,1	<0,0040 ^(b)	mg/kg. maks.	Memenuhi
5	Keasaman sebagai asam asetat	Titrimetri	30	18,81 ^(b)	mg/L. maks.	Memenuhi
6	Tampakan	Pengamatan visual	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran	Bening tidak berwarna ^(a)	-	Memenuhi
7	Kadar ion klorida (Cl ⁻)	Argentometri	20	3,7435 ^(a)	mg/L. maks.	Memenuhi
8	Kandungan belerang (S)	ASTM D1552	50	0,0012 ^(a)	mg/L. maks.	Memenuhi

Terdapat karakteristik tambahan sebagai berikut:

Tabel 7. Karakteristik Tambahan Bioetanol Umbi Ganyong

NO.	PARAMETER UJI	METODE UJI	PERSYARATAN	BIOETANOL UMBI GANYONG	SATUAN, Min/Max
1	Densitas	ASTM D1298	0,7893	0,785 ^(a)	gr/cm ³ . maks.
2	Nilai kalor	ASTM D240	6380	4148,00 ^(a)	Kcal/kg. min.
3	Titik nyala	ASTM D93	13	32 ^(a)	°C. min.
4	Viskositas 40°C	ASTM D445	1,523	2,7 ^(a)	CS _t . maks.

Dilakukan analisa ekonomi untuk mengetahui biaya produksi bioetanol dari umbi ganyong.

Total biaya produksi untuk pembuatan bioetanol dari umbi ganyong dengan kadar 99,52% sebesar 1764 ml sebagai berikut:

- Biaya listrik	= Rp. 131.840,-
- Bahan baku	= Rp. 45.000,-
- Ragi	= Rp. 44.520,-
- Pupuk urea	= Rp. 7.650,-
- Batu kapur	= Rp. 0,-
<hr/>	
Total biaya	= Rp. 229.010,-

Untuk harga per liter bioetanol dari umbi ganyong ini adalah $(1000 \text{ ml}/1764 \text{ ml}) \times \text{Rp. } 229.010 = \text{Rp. } 129.824,-$. Harga produksi bioetanol dari umbi ganyong lebih mahal jika dibandingkan bioetanol yang beredar dipasaran saat ini dengan harga Rp. 55.000,-

Pembahasan

Dari hasil distilasi pada tabel 4 dan gambar 2, terjadi penurunan kadar etanol pada mesh 80 ke mesh 90. Hal ini dikarenakan mesh batu kapur terlalu besar, maka kerapatan pori-pori dan tekanannya semakin tinggi sehingga kadar air pada bioetanol akan sulit untuk melewati batu kapur dan mengakibatkan genangan pada *filter crucible*.

Hasil optimal dalam penelitian ini adalah ukuran partikel batu kapur yang digunakan sebagai adsorben dengan mesh 80.

Proses adsorpsi pada *filter crucible* mengakibatkan uap air tidak bisa melewati butiran batu kapur. Sehingga uap etanol yang cenderung melewati *filter crucible*. Namun uap bioetanol dapat terperangkap dalam butiran batu kapur dikarenakan jumlah batu kapur yang belum optimal (terlalu banyak atau sedikit). Sehingga mengakibatkan uap mencari celah lain agar dapat lolos. Celah tersebut adalah celah antara labu distilasi, *bend connector*, dan *filter crucible* tersambung.

Hasil penelitian variasi ukuran partikel batu kapur untuk meningkatkan kadar etanol dari umbi ganyong sudah memenuhi syarat Keputusan Direktorat Jenderal EBTKE Nomor: 722K/10/DJE/2013 dengan nilai optimal yang diperoleh adalah batu kapur mesh 80.

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Ukuran partikel mesh batu kapur yang paling optimal adalah mesh 80 dengan kadar yang dihasilkan sebesar 72,4%. Pada distilasi kelima, kadar etanol mampu ditingkatkan menjadi 99,52% sehingga memenuhi

standar Keputusan DirJen EBTKE Nomor: 722K/10/DJE/2013.

- Hasil pengujian karakteristik bioetanol dari umbi ganyong adalah kadar etanol 99,52% (sesuai standar), kadar metanol 2,38%-v (tidak sesuai standar), kadar air 0,497%-v (sesuai standar), kadar tembaga <0,0040 mg/kg (sesuai standar), kadar keasaman sebagai asam asetat 18,81 mg/L (sesuai standar), tampakan bening tidak berwarna (sesuai standar), kadar ion klorida 3,7435 mg/L (sesuai standar), kandungan sulfur 0,0012 mg/L (sesuai standar), densitas 0,785 gr/cm³ (sesuai standar), nilai kalor 4148,00 Kcal/kg (tidak sesuai standar), titik nyala (*flash point*) 32°C (tidak sesuai standar), dan viskositas 2,7 CSt (tidak sesuai standar).
- Bioetanol dari umbi ganyong memiliki nilai produksi yang cukup tinggi yaitu sebesar Rp. 129.824,-/liter yang lebih mahal dibandingkan bioetanol di pasaran dengan harga Rp. 55.000,- per liternya.

Saran

Dari penelitian ini, diberikan saran sebagai berikut:

- Perlu dilakukan desain ulang untuk alat distilasi besar (*plate distillation*) dikarenakan belum adanya tempat untuk adsorben sehingga menyebabkan sulitnya kenaikan kadar etanol.
- Nilai produksi yang diperlukan untuk bioetanol dari umbi ganyong masih tinggi, khususnya pada biaya listrik yang diperlukan. Sehingga diperlukan alternatif pengganti listrik untuk menekan biaya agar lebih murah.
- Perlu dilakukan penelitian untuk mencari nilai optimal berat batu kapur dan suhu pemanasan batu kapur. Karena semakin sedikit batu kapur yang digunakan dapat mengakibatkan air yang terperangkap tidak maksimal dan semakin banyak batu kapur mengakibatkan bioetanol ikut terperangkap bersama air.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 1994. *SNI 06-3565-1994: Alkohol Teknis*.
- [2] Bahtiar, Muh Yusuf. 2013. *Pembuatan Bioethanol Dari Umbi Ganyong (Canna Edulis Kerr) Dengan Penambahan Pupuk Urea Sebagai Bahan Bakar Extender Premium*. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- [3] Farhan, Halim. 2019. *Pemanfaatan Ampas Tebu (Bagasse) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Bioetanol Dengan Metode Distilasi Menggunakan*

Batu Kapur Mesh 80 Dengan Variasi Berat Dan Suhu Pemanasan Batu Kapur. 7(2). Hal. 83-88.

- [4]Jenderal EBTKE. 2013. *Kumpulan Regulasi Teknis (SK Dirjen EBTKE) Bidang Bioenergi Tahun 2013.* Jakarta Selatan: DEN.
- [5]Litya, Jefri., & Iskandar, R. 2014. *Pembuatan Bioetanol Dari Tebu Dan Ubi Jalar Serta Pengujian Pada Motor Bakar Torak.* 21(2). Hal. 45-56.
- [6]Mustofa, Alwi. 2012. *Pemanfaatan Pati Garut (Maranta Arundinaceae) sebagai Bahan Baku Bioetanol dengan Fermentasi oleh Sacharomyces Cereviseae.* Skripsi tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [7]Prasnady, Anjar. 2018. *Rasio Ukuran Partikel Dan Temperatur Pemanasan Batu Kapur Untuk Meningkatkan Kadar Bioethanol Dari Tetes Tebu.* 6(2). Hal. 49-53.
- [8]Santoso, Budi, dkk. 2015. *Karakteristik Fisik Dan Kimia Pati Ganyong Dan Gadung Termodifikasi Metode Ikatan Silang.* 35(3). Hal. 273-279.
- [9]Yuniwati, Murni, dkk. 2017. *Pemanfaatan Umbi Ganyong (Canna Edulis Kerr) Menjadi Bioetanol Dengan Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Detoksifikasi.* 10(1). Hal. 32-39.
- UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal,* Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya

