

PROSES PRODUKSI *BIOETHANOL* DARI BISKUIT AFKIR CAMPUR PT. UNITED BISCUIT MANUFACTORY WARU SIDOARJO

Ambarini Puspitasari

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: abresmart2@gmail.com

I Wayan Susila

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: wayansusila@yahoo.com

Abstrak

Sumber daya alam berupa minyak bumi adalah salah satu sumber energi utama yang banyak digunakan berbagai negara di dunia pada saat ini. Di Indonesia kebutuhan bahan bakar ini selalu meningkat seiring dengan penggunaannya di bidang industri maupun transportasi. Ketersediaan bahan bakar minyak bumi terbatas dan sifatnya tidak terbarukan, sehingga diprediksikan akan terjadi kelangkaan bahan bakar minyak dan menimbulkan adanya krisis energi. *Bioethanol* adalah salah satu bahan bakar alternatif yang berbahan dasar nabati. Di daerah Waru Sidoarjo terdapat industri yang bergerak dalam bidang pengolahan biskuit yakni PT. United Waru Biscuit Manufactory. Di sekitar industri tersebut terdapat toko pengepul biskuit afkir campur UBM yang dijual dengan harga rendah dan berkualitas rendah. Biskuit afkir campur tersebut setelah diuji memiliki kandungan karbohidrat 59,06 %. Karbohidrat merupakan syarat utama bahan baku untuk dijadikan *bioethanol*. Tujuan penelitian ini adalah untuk memanfaatkan potensi biskuit afkir campur menjadi *bioethanol*.

Jenis penelitian ini adalah eksperimen, dengan tiga tahapan proses. Proses pertama yaitu tahap persiapan, 250 ml biskuit afkir dicampur air dengan variasi 1750 ml, 2000 ml, dan 2250 ml kemudian disakrifikasi. Tahap kedua, adalah fermentasi (peragian) dengan bantuan ragi *saccharomyces cerevisiae* (ragi tape) dengan masing-masing perbandingan diberi 6 gram dan 12 gram dalam waktu 3 hari, 4 hari dan 5 hari. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Tahap ketiga distilasi (pemurnian), yaitu pemisahan kadar etanol dan air dengan suhu 78°C.

Metode penelitian awal menggunakan bahan baku biskuit afkir campur sebanyak 250 g, variasi air 1750 cc, 2000 cc, dan 2250 cc. Variasi jumlah ragi tape 6 g dan 12 g dengan lama fermentasi 3 hari, 4 hari, dan 5 hari. Dari penelitian awal ini di hasilkan bioetanol berkadar 59% (kondisi paling optimum) pada jumlah air 1750 cc, jumlah ragi 6 g, dan lama fermentasi 5 hari. Berdasarkan kondisi optimum ini, maka untuk membuat bioetanol kualitas tinggi ($\geq 90\%$) dilakukan distilasi bertingkat menggunakan *silica gel* 50 g dan bioetanol dicampur dengan garam sebanyak 10% dari hasil distilasi pertama. Pada penelitian lanjutan, memakai bahan baku sebanyak 1 kg, air 7000 cc, ragi 24 gr dan lama fermentasi 5 hari menghasilkan *bioethanol* kadar 95% sebanyak 380 cc. Hasil uji karakteristik *bioethanol* biskuit afkir campur untuk nilai kalor sebesar 5899 kcal/kg, *flash point* 19°C, *pour point* -16°C, densitas 0,8248 Kg/l, dan viskositas 1,542 cSt.

Kata Kunci : *bioethanol*, biskuit afkir campur, ASTM

Abstract

Natural resources such as petroleum is one of the main energy source used with many countries in the world at the moment. In Indonesia's fuel requirements always increase along with its use in industry and transport. The availability of petroleum fuels is limited and non-renewable nature, so it is predicted there will be scarcity of fuel oil and lead to energy crisis. *Bioethanol* is one of the alternative fuel made from vegetable. In the area there are Waru Sidoarjo industry engaged in the processing of biscuit, PT. United Waru Biscuit Manufactory. Around the industry are culled biscuit mix collectors stores UBM sold at a low price and low-quality. Biscuit mix culled after having tested the carbohydrate content 59.06%. Carbohydrates are the main requirements to be used as *bioethanol* feedstock. The purpose of this study is to exploit the potential of culled biscuit mix into *bioethanol*.

This type of research is experimental, with three stages of the process. The first process is the preparation phase, 250 ml of water mixed with biscuit salvage variation 1750 ml, 2000 ml, 2250 ml and then disakarifikasi. The second stage, is fermentation (fermentation) with the help of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* (yeast tape) with each of the comparison are given 6 grams and 12 grams in 3 days, 4 days and 5 days. This is done to get the most optimal results. Third stage distillation (purification), namely the separation of ethanol and water with a temperature of 78°C.

Research methods beginning with raw material culled biscuit mix 250 g, the variation of water 1750 cc, 2000 cc, and 2250 cc. Variations in the amount of tape yeast 6 g and 12 g with fermentation time 3 days, 4 days, and 5 days. From this initial research produced *bioethanol* 59% (optimum conditions) on the amount of water 1750 cc, jumlahragi 6 g, and fermentation time 5 days. Under these optimum conditions, it is to make high quality *bioethanol* ($\geq 90\%$) was performed using *silica gel* storey distillation 50 g and *bioethanol* mixed with salt as much as 10% from the first distillation. In further research, use raw materials as much as 1 kg, 7000 cc of water, 24 g of yeast and fermentation time 5 days resulted in 95% *bioethanol* content as much as 380 cc. The test results of salvage characteristics of *bioethanol* biscuit mix for the calorific value of 5899 kcal / kg, 190C *flash point*, *pour point* of -160C, density 0.8248 kg / l, and a viscosity of 1,542 cSt.

Keywords: *bioethanol, rejects biscuit mix, ASTM*

PENDAHULUAN

Sumber daya alam (SDA) berupa minyak bumi adalah salah satu sumber energi utama yang banyak digunakan berbagai negara di dunia pada saat ini. Di Indonesia kebutuhan bahan bakar ini selalu meningkat seiring dengan penggunaannya di bidang industri maupun transportasi. Ketersediaan bahan bakar minyak bumi terbatas dan sifatnya tidak terbarukan, sehingga diprediksikan akan terjadi kelangkaan bahan bakar minyak dan menimbulkan adanya krisis energi.

Menurut Heru, Dwi Sutjahjo (2010) *Bioethanol* adalah bahan bakar etanol (*ethyl alcohol*) dengan rumus kimia C_2H_5OH yang diproduksi dari bahan bakar nabati. *Bioethanol* merupakan suatu cairan bersih yang tidak berwarna, apabila digunakan tidak menyebabkan polusi lingkungan, dan apabila dibakar bioetanol menghasilkan gas asam arang (karbon dioksida atau CO_2) dan air.

Di beberapa negara pengembangan industri *bioethanol* sudah dilakukan. Brazil sebagai salah satu negara yang memiliki keseriusan tinggi dalam implementasi bahan bakar etanol untuk keperluan kendaraan bermotor dengan tingkat penggunaan bahan bakar etanol saat ini mencapai 40% secara Nasional.

Ini dapat terlihat pada tahun 2003, 3 juta kendaraan di Brazil menggunakan hidrous etanol dan mengkonsumsi 4,9 billion liter / tahun. Sedangkan di Swedia sejak 1990 transport mengoperasikan 32 unit Bus Sacania berbahan etanol, menempuh jarak 4 juta kilometer. Saat ini dioperasikan 130 unit bus yang telah dimodifikasi dengan bahan bakar *ethanol*.

Bahan baku untuk produksi *bioethanol* sendiri bisa didapatkan dari berbagai tanaman yang diantaranya adalah buah-buahan, ubi jalar, nira aren, limbah pisang, tetes tebu, kelapa sawit dan ketela pohon. Bila dilihat ketersediaan bahan baku untuk memproduksi *bioethanol* sangat mudah diperoleh, maka membuat BBM campuran antara premium dengan *bioethanol* menjadi biopremium sangatlah memungkinkan. Proses pembuatan *bioethanol* sendiri melalui beberapa tahapan diantaranya yaitu dilakukan pemecahan glukosa pada bahan baku (sakarifikasi) lalu dilakukan proses fermentasi dengan menambahkan ragi selanjutnya dilakukan penyulingan.

Di daerah Waru Sidoarjo terdapat industri yang bergerak dalam bidang pengolahan biskuit yakni PT. United Biscuit Manufactory. Di sekitar industri tersebut terdapat toko pengepul biskuit afkir campur UBM yang dijual dengan harga rendah. Dalam 1 bulan setiap pengepul menghabiskan ± 50 bal atau ± 1000 kg biskuit afkir campur.

Biskuit afkir campur tersebut setelah diuji memiliki kandungan karbohidrat 59,06 %. Karbohidrat merupakan syarat utama bahan baku untuk dijadikan *bioethanol*.

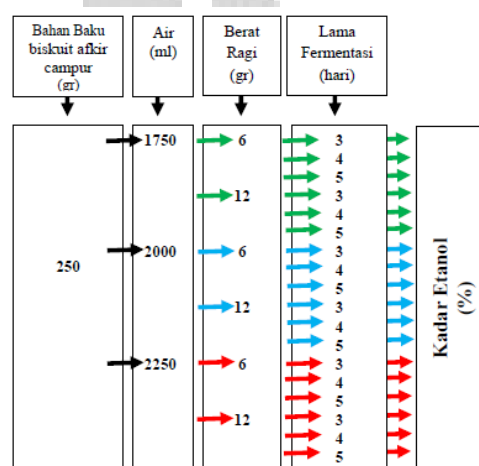
Berdasarkan uraian dan penjelasan latar belakang diatas, maka penelitian ini melakukan pembuatan *bioethanol* dari biscuit afkir campur PT. United Biscuit Manufactory.

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui perbandingan volume air, berat ragi, dan lama fermentasi agar mendapatkan kadar *bioethanol* yang optimal. Ingin mengetahui perhitungan ekonomis *bioethanol* biscuit afkir campur dibandingkan yang di jual dipasaran. Mengetahui karakteristik *bioethanol* yang dihasilkan dari biscuit afkir campur.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai referensi dunia pendidikan tentang uji coba pembuatan *bioethanol* berbahan baku biscuit afkir campur dari PT.United Biscuit Manufactory Waru Sidoarjo. Memberikan alternative baru untuk mengatasi krisis energy khususnya bahan bakar premium..

METODE

Rancangan Penelitian



Tempat Penelitian

- Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Surabaya untuk pengujian bahan baku kadar karbohidrat dari biskuit afkir campur.
- Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya untuk pembuatan *bioethanol* berbahan baku biskuit afkir campur dan pengujian karakteristik kadar *bioethanol*.
- Laboratorium Unit Produksi Pelumas Pertamina Surabaya untuk melakukan pengujian karakteristik *flash point* dan *viscosity*.
- Laboratorium Team Afiliasi dan Konsultasi Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS untuk pengujian karakteristik *pour point*, densitas dan nilai kalor.

Variabel Penelitian

- Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi terhadap timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah memvariasikan jumlah volume air, berat ragi, dan lama hari fermentasi

Tabel 1. Experimen Perbandingan Air, Ragi, dan Air Yang Optimal

No	Bahan Baku Biskuit afkir campur (gr)	Jumlah perbandingan			Kadar Etanol (%)
		Air (ml)	Berat Ragi (gr)	Lama Fermentasi (hari)	
1	250	1750	6	3	a
2				4	b
3				5	c
4			12	3	d
5				4	e
6				5	f
7		2000	6	3	g
8				4	h
9				5	i
10			12	3	j
11				4	k
12				5	l
13		2250	6	3	m
14				4	n
15				5	o
16			12	3	p
17				4	q
18				5	r

- Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar *bioethanol* yang dihasilkan akibat variasi jumlah air, ragi, dan lama fermentasi.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dikendalikan sehingga pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *bioethanol* adalah biskuit afkir campur yang didapat dari pengepul toko sekitar industry PT. United Biscuit Manufactory.

- Proses sakarifikasi dilakukan dengan merebus biskuit afkir campur dengan suhu 100°C selama 15 menit.
- Berat biskuit afkir campur tetap yaitu 250 gram.
- Jenis ragi yang digunakan adalah *saccharomyces cereviceae* (ragi tape) dengan merk "NKL".
- Temperatur pada proses fermentasi adalah 28°C (suhu ruangan)
- Temperatur pada proses distilasi 78°C.
- Dilakukan penambahan garam dan silica gel pada proses distilasi bertingkat.

Alat dan Instrumen Penelitian

Alat penelitian merupakan alat yang digunakan untuk membantu menyelesaikan penelitian, alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Bahan
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biskuit afkir campur, ragi tape merk "NKL", air, garam, silica gel, kapas, dan isolasi.
- Peralatan
Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :
 - Panci
 - Wadah peanampung air (ember)
 - Jirigen atau botol dengan kapasitas 5 liter
 - Kompor gas dan tabung LPG 3 kg
 - Corong air
 - Cutter (pemotong)
 - Wadah untuk tekanan air kapasitas 2000 ml
 - Kompor listrik berdaya 600 watt
 - Condenser liebigh
 - Thermocouple
 - Erlenmeyer kapasitas 250 ml
 - Selang air
 - Pompa aquarium
 - Connector
- Instrumen
Instrumen atau alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Timbangan elektronik dengan akurasi 0,1 gram
 - Gelas Erlenmeyer 250 ml
 - Alcoholmeter, untuk mengukur kadar alcohol
 - Thermocontrol dan thermocouple untuk mengontrol suhu
 - Bomb Calorimeter, untuk mengukur heating value method ASTM D 240
 - Viscometry, untuk mengukur viscosity methode ASTM D93
 - Line High Term UKM-135, untuk mengukur flash point methode ASTM D93
 - Ref SR-N21H, untuk mengukur pour point methode ASTM D97

Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan eksperimen melalui pengujian terhadap obyek

yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan adalah komposisi yang sesuai pada proses pembuatan *bioethanol* berbahan baku biskuit afkir campur. Kemudian, dilakukan pengujian karakteristik pada *bioethanol* tersebut. Pengujian karakteristik dilakukan di laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Unesa, laboratorium UPPS, dan laboratorium TAKI-ITS.

Teknik Analisis Data

Obyek yang akan diteliti dalam pembuatan *bioethanol* ini adalah karakteristik pembakaran meliputi nilai kalori (*heating value*), titik tuang (*pour point*), viskositas (*viscosity*), densitas (*density*), dan kadar dari *bioethanol* yang dihasilkan.

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data adalah deskriptif kuantitatif yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif dalam bentuk Tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya member jawaban atas permasalahan yang diteliti. (Sugiyono,2007;147)

Prosedur Pengujian

Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan beberapa tahapan proses diantaranya sebagai berikut:

- Membeli bahan baku biskuit afkir campur yang didapatkan dari pengepul toko sekitar industri PT. United Biscuit Manufactory yang dijual Rp.5.000,-/kg
- Kemudian dilakukan proses sakarifikasi yang bertujuan memecah karbohidrat menjadi glukosa yaitu dengan cara menimbang 250 gram biskuit afkir campur dan memasukkannya kedalam panci yang berisi air mendidih dengan variasi volume 1750, 2000, dan 2250 ml.
- Aduk hingga biskuit afkir campur menjadi bubur selama 10 menit.
- Lalu dinginkan bubur biskuit afkir campur.

Tahap Fermentasi

- Siapkan jurigen kapasitas 5 liter untuk proses fermentasi
- Lalu lakukan penimbangan ragi tape dengan variasi berat sebesar 6 gram dan 12 gram dan haluskan hingga menjadi seperti serbuk.
- Kemudian masukan ragi dalam panci yang berisi bubur biskuit afkir campur lalu aduk hingga merata.
- Masukkan bubur biskuit afkir campur kedalam jurigen berkapasitas 5 liter. Proses fermentasi dilakukan secara anaerobic (tanpa udara) dalam suhu ruangan 280C.
- Lalu tutup jurigen dengan menambahkan plastik pada tutup jurigen sehingga tidak terjadi kebocoran.

- Memvariasi lama waktu fermentasi selama 3 hari, 4 hari, dan 5 hari.
- Bubur biskuit afkir campur hasil fermentasi disaring dan diperas untuk memisahkan ampas dengan cairan.

Tahap Distilasi

Dalam proses distilasi melewati beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

- Distilasi tahap pertama
 - Membersihkan semua peralatan agar steril saat akan digunakan. Kemudian mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan dalam proses distilasi seperti kompor listrik, *thermocouple*, labu leher kapasitas 1000 ml, *condenser liebig*, wadah penampung air (ember), pompa air, selang dan gelas *Erlemeyer* kapasitas 250 ml.
 - Kemudian rangkai semua alat seperti gambar berikut:



Gambar 3. Distilasi Pertama

- Cairan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu leher lalu atur thermocontrol dengan suhu 780C (titik didih *bioethanol*).
- Hasil distilasi pertama didapatkan *bioethanol*, kemudian ukur kandungan alkoholnya dengan menggunakan alcoholmeter. Komposisi jumlah volume air dan lama fermentasi yang menghasilkan kadar alkohol tertinggi kemudian didistilasi dalam skala lebih besar untuk proses didistilasi kedua dengan menambahkan garam dan silika gel.
- Distilasi Bertingkat
 - Pada proses distilasi bertingkat, peneliti melakukan distilasi secara berkelanjutan untuk mencapai kadar *bioethanol* > 90%. Pada tahap distilasi bertingkat ini yang dilakukan hampir sama seperti tahap distilasi pertama hanya saja dilakukan penambahan silika gel dengan garam agar memperoleh kadar *bioethanol* yang lebih maksimal.
 - Silika gel dipasang diantara gelas labu dengan *condenser liebig* yang berfungsi untuk menyerap kelembaban air.



Gambar 4. Distilasi Penambahan Silika Gel

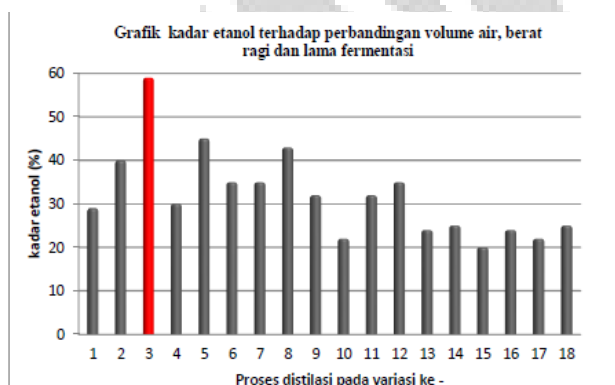
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- Mencari parameter perbandingan volume air, berat ragi dan lama fermentasi yang optimal

Tabel 2. Data Hasil Destilasi Berdasarkan Perbandingan Volume Air, Berat Ragi dan Lama Fermentasi

No	Bahan Baku Biskuit afkir campur (gr)	Jumlah perbandingan			Kadar Etanol (%)
		Air (ml)	Berat Ragi (gr)	Lama Fermentasi (hari)	
1	250	1750	6	3	29
2				4	40
3				5	59
4			12	3	30
5				4	45
6				5	35
7		2000	6	3	35
8				4	43
9				5	32
10			12	3	22
11				4	32
12				5	35
13		2250	6	3	23
14				4	25
15				5	25
16			12	3	20
17				4	22
18				5	20



Gambar 5. Grafik kadar *bioethanol* terhadap perbandingan volume air, berat ragi dan lama fermentasi

Berdasarkan hasil destilasi didapatkan parameter yang menghasilkan kadar *bioethanol* paling optimal. Selanjutnya parameter tersebut dijadikan parameter untuk pembuatan *bioethanol* skala besar.

Tabel 4. Data hasil destilasi bertingkat

Destilasi	Volume <i>bioethanol</i> yang dihasilkan (ml)	Kadar <i>bioethanol</i> (%)
Destilasi I	1000 ml	59%
Destilasi II	650 ml	90%
Destilasi III	380 ml	95%

- Hasil karakteristik *bioethanol* biskuit afkir campur
 - Setelah mendapatkan kadar *bioethanol* 95% maka dilakukan pengujian terhadap nilai kalor (*heating value*), titik tuang (*pour point*), titik nyala (*flash point*), densitas, viskositas dan kadar *bioethanol* untuk mengetahui kelayakan *bioethanol* dari biskuit afkir campur ini sebagai bahan baku alternatif campuran premium (*biopremium*).

- Pengujian kadar *bioethanol* dilakukan di laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Unesa. Flash point dan viscosity dilakukan di laboratorium Unit Produksi Pelumas Surabaya (UPPS) PT. Pertamina. Nilai kalor dan *pour point*.

Tabel 3. Perbandingan karakteristik *bioethanol* murni dengan *bioethanol* biskuit afkir campur

Karakteristik	<i>Bioethanol</i> Murni	<i>Bioethanol</i> Biskuit Afkir Campur	Satuan
Kadar	99,5 ^{di}	95 [*]	%
Nilai Kalor	6380 ^{uo}	5899 ^{**}	Kcal/kg
Densitas	0,789 ^{uo}	0,8248 ^{**}	Kg/l
<i>Pour Point</i>	-17,2 ^{uo}	-16 ^{**}	°C
<i>Flash Point</i>	12 [^]	19 ^{***}	°C
Viskositas	1,523 [^]	1,542 ^{***}	cSt

Keterangan:

* Pengujian di laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas UNESA

** Pengujian di laboratorium Team Afiliasi dan Konsultasi Teknik Kimia FTI-ITS

*** Pengujian di laboratorium UPPS PT. Pertamina @ George Granger Brown, 1973

© A. Hardjono, 2001

[^] Physical & Theoretical Chemistry Lab. Safety Home

- Hasil destilasi

Untuk mencapai kadar *bioethanol* >90% maka dilakukan destilasi bertingkat yaitu dengan 3 kali proses destilasi untuk mencapai kadar *bioethanol* 95%. Pada keadaan ini *bioethanol* dan air sangat sulit untuk dipisahkan karena kedua komponen tersebut termasuk *azeotrop* (dua komponen yang selisih titik didihnya berdekatan), oleh sebab itu untuk pemisahan *bioethanol* dan air harus dilakukan destilasi bertingkat dengan menggunakan garam dan *silica gel*. Destilasi pertama kadar *bioethanol* 59% lalu ditingkatkan dengan destilasi kedua yaitu penambahan garam sehingga campuran *bioethanol* dan air menjadi lebih pekat sehingga proses destilasi menjadi lebih mudah dan kadar *bioethanol* meningkat menjadi 90% selanjutnya dilakukan lagi destilasi keempat dengan menggunakan campuran garam dan diberikan *silica gel* pada pangkal *condenser liebig* sehingga kadar *bioethanol* meningkat menjadi 95%. Dari kadar ini baru bisa dilakukan uji karakteristik karena kadar *bioethanol* sudah mencapai >90%.

- Hasil Analisis Karakteristik

- Kadar *bioethanol*

Pengujian kadar *bioethanol* ini menggunakan *alcoholmeter*, diperoleh kadar *bioethanol* biskuit afkir campur 95%. Pada tabel 4 *bioethanol* murni mempunyai kadar 99,5%, sedangkan kadar *bioethanol* biskuit afkir campur lebih rendah yaitu 95%. Hal ini disebabkan karena pada *bioethanol*

biskuit afkir campur terdapat kandungan kadar air. Untuk menaikkan kadar *bioethanol* biskuit afkir campur menjadi *bioethanol* murni diperlukan proses dehidrasi yang sangat sulit yaitu proses dehidrasi *molecular sieve* karena proses ini dapat menghilangkan air hingga kadar *bioethanol* menjadi 99,5% dan dihasilkan *bioethanol* murni. Semakin tinggi kadar *bioethanol* yang dihasilkan maka semakin baik karakteristik yang dihasilkan, dan semakin sedikit pula kadar air yang terdapat didalam cairan *bioethanol* tersebut.

- Densitas

Densitas disebut juga grafitasi jenis atau *specific gravity*, adalah suatu perbandingan berat dari bahan bakar minyak dengan berat dari air dalam volume yang sama, dengan suhu yang sama pula 15°C (60°F). Pada tabel 4 menunjukkan densitas *bioethanol* murni sebesar 0,789 kg/l, sedangkan densitas *bioethanol* biskuit afkir campur yaitu 0,8346 kg/l. Dalam perdagangan internasional, berat jenis dinyatakan dalam API *gravity* atau derajat API (*American Petroleum Institute*).

$$\text{Grafitasi API} = \frac{141.5}{\text{Density}} - 131.5 \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Untuk } \textit{bioethanol} \text{ biskuit afkir campur} \\ \text{Grafitasi API} = \frac{141.5}{0.9346} - 131.5 = 30.04 \text{ kg/l} \dots\dots (2)$$

$$\text{Untuk } \textit{bioethanol} \text{ murni } 99,5\% \\ \text{Grafitasi API} = \frac{141.5}{0.789} - 131.5 = 47.84 \text{ kg/l} \dots\dots (3)$$

$$\text{Untuk premium} \\ \text{Grafitasi API} = \frac{141.5}{0.7224} - 131.5 = 64.37 \dots\dots\dots (4)$$

API menunjukan kualitas dari minyak, makin kecil berat jenis atau makin tinggi derajat API maka makin baik kualitasnya. Berdasarkan perhitungan diatas bahwa *bioethanol* biskuit afkir campur kualitasnya lebih rendah dari *bioethanol* murni, karena pada *bioethanol* biskuit afkir campur masih terdapat kandungan air.

- Titik Nyala

Titik nyala adalah temperatur terendah dari suatu bahan bakar untuk dapat diubah bentuk menjadi uap, dan akan menyala bila tersentuh api (menyala sekejap). Pada dasarnya pengujian titik nyala dimaksudkan untuk keamanan, untuk mengetahui sampai suhu berapa orang masih dapat bekerja dengan aman tanpa timbul bahaya kebakaran. Pada tabel 4 menunjukkan titik nyala *bioethanol* biskuit afkir campur lebih tinggi dari *bioethanol* murni yaitu 19°C sedangkan untuk *bioethanol* murni 12°C. Hal ini membuktikan bahwa *bioethanol* biskuit afkir campur lebih sulit terbakar, karena pada *bioethanol* biskuit afkir campur masih terdapat kandungan air. Bila semakin rendah titik nyala suatu beban, maka bahan bakar tersebut akan makin mudah terbakar.

- Titik Tuang

Titik tuang adalah suhu terendah dimana minyak bumi dan produknya masih dapat dituang atau mengalir apabila didinginkan pada kondisi

tertentu. Titik tuang juga menunjukan temperatur dimana minyak bumi dan produknya masih dapat dipompa. Titik tuang ditentukan dengan mendinginkan sampai produk tidak dapat mengalir atau dituang. Pada tabel 4 menunjukan titik tuang *bioethanol* biskuit afkir campur lebih baik dibandingkan *bioethanol* murni.

Untuk titik tuang *bioethanol* biskuit afkir campur yaitu -16°C. Sedangkan *bioethanol* murni titik tuang yaitu -17,2 °C. Hal ini membuktikan bahwa *bioethanol* biskuit afkir dapat digunakan pada daerah yang memiliki suhu dibawah 0°C sedangkan premium hanya mampu hingga 4°C.

- Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran persatuan volume atau persatuan massanya. Nilai kalor bahan bakar menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar menunjukkan bahan tersebut semakin sedikit pemakaian bahan bakar. Nilai kalor bahan bakar ditentukan berdasarkan hasil pengukuran dengan *Bomb Calorimeter* dilakukan dengan membakar bahan dan udara pada temperatur normal, sementara itu dilakukan pengukuran jumlah kalor yang terjadi sampai temperatur dari gas hasil pembakaran turun kembali ke temperatur normal. Pada tabel 4 menunjukkan bahwa nilai kalor *bioethanol* biskuit afkir campur sebesar 5899 Kcal/Kg, sedangkan untuk *bioethanol* murni sebesar 6380 Kcal/Kg. Nilai kalor *bioethanol* biskuit afkir campur yang dihasilkan hampir mendekati dari nilai kalor *bioethanol* murni. Dari sini dapat disimpulkan bahwa bila densitas bernilai tinggi maka nilai kalor yang dihasilkan rendah, karena pada *bioethanol* biskuit afkir campur masih terdapat kandungan air.

- Viskositas

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida. Semakin besar viskositas fluida, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir dan juga menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak didalam fluida. Cara mengukur viskositas dengan jalan menghitung lama waktu mengalirnya suatu minyak yang banyaknya telah ditentukan melalui lubang viscometer. Pada tabel 4 menunjukkan bahwa viskositas biskuit afkir campur adalah 1,542 sedangkan *bioethanol* murni mempunyai viskositas 1,523 cSt. Dari sini dapat disimpulkan bahwa viskositas yang dihasilkan *bioethanol* biskuit afkir campur lebih besar dari viskositas *bioethanol* murni.

• Perhitungan Ekonomis

Dalam penelitian ini menghasilkan 380 ml *bioethanol* biskuit afkir campur dengan kadar 95% memerlukan bahan 1000 g biskuit afkir campur dengan ragi 6 g dan air 7000 ml. Berikut ini adalah

rencian biaya pembuatan *bioethanol* biskuit afkir campur PT. United Biscuit Manufactory :

Biaya listrik	= Rp. 3.306
Pembelian bahan baku	= Rp. 5.000
Transportasi	= Rp. 300
Ragi	= Rp. 1.608
Garam	= Rp. 412
Silica gel	= Rp. 1.250
Tenaga kerja per hari	= Rp. 64.200 +
	= Rp. 76.076

Harga *bioethanol* dipasaran saat ini adalah Rp. 45.000,- (Sumber: Toko Tidar Kimia Surabaya). Untuk pembuatan *bioethanol* biskuit afkir campur lebih mahal dari yang dijual dipasaran saat ini.

PENUTUP

Simpulan

- Perbandingan bahan baku, volume air, berat ragi dan lama fermentasi yang optimal untuk pembuatan *bioethanol* dari biskuit afkir campur ini adalah 250 gr biskuit afkir campur dengan volume air 1750 ml serta penambahan ragi untuk proses fermentasi sebanyak 6 gram, kemudian dengan lama waktu fermentasi 5 hari.
- Hasil perbandingan karakteristik dari *bioethanol* berbahan baku biskuit afkir campur dan *bioethanol* murni

Karakteristik	<i>Bioethanol</i> Murni	<i>Bioethanol</i> Biskuit Afkir Campur	Satuan
Kadar	99,5 [®]	95 [*]	%
Nilai Kalor	6380 [®]	5899 ^{**}	Kcal/kg
Densitas	0,789 [®]	0,8248 ^{**}	Kg/l
Pour Point	-17,2 [®]	-16 ^{**}	°C
Flash Point	12 [^]	19 ^{***}	°C
Viskositas	1,523 [^]	1,542 ^{***}	cSt

- Semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan maka semakin baik kualitas karakteristiknya.
- Semakin tinggi densitas minyak, maka semakin rendah nilai kalor yang diperoleh.
- Titik tuang *bioethanol* biskuit afkir campur -160C, sehingga dapat digunakan pada daerah yang memiliki suhu dibawah 00C sedangkan premium hanya mampu hingga suhu 40C.
- Flash point *bioethanol* biskuit afkir campur 190C, maka semakin tinggi kadar etanol semakin kecil nilai flash point sehingga sangat mempengaruhi kualitas pembakarannya.
- Semakin kecil viskositasnya, maka semakin tinggi derajat API.
- Harga 1 liter *bioethanol* biskuit afkir campur dengan kadar 95% sebesar Rp. 95.452,-. Sedangkan untuk *bioethanol* murni harganya Rp. 45.000,-(sumber: Toko Kimia Jl. Tidar Surabaya). Jadi, untuk

pembuatan *bioethanol* biskuit afkir campur jauh lebih mahal dari yang dijual dipasaran.

Saran

Saran yang peneliti sampaikan adalah sebagai berikut :

- Untuk menghasilkan *bioethanol* biskuit afkir campur yang berkualitas sebaiknya dalam proses fermentasi dan distilasi jangan sampai terjadi kebocoran dikarenakan jika terjadi kebocoran maka *bioethanol* yang dihasilkan tidak akan optimal.
- Dalam proses distilasi juga jangan sampai terjadi kebocoran dikarenakan etanol yang nantinya menguap sedikit banyak akan menguap lewat sela-sela kebocoran sehingga etanol tidak akan tertampung keseluruhan pada gelas *erlenmeyer*.
- Untuk menghasilkan *bioethanol* dengan kadar >90% tidak bisa hanya dengan 1 kali distilasi akan tetapi diperlukan distilasi bertingkat dengan menggunakan *silica gel* dan penambahan garam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Sosialisasi rencana kebijakan pemerintah tentang penggunaan kartu fasilitas BBM bersubsidi, (Online),
<http://www.bphmigas.go.id/publikasi/berita/>, diakses 17 Oktober 2013.
- Anonim. Etanol, (Online),
<http://id.wikipedia.org/wiki/Etanol>, diakses 9 Februari 2014.
- Anonim. Ragi, (Online),
<http://id.wikipedia.org/wiki/Ragi> diakses 9 Desember 2013.
- Anonim. Komponen destilasi, (Online),
<http://kimiaindustry.blogspot.com/2011/10/komponen-destilasi.html>, diakses 09 Januari 2014.
- Anonim. Silika gel, (Online),
<http://depokkamera.com/silica-gel/>, diakses 09 Januari 2014
- Anonim. Proses distilasi campuran biner, (Online),
<http://majarimagazine.com/2007/11/proses-distilasi-campuran-biner/>, diakses 11 Februari 2014.
- DEPKEU. Nota keuangan & RAPBN 2013, (Online)
<http://www.anggaran.depkeu.go.id/dja/acontent/nk%20rapbn%202013.pdf>, diakses 31 Januari 2013.
- Dewanto, Fajar. 2009. *Pengaruh Penggunaan Limbah Biskuit Sebagai Pengganti Jagung Terhadap Kualitas Karkas Ayam Pedaging*. Malang: Jurusan Nutrisi dan

Makanan Ternak Fakultas Peternakan
Universitas Brawijaya Malang.

Heru, Dwi Sutjahjo. 2010. Diktat Kuliah: Bahan bakar dan Teknik Pembakaran.
Surabaya: Unesa University Press.

Kementrian Perindustrian Republik Indonesia, (Online),
<http://www.kemenperin.go.id>, diakses 27 Mei 2014

Pertamina. 1997. *Bahan Bakar Minyak Untuk Kendaraan, Rumah Tangga, Industri dan Perkapalan*. Jakarta: Direktorat Pembekalan dan Pemasaran dalam Negeri.

Santoso, Didik. 2013. *Proses Pembuatan Bahan Bakar Bioethanol Dari Limbah Pabrik Wafer Mix Snack Wringin Anom Gresik*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Sugiono. 2007. *Statistika untuk penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.

Supadi, dkk. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Program S1*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.

Umiati, Rosiana. 2013. *Proses Pembuatan Bahan Bakar Alternatif Bioethanol Dari Limbah Pabrik Pasta Wafer Driyorejo Gresik Sebagai Usaha Menanggulangi Pencemaran Lingkungan*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Wiratmaja, I Gede. 2013. Pembuatan Etanol Generasi Kedua Dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Sebagai Bahan Baku. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, (Online),
[http://www.pps.unud.ac.id/thesis/pdf_thesis/unud3751751444521tesis%20gede%20wiratmaja\(0991961008\).pdf](http://www.pps.unud.ac.id/thesis/pdf_thesis/unud3751751444521tesis%20gede%20wiratmaja(0991961008).pdf), diakses tanggal 2 Februari 2014.

Yakinudin, Andal. 2013. Bioethanol Singkong Sebagai Sumber Bahan Bakar Terbaharukan Dan Solusi Untuk Meningkatkan Penghasilan Petani Singkong. *Jurnal Ilmiah*, (Online),
http://www.ipb.ac.id/lombaartikel/pendaftarannya/ploads/s1/teknologi-dan-energi/artikel_ilmiah_bioetanol.pdf, diakses 10 Februari 2014.

Yusuf Bahtiar, Muh. 2013. *Pembuatan Bioethanol Dari Umbi Ganyong (Canna Edulis Kerr) Dengan Penambahan Pupuk Urea Sebagai Bahan Bakar Extender Premium*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.