

Bahan Bakar Alternatif *Bioethanol* Dari Limbah Kulit Kelapa Muda Segar Sebagai *Extender Premium*

Rohmad Ali Mukti

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: Rohmadali25@gmail.com

Dwi Heru Sutjahjo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: [DwiHeru.C₂H₅OH@gmail.com](mailto:DwiHeru.C2H5OH@gmail.com)

ABSTRAK

Penggunaan minyak bumi sebagai bahan bakar di Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan. Hal ini berbanding terbalik dengan produksi minyak bumi yang terus menerus mengalami penurunan. Untuk mengatasi hal tersebut, maka pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 yang membahas tentang pengembangan bahan bakar alternatif, salah satunya adalah *bioethanol*. *Bioethanol* terbuat dari bahan yang mengandung karbohidrat atau glukosa, salah satunya adalah limbah kulit kelapa muda segar. *Bioethanol* digunakan sebagai sumber energi alternatif baru untuk mengatasi krisis bahan bakar di Indonesia, khususnya bahan bakar premium.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan membuat *bioethanol* berbahan baku limbah kulit kelapa muda segar. Proses ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap fermentasi dan tahap distilasi. Untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kadar *bioethanol* harus diatas 90%. Selanjutnya, *bioethanol* akan diuji spesifikasinya sesuai standart mengacu kepada ASTM (*American Standart Testing of Materials*). *Bioethanol* akan diuji nilai kalorinya (menggunakan metode *bomb calorimeter*), *flash point* (menggunakan metode ASTM D 93), *pour point* (menggunakan metode ASTM D 97), viskositas (menggunakan metode viscometer) dan densitas (menggunakan metode ASTM 1298-99).

Hasil dari penelitian ini didapatkan perbandingan yang optimal yaitu 250 gr limbah kulit kelapa muda segar, 1000 ml air, 6 gr ragi, dan lama waktu fermentasi 4 hari. Uji karakteristik yang dilakukan di laboratorium didapat hasil yaitu nilai kalori 5998,92 Kcal/kg, viskositas 3,8402 cPs, titik nyala (*flash point*) 15 °C, titik tuang (*pour point*) >-30 °C, dan densitas 0,8252 g/cm³. Karakteristik dari penelitian ini hamper sama dengan karakteristik dari *bioethanol* murni.

Kata kunci: Biopremium, Limbah kulit kelapa muda segar, *Bioethanol*

ABSTRACT

The use of oil as fuel in Indonesia each year has increased. It is inversely proportional to the production of petroleum that continues to decreased. To solve this problem, the Government has published the presidential Regulation number 5 and the year of 2006 that discussed about the development of alternative fuel, one of which was praised is *Bioethanol*. *Bio-ethanol* is made from substance containing carbohydrates or glucose, one of them is a waste of fresh coconut shell. *Bio-ethanol* is used as an alternative energy source to solve the fuel crisis in Indonesia, especially on premium fuel.

This research is an experiment research by making *Bio-ethanol* with the main substance which from waste of fresh coconut shell. This process consists of three steps, the preparation step, the fermentation step and the distillation step. To be able to be used as fuel levels of *Bio-ethanol* have to reach over 90 %. After that, *Bio-ethanol* will be tested according to the standard specifications refer to ASTM (*American Standard Testing of Materials*). *Bio-ethanol* will be tested calories value (using a method of bomb the calorimeter), the flash point (using methods ASTM d 93), pour point (using methods ASTM d 97), viscosity (using methods viscometer) and the density (using methods ASTM 1298-99).

Results of this research found that the optimal ratio of 250 g from waste of coconut shell, 1000 ml of water, 6 gr yeast, and 4 days fermentation time. Characteristics of the test conducted in the laboratory resulted that the calories value is 5998.92 Kcal / kg, viscosity is 3.8402 cPs, flash point is 15 ° C, pour point is more than -30 ° C, and a density is 0.8252 g/cm³. This research characteristics are almost similar as the pure Bio-ethanol characteristics.

Keywords: Bio-premium, waste of fresh coconut shell, Bio-ethanol

PENDAHULUAN

Krisis energi di Indonesia sebagai akibat semakin menipisnya cadangan bahan bakar minyak khususnya dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui telah menuntut Indonesia untuk mencari sumber bahan bakar alternatif yang bersifat dapat diperbarui. Ketergantungan Indonesia terhadap minyak bumi dapat dikurangi dengan mengembangkan sumber energi alternatif berbahan baku minyak nabati.

Penurunan cadangan minyak disebabkan oleh dua faktor utama yaitu eksploitasi minyak selama bertahun-tahun dan minimnya eksplorasi atau survei geologi untuk menemukan cadangan minyak terbaru. Keadaan ini menyebabkan cadangan bahan bakar fosil seperti minyak bumi untuk cadangan nasional diprediksi hanya tinggal tersedia untuk 23 tahun mendatang pada tahun 2007. Maka di tahun 2013 ini cadangan minyak bumi kita tinggal 17 tahun mendatang. (Prihandana, 2007: 17).

Padahal dengan pertambahan jumlah penduduk, meningkat pula kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri yang berakibat pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM). Untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi konvensional bahan bakar fosil (minyak/gas bumi dan batu bara) sebagai sumber energi yang tidak terbarukan (*Unrenewable Energy*) perlu adanya energi alternatif lain sebagai bahan bakar fosil yang semakin tahun pemakaiannya semakin meningkat sedangkan produksinya menurun seperti yang terlihat dari tabel dibawah ini yang menandakan bahwa ketergantungan masyarakat kita akan bahan bakar fosil sangat tinggi.

Menghadapi krisis BBM yang telah melanda Indonesia, maka para ahli mulai mencari alternatif baru sebagai sumber bahan bakar pengganti BBM dari minyak bumi dengan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*) untuk diverifikasi ke dalam sumber energi masa depan. Pada saat ini para pakar teknologi yang tergabung dalam Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) telah mengembangkan bahan bakar alternatif untuk menggantikan keberadaan BBM yang sumbernya semakin menipis. Salah satunya

bahan bakar alternatif yang berasal dari alam yang di peruntukkan sebagai pengganti atau pencampur BBM jenis premium untuk sarana transportasi yang diberi nama *bioethanol* atau yang selanjutnya akan disebut *biopremium*.

Menjamin kelangsungan pengembangan BBN/bahan bakar nabati yang dapat diperbaharui (*renewable*) di Indonesia, pemerintah telah menetapkan berbagai kebijakan yang meliputi: Peraturan Presiden No. 5, Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) sebagai Bahan Bakar Lain, keputusan Presiden No. 10 Tahun 2006 tentang Pembentukan dan Tugas Tim Nasional Percepatan Pemanfaatan BBN untuk Mengurangi Kemiskinan dan Pengangguran (Timnas BBN), peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 51 Tahun 2006 tentang Persyaratan dan Pedoman Izin Usaha Niaga Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) Sebagai Bahan Bakar Lain, surat Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional No. 172/KEP/BSN/12/2006 tentang *Biobioethanol* (SNI DT 27-0001-2006),

Kebijakan ini, ditargetkan Indonesia mampu mensubstitusi minyak solar dengan biodiesel sebanyak 2% pada tahun 2010, 3% tahun 2015 dan 5% tahun 2025 serta mensubstitusi bensin dengan *biobioethanol* sebanyak 2% pada tahun 2010, 3% tahun 2015 dan 5% tahun 2025. Diagram berikut menyajikan pemakaian energi primer tahun 2030.

Saat ini sedang diusahakan secara intensif pemanfaatan bahan-bahan yang mengandung serat kasar dengan karbohidrat yang tinggi, dimana semua bahan yang mengandung karbohidrat dapat diolah menjadi *bioethanol*. Misalnya umbi kayu, nanas, nangka, limbah kulit siwalan, batang jagung dan lain-lain. *Bioethanol* dapat dihasilkan dari tanaman yang banyak mengandung senyawa selulosa dengan menggunakan bantuan dari aktivitas mikroba.

Seerti yang telah dilakukan oleh David Samson Huda dengan judul "Pembuatan *Bioethanol* Dari Batang Jagung (*Zeamays*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif" (2012). Dalam penelitian/kajian

pustaka menyebutkan bahwa kadar *bioethanol* yang dihasilkan batang jagung sebesar 94%.

Bahan baku lain yang memiliki kandungan karbohidrat yang belum dimanfaatkan adalah kulit kelapa muda, sehingga menjadi limbah yang perlu adanya penelitian untuk meningkatkan nilai guna dari limbah kulit kelapa muda segar tersebut.

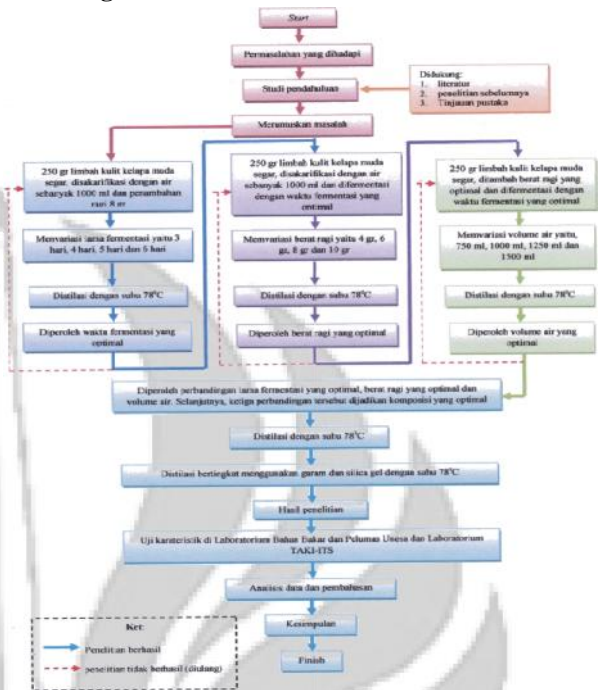
Penelitian ini melakukan perbandingan berapa komposisi limbah kulit kelapa muda segar, air, ragi, dan waktu yang tepat untuk menghasilkan *bioethanol* yang optimal.

Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui proses pembuatan *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar, mengetahui densitas, nilai kalori, *flash point*, *pour point*, viskositas, dan kadar *bioethanol* yang dihasilkan dari limbah kulit kelapa muda segar.

Sedangkan manfaat penelitian ini adalah memperoleh data tentang komposisi perbandingan berat limbah kulit kelapa muda segar, air, ragi dan lamanya hari fermentasi, untuk mendapatkan hasil *bioethanol* yang optimal, memberikan nilai tambah pada limbah kelapa muda segar sebagai produk unggulan lokal, hasil penelitian ini bisa dijadikan referensi dalam mengembangkan bahan bakar alternatif di Indonesia, memperoleh data tentang komposisi perbandingan berat limbah kulit kelapa muda segar, air, ragi dan lamanya hari fermentasi, untuk mendapatkan hasil *bioethanol* yang optimal.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, laboratorium TAKI FTI-ITS, dan laboratorium Unit Produksi Pelumas Pertamina Surabaya.

Variabel Penelitian

- Variabel bebas

Variabel bebas atau disebut dengan *independent variable* dapat disebut penyebab. Variabel pada penelitian ini adalah memvariasi perbandingan berat limbah kulit kelapa muda segar terhadap lama waktu fermentasi, berat ragi dan volume air. Untuk lebih jelasnya, komposisi pada masing-masing bagian ditunjukkan oleh tabel di bawah ini: Variabel bebas dapat disebut penyebab. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Variasi perbandingan waktu fermentasi, berat ragi, dan volume air

Jumlah limbah kulit kelapa muda segar	Air (ml)	Jumlah perbandingan		Kadar bioethanol (%)
		Ragi	Lama waktu	
250 gr	1000	8 gr	3	-
250 gr	1000	8 gr	4	-
250 gr	1000	8 gr	5	-
250 gr	1000	8 gr	6	-
Setelah didapat lama waktu yang optimal maka akan dijadikan sebagai parameter yang selanjutnya akan dilakukan dengan memvariasi berat ragi				
250 gr	-	4 gr	-	-
250 gr	-	6 gr	-	-
250 gr	-	8 gr	-	-
250 gr	-	10 gr	-	-
Setelah didapat berat ragi yang optimal maka akan dijadikan sebagai parameter yang selanjutnya akan dilakukan dengan memvariasi volume air				
250 gr	750	-	-	-
250 gr	1000	-	-	-
250 gr	1250	-	-	-
250 gr	1500	-	-	-

Dalam penelitian ini berat limbah kulit kelapa muda segar tetap. Hal ini berdasarkan hasil penelitian Ahmad Muthohar (2012 : 50).

• Variabel Terikat

Variabel terikat (variabel respon) dapat disebut hasil atau obyek penelitian. Variabel respon pada penelitian ini adalah presentase kadar bioethanol yang dihasilkan pada setiap distilasi dengan ragi dan lama fermentasi yang berbeda. Sehingga dapat diketahui presentase kadar bioethanol yang maksimal.

• Variabel Kontrol

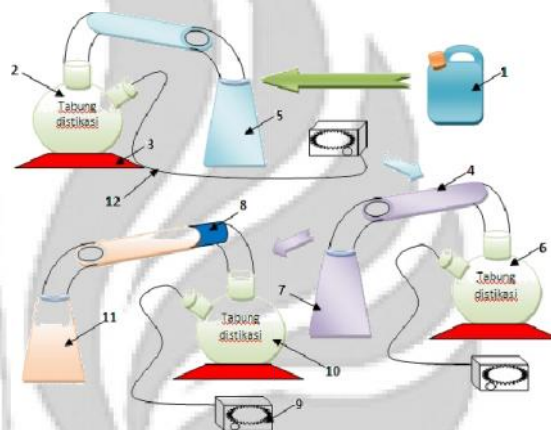
Variabel kontrol merupakan usaha untuk menghilangkan pengaruh variabel-variabel lain selain variabel bebas yang mempengaruhi hasil variabel terkait.

Beberapa variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain:

- Ragi yang digunakan dalam proses fermentasi adalah ragi tape (*Saccharomyces cereviceae*).
- Berat limbah kulit kelapa muda segar tetap yaitu 250 gr.
- Suhu pada proses fermentasi merupakan suhu tetap dalam ruangan.
- Dilakukan penambahan garam pada distilasi bertingkat.
- Temperatur pada proses distilasi adalah 78⁰ C.

Instrument Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini dirangkai sebagai berikut:



Gambar 2. Instrumen Penelitian

Keterangan

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Tabung fermentasi | 7. Hasil distilasi II |
| 2. Tabung distilasi I | 8. Silica Gel |
| 3. Kompor | 9. Thermocontrol |
| 4. Condensor Liebig | 10. Tabung distilasi III |
| 5. Hasil distilasi I | 11. Hasil distilasi III |
| 6. Tabung distilasi II | 12. Thermocouple |

Instrument pengambil data pada penelitian ini adalah hasil pengujian karakteristik dengan metode sebagai berikut :

- Nilai Kalori menggunakan metode bomb calorimeter.
- Flash Point menggunakan metode ASTM D 4625.
- Pour Point menggunakan metode ASTM D-97.
- Viscositas menggunakan metode viscometeri.
- Densitas menggunakan metode Gravimetri.
- Kadar Bioethanol menggunakan alcohol meter.

Prosedur Penelitian

- Tahap persiapan

Persiapan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mencari limbah kulit kelapa muda segar dari pengepul kelapa muda dan dari pedagang es kelapa muda yang tidak dimanfaatkan.
- Mengupas kulit kelapa muda segar untuk memisahkan dari tempurungnya. Kemudian dilakukan proses sakarifikasi yaitu proses untuk memecah karbohidrat menjadi glukosa.
- Mendidihkan volume air dengan variasi 750 ml, 1000 ml, 1250 ml dan 1500 ml.
- Masukkan 250 gr limbah kulit kelapa muda segar ke dalam air yang sudah mendidih.
- Dinginkan limbah kulit kelapa muda segar dengan air yang sudah ditaruh pada ember besar dengan variasi 750 ml, 1000 ml, 1250 ml dan 1500 ml supaya proses pendinginan lebih cepat.
- Tahap fermentasi
 - Siapkan botol/jirigen untuk proses fermentasi.
 - Setelah limbah kulit kelapa muda segar sudah dingin (dari percobaan 1e), selanjutnya limbah kulit kelapa muda segar disaring dan diperas untuk memisahkan ampas dengan sarinya. Kemudian dilakukan penambahan ragi *saccharomyces* (ragi tape) dengan variasi berat ragi 4 gr, 6 gr, 8 gr dan 10 gr.
 - Masukkan limbah kulit kelapa muda segar yang sudah disakarifikasi dan penambahan ragi pada botol/jirigen. Tutup botol/jirigen dan pastikan tidak ada kebocoran udara.
 - Memvariasi lama fermentasi yaitu 3 hari, 4 hari, 5 hari dan 6 hari.

- Tahap distilasi

Dalam proses distilasi ini adalah untuk memisahkan kandungan *bioethanol* dengan air hasil fermentasi limbah kulit kelapa muda segar berdasarkan titik didihnya.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode statistik deskriptif, dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung.

Tujuan penggunaan metode statistik deskriptif, untuk menggambarkan sifat suatu keadaan yang sementara berjalan pada saat penelitian dilakukan dan memeriksa sebab-sebab dari suatu gejala tertentu (Sugiyono, 2010: 29).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- Mencari parameter lama waktu fermentasi yang optimal.

Tabel 2. Data hasil distilasi berdasarkan lama waktu fermentasi

No	Jumlah limbah kulit kelapa muda segar	Jumlah Perbandingan			Kadar <i>bioethanol</i> (%)	Jumlah <i>bioethanol</i> (ml)
		Air	Ragi	Lama Waktu		
1	250 gr	1000 ml	8 gr	3 hari	5	100
2	250 gr	1000 ml	8 gr	4 hari	11	100
3	250 gr	1000 ml	8 gr	5 hari	7	100
4	250 gr	1000 ml	8 gr	6 hari	6	100

- Mencari perbandingan berat ragi yang optimal

Tabel 3. Data hasil distilasi berdasarkan berat ragi

No	Jumlah limbah kulit kelapa muda segar	Jumlah perbandingan			Kadar <i>bioethanol</i> (%)	Jumlah <i>bioethanol</i> (ml)
		Air	Ragi	Lama waktu		
1	250	750 ml	6 gr	4 hari	9	100
2	250	1000 ml	6 gr	4 hari	14	100
3	250	1250 ml	6 gr	4 hari	7	100
4	250	1500 ml	6 gr	4 hari	11	100

- Mencari perbandingan jumlah air yang optimal

Tabel 4. Data hasil distilasi berdasarkan jumlah air

No	Jumlah limbah kulit kelapa muda segar	Jumlah perbandingan			Kadar <i>bioethanol</i> (%)	Jumlah <i>bioethanol</i> (ml)
		Air	Ragi	Lama waktu		
1	250	1000 ml	4 gr	4 hari	6	100
2	250	1000 ml	6 gr	4 hari	14	100
3	250	1000 ml	8 gr	4 hari	11	100
4	250	1000 ml	10 gr	4 hari	7	100

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

Tabel 5. Data hasil distilasi bertingkat

Distilasi	Jumlah <i>bioethanol</i> (ml)	Kadar <i>bioethanol</i> (%)
Distilasi I	750	14
Distilasi II	500	45
Distilasi III	350	77
Distilasi IV	250	95

- Hasil Karakteristik *Bioethanol* dari Limbah kulit kelapa muda segar

Setelah mendapat *bioethanol* dengan kadar 95%, selanjutnya akan dilakukan pengujian terhadap nilai kalor (*heating value*), titik tuang (*pour point*), titik nyala (*flash point*), densitas, viskositas dan kadar *bioethanol* untuk mengetahui karakteristik dari *bioethanol* berbahan baku limbah kulit kelapa muda segar sebagai *extender premium*.

Pengujian *flash point*, *pour point*, dan densitas dilakukan di Laboratorium Unit Produksi Pelumas Surabaya (UPPS) PT.Pertamina, nilai kalor dilakukan di laboratorium TAKI – ITS, sedangkan viskositas dan kadar *bioethanol* dilakukan di laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin – UNESA.

Untuk menganalisa nilai kalor di Laboratorium TAKI – ITS diperlukan *bioethanol* minimal 100 ml, pengujian *pour point*, *flash point*, dan densitas dilakukan di laboratorium UPPS PT.Pertamina diperlukan 350 ml *bioethanol*. Sedangkan pengujian viskositas, dan kadar *bioethanol* dilakukan di laboratorium bahan bakar dan pelumas UNESA diperlukan 100 ml *bioethanol*, dari proses pengujian tersebut di peroleh hasil pengujian karakteristik dari *bioethanol* berbahan baku limbah kulit kelapa muda segar dan selanjutnya akan dibandingkan dengan karakteristik dari *bioethanol* murni seperti ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan beberapa sifat *bioethanol* murni dan *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar

Karakteristik	<i>Bioethanol</i> Murni	<i>Bioethanol</i> dari Limbah Kulit kelapa muda segar	Satuan
Kadar <i>bioethanol</i>	100 ⁴	95 ¹	%
Densitas	0,816 ⁴	0,8252 ³	g/cm ³
Nilai Kalori	6380 ⁵	5998,92 ²	Kcal/kg
Pour Point	-114 ⁴	> -30 ³	°C
Flash Point	12,7 ⁴	15 ³	°C
Viskositas	0,0141 ⁴	3,8402 ¹	cPs

Keterangan : ¹ Lab bahan bakar dan Pelumas UNESA (ada dalam lampiran)

² Lab TAKI – ITS (ada dalam lampiran)

³ Laboratorium Pelumas Pertamina

⁴ Richard J. Lewis, Sr (Condensed Chemical Dictionary)

⁵ A. Hardjono, 2001

- Hasil Distilasi

Dapat disimpulkan bahwa parameter-parameter yang dapat menghasilkan kadar *bioethanol* paling tinggi dari 250 gr kulit kelapa muda segar adalah sebagai berikut.

- Lama waktu fermentasi yang digunakan adalah selama 4 hari
- Jumlah berat ragi yang digunakan sebanyak 6 gram.
- Jumlah air 1000 ml

Pada penelitian ini dilakukan distilasi sampai 4 kali untuk mencapai kadar 95%. *Bioethanol* dan air sangat susah dipisahkan karena kedua komponen tersebut termasuk azeotrope (dua komponen yang selisih titik didihnya berdekatan), oleh sebab salah satu teknik untuk memecah titik azeotrop adalah dengan penambahan garam pada campuran air dan *bioethanol*. Fungsi dari garam ini adalah menaikkan titik didih air sehingga jarak antara titik didih air dan titik didih *bioethanol* akan bertambah jauh dan juga di bantu dengan menggunakan *silica gel* fungsi dari *silica gel* ini sebagai penyerap kelembaban air. Ini terbukti pada tabel 4.5. Pada destilasi pertama diperoleh *bioethanol* 14% kemudian dilakukan distilasi lagi pada distilasi kedua, pada distilasi kedua hasilnya 45%. Hasil *bioethanol* pada distilasi kedua di distilasi lagi pada distilasi ketiga hasilnya 77%.

Kemudian dari hasil distilasi ketiga ini didistilasi lagi pada destilasi keempat hasilnya kadarnya naik menjadi 95%. Untuk menaikkan lagi dari kadar 95% menjadi kadar yang lebih tinggi lagi sangat susah dan memerlukan alat distilasi yang berteknologi tinggi.

- Pembahasan Hasil Analisis Karakteristik

Dari tabel 4.6 dapat dijelaskan *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar dengan kadar 95%, memiliki densitas sebesar 0,82521 g/cm³, kadar densitas ini masih tergolong tinggi dari pada densitas milik *bioethanol* murni yaitu 0,772 g/cm³. Nilai kalori dari *bioethanol* berbahan baku limbah kulit kelapa muda segar ini sebesar 5998,92 Kcal/kg hampir sama dengan nilai kalori dari *bioethanol* murni sebesar 6389 Kcal/kg. Untuk *flash point* dari *bioethanol* berbahan baku limbah kulit kelapa muda segar ini sebesar 15°C dan *flash point* dari *bioethanol* murni sebesar 12°C, dan *pour point* dari *bioethanol* berbahan baku limbah kulit kelapa muda segar yaitu >-30 °C. Dengan demikian, *bioethanol* ini dapat digunakan pada daerah yang memiliki suhu di bawah 0 °C. Untuk viskositas dari *bioethanol* berbahan baku limbah kulit kelapa muda segar yaitu 3,8402 cPs, sedangkan untuk *bioethanol* murni 0,0141 cPs.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar ini sudah dapat terbakar dan juga sudah dapat digunakan untuk campuran bahan bakar premium dari alam yang dapat diperbaharui.

- Perhitungan Biaya.

Setelah proses di atas, maka perlu diadakan perhitungan biaya untuk mengetahui seberapa besar biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar. Dalam penelitian ini menghasilkan 250 ml *bioethanol* dengan kadar *bioethanol* 95% memerlukan bahan 1250 gr limbah kulit kelapa muda segar dengan ragi sebesar 30 gr dan air 5000 ml. Berikut ini adalah rincian biaya pembuatan *Bioethanol* yang dikeluarkan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

Biaya Listrik	= Rp. 2697,-
Biaya Transportasi	= Rp. 2250,-
Ragi	= Rp. 2000,-
Garam	= Rp. 480,-
	+
Jumlah	= Rp. 6.467,-

Jadi untuk menghasilkan 250 ml *bioethanol* dengan kadar 95,5 % dari limbah kulit kelapa muda segar ini membutuhkan biaya produksi sebesar Rp. 6.467,-. Untuk harga perliter *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar ini adalah :

$$\frac{1000 \text{ ml} \times \text{Rp. } 6.467}{250 \text{ ml}} = 25.868,-$$

Jadi harga *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar ini adalah Rp. 25.868,- per liter sehingga lebih murah dibandingkan dengan harga dipasaran saat ini yang mencapai Rp. 38.500,- (Sumber Inti Kimia Jl. Tidar 196 Surabaya). Sedangkan keuntungan yang didapat dari pembuatan *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar adalah sebesar Rp 38.500 – Rp.25.868 = Rp.12.632,- per liter.

PENUTUP

Simpulan

Dari penelitian yang menggunakan limbah kulit kelapa muda segar sebagai bahan dasar pembuatan *bioethanol* ini dapat ditarik kesimpulan bahwa: Lama proses fermentasi yang menghasilkan kadar *bioethanol* yang maksimal dalam proses pembuatan *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar adalah selama 4 hari. Berat ragi yang menghasilkan kadar *bioethanol* yang maksimal dari 250 gr limbah kulit kelapa muda segar 1000 ml air adalah 6 gr. Keuntungan yang didapat dari pembuatan *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar ini adalah sebesar Rp. 12.632,- per liter. Hasil pengujian karakteristik dari *bioethanol* berbahan baku limbah kulit kelapa muda segar ini adalah: Nilai Kalori 5998,92 Kcal/kg; *Flash Point* 15 °C; *Pour Point* >-30 °C; Viskositas 3,8402 cPs; Densitas 0,8252 g/cm³; dan Kadar etanol 95 %.

Saran

Untuk menghasilkan etanol dari limbah kulit kelapa muda segar yang berkadar tinggi, sebaiknya pastikan fermentor tidak ada kebocoran. Hal ini bertujuan agar kadar *bioethanol* yang akan dihasilkan dapat optimal. Selain itu, pada proses distilasi juga tidak boleh ada kebocoran oleh sebab itu sebaiknya gunakan gemuk untuk melumasi pada sambungan antar labu dengan *condenser liebig* karena sifat dari gemuk apabila terkena suhu panas akan lebih merekat, ini

bertujuan untuk menghasilkan kadar *bioetanol* yang lebih optimal.

Proses distilasi ketika mencapai *azeotrope* untuk mempermudah pemisahan selain menggunakan *silica gel* juga dapat dicampurkan garam dapur pada cairan agar selisih titik didih antara air dan etanol semakin besar. Hal ini disebabkan air berubah menjadi air garam dimana air garam mempunyai titik didih lebih tinggi dari pada air.

Untuk perhitungan biaya pembuatan *bioethanol* dari limbah kulit kelapa muda segar masih berupa perhitungan kasar, belum termasuk biaya upah pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Alat distilasi sederhana, (*Online*), <http://id.wikipedia.org/wiki/distilasi>, diakses 25 Maret 2013.
- Anonim. Bahan bakar, (*Online*), http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan_bakar, diakses 24 Maret 2013.
- Anonim. Bahan bakar alternatif, (*Online*), <http://www.ristek.go.id>, diakses 24 Maret 2013.
- Anonim. bioetanol, (*Online*), <http://id.wikipedia.org/wiki/bioetanol>, diakses 24 Maret 2013.
- Anonim. Destilasi, (*Online*), <http://id.wikipedia.org/wiki/destilasi>, diakses 25 Maret 2013.
- Anonim. Fermentasi, (*Online*), <http://id.wikipedia.org/wiki/fermentasi>, diakses 23 Maret 2013.
- Anonim. INPRES No. 1 tahun 2006, (*Online*), <http://www.ri.go.id>, diakses 23 Maret 2013.
- Anonim. kelapa, (*Online*), <http://id.wikipedia.org/wiki/Kelapa>, diakses 24 Maret 2013.
- Anonim. Pencampuran bioetanol, (*Online*), <http://bioetanol-seno.blogspot.com/>, diakses 25 Maret 2013.
- Anonim. Penurunan cadangan minyak, (*Online*), <http://id.berita.yahoo.com/eksplorasi-minyak-bumi-dalam-tahap-perusakan-201926680.html>, diakses 22 Maret 2013.
- Anonim. Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006, (*Online*), <http://www.ri.go.id>, diakses 23 Maret 2013.
- Anonim. Silka gel, (*Online*), http://id.wikipedia.org/wiki/silika_gel, diakses 26 Maret 2013.
- George Granger Brown. (1973). *Unit Operations*. New York Tokyo: Modern Asia Edition.
- Hardjono. A. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Muthohar, Ahmad. 2012. *Pemanfaatan Limbah Kulit/Jerami Nangka (Artocarpus Heterphylius) Sebagai Bahan Bakar Alternatif (Bioethanol)*. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Nike Triwahyuningsih dan Rahmat Adiprasetya. (2006: 4). *Pemanfaatan Energi Biomassa sebagai Biofuel*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Nurul Dzikrillah, Nur Aeni, Denny Nurkertamanda. Pembuatan Eternit dari Sabut Kelapa Sebagai Pengganti Asbes. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Pertamina. (1997). *Bahan Bakar Minyak Untuk Kendaraan, Rumah Tangga, Industri dan Perkapalan*. Jakarta: Direktorat Pembekalan dan Pemasaran dalam Negeri.
- Prihandana, Rama, dkk. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: PT AgromediaPustaka.
- Samson Huda, David. 2012. *Pembuatan Bioethanol Dari Batang Jagung (Zea mays) Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Sugiyono, Dr. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Tjokrowisastro dan Widodo. (1990: 1). *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar*. ITS.
- TIM. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Program S1*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.