

UJI PRODUKSI BIOETANOL SEBAGAI BAHAN BAKAR DARI UMBI GARUT (*MARANTA ARUNDINACEA LINN*) MENGGUNAKAN KATALISATOR PUPUK UREA SEBAGAI EXSTENDER PREMIUM

Yudi Effendi

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: effendiyudi22@gmail.com

Aisyah Endah Palupi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aisyah Hep2000@yahoo.com

Abstrak

Kelangkaan minyak bumi yang terjadi di Indonesia dikarenakan penipisan cadangan bahan bakar minyak hal ini menimbulkan krisis energi, khususnya bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui. Diperlukan upaya membuat bahan bakar alternatif, salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol terbuat dari bahan yang mengandung karbohidrat atau glukosa. Umbi garut merupakan biomassa yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Dalam penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan umbi garut diolah menjadi bioetanol menggunakan katalisator pupuk Urea pada proses fermentasi yang dapat dimanfaatkan sebagai *extender* premium atau pencampur premium "Biopremium". Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan membuat bioetanol berbahan baku umbi garut. Proses ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap fermentasi dan tahap distilasi. Untuk dapat dipasarkan kadar bioetanol harus > 90%. Selanjutnya, bioetanol diuji spesifikasinya sesuai standart mengacu kepada ASTM (*American Standard Testing of Materials*). Bioetanol akan diuji kadarnya (menggunakan *alcoholmeter*), nilai kalor (menggunakan metode *bomb calorimeter*), *flash point* (menggunakan metode ASTM D-56), *pour point* (menggunakan metode ASTM D 1177), viskositas (menggunakan metode *viscometer*) dan densitas (menggunakan metode *gravimetry* ASTM D 1298-99). Hasil dari penelitian penambahan katalisator pupuk urea pada proses fermentasi pembuatan bioetanol umbi garut adalah 25 gram yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi dengan rata-rata 31%. Hasil pengujian karakteristik dari bioetanol berbahan baku umbi garut dengan penambahan katalisator pupuk Urea adalah nilai kalori sebesar 5968,99 Kcal/kg, *flash point* 13°C, *pour point* -55°C, viskositas 4,0894 cPs, densitas 0,8293 gr/cm³, dan kadar bioetanol 94%.

Kata kunci: umbi garut, katalisator, pupuk urea, bioetanol, *extender* premium

Abstract

In Indonesia occurred scarcity of petroleum this raises the energy crisis due to the depletion of petroleum, especially fuels fossil can't be update. Necessary to make fuels alternative, which one is bioethanol. Bioethanol made in from carbohydrates or glucose. Good biomass use for a raw material for production bioethanol is arrowroot. This study to aims utilize arrowroot tubers processed to bioethanol using catalyst urea in fermentation process can used. As extender premium or premium mixer " Biopremium ". The experimental study to made bioethanol from arrowroot tubers. The process consists of three stages, such preparation stage, fermentation stage, and distillation stages. To sells ethanol levels must be > 90%. And then, bioethanol tested according to standard specifications to ASTM (American Standard Testing of Materials). Bioethanol will tested (alcoholmeter), calorific value (bomb calorimeter), flash point (ASTM method D -56), pour point (ASTM D 1177 method), viscosity (Viscometer method), and density (gravimetry ASTM D 1289 – 99). Result of the study is the addition of urea catalyst in fermentation process for bioethanol production is 25 gram of arrowroot tubers with highest levels of bioethanol with average is 31%. The result of bioethanol characteristics made from arrowroot tubers with the addintion of urea catalyst is the calorific value of 5868.99 Kcal/Kg, 13°C fast point, pour point -55°C, 4.0894 cPs viscosity, density 0,8293 gr/cm³, and levels of bioethanol is 94%.

Keywords: arrowroot tubers, catalyst, urea, bioethanol, *extender* premium

PENDAHULUAN

Di Indonesia sekarang terjadi penipisan cadangan bahan bakar minyak yang menimbulkan krisis energi, khususnya bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui telah menuntut Indonesia untuk mendapatkan sumber

bahan bakar alternatif yang bersifat dapat diperbarui. Sumber energi berbahan baku minyak nabati yang terus dikembangkan bisa mengurangi Indonesia dalam ketergantungan dengan minyak bumi.

Penurunan cadangan minyak mentah disebabkan oleh dua faktor utama yaitu eksplorasi minyak selama bertahun-tahun dan minimnya survei geologi untuk menemukan cadangan minyak terbaru. Cadangan minyak bumi yang tersedia sekarang diperiksa hanya tinggal untuk 10 hingga 14 tahun mendatang. ([Sumber: http://id.berita.yahoo.com/eksplorasi-minyak-bumi-dalam-tahap-peru-sakan-201926680.html](http://id.berita.yahoo.com/eksplorasi-minyak-bumi-dalam-tahap-peru-sakan-201926680.html) diakses pada tanggal 03/01/2013).

Sudah

Diperlukan upaya membuat bahan bakar alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu potensi energi alternatif adalah Bioetanol dari Bahan Bakar Nabati (BBN) yang dihasilkan dari aktivitas produksi pertanian yang jumlahnya sangat besar. BBN merupakan salah satu sumber energi alternatif yang diperoleh dari tumbuh-tumbuhan yang pada dasarnya merupakan sumberdaya alam terbarukan. Pengembangan bahan bakar nabati sebenarnya sudah dimulai sejak tahun 1762. Nicholas Otto menggunakan bioetanol 80-95 % untuk mencoba mesin Otto (mesin berbahan bakar bensin saat ini). Bahan bakar nabati terdiri dari berbagai macam bentuk dan jenis. Jenis-jenis bahan bakar nabati terdiri dari Biogas, Biofuel (biodiesel dan bioetanol), serta Biomassa.

Berikut merupakan sumber-sumber yang dapat diolah menjadi bahan bakar nabati: Sampah, Kotoran hewan dan manusia, Limbah organik cair industri, Biomassa dari limbah pertanian, tumbuh-tumbuhan seperti singkong, tebu, sagu, jagung, aren, sawit, kelapa, dan jarak. Bioetanol bisa digunakan dalam bentuk murni ataupun sebagai campuran untuk bahan bakar gasoline (bensin). Campuran antara bioetanol dengan premium disebut dengan biopremium.

(Mustofa, A. 2007) Dalam penelitiannya tentang Pemanfaatan Pati Garut (*Maranta Arundinaceae*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Dengan Fermentasi Oleh *Sacharomyces Cerevisiae*. Bioetanol optimal berkadar 11% dengan ragi optimal 1,4% dari campuran umbi garut dengan air 1000 ml.

(Endah R.D., dkk. 2012) Dalam penelitiannya tentang Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Bioetanol Pada Pembuatan Bioetanol Dari Pati Garut. Kadar bioetanol optimal 92,3469% dengan menggunakan pati garut 240 gram, lama fermentasi 96 jam/4 hari, dan suhu distilasi 80 °C.

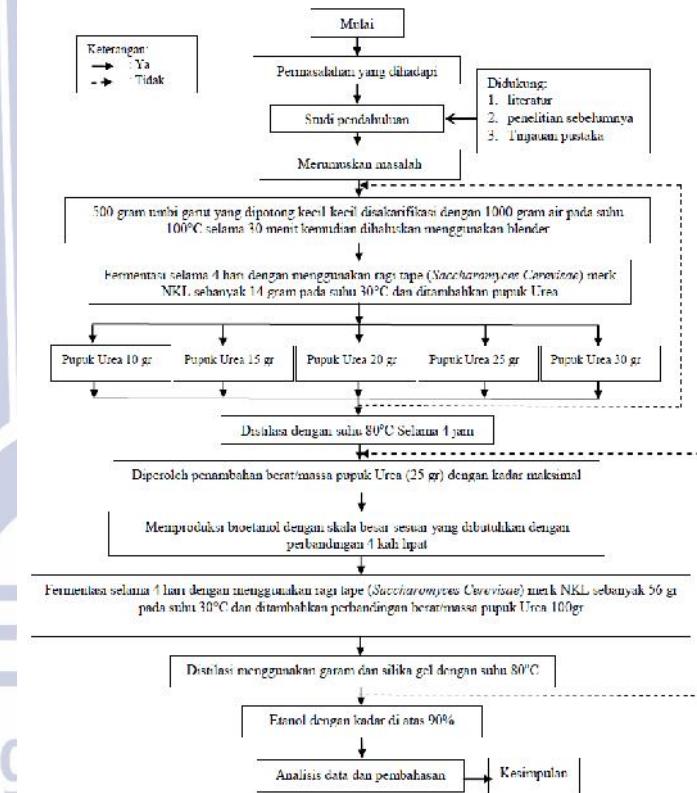
(Susilowati, J. 2012) Dalam penelitiannya tentang Pembuatan Bioetanol Dari Pati Garut Dengan Hidrolisa Asam. Kadar bioetanol untuk konsentrasi HCl 0.3 N yang pada proses hidrolisa menggunakan *autoclave*, dengan volume starter 100 ml sebesar 3 %, volume starter 150 ml sebesar 5.914 %, volume starter 200 ml sebesar 5.313 %. Sedangkan untuk konsentrasi HCl 0.7 N yang pada proses

hidrolisa menggunakan *magnetic stirrer*, diperoleh kadar bioetanol sebesar 44.326 %.

Tujuan dari penelitian ini mencari perbandingan nutrien pupuk Urea pada saat proses fermentasi yang tepat, untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar tertinggi, mencari karakteristik bioetanol yang dihasilkan dari umbi garut, mencari perhitungan ekonomis dari penelitian ini berdasarkan kajian dari lapangan, dan manfaat dari tujuan ini adalah dapat membantu meningkatkan perekonomian petani garut sebagai penghasil bioetanol dengan memanfaatkan umbi dari tanaman garut. Pada penelitian ini peneliti akan mencoba membuat bioetanol berbahan baku umbi garut menggunakan katalisator pupuk urea.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di:

- Laboratorium bahan bakar dan pelumas Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya: analisis kadar bioetanol, volume hasil distilasi bioetanol, dan viskositas.
- Laboratorium TAKI (Team Afiliasi dan Konsultasi Industri) Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS untuk memperoleh Nilai Kalori.

- Laboratorium Unit Produksi Pelumas Pertamina Surabaya: analisis *flash point*, *pour point*, dan densitas.

Variabel Penelitian

- Variabel bebas

Variabel pada penelitian ini adalah perbandingan antara berat/massa katalisator pupuk Urea yang diberikan pada saat proses fermentasi yaitu 10, 15, 20, 25, dan 30 gr.

- Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar bioetanol, nilai kalor, titik nyala (*flash point*), titik tuang (*pour point*), densitas dan viskositas.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain:

- Jumlah umbi garut yang digunakan sama sebanyak 500 gram.
- Umbi garut yang digunakan berasal dari Desa Randublatung, Kecamatan Randublatung, Kabupaten Blora, Provinsi Jawa Tengah.
- Jumlah perbandingan air yang digunakan sama yaitu 1:2, umbi garut 500 gram dengan air 1000 gram.
- Lamanya fermentasi yang dilakukan sama yaitu 4 hari.
- Jumlah ragi yang diberikan sama yaitu 14 gram.
- Temperatur pada proses fermentasi adalah 30 °C.
- Temperatur pada proses distilasi adalah 80 °C.

Definisi Operasional Variabel

- Kadar Bioetanol

Kadar bioetanol adalah perbandingan jumlah etanol dan jumlah air yang diukur menggunakan alkoholmeter. Kadar bioetanol ditunjukkan dengan prosentase.

- Densitas

Densitas (gr/cm³) adalah massa minyak (gr) per satuan volume (cm³) pada suhu tertentu. Alat uji densitas adalah Gravimetry. Metode uji densitas adalah ASTM D 1298.

- *Flash point* (titik nyala)

Titik nyala (*flash point*) adalah suhu terendah di mana uap minyak bumi dalam campurannya dengan udara akan menyala kalau dikenai uji nyala (*test flame*) pada kondisi tertentu. Metode yang digunakan adalah metode ASTM D 93 dan satuan *flash point* adalah °C. Alat uji *flash point* adalah *Line High Term* UKM-135.

- *Pour point* (titik tuang)

Titik tuang (*pour point*) adalah suhu terendah di mana minyak bumi dan produknya masih dapat dituang atau mengalir apabila didinginkan pada

kondisi tertentu (ASTM D 1177) dan satuan *pour point* adalah °C. Alat uji *pour point* adalah Ref.SR-N21H.

- Nilai Kalori

Nilai kalor adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna 1 kilogram bahan bakar padat atau cair dan 1 satuan volume bahan bakar gas, pada keadaan baku. Satuan nilai kalor adalah Kcal/kg, alat uji nilai kalor adalah Bomb Calorimeter. Metode uji nilai kalor adalah ASTM D 240.

- *Viskositas*

Viskositas (cPs) adalah kekentalan dari suatu minyak yang menunjukkan sifat menghambat terhadap aliran dan menunjukkan sifat pelumasannya pada permukaan benda yang dilumasinya. Viskosimeter yang banyak digunakan adalah viskosimeter pipet yang bekerja berdasarkan hukum *poisuelle* yang berlaku untuk cairan yang mengalir secara laminer dalam sebuah pipa yaitu:

$$V = \frac{\pi r^4 t P}{8 l} \quad (1)$$

Dimana r adalah jari-jari tabung kapiler, P adalah beda tekanan antara ujung-ujung pipa kapiler, adalah koefisien viskositas, t adalah waktu alir, l adalah panjang pipa kapiler dan V adalah volume cairan yang mengalir. Metode uji viskositas ASTM D 445.

Bahan, Peralatan, dan Instrumen Penelitian

- Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Umbi garut
- Ragi tape merk NKL
- Pupuk Urea
- Air
- Garam
- *Silica gel*.

- Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Labu leher dua kapasitas 1000 gram
- Kompor listrik berdaya 600 watt
- *Condensor liebig*
- *Thermocouple*
- Tabung *erlenmeyer*
- *Blender*
- Pipa plastik
- Pompa air
- Ember penampung air
- *Connector*
- Kompor gas dan tabung LPG 3 kg
- Saringan

- Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Timbangan elektronik dengan akurasi 0,1 gram
- Gelas *Erlenmeyer* 250 ml
- *Alcoholometer*
- *Thermocontrol*
- *Bomb Calorimeter*, untuk mengukur *heating value* ASTM D 240
- *Viscometry*, untuk mengukur *viscosity* ASTM D 445
- *Gravimetry*, untuk mengukur densitas ASTM D 1298
- *Line High Term UKM-135*, untuk mengukur *flash point* ASTM D 93
- Ref.SR-N21H, untuk mengukur *pour point* ASTM D 1177.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan percobaan terhadap objek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Data-data yang diperlukan adalah komposisi yang sesuai pada pembuatan bioetanol berbahan baku umbi garut agar memperoleh hasil yang maksimal. Pengujian karakteristik dari bioetanol tersebut di lakukan di laboratorium bahan bakar dan pelumas Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya dan Laboratorium TAKI Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS

Prosedur Penelitian

- Pembuatan Bioetanol Skala Kecil

- Persiapan bahan

Adapun proses dalam tahap persiapan bahan adalah sebagai berikut:

- Umbi garut sebanyak 500 gram dan peralatan yang dibutuhkan pada tahap persiapan bahan mulai disiapkan.
 - Umbi garut dicuci sampai bersih agar kotoran yang melekat pada umbi garut hilang, kemudian umbi garut dipotong-potong kecil-kecil.
 - Semua peralatan dibersihkan dan simpan di tempat yang aman.

- Sakarifikasi

Adapun proses tahap sakarifikasi adalah sebagai berikut:

- Semua peralatan pada proses sakarifikasi mulai dipersiapkan.
 - Umbi garut yang dipotong kecil-kecil dimasukkan ke dalam panci dan kukus selama 30 menit pada suhu 100°C

- Umbi garut yang telah dimasak lalu didinginkan.

- Potongan kecil-kecil umbi garut di *Blender* sampai menjadi bubur dengan menambahkan air sebanyak 1000 gr.

- Cairan bubur umbi garut didinginkan sampai dingin.

- Peralatan pada proses sakarifikasi dibersihkan dan simpan di tempat yang aman.

- Fermentasi

Adapun proses tahap fermentasi adalah sebagai berikut:

- Peralatan yang digunakan pada proses fermentasi mulai disiapkan.

- Cairan bubur umbi garut hasil sakarifikasi dimasukkan ke dalam jurigen kapasitas 5 liter.

- Ragi tape (*Saccharomyces Cerevisiae*) merk NKL sebanyak 14 gram dihaluskan dengan penumbuk hingga menjadi serbuk.

- Ragi tape yang telah halus dimasukkan ke dalam jurigen yang berisi cairan bubur umbi garut dan tambahkan katalisator pupuk Urea yang telah dihaluskan dengan variasi (10, 15, 20, 25, dan 30 gram).

- Derajat keasaman (pH) fermentasi diatur pada kisaran 4, temperatur fermentasi 30°C, dan waktu fermentasi selama 4 hari.

- Jurigen dapat dibuka setelah 4 hari. Kondisi yang diperoleh adalah pada permukaan cairan pati umbi garut yang telah diperlakukan fermentasi terdapat 2 lapisan yaitu lapisan cairan fermentasi yang masih bercampur air dan lapisan bawah berupa cairan ampas pati.

- Gelas ukur plastik disiapkan dan cairan fermentasi disaring serta diperas agar terpisah antara cairan hasil fermentasi dengan ampas umbi. Cairan hasil fermentasi dapat dihirup aroma umbi garut yang menyengat karena sudah mengandung etanol.

- Semua peralatan pada proses fermentasi dibersihkan dan simpan di tempat yang aman.

- Distilasi

Adapun tahap distilasi adalah sebagai berikut:

- Pemanas listrik disiapkan dan pasang *thermocontrol* pada pemanas listrik agar suhu yang dihasilkan dapat optimal dan panasnya merata.

- Labu leher 2 kapasitas 1000 ml, gelas *erlenmeyer* 250 ml, connector serta condensor liebig mulai disiapkan. Semua alat tersebut dirangkai menjadi satu dan pada condensor

liebig dipasang selang yang telah dialiri air dengan bantuan pompa air untuk mempercepat pendinginan. Proses pendinginan sebaiknya menggunakan bak penampung yang besar agar proses pendinginan berjalan dengan optimal.

- Cairan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu distilasi dan mulai proses distilasi selama 4 jam dengan memanaskannya pada suhu 80°C. Diusahakan suhu tetap stabil agar air tidak ikut menguap bersama bioetanol yang nantinya akan mengakibatkan kandungan bioetanol rendah atau pada bioetanol hasil distilasi masih mengandung air yang banyak.
- Hasil distilasi disimpan ke dalam botol kapasitas 100 ml.
- Semua peralatan distilasi dibersihkan dan simpan di tempat yang aman.

- Pembuatan Bioetanol Skala Besar

- Persiapan Bahan, Sakarifikasi, dan Fermentasi
 - Proses persiapan bahan, sakarifikasi dan fermentasi pada pembuatan bioetanol skala besar sama seperti pada pembuatan bioetanol skala kecil hanya ubi garut, jumlah air, dan jurigen yang digunakan berkapasitas besar yaitu ubi garut 2000 gram, jumlah air 4000 gram, dan jurigen kapasitas 20 liter.
- Distilasi
 - Proses distilasi ini menggunakan alat distilasi skala besar. Hasil distilasi skala besar didistilasi secara berkelanjutan untuk mencapai kadar bioetanol > 90%. Bioetanol dan air sangat susah dipisahkan karena kedua komponen tersebut termasuk *azeotrop* (dua komponen yang selisih titik didihnya berdekatan), oleh sebab itu untuk pemisahan bioetanol dan air harus dilakukan distilasi berulang kali (kontinyu) dan ditambahkan garam (NaCl). Proses distilasi tahap ini juga ditambahkan *silica gel* pada pangkal *condensor liebig*, agar air yang masih bercampur dengan bioetanol dapat diserap oleh *silica gel*.
 - Proses distilasi dilakukan terus menerus sampai mencapai kadar bioetanol di atas 90%.
 - Semua peralatan pada proses distilasi dibersihkan dan simpan di tempat yang aman. Bioetanol dengan kadar di atas 90% siap diuji karakteristiknya.



Gambar 2. Alat Distilasi Sederhana
Sumber: Dokumentasi Lab. Bahan Bakar dan Pelumas UNESA

Keterangan:

- Thermocouple*
- Thermocouple*
- Labu dasar putat (labu distilasi) berkapasitas 1000 ml
- Pemanas listrik berdaya 600 watt
- Selang air
- Pompa air
- Condensor liebig
- Bak penampung air
- Gelas erlenmeyer berkapasitas 250 ml

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode statistika deskriptif dan analisis regresi. Metode statistik deskriptif merupakan metode statistik dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung. Statistik deskriptif juga menjelaskan cara cara penyajian data, dengan tabel biasa maupun distribusi frekuensi, grafik garis maupun batang, diagram lingkaran, dan pictogram (Sugiyono, 2010:29).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- Parameter Berat Nutrien Pupuk Urea Yang Diberikan Pada Saat Proses Fermentasi

Berdasarkan Tabel 1. Disamping menunjukkan bahwa berat pupuk Urea yang menghasilkan kadar bioetanol tertinggi adalah 25 gram dengan hasil pada penelitian pertama 30%, kedua 30%, dan ketiga 33%. Hasil rata-rata dari ketiga penelitian tersebut adalah 31%.

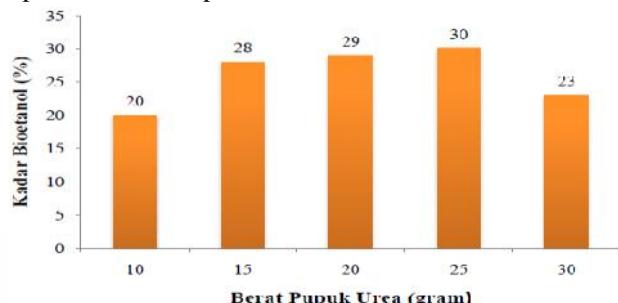
Tabel 1. Data Kadar Bioetanol Hasil Distilasi Berdasarkan Berat Pupuk Urea

No.	Jumlah pupuk urea (gr)	Jumlah ubi (gr)	Jumlah air (ml)	Jumlah ragi (gr)	Lama fermentasi (hari)	Kadar bioetanol (%)			Rata-rata
						I	II	III	
1.	10	500	1000	14	4	20	15	15	16,67
2.	15	500	1000	14	4	28	27	25	26,67
3.	20	500	1000	14	4	29	29	27	28,33
4.	25*	500	1000	14	4	30*	30*	33*	31*
5.	30	500	1000	14	4	23	22	20	21,67

Keterangan: (*) menunjukkan parameter kadar bioetanol tertinggi.

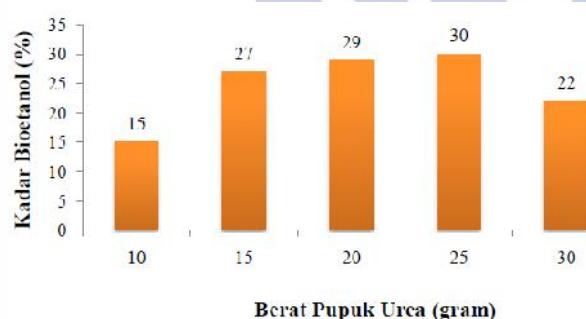
Berdasarkan hasil distilasi di atas didapatkan parameter yang menghasilkan kadar bioetanol yang

optimal. Selanjutnya parameter tersebut dijadikan parameter untuk pembuatan bioethanol skala besar.



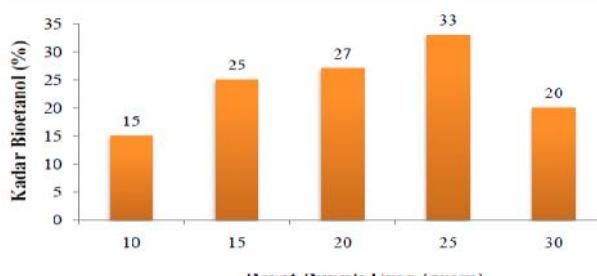
Gambar 3. Grafik Analisa Data Kadar Bioetanol Percobaan I Berdasarkan Berat Pupuk Urea.

Berdasarkan Grafik 3. menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang tertinggi adalah 30% dengan penambahan nutrisi 25 gram pupuk Urea. Penambahan jumlah pupuk 10 gram mengandung kadar bioetanol terendah yaitu 20%. Hal itu terjadi dikarenakan nutrisi yang diberikan oleh pupuk Urea pada saat proses fermentasi tidak sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 4. Grafik Analisa Data Kadar Bioetanol Percobaan II Berdasarkan Berat Pupuk Urea.

Berdasarkan Grafik 4. Menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang tertinggi adalah 30% dengan penambahan nutrisi 25 gram pupuk Urea. Sedangkan pada jumlah pupuk 10 gram mengandung kadar bioetanol terendah yaitu 15%. Hal itu terjadi dikarenakan nutrisi yang diberikan oleh pupuk Urea pada saat proses fermentasi tidak sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 5. Grafik Analisa Data Kadar Bioetanol Percobaan III Berdasarkan Berat Pupuk Urea.

Berdasarkan Grafik 5. Menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang tertinggi adalah 33% dengan penambahan nutrisi 25 gram pupuk Urea. Sedangkan pada jumlah pupuk 10 gram mengandung kadar bioetanol terendah yaitu 15%. Hal itu terjadi dikarenakan nutrisi yang diberikan oleh pupuk Urea pada saat proses fermentasi tidak sesuai dengan kebutuhan.

Tabel 2. Kadar dan Volume Bioetanol dari Umbi Garut Melalui Distilasi Bertingkat

Distilasi	Volume bioetanol (ml)	Kadar bioetanol (%)
Distilasi I	1450	30
Distilasi II	830	61
Distilasi III	625	89
Distilasi IV	500	94

Berdasarkan Tabel 2. Distilasi bertingkat dilakukan sebanyak empat kali untuk mencapai kadar bioetanol di atas 90%. Penelitian ini menghasilkan produk bioetanol berkadar 94% yang bisa digunakan sebagai campuran premium.

- Uji Karakteristik Bioetanol
 - Hasil Uji Karakteristik

Pengujian yang dilakukan di Laboratorium TAKI (Team Afiliasi dan Konsultasi Industri) Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS untuk mengetahui nilai kalor diperlukan 100 ml bioetanol umbi garut, untuk pengujian pour point, flash point dan densitas dilakukan di laboratorium (Unit Produksi Pelumas Surabaya) UPPS PT. Pertamina diperlukan 250 ml bioetanol umbi garut. Sedangkan untuk pengujian karakteristik viskositas, dan kadar bioetanol dilakukan di laboratorium bahan bakar dan pelumas UNESA diperlukan 100 ml bioetanol umbi garut. Hasil yang diperoleh bisa di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Karakteristik Bioetanol Murni dengan Bioetanol Umbi Garut

Karakteristik	Bioetanol murni	Bioetanol umbi garut	Satuan
Kadar	100 [*]	94	%
Densitas	0,816 [*]	0,8293	gram/cm ³
Nilai kalor	6380 [*]	5968,99	Kcal/kg
Titik tuang	-117,3 [*]	-55	°C
Titik nyala	12 [*]	13	°C
Viskositas	0,0141 [*]	4,0894	cPs

Keterangan : (*) Richard J. Lewis, Sr (Condensed Chemical Dictionary: 459)

- Pembahasan Hasil Uji Karakteristik

- Kadar bioetanol

Pengujian kadar bioetanol ini menggunakan alcoholmeter, diperoleh kadar bioetanol umbi garut 94%. Tabel 4.3 menunjukkan bioetanol murni mempunyai kadar 100%, sedangkan kadar bioetanol umbi garut lebih rendah yaitu 94%. Hal ini disebabkan karena pada bioetanol umbi garut masih terdapat kandungan kadar air, sehingga untuk menaikkan kadar bioetanol umbi garut menjadi bioetanol murni diperlukan proses dehidrasi yang sangat sulit yaitu proses dehidrasi molecular sieve karena proses ini dapat menghilangkan air dan dihasilkan bioetanol absolute (murni). Semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan maka semakin baik karakteristik yang dihasilkan, dan semakin sedikit pula kadar air yang terdapat di dalam cairan bioetanol tersebut.

- Densitas.

Tabel 4. menunjukkan bahwa densitas bioetanol kadar 100% sebesar 0,816 gram/cm³, sedangkan densitas bioetanol umbi garut lebih tinggi yaitu 0,8293 gram/cm³. Hal ini disebabkan karena pada bioetanol dari umbi garut masih banyak mengandung air. Semakin kecil densitas yang dihasilkan oleh bioetanol, maka semakin baik digunakan sebagai bahan bakar.

- *Flash point* (titik nyala)

Titik nyala (suhu dimana bahan bakar dapat terbakar dengan sendirinya) dari bioetanol berbahan baku umbi garut ini ditunjukkan pada Tabel 4. sebesar 13°C dan flash point dari bioetanol murni sebesar 12°C. Hal ini disebabkan karena masih ada kandungan air dalam bioetanol dari umbi garut, maka Titik nyala berada di atas bioetanol murni (susah terbakar). Semakin rendah Titik nyala bioetanol, maka semakin mudah terbakar, namun sebaliknya semakin tinggi Titik nyala bioetanol, maka bioetanol tersebut akan semakin sulit terbakar.

- *Pour point* (titik tuang)

Pada Tabel 4. titik tuang dari bioetanol berbahan baku umbi garut ini -55°C. Sedangkan untuk bioetanol murni mencapai suhu -117,3°C. Dengan demikian, bioetanol ini dapat digunakan pada daerah yang memiliki suhu di bawah 0°C.

- *Heating value* (nilai kalor)

Niai kalori bioetanol dari umbi garut pada Tabel 4. sebesar 5968,99 Kcal/kg, masih berada di bawah nilai kalori dari bioetanol murni sebesar 6380 Kcal/kg. Hal ini disebabkan karena bioetanol umbi garut masih mengandung air, maka hasil uji nilai kalor berada dibawah bioetanol murni.

- Viskositas

Pada Tabel 4. viskositas bioetanol dari penelitian ini masih terlalu kental yaitu 4,0894 cPs dibandingkan dengan viskositas bioetanol murni yaitu 0,0141cPs. Kadar air yang ada dalam bioetanol umbi garut masih besar maka viskositasnya lebih kental daripada bioetanol murni. Semakin kecil viskositas bioetanol, semakin baik digunakan untuk bahan bakar.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa bioetanol dari umbi garut ini sudah dapat terbakar (memiliki titik nyala) dan juga sudah dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar Premium dan dapat diperbarui.

- Perhitungan Biaya

- Perhitungan Biaya dan Harga Jual

Biaya produksi 500 ml bioetanol umbi garut dengan kadar 94% sebesar Rp 113.800,00. Harga per liter bioetanol dari umbi garut ini adalah:

$$\frac{1000 \text{ ml} \times \text{Rp. } 113.800,00}{500 \text{ ml}} = \text{Rp. } 227.600,00/\text{liter}$$

Jadi harga bioetanol dari umbi garut ini adalah Rp. 227.600,00 per liter sehingga lebih mahal dibandingkan dengan harga dipasaran saat ini yang mencapai Rp. 38.500,00 (Sumber Inti Kimia Jl. Tidar 196 Surabaya).

PENUTUP

Simpulan

Penelitian yang menggunakan umbi garut sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol ini dapat diitarik kesimpulan bahwa:

- Perbandingan penambahan nutrient katalisator pupuk Urea terbaik yang menghasilkan kadar bioetanol paling optimal yaitu dengan rata-rata kadar bioetanol 44,67% adalah menggunakan pupuk Urea sebanyak 25 gram.
- Hasil pengujian karakteristik dari bioetanol berbahan baku umbi garut dengan penambahan katalisator pupuk Urea adalah nilai kalori 5968,99 Kcal/kg, flash point 130C, pour point -55 0C, viskositas 4,0894 cPs, densitas 0,8293 gr/cm³, dan kadar bioethanol 94%.
- Harga 1 liter bioetanol umbi garut dengan penambahan katalisator pupuk Urea dengan kadar

94% sebesar Rp. 227.600,00. Sedangkan untuk bioetanol murni harganya Rp 38.500,00 (Sumber Inti Kimia Jl. Tidar 196 Surabaya). Maka bioetanol dari umbi Garut lebih mahal dibandingkan bioetanol murni yang di jual di pasaran.

Saran

Saran yang peneliti sampaikan adalah sebagai berikut:

- Proses ketika fermentasi dilakukan jangan sampai terjadi kebocoran terhadap wadah bahan yang difermentasi. Karena pembuatan bioetanol dari umbi garut dengan penambahan katalisator pupuk urea ada kebocoran maka kadar yang dihasilkan tidak optimal.
- Untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar >90% tidak bisa hanya dengan satu kali distilasi saja karena bioetanol masih mengandung air. Maka diperlukan distilasi bertingkat menggunakan silika gel dan penambahan garam. Lakukan dengan hati-hati, usahakan jangan sampai bocor pada sambungan alat distilasi untuk mencegah menguapnya bioetanol saat di distilasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Bahan bakar, (Online),
<http://www.afdc.doe.gov>, diakses pada tanggal 26/02/2013.
- Anonim. Ragi tape,(Online),
<http://fateta.ipb.ac.id/tin/images/stories/jurnal/tesis>, diakses pada tanggal 26/02/2013.
- Anonim. Umbi garut, (Online),
<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle>., diakses pada tanggal 23/02/2013.
- Endah R. D., dkk. 2012. *Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Boetanol Dari Pati Garut*. Jurnal Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Hardjono. A. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mustofa, A. 2007. *Pemanfaatan pati garut (Maranta arundinacea) sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan fermentasi oleh sacharomycesb cerevicae*. Jurnal D3 Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.
- Prasetyo, Nanang. 2012. *Pengaruh Jumlah Air, Ragi Dan Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol*
- Dari Polong Trembesi (*Samanea saman*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- 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.
- Sugiyono, Dr. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Susilowati, J. 2007. *Pembuatan Etanol Dari Pati Garut Dengan Hidrolisa Asam*. Jurnal D3 Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.