

PEMBUATAN *BIOETHANOL* DARI UMBI GANYONG (*CANNA EDULIS KERR*) DENGAN PENAMBAHAN PUPUK UREA SEBAGAI BAHAN BAKAR *EXTENDER PREMIUM*

Muh Yusuf Bahtiar

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

Aisyah Endah Palupi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: aisyahp2000@yahoo.com

Abstrak

Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi di berbagai negara di dunia dalam tahun terakhir ini mengalami peningkatan tajam. Tidak hanya pada negara - negara maju, tetapi juga di negara berkembang seperti Indonesia. Untuk mengatasi terjadinya krisis energi di Indonesia yang akan datang, perlu dikembangkan energi alternatif baru yang dapat diperbaharui seperti pembuatan *bioethanol*. *Bioethanol* sangat berpotensi dikembangkan di Indonesia, karena didukung oleh potensi lahan yang luas, sumberdaya manusia, keanekaragaman hayati, dan sumberdaya alam yang melimpah. Bahan yang belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai penghasil sumber karbohidrat adalah umbi ganyong. Ganyong (*Canna edulis Kerr*) adalah tanaman yang cukup potensial sebagai sumber karbohidrat, maka sudah sepatutnya dikembangkan. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian ini untuk memaksimalkan potensi umbi ganyong menjadi *bioethanol* yang bisa digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk bahan bakar *extender premium*.

Pembuatan *bioethanol* dari umbi ganyong ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan dengan empat tahap proses. Tahap persiapan, yaitu bersihkan umbi ganyong dari kotoran selanjutnya potong kecil-kecil. Tahap sakarifikasi, ganyong sampai mencapai suhu 100°C selama 1 jam. Lalu 500 gram umbi ganyong diblender dengan ditambahkan 1000 ml air. Tahap fermentasi, setelah bubur dingin tambahkan ragi sebanyak 14 gram dan ditambahkan variasi pupuk urea yaitu 5 gram, 10 gram, 15 gram, 20 gram, 25 gram. Setelah mendapatkan berat pupuk urea yang tepat, lalu dilakukan proses distilasi dengan skala besar. Agar mendapatkan kadar *bioethanol* diatas 90% maka dilakukan distilasi bertingkat dengan menambahkan garam dan silika gel. Selanjutnya *bioethanol* akan diuji karakteristiknya.

Hasil dari penelitian ini didapatkan penambahan pupuk urea merk Urea Indonesia pada fermentasi umbi ganyong yang optimal sebanyak 15 gr dan menghasilkan kadar *bioethanol* tertinggi dengan kadar rata-rata sebesar 35,67% untuk dilanjutkan ke pembuatan *bioethanol* dalam skala besar. Pada proses pembuatan *bioethanol* skala besar dibutuhkan empat kali tahapan proses distilasi bertingkat sehingga menghasilkan kadar *bioethanol* diatas 90%. Sementara itu hasil uji karakteristik *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea merk Urea Indonesia diperoleh hasil kadar *bioethanol* sebesar 94%, nilai kalori sebesar 5985,22 Kcal/kg, *flash point* 13°C, *pour point* -53°C, densitas 0,8335 gr/cm³ dan viskositas 4,0559 cPs. Karakteristik dari penelitian ini bisa dikatakan hampir sama dengan karakteristik dari *bioethanol* murni.

Kata kunci: *bioethanol*, umbi ganyong, pupuk urea.

Abstract

Requirements energy of the petroleum fuel in many countries in the world in recent years has increased sharply. Not only in developed countries, but also in developing countries such as Indonesia. To overcome crisis of energy in Indonesia in the future, need to be developed a new alternative energy that can renewable like making bioethanol. Bioethanol is very likely to be developed in Indonesia, because it is supported by the vast potential of land, human resources, biodiversity, and natural resources are abundant. Material that has not been fully utilized as a carbohydrate source is producing canna bulbs. Canna (Canna edulis Kerr) is a plant that has good potential as a source of carbohydrates, then it should be developed. Therefore, researcher undertook this study to maximize the potential of canna bulbs into bioethanol that can be used as an alternative energy source for premium fuel extender.

Manufacture of bioethanol from canna bulbs is a research experiment conducted with the four stages of the process. Preparation stage, which is clean of dirt next canna tubers cut into small pieces. Saccharification stage, canna until it reaches a temperature of 100°C for 1 hours. Then 500 grams of canna bulbs blended with 1000 ml of water was added. Fermentation stage, add the yeast after cold porridge and added as much as 14 grams of urea fertilizer variation is 5 grams, 10 grams, 15 grams, 20 grams, 25 grams. After getting the proper weight of urea, and conducted a large-scale distillation process. In order to obtain bioethanol levels above 90%, made by adding salt storey distillation and silica gel. And then characteristics of Bioethanol will be tested.

Results of this study found the addition of urea fertilizer urea Indonesian brands on the optimal fermentation canna bulbs as much as 15 grams and produces the highest levels of bioethanol with an average 35.67% of bioethanol content for the proceeded to manufacture large-scale bioethanol. The processing to manufacture large-scale bioethanol needed four time made by adding salt storey distillation and silica gel so obtain bioethanol levels above 90%. Meanwhile, characteristics test results of bioethanol from canna bulbs with the addition of urea fertilizer urea Indonesian brands obtained results of 94% bioethanol content, calorific value of 5985.22 Kcal / kg, 13°C for flash point, has pour point -53°C, has density 0.8335 gr/cm³ and 4.0559 for cPs viscosity. So characteristic of this study can be said to be almost the same as the characteristics of pure bioethanol.

Keywords: *bioethanol, canna bulbs, urea fertilizer.*

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan masyarakat saat ini. Bahan bakar yang digunakan selama ini berasal dari minyak mentah yang diambil dari dalam bumi, sedangkan minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui. Sehingga untuk beberapa tahun ke depan diperkirakan masyarakat akan mengalami kekurangan bahan bakar. Keadaan ini tidak dapat lagi dipertahankan pada dasawarsa sembilan puluhan. Bahkan pada abad 21 sekarang ini bensin atau premium merupakan bahan bakar minyak (BBM) peringkat kedua terbesarnya setelah minyak solar dengan kebutuhan yang meningkat dari tahun ke tahun. Pertumbuhan yang mencapai sebesar 7% ini, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral RI memperkirakan kebutuhan bensin di Indonesia pada tahun 2009 sebesar 21 juta kiloliter. Peningkatan pengguna kendaraan bermotor saat ini dari tahun ke tahun bukan tidak mungkin angka tersebut akan terus meningkat setiap tahunnya.

Melihat hal ini, sudah saatnya untuk peneliti mengembangkan berbagai energi alternatif yang dapat diperbaharui. Sudah saatnya ketergantungan kebutuhan energi fosil yang *non-renewable* digantikan dengan energi yang *renewable*, walaupun hal ini memerlukan revolusi terbalik dari sistem industri energi sekarang. Berbagai macam pendekatan proses dapat digunakan baik secara fisik kimiawi dan biologis. Salah satu pendekatan adalah menggunakan aplikasi bioteknologi yang dapat menggabungkan aspek fisik dan kimiawi menggunakan agen biologi.

Bioethanol adalah sebuah bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan (biomassa) dengan cara

fermentasi, dimana memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18 %. Di Indonesia, *bioethanol* sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya merupakan jenis tanaman yang banyak tumbuh di negara ini dan sangat dikenal masyarakat. Tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan *bioethanol* adalah tanaman yang memiliki kadar karbohidrat tinggi, seperti: ganyong, tebu, nira, sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, sagu, jagung, jerami, bonggol jagung, dan kayu (Rukmana, 2000:9). Indonesia adalah negara akan tanah yang subur, dimana banyak ditumbuhi banyak umbi – umbian yang buahnya tidak dimanfaatkan secara maksimal. Salah satu contoh umbi – umbian yang kurang dimanfaatkan secara maksimal yakni umbi ganyong (*Canna edulis Kerr*). Namun permasalahan yang sering timbul pada pembuatan *bioethanol* adalah sedikitnya *bioethanol* yang dihasilkan mengakibatkan biaya produksi membengkak. Hal ini disebabkan oleh proses fermentasi yang kurang optimal, karena proses fermentasi ini sangat berpengaruh dalam pembuatan *bioethanol*.

Proses pembuatan bioetanaol memerlukan beberapa tahapan, salah satunya yakni proses fermentasi. Proses fermentasi ini dilakukan oleh *sacharomyces cereviceae*. Alwi Mustofa (2012) dalam penelitiannya tentang “Pemanfaatan pati garut (*maranta arundinaceae*) sebagai bahan baku pembuatan *bioethanol* dengan fermentasi oleh *sacharomyces cereviceae*” menyebutkan 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% dan didapat *bioethanol* dengan kadar alkohol terendah adalah

5% yaitu pada variabel pertama dengan penambahan ragi 0,6%.

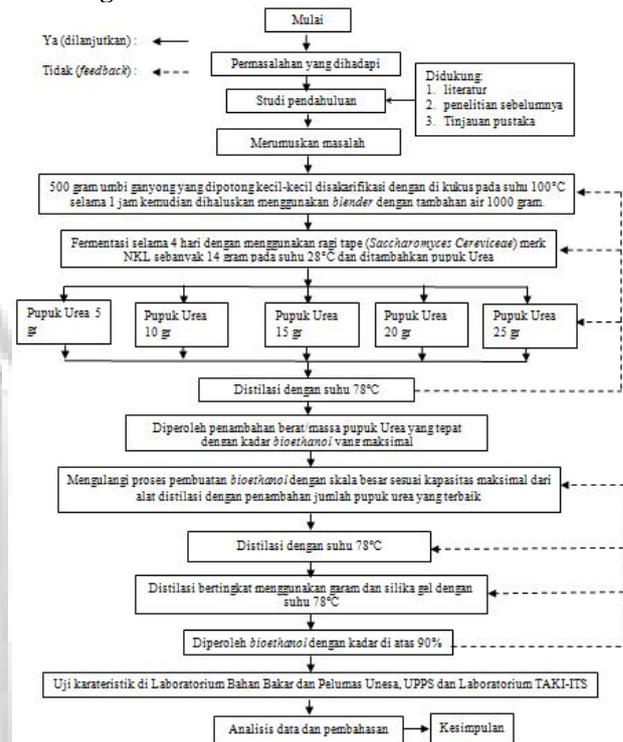
Penelitian ini meneliti lebih dalam tentang umbi ganyong yang saat ini masih kurang dimanfaatkan oleh sebagian masyarakat, khususnya penelitian tentang *bioethanol* dari umbi ganyong. Penelitian ini melakukan pembuatan *bioethanol* dengan penambahan pupuk urea. Pupuk urea digunakan sebagai katalisator pada saat proses fermentasi dalam pembuatan *bioethanol* sehingga proses fermentasi bisa lebih optimal. Ragi yang diberikan pada proses fermentasi ini juga memerlukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba agar proses fermentasi bisa lebih optimal. Salah satu unsur yang ada dalam nutrisi ialah unsur Nitrogen (N). Nitrogen banyak sekali terkandung dalam pupuk, salah satunya yakni pupuk urea.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui proses pembuatan *bioethanol* yang berbahan baku dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea, mengetahui berapakah penambahan pupuk urea yang tepat untuk menghasilkan *bioethanol* yang optimal, dan memperoleh karakteristik (densitas, nilai kalor, titik tuang, titik nyala, dan kadar *bioethanol*) yang dihasilkan dari *bioethanol* umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea.

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai potensi *bioethanol* dari umbi ganyong untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil, sebagai acuan untuk memproduksi masal bahan bakar alternatif baru dalam mengatasi krisis energi di Indonesia, memberikan nilai tambah pada umbi ganyong sebagai produk yang bisa diunggulkan, dan juga mampu menghasilkan *bioethanol* yang dapat dijadikan sebagai campuran bensin dalam pembuatan biopremium di masa yang akan datang.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

- Variabel bebas

Variabel bebas atau variabel prediktor juga bisa disebut penyebab. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi jumlah pupuk urea yang diberikan sebagai katalisator untuk proses fermentasi yaitu 5, 10, 15, 20, 25 gram.

- Variabel Terikat

Variabel terikat (variabel respon) dapat disebut hasil atau obyek penelitian. Variabel respon pada penelitian ini adalah persentase kadar *bioethanol* yang dihasilkan pada setiap distilasi dengan variasi berat pupuk urea yang berbeda. Kadar *bioethanol* >90% yang nantinya akan diuji karakteristiknya.

- Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain:

- Umbi ganyong yang digunakan berasal dari Desa Balekambang, Kecamatan Ngoro, Kabupaten Mojokerto, Provinsi Jawa Timur, seharga Rp 2.000,00/kg.

- Proses sakarifikasi dilakukan dengan merebus umbi ganyong dengan suhu 100°C selama 1 jam.
- Jumlah perbandingan umbi ganyong dengan air yaitu 1:2 (500 gram umbi ganyong : 1000 gram air untuk tiap sampel)
- Jenis ragi yang digunakan adalah *sacchromyces* (ragi tape) merk “NKL” sebanyak 14 gram.
- Lama fermentasi 4 hari.
- Temperatur pada proses fermentasi adalah 28°C
- Waktu distilasi 4 jam
- Proses distilasi dilakukan dengan suhu 78°C
- *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
- *Refrigerator* SR-N21H, untuk mengukur *pour point* ASTM D 1177.

Bahan, Peralatan, dan Instrumen Penelitian

• Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni bahan baku umbi ganyong, ragi tape merk “NKL”, pupuk urea merk “Urea Indonesia”, air, garam, dan silika gel.

• Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

- Kompor listrik berdaya 600 watt
- Labu distilasi kapasitas 1000 ml
- *Condensor liebig*
- *Thermocouple*
- Selang air
- Pompa aquarium
- Wadah penampung air
- Botol plastik (jurigen) kapasitas 5 liter dan 20 liter
- *Connector*
- Kompor gas dan tabung LPG 3 kg
- Kain saring.

• Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Timbangan elektronik dengan akurasi 0,1 gram
- Gelas *Erlenmeyer* 250 ml
- *Alcoholmeter*
- *Thermocontrol*

Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan percobaan terhadap objek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan. Setelah itu, baru dilakukan pengujian karakteristik dari *bioethanol* tersebut di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya (analisis kadar *bioethanol* dan viskositas), Laboratorium Team Afiliasi dan Konsultasi Industri Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS (analisis nilai kalor), dan Laboratorium Unit Produksi Pelumas Pertamina Surabaya (analisis *flash point*, *pour point*, dan densitas).

Prosedur Penelitian

• Tahap Persiapan.

Pada tahap persiapan ini harus melalui beberapa proses yaitu:

- Siapkan umbi ganyong sebanyak 500 gram untuk 15 sampel (3 untuk masing-masing kadar pemberian pupuk urea) dan peralatan yang dibutuhkan pada saat tahap persiapan ini.
- Umbi ganyong dicuci agar bersih dari kotoran yang melekat pada umbi ganyong, kemudian dipotong-potong kecil-kecil.

• Tahap Sakarifikasi

Pada tahap Sakarifikasi ini harus melalui beberapa proses yaitu:

- Siapkan peralatan yang dibutuhkan pada proses sakarifikasi

- Umbi ganyong yang sudah dibersihkan dan dipotong kecil-kecil tadi dimasukkan ke dalam panci untuk di kukus dengan suhu 100°C selama 1 jam.
- Dinginkan potongan umbi ganyong yang telah dimasak tadi selama 10 menit.
- Umbi ganyong 500 gram dimasukkan ke dalam *blender* dan tambahkan juga 1000 gram air untuk di *blender* hingga menjadi bubur.
- Umbi ganyong yang telah menjadi bubur ganyong dimasukkan ke dalam botol plastik atau jirigen yang berkapasitas 5 liter.
- Tahap Fermentasi
 - Tahap fermentasi sebagai berikut:
 - Siapkan cairan pati yang sudah disakrifikasi tadi.
 - Siapkan ragi tape (*Saccharomyces Cerevisae*) sebanyak 1,4% dari cairan pati yang disakarifikasi atau sebesar 14 gram dan haluskan menjadi serbuk.
 - Ragi tape yang sudah menjadi serbuk dimasukkan ke dalam jirigen yang berisi cairan pati ganyong.
 - Tambahkan pupuk urea dengan variasi (5, 10, 15, 20, dan 25 gram) yang sudah dihaluskan ke dalam jirigen yang berisi pati ganyong.
 - Proses fermentasi dilakukan secara *anaerobic* (tanpa udara) dengan temperatur 28°C (diamkan pada suhu kamar), dan lamanya fermentasi selama 4 hari.
 - Setelah 4 hari disimpan, wadah dapat dibuka. Kondisi yang diperoleh adalah pada permukaan cairan pati umbi ganyong yang telah difermentasi terdapat 2 lapisan yaitu lapisan cairan fermentasi yang masih bercampur air dan lapisan bawah berupa cairan ampas pati.
 - Cairan fermentasi disaring dan diperas agar terpisah antara cairan hasil fermentasi dengan ampas umbi.
 - Simpan cairan hasil fermentasi ke dalam dalam kulkas, untuk menunggu proses selanjutnya. Hal ini dilakukan agar proses fermentasi bisa berhenti.
- Tahap Distilasi
 - Adapun tahap distilasi ini adalah sebagai berikut:
 - Distilasi tahap pertama
 - Bersihkan semua peralatan agar steril kemudian siapkan cairan hasil fermentasi.
 - Siapkan pemanas listrik dan dipasang *thermocontrol* yang berguna sebagai pengatur suhu pada waktu proses pemanasan agar suhu tetap stabil.
 - Siapkan labu leher 2 kapasitas 1000 ml dan labu penampung hasil distilasi serta *condensor liebig* yang berguna sebagai pendingin pada proses penguapan yang dilakukan pada cairan hasil fermentasi. Semua alat tersebut dirangkai menjadi satu dan pada *condensor liebig* dipasang selang yang telah dialiri air dengan bantuan pompa air untuk mempercepat pendinginan.
 - Cairan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu distilasi dan mulai proses distilasi dengan memanaskannya dengan suhu 78°C, karena titik didih *bioethanol* adalah 78° C.
 - Dari distilasi pertama didapat *bioethanol*, kemudian diukur kandungan alkoholnya dengan menggunakan alkohol meter. Komposisi pupuk urea yang memiliki kandungan alkohol tertinggi kemudian didistilasi dalam skala yang lebih besar untuk proses didistilasi kedua dengan ditambahkan garam silika gel.
 - Distilasi bertingkat
 - Pada proses distilasi, peneliti melakukan distilasi secara berkelanjutan untuk mencapai kadar *bioethanol* >90%. Pada distilasi tahap ini ditambahkan *silica gel* pada alat distilasi, agar *bioethanol* yang dihasilkan mencapai kadar lebih dari 90%. Karena *bioethanol* dan air sangat susah dipisahkan karena kedua komponen tersebut termasuk *azeotrop* (dua komponen yang selisih titik didihnya

berdekatan), oleh sebab itu untuk pemisahan *bioethanol* dan air harus dilakukan distilasi berulang kali (bertingkat). Proses distilasi ini harus mencapai kadar *bioethanol* diatas 90% agar dapat dianalisis karakteristiknya.

- Apabila kadar alkohol belum sampai dengan kadar yang diinginkan yaitu lebih >90%, maka lakukan proses distilasi ketiga. Proses distilasi ketiga sama dengan distilasi kedua, setelah melakukan distilasi ketiga ukur kembali hasil *bioethanol* yang didapat, begitu juga seterusnya hingga mendapatkan kadar *bioethanol* diatas 90%.
- Jika sudah didapatkan kadar *bioethanol* diatas 90% maka selanjutnya *bioethanol* telah siap untuk dianalisis karakteristiknya.

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 penyajian data, dengan tabel biasa maupun distribusi frekuensi, grafik garis maupun batang, diagram lingkaran, dan pictogram (Sugiyono, 2010:29).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- Penambahan Pupuk Urea yang Tepat Untuk Menghasilkan *Bioethanol* yang Optimal

Pembuatan *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea terdapat beberapa tahapan proses. Penelitian tahap pertama yang dilakukan yakni untuk mencari berapa banyaknya (gram) penambahan pupuk urea merk Urea Indonesia terhadap kadar *bioethanol*. Variasi berat pupuk urea mulai dari 5 gram, 10 gram, 15 gram, 20 gram, dan 25 gram. Sedangkan untuk berat umbi ganyong 500 gram, jumlah air 1000 gram, berat ragi 14 gram,

lama fermentasi 4 hari, dan lama distilasi 4 jam yang telah ditetapkan sesuai penelitian sebelumnya. Penelitian tahap pertama ini dilakukan tiga kali percobaan dari masing-masing variasi berat pupuk urea yang diberikan pada proses fermentasi untuk memperoleh kadar *bioethanol* yang maksimal. Hasil penelitian tersebut dicatat dan disajikan dalam tabel dan grafik sebagai berikut:

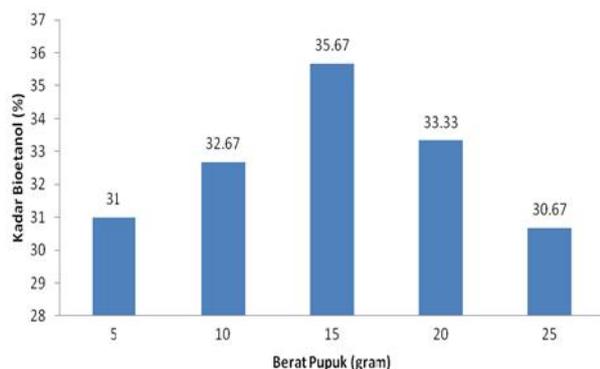
Tabel 1. Hasil Distilasi Tahap Awal Untuk Memperoleh Penambahan Berat Pupuk Urea Yang Tepat.

Percobaan ke-	Lama Fermentasi (hari)	Perbandingan Bahan Baku dengan Air 1 : 2 (gr)		Jumlah Pupuk Urea (gr)	Volume <i>Bioethanol</i> (ml)	Kadar <i>Bioethanol</i> (%)	Kadar rata-rata <i>Bioethanol</i> (%)
1	4	500	1000	5	60	25	31
2	4	500	1000	5	50	33	
3	4	500	1000	5	55	35	
1	4	500	1000	10	60	30	32.67
2	4	500	1000	10	55	33	
3	4	500	1000	10	60	35	
1	4	500	1000	15	65	35	35.67
2	4	500	1000	15	60	35	
3	4	500	1000	15	65	37	
1	4	500	1000	20	55	32	33.33
2	4	500	1000	20	55	33	
3	4	500	1000	20	55	35	
1	4	500	1000	25	50	32	30.67
2	4	500	1000	25	50	30	
3	4	500	1000	25	55	30	

Berdasarkan Tabel 1 di atas yaitu data kadar *bioethanol* hasil distilasi berdasarkan berat pupuk urea merk Urea Indonesia diperoleh hasil kadar *bioethanol* tertinggi didapat dari variasi pupuk urea merk Urea Indonesia dengan berat 15 gram. Pada percobaan I diperoleh kadar *bioethanol* tertinggi sebesar 35%, lalu pada percobaan II juga diperoleh kadar *bioethanol* tertinggi sebesar 35%, dan pada percobaan III diperoleh kadar *bioethanol* tertinggi sebesar 37%. Didapatkan hasil rata-rata kadar *bioethanol* tertinggi yang dihasilkan pada percobaan I sampai percobaan III yaitu sebesar 35,67%.

Selain hasil kadar *bioethanol* diatas, dilihat juga dari Tabel 1 yaitu data volume *bioethanol* hasil distilasi berdasarkan variasi berat pupuk urea merk Urea Indonesia juga didapatkan hasil volume *bioethanol* tertinggi didapat dari variasi pupuk urea merk Urea Indonesia dengan berat 15 gram. Pada

percobaan I diperoleh volume *bioethanol* tertinggi sebesar 65 ml, lalu pada percobaan II diperoleh volume *bioethanol* tertinggi sebesar 60 ml, dan pada percobaan III diperoleh volume *bioethanol* tertinggi sebesar 65 ml. Jadi rata-rata volume *bioethanol* yang dihasilkan pada percobaan I sampai percobaan III yaitu sebanyak 63,33 ml. Oleh karena itu, penambahan pupuk urea merk Urea Indonesia dengan berat 15 gram dijadikan parameter untuk membuat *bioethanol* skala besar.



Gambar 2. Grafik Hasil Rata-Rata Kadar *Bioethanol* Pada Variasi Pupuk Urea.

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2 pada grafik menunjukkan bahwa rata-rata kadar *bioethanol* tertinggi yaitu pada pemberian jumlah berat pupuk urea sebesar 15 gram dengan kadar *bioethanol* 35.67%, sedangkan kadar *bioethanol* terendah yaitu pada pemberian jumlah berat pupuk urea sebesar 25 gram dengan kadar *bioethanol* 30.67%.

Penambahan pupuk urea 5 gram juga mengandung kadar *bioethanol* yang kurang optimal yaitu 31%. Hal ini terjadi dikarenakan nutrisi yang diberikan oleh pupuk urea pada saat proses fermentasi tidak sesuai dengan kebutuhan. Pada penambahan pupuk urea mengandung kadar *bioethanol* sebesar 30.67 % terjadi penurunan, hal ini disebabkan karena nutrisi yang diberikan pada saat proses fermentasi berlebih sehingga proses fermentasi kurang optimal. Dilihat dari hasil rata-rata kadar *bioethanol* tersebut, bisa diperoleh penambahan pupuk urea yang tepat untuk

menghasilkan pembuatan *bioethanol* dari umbi ganyong yang optimal yaitu sebesar 15 gram pupuk urea dengan hasil rata-rata kadar *bioethanol* sebesar 35.67% .

- Proses Pembuatan *Bioethanol* dari Umbi Ganyong dengan Penambahan Pupuk Urea

Penelitian tahap selanjutnya, peneliti membutuhkan kadar *bioethanol* dari umbi ganyong yang memiliki kadar diatas 90% sekaligus memperoleh volume *bioethanol* yang lebih besar agar bisa diuji karakteristiknya. Oleh karena itu, peneliti memproduksi dalam skala yang lebih besar dibandingkan dengan penelitian tahap awal. Pembuatan *bioethanol* skala besar ini alat distilasi yang digunakan adalah alat distilasi yang berkapasitas 5,5 liter. Peneliti menaikkan 4 kali lipat komposisi bahan baku dari penelitian tahap yang pertama, jadi dibutuhkan 2000 gram umbi ganyong, 4000 gram air, 56 gram ragi, dan 60 gram pupuk urea merk Urea Indonesia untuk setiap kali prosesnya.

Kesemua bahan diproses dan difermentasi selama 4 hari, dan didapatkan cairan hasil fermentasi sebanyak 4800 gram serta menghasil ampas sekitar 820 gram. Cairan fermentasi tadi dimasukkan dalam alat distilasi kapasitas 5,5 liter tadi untuk didistilasi.

Distilasi pertama dengan menggunakan alat distilasi skala besar menghasilkan kadar *bioethanol* 35%. Proses distilasi selanjutnya menggunakan alat distilasi skala kecil. Hasil distilasi I tadi ditambahkan garam untuk dilakukan proses pada distilasi II supaya kandungan airnya menjadi lebih pekat sehingga memudahkan proses distilasi dan hasilnya meningkat menjadi 65%. Dikarenakan kadar air masih terlalu banyak maka untuk proses distilasi III, hasil distilasi II kembali ditambahkan garam. Distilasi III mulai menggunakan *silica gel* pada pangkal atas *condensor liebig* supaya kandungan air bisa terpisah sehingga kandungan *bioethanol* dapat meningkat. Kadar *bioethanol* hasil distilasi III meningkat menjadi 90%. Selanjutnya, untuk

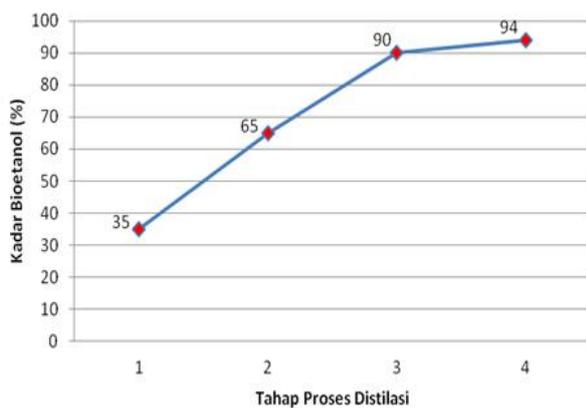
menaikkan lagi kadar *bioethanol*nya, maka dilakukan kembali proses distilasi yang keempat dengan proses yang sama seperti pada distilasi III menggunakan campuran garam dan *silica gel* pada pangkal *condensor liebong* sehingga kadar *bioethanol* meningkat menjadi 94%.

Berikut ini adalah tabel dan grafik persentase kenaikan *bioethanol* hasil distilasi bertingkat:

Tabel 2. Kadar Dan Volume *Bioethanol* dari Umbi Ganyong Melalui Distilasi Bertingkat

Tingkat Distilasi	Kadar <i>Bioethanol</i>	Lama Distilasi	Total Volume <i>Bioethanol</i>
Distilasi I	35%	4 Jam	4500 ml
Distilasi II	65%	4 Jam	2000 ml
Distilasi III	90%	2 Jam	1200 ml
Distilasi IV	94%	1 Jam	900 ml

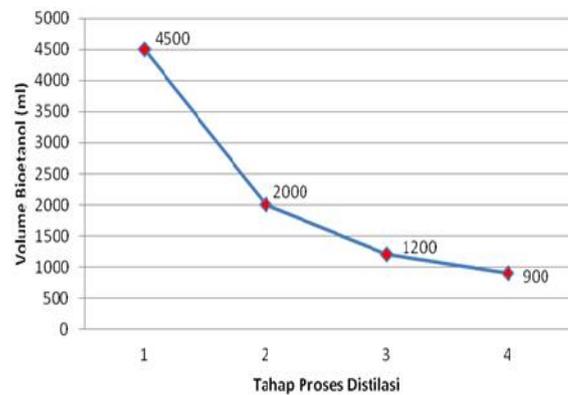
Proses distilasi I dilakukan 4 kali proses, sehingga membutuhkan bahan baku umbi ganyong sebanyak 8000 gram, dengan menambahkan air 16000 gram, 224 gram ragi, dan 240 gram pupuk urea. Kesemua bahan tadi setelah distilasi bertingkat sampai distilasi IV dapat menghasilkan *bioethanol* sebanyak 900 ml, dengan kadar *bioethanol* 94%.



Gambar 3. Grafik Kadar *Bioethanol* Umbi Ganyong Dari Distilasi Bertingkat

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 3 pada grafik menunjukkan bahwa kadar *bioethanol* umbi ganyong yang didapat dari distilasi I sebesar 35%, pada distilasi II sebesar 65%, pada distilasi III sebesar 90%, dan pada distilasi IV sebesar 94%.

Dengan demikian pada distilasi bertingkat ini dapat dikatakan bahwa, semakin sering dilakukan distilasi bertingkat maka kadar *bioethanol* yang dihasilkan akan semakin naik.



Gambar 4. Grafik Volume *Bioethanol* Umbi Ganyong Dari Distilasi Bertingkat

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 4 pada grafik menunjukkan bahwa total volume *bioethanol* umbi ganyong yang didapat dari distilasi I sebanyak 4500 ml, pada distilasi II sebanyak 2000 ml, pada distilasi III sebanyak 1200 ml, dan pada distilasi IV sebanyak 900 ml. Dengan demikian pada distilasi bertingkat ini dapat dikatakan bahwa, semakin sering dilakukan distilasi bertingkat maka volume *bioethanol* yang dihasilkan akan semakin berkurang.

• Hasil Karakteristik *Bioethanol* Dari Umbi Ganyong

Setelah melakukan proses distilasi dan menghasilkan kadar *bioethanol* >90%, selanjutnya akan dilakukan pengujian karakteristik yang meliputi nilai kalor (*heating value*), titik tuang (*pour point*), titik nyala (*flash point*), densitas (*density*), viskositas (*viscosity*), dan kadar *bioethanol*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik *bioethanol* berbahan baku umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea sebagai *extender premium*.

Pengujian nilai kalor di Laboratorium TAKI – ITS diperlukan minimal 100 ml *bioethanol*. Selanjutnya untuk pengujian titik nyala, titik tuang dan densitas dilakukan di laboratorium UPPS PT.

Pertamina diperlukan minimal 350 ml *bioethanol*. Sedangkan pengujian viskositas, dan kadar *bioethanol* dilakukan di laboratorium bahan bakar dan pelumas UNESA diperlukan 100 ml *bioethanol*. Dari kesemua proses pengujian tersebut diperoleh hasil pengujian karakteristik dari *bioethanol* berbahan baku umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea sebagai *extender* premium untuk selanjutnya akan dibandingkan dengan karakteristik dari *bioethanol* murni seperti ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Perbandingan Karakteristik *Bioethanol* Murni Dengan *Bioethanol* Dari Umbi Ganyong Dengan Penambahan Pupuk Urea.

Karakteristik	<i>Bioethanol</i> Murni	<i>Bioethanol</i> dari Umbi Ganyong dengan Penambahan Pupuk Urea
Kadar <i>bioethanol</i> (%)	99,4	94
Densitas (g/cm ³)	0,816	0,8335
Nilai Kalori (Kcal/kg)	6380	5985,22
Titik Tuang (°C)	-114	-53
Titik Nyala (°C)	12,7	13
Viskositas (cPs)	0,0141	4,0559

Sumber : Richard J. Lewis, Sr (Condensed Chemical Dictionary) A. Hardjono, 2001

Pengujian kadar *bioethanol* ini menggunakan *alcoholmeter*, dan diperoleh kadar *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea sebesar 94%, sedangkan *bioethanol* murni mempunyai kadar 99,4%. Hal ini disebabkan karena pada *bioethanol* umbi ganyong masih terdapat kandungan kadar air. alat distilasi yang berteknologi tinggi.

Tabel 3 menunjukkan bahwa *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea memiliki densitas sebesar 0,8355 g/cm³, kadar densitas ini masih tergolong tinggi dari pada densitas *bioethanol* murni yaitu 0,816 g/cm³. Hal ini disebabkan karena pada *bioethanol* dari umbi ganyong masih terdapat kandungan air. Semakin

kecil densitas berarti semakin ringan berat jenisnya dan semakin baik pula kualitasnya.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai kalori *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea sebesar 5985,22 Kcal/Kg sedangkan untuk *bioethanol* murni sebesar 6380 Kcal/Kg. Nilai kalori *bioethanol* umbi ganyong yang dihasilkan hampir mendekati dari nilai kalori *bioethanol* murni. Dari sini dapat disimpulkan bahwa energi yang dihasilkan *bioethanol* dari umbi ganyong hampir sama dengan energi yang dihasilkan *bioethanol* murni. Dan juga Semakin tinggi nilai kalori bahan bakar menunjukkan bahan tersebut akan semakin sedikit pemakaian bahan bakar.

Tabel 3 menunjukkan bahwa *flash point* *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea yaitu 13°C, sedangkan untuk *bioethanol* murni sebesar 12°C. *Flash point* *bioethanol* umbi ganyong yang dihasilkan mendekati dari *flash point* dari *bioethanol* murni. Hal ini membuktikan bahwa *bioethanol* dari umbi ganyong akan mudah terbakar seperti *bioethanol* murni. Jadi dapat disimpulkan semakin rendah *flash point* suatu bahan bakar, maka bahan tersebut akan makin mudah terbakar, namun sebaliknya semakin tinggi *flash point* suatu bahan, maka bahan tersebut akan makin sulit terbakar.

Tabel 3 menunjukkan *pour point* *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea hampir mendekati *pour point* *bioethanol* murni. Untuk *pour point* *bioethanol* dari umbi ganyong yaitu -53°C sedangkan untuk *bioethanol* murni hanya mencapai -114°C. Hal ini menunjukkan bahwa *bioethanol* dari umbi ganyong dapat digunakan pada daerah tropis maupun daerah dingin termasuk di Indonesia.

Tabel 3 menunjukkan bahwa viskositas *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea dengan kadar 94% adalah 4,0559 cPs

sedangkan *bioethanol* murni mempunyai viskositas 0,0141 cPs. Semakin besar viskositas fluida, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir dan juga menunjukkan semakin sulit suatu benda bergerak didalam fluida tersebut. Bisa dikatakan bahwa untuk pembuatan *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea ini lumayan sulit untuk mengalir dan juga semakin sulit untuk suatu benda bergerak dalam *bioethanol* dari umbi ganyong ini.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang terdapat dalam pembahasan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Proses pembuatan *bioethanol* dari umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea memerlukan beberapa tahapan proses. Penelitian tahap pertama yang dilakukan yakni untuk mencari penambahan pupuk urea yang tepat terhadap kadar *bioethanol* yang optimal. Selanjutnya dilakukan pembuatan *bioethanol* skala besar yang membutuhkan bahan baku umbi ganyong 8000 gram, 16000 gram air dan 224 gram ragi dan ditambah 240 gram pupuk urea dengan proses fermentasi selama 4 hari, dan memerlukan empat tahap proses distilasi bertingkat. Akhirnya menghasilkan *bioethanol* sebanyak 900 ml, dengan kadar *bioethanol* 94% yang nantinya untuk diuji karakteristiknya.
- Penambahan variasi berat pupuk urea merk Urea Indonesia dengan berat masing-masing 5, 10, 15, 20, dan 25 gram untuk menghasilkan kadar *bioethanol* yang paling tinggi yaitu pada penambahan pupuk urea dengan berat 15 gram.
- Hasil pengujian karakteristik dari *bioethanol* berbahan baku umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea merk Urea Indonesia yaitu meliputi: kadar *bioethanol* sebesar 94%; nilai kalori 5985,22 Kcal/kg; titik nyala 13°C; titik tuang -53°C; viskositas 4,0559 cPs; dan densitas 0,8335 gr/cm³.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang terdapat dalam pembahasan, maka saran yang dapat diarikan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Pembuatan *bioethanol* berbahan baku umbi ganyong dengan penambahan pupuk urea merk Urea Indonesia, sebaiknya dalam proses fermentasi jangan sampai terjadi kebocoran pada wadahnya.
- 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.
- 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 *bioethanol* semakin besar.
- Demi menghasilkan *bioethanol* dengan kadar >90% tidak bisa hanya dengan satu kali distilasi saja akan tetapi diperlukan distilasi bertingkat menggunakan *silica gel* dan penambahan garam.
- Perlu dilakukan perhitungan biaya pembuatan *bioethanol* secara lebih ekonomis lagi supaya tidak rugi, karena harganya sudah cukup mahal dibandingkan dengan harga *bioethanol* yang sudah ada di pasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Endah R. D. 2012. *Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Bioetanol Dari Pati Garut*. PDF file. Diakses 24 Februari 2013.
- Fitrotin, Emi. 2009. *Eksperimen Pembuatan Ethanol Dari Singkong Sebagai Biopremium Untuk Mengatasi Krisis Energi Di Indonesia*. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Hardjono, A. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Haryani, Sri. 2008. *Produksi Bioethanol Dari Sirup Glukosa Ubi Jalar (Ipomoea Batatas L.)*

- Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae*. PDF file. Diakses 24 februari 2013.
- Ihsan, Nurman. *Pupuk Urea*.
<http://ceritanurmanadi.wordpress.com/2012/03/10/pupuk-urea/>, diakses tanggal 26 Februari 2013.
- Karo Karo, Joi Saputera. 2011. *Pembuatan Bioethanol Dengan Bahan Baku Kimpul*. Skripsi Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Komariyah, Sri & Gusmailina. 2010. *Prospek bioethanol sebagai pengganti minyak tanah*. Bogor. Pusat penelitian dan pengembangan hasil hutan.
- Lathifah, Hanik Nur. 2009. *Pembuatan Bioethanol Dari Sirup Glukosa Umbi Ganyong (Canna Edulis Kerr.) Menggunakan Khamir Schizosaccharomyces Pombe*. Skripsi program S1 Fakultas teknologi pertanian Institut Pertanian Bogor.
<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/11349/f09hnl.pdf>, diakses pada tanggal 08 Februari 2013.
- Lestari, Ike Hariyani Ayu. 2013. *Proses produksi bioethanol dari bahan baku buah yang tidak layak konsumsi*. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Listyowati. 2012. *Pembuatan Bahan Bakar Bioethanol Dari Biji Mangga / Pelok Sebagai Extender Premium*. Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.
- Minah, Faidliyah Nilna. 2010. *Potensi Ganyong (Canna Edulis Kerr) Dari Malang Selatan Sebagai Bahan Baku Bioethanol Dengan Proses Hidrolisa Asam*. Malang. Jurnal spectra fakultas teknik sipil dan perencanaan institut teknologi nasional Malang.
- Prihandana, Rama. 2007. *Bioethanol Ubi Kayu Bahan Bakar Berbasis Kemasyarakatan, Langkah Bijak Deversifikasi Produk Pertanian*. Jakarta. PT. Agro Media Pustaka.
- Putri Eka, dkk., 2008. *Konversi umbi ganyong (canna edulis ker) menjadi bioethanol dengan proses fermentasi*. httpsdocs.google.com/viewer=v&q=cache0of5bWbKKcJxa.yimg.comkqgroups25896088606194955nameTugas%2B5.doc+pengertian+dan+spesifikasi+bioethanol&hl=id&gl=id&pid=bl&srcid=ADGEESiqRL9JChMmcwYaibbE8RnJIpZByjRNmA_IPiCn4QFkDX, diakses tanggal 9 Februari 2013.
- Rinsema. 1993. *Pupuk dan Pemupukan*. Jogjakarta: Kanisius.
- Rukmana, Rahmat. 2000. *Ganyong budu daya dan pasca panen*. Jogjakarta: Kanisius.
- Sugiono. 2007. *Statistika untuk penelitian*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Supadi, dkk. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Program S1*. Surabaya: FT - Universitas Negeri Surabaya.
- Sutjahjo, Dwi Heru. *Diktat kuliah bahan bakar dan teknik pembakaran*. Surabaya.
- Tim Kimia Dasar. 2004. *Penuntun Praktikum Kimia Dasar I*. Surabaya: FMIPA-UNESA.