

EKSPERIMEN PEMBUATAN BIOETANOL BERBAHAN BAKU UMBI SUWEG (*Amorphophallus campanulatus*) SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Ach Qomaruddin

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: achqomaruddin3312@gmail.com

Marsudi

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: marsudi_rizky@yahoo.com

ABSTRAK

Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan salah satu energi dengan persentase konsumsinya terbesar dan terus mengalami peningkatan tiap tahunnya. Selain itu, dengan diiringi peningkatan kebutuhan masyarakat terhadap transportasi, mengakibatkan kelangkaan bahan bakar minyak di Indonesia. Sehingga pemerintah berupaya mencari sumber bahan bakar alternatif nonfosil yang dapat diperbarui sebagai pengganti BBM. Salah satu sumber energi alternatif tersebut yaitu bioetanol. Tumbuhan yang dapat menghasilkan bioetanol adalah tumbuhan yang memiliki kandungan karbohidrat, misalnya suweg. Suweg merupakan tanaman penghasil umbi yang berkerabat dekat dengan bunga bangkai raksasa. Umbi suweg memiliki kandungan karbohidrat sebesar 18%. Jenis penelitian ini adalah eksperimen, dengan tiga tahapan proses. Proses *pertama* yaitu tahap persiapan, 250 gram umbi suweg dikukus kemudian ditumbuk dan dicampur dengan 500 ml air. Proses *kedua* yaitu fermentasi (peragian) dengan bantuan ragi *Saccharomyces cerevisiae* (ragi tape) dengan variasi 4 gram, 6 gram, 8 gram dan 10 gram dan lama fermentasi selama 1 hari, 2 hari, 3 hari dan 4 hari. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kadar bioetanol yang paling optimal. Proses terakhir distilasi, yaitu pemisahan kadar etanol dan air dengan suhu 78°C. Dari rancangan penelitian, peneliti mendapatkan perbandingan parameter yang optimal yaitu jumlah umbi suweg 250 gram, jumlah air 500 ml, jumlah ragi 6 gram dan lama fermentasi 4 hari dihasilkan kadar etanol 26%. Perbandingan parameter optimal tersebut menjadikan peneliti untuk memproduksi bioetanol dalam skala besar untuk bisa diuji karakteristiknya. Perbandingan 1000 gram umbi suweg : 2000 ml air : 24 gram ragi difermentasi selama 4 hari menghasilkan 160 ml bioetanol dengan kadar 94,86% dengan tahapan distilasi bertingkat. Dan dari uji karakteristik bioetanol dari umbi suweg ini didapatkan bahwa nilai kalori 5892 Kcal/kg, *flash point* 18°C, *pour point* <-70°C, viskositas 5 cPs, dan *density* 0,82032 gram/cm³.

Kata kunci: *bioetanol, umbi suweg, fermentasi, distilasi*

ABSTRACT

Fuel (BBM) is one of the largest energy consumption and the percentage is increasing every year. In addition, to the accompaniment of an increase in public demand for transportation, resulting in fuel shortages in Indonesia. So the government seeking alternative non-fossil fuel sources that can be updated as a substitute fuel. One of these alternative energy sources, namely bioethanol. Plants that can produce bioethanol are plants that contain carbohydrates, such suweg. Suweg tuber crops is closely related to the giant corpse flower. Bulbs suweg contain carbohydrates by 18%. This type of research is experimental, with three stages of the process. The first process is the preparation phase, 250 grams of tubers suweg steamed then pounded and mixed with 500 ml of water. The second process is fermentation with the help of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* (yeast tape) with a variation of 4 grams, 6 grams, 8 grams and 10 grams and fermentation time for 1 day, 2 days, 3 days and 4 days. This is done to get the most optimal levels of bio-ethanol. The final process of distillation, the separation of ethanol and water with a temperature of 78°C. From the design of the study, the researcher found that the optimal ratio parameter is the number of tubers suweg 250 grams, the amount of water to 500 ml, the amount of 6 grams of yeast and fermentation time 4 days produced a 26% ethanol content. Comparison of the optimal parameters makes the researcher to produce bioethanol in large scale to be tested characteristics. Comparison of

1000 grams of tubers suweg: 2000 ml of water: 24 grams of yeast fermented for 4 days resulted in 160 ml of ethanol with higher levels of 94.86% with a fractional distillation stages. And on the test characteristics of tubers suweg bioethanol is obtained that the calorific value of 5892 Kcal/kg, 18°C flash point, pour point <-70°C, 5 cPs viscosity, and density of 0.82032 g/cm³.

Keywords: bioethanol, bulbs suweg, fermentation, distillation

PENDAHULUAN

Dilihat dari semakin banyaknya perkembangan dunia industri dan transportasi, peranan energi memang sangat penting dalam kehidupan manusia di dunia. Energi yang sangat penting digunakan dalam aktivitas manusia selama ini adalah minyak bumi dan semua olahannya, karena minyak bumi merupakan salah satu sumber energi yang dapat diubah ke dalam energi bentuk lain yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Sekarang penggunaan bahan bakar yang berbasis dari minyak bumi sebagian besar dipakai sebagai bahan bakar mesin-mesin penggerak dalam industri dan transportasi. Dari tahun ke tahun, kebutuhan energi di dunia semakin meningkat, termasuk di Indonesia.

Bahan bakar minyak masih merupakan energi utama yang dikonsumsi oleh masyarakat. Persentase konsumsinya terhadap pemakaian energi merupakan terbesar dan terus mengalami peningkatan. Menipisnya cadangan bahan bakar fosil dan meningkatnya pertumbuhan penduduk sangat kontradiktif dengan kebutuhan energi bagi kelangsungan hidup manusia beserta kegiatan ekonomi dan sosial yang ada di dalam kehidupannya. Dengan harga minyak dunia yang tinggi, impor BBM sangat menguras devisa Negara. Pemerintah Indonesia berupaya mencari solusi untuk meringankan beban tersebut dengan mencari sumber-sumber bahan bakar alternatif nonfosil yang dapat diperbarui sebagai pengganti BBM. Hal ini terbukti dengan diterbitkannya Peraturan Presiden No: 5 Tahun 2006 tentang kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan bahan bakar alternatif sebagai bahan bakar pengganti minyak. Salah satu sumber energi alternatif yang mengarah kepada tujuan tersebut adalah bioetanol.

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang diperoleh melalui proses fermentasi tumbuhan (biomassa) dengan bantuan mikroorganisme. Di Indonesia sendiri, bioetanol sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya merupakan jenis tanaman yang banyak tumbuh di Negara Indonesia ini dan sangat dikenal oleh masyarakat. Tumbuhan yang potensial menghasilkan bioetanol adalah tanaman yang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, seperti: ubi jalar, ubi kayu, jagung, gandum, dan bahan berpati lainnya. Tanaman bergula seperti tetes tebu, nira kelapa, nira aren, dan sejenisnya juga dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioetanol, bahkan tanaman berselulosa seperti jerami padi, onggok (limbah tapioka),

jaggel jagung dan lain sebagainya juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan bioetanol (Prihandana dkk, 2007;206). Dari berbagai macam bahan di atas, contoh lainnya yang dapat diteliti dari pemanfaatan hasil bumi adalah umbi suweg yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol.

Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) adalah tanaman anggota marga *Amorphophallus* dan masih berkerabat dekat dengan bunga bangkai raksasa (*Amorphophallus titanum*) dan iles-iles (sumber: <http://id.wikipedia.org/wiki/suweg>, diakses 21 April 2014). Tanaman ini kurang dimanfaatkan oleh masyarakat karena umbi tanaman ini sedikit gatal dan bunganya mengeluarkan aroma tidak sedap. Tanaman suweg mudah didapatkan di pekarangan penduduk, di tegalan, di tepi-tepi hutan, dan di bawah tanaman tahunan yang rindang, ataupun di tempat-tempat yang tidak dikelola secara intensif. Menurut Setijo Pitojo, kandungan pada umbi suweg dalam 100 gram yaitu lemak 0,1 g, karbohidrat 15,7 g, air 82 g, kalsium 62 mg, protein 1 g, kalori 69 g, dan fosfor 41 mg.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Teguh Rahayu S. pada tahun 2004 tentang pembuatan bioetanol dari ubi jalar. Serta Pada tahun 2007, Romdli Qubailil F melakukan penelitian tentang pembuatan bioetanol dari umbi uwi, menjadi alasan yang cukup untuk mengambil penelitian pembuatan bioetanol dari umbi-umbi an yang terdapat di lingkungan sekitar dan memiliki nilai ekonomisnya yang rendah.

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimanakah proses pembuatan bioetanol yang berbahan baku dari umbi suweg, berapakah durasi waktu, dan jumlah ragi saat proses fermentasi yang tepat agar menghasilkan etanol yang optimal dan bagaimanakah hasil karakteristik bioetanol (densitas, nilai kalor, titik tuang, titik nyala, viskositas dan kadar bioetanol) yang dihasilkan dari umbi suweg.

Tujuan dalam penelitian ini adalah mengetahui proses pembuatan bioetanol dari umbi suweg, mengetahui berapakah durasi waktu, dan jumlah ragi saat proses fermentasi yang tepat agar menghasilkan etanol yang optimal, dan mengetahui karakteristik bioetanol dari umbi suweg.

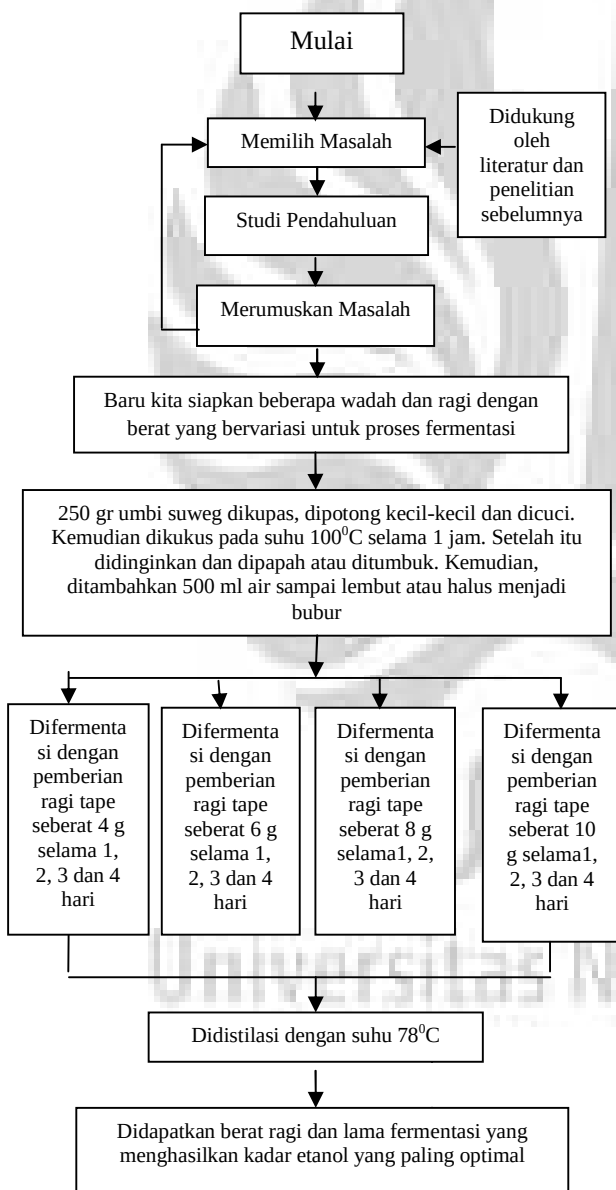
Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi kepada masyarakat bahwa umbi suweg mempunyai nilai guna yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol sehingga umbi suweg

bisa dibudidayakan oleh masyarakat, memberikan nilai tambah pada umbi suweg karena bukan hanya dimanfaatkan sebagai bahan makanan melainkan juga bisa dimanfaatkan menjadi bioetanol, sebagai acuan untuk memproduksi masal bahan bakar alternatif baru untuk mengatasi kelangkaan BBM di Indonesia, menghasilkan bioetanol yang dapat dijadikan sebagai campuran bensin dalam pembuatan biopremium di masa yang akan datang.

METODE

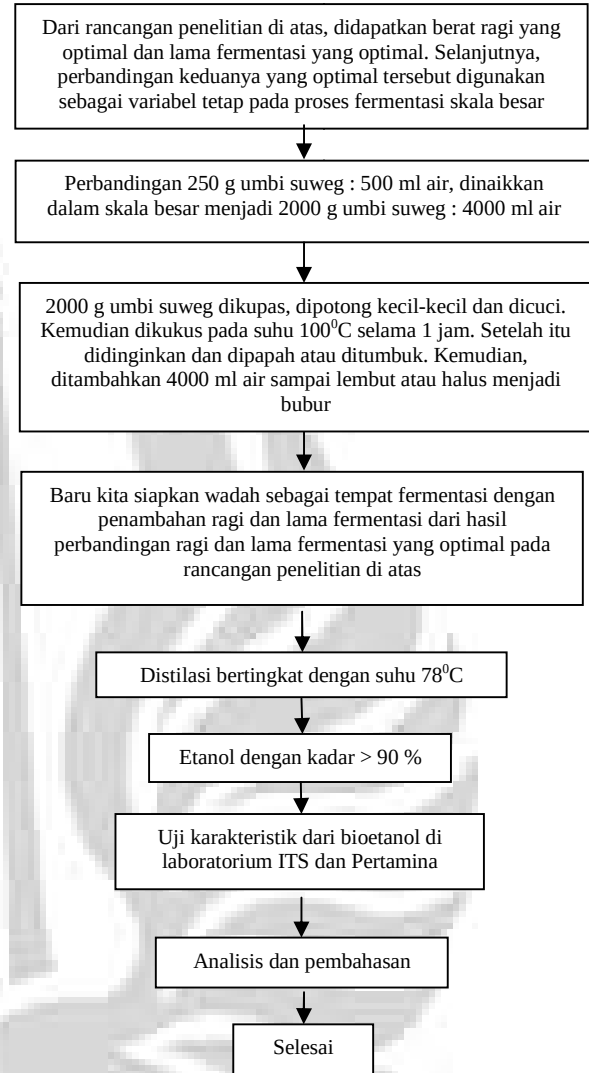
Rancangan Penelitian

- Mencari berat ragi dan lama fermentasi yang optimal



Gambar 1. Rancangan Penelitian Untuk Sampel

- **Memproduksi bioetanol skala besar untuk diuji karakteristiknya**



Gambar 2. Rancangan Penelitian Skala Besar

Waktu dan Tempat Penelitian

- Proses pembuatan bioetanol dilakukan di Laboratorium Bahan bakar dan Pelumas Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Surabaya dan Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Karakteristik *density*, *pour point*, dan *flash point* dilakukan pengujian di Laboratorium UPPS Pertamina.
- Nilai Kalori, kadar etanol dan viskositas dilakukan pengujian di Laboratorium TAKI (Team Afiliasi dan Konsultasi Industri) Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS.

Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapakah perbandingan jumlah ragi dan lama fermentasi sehingga dapat menghasilkan kadar bioetanol tertinggi.

Selanjutnya, dilakukan proses pengujian karakteristik dari bioetanol yang dihasilkan untuk mengetahui kualitas bioetanol berbahan baku umbi suweg.

Variabel Penelitian

- Variabel bebas (Variabel Prediktor)
Variabel bebas pada penelitian ini adalah perbandingan berat/massa ragi yang diberikan pada saat proses fermentasi yaitu 4, 6, 8, 10 gram dan 10, sedangkan lama fermentasinya 1, 2, 3, dan 4 hari.
- Variabel terikat (variabel respon)
Variabel terikat penelitian ini adalah kadar etanol, nilai kalori, titik nyala (*flash point*), titik tuang (*pour point*), densitas dan viskositas
- Variabel kontrol
 - Ragi yang digunakan dalam proses fermentasi adalah ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*).
 - Berat suweg dan berat air dalam proses pembuatan bubur umbi suweg adalah tetap yaitu 250 g dan 500 ml air.
 - Suhu pada proses fermentasi merupakan suhu tetap dalam ruangan yang akan digunakan yaitu 30°C.
 - Suhu pada proses distilasi merupakan suhu tetap yang digunakan dalam proses destilasi untuk menghasilkan kadar etanol yang maksimal yaitu 78°C.
 - Umbi suweg yang digunakan berasal dari Desa Jelgung, Kecamatan Robatal, Kabupaten Sampang, Madura

Definisi operasional variabel

- Kadar bioetanol
Kadar bioetanol adalah jumlah etanol yang diukur menggunakan metode GC system. Kadar bioetanol ditunjukkan dengan persentase.
- Densitas
Densitas (g/cm^3) adalah massa minyak (g) per satuan volume (cm^3) pada suhu tertentu. Alat uji densitas adalah Gravimetry. Metode uji densitas adalah ASTM D 1298-99.
- Titik nyala (*Flash point*)
Titik nyala adalah suhu terendah dimana 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.
- Titik tuang (*Pour point*)
Titik tuang adalah suhu terendah dimana minyak bumi dan produknya masih dapat dituang atau mengalir apabila didinginkan pada kondisi tertentu (ASTM D 5950-02) dan satuan titik tuang adalah °C.

- Nilai kalor

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 beku. 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. Metode uji viskositas ASTM D 445.

Bahan, Peralatan dan Instrumen Penelitian

- Bahan :
 - Umbi Suweg
 - Air
 - Silika gel
 - Ragi tape merk NKL
 - Garam
 - Kipas
 - Isolasi
- Peralatan :
Peralatan yang digunakan dalam penelitian pembuatan bioetanol dari umbi suweg adalah :
 - Labu dasar berkapasitas 1000 ml
 - *Heating mantel* / kompor listrik
 - *Condensor Liebig*
 - *Thermo control*
 - Tabung *Erlenmeyer*
 - Alat penumbuk
 - Pipa plastik
 - Pompa air
 - Ember penampung air
 - Kompor gas dan tabung LPG 3 kg
 - Saringan
 - Timbangan dengan akurasi 0,1 g
- Instrumen
Instrumen atau alat ukur yang digunakan dalam penelitian pembuatan bioetanol dari umbi suweg adalah :
 - Timbangan elektronik dengan akurasi 0,1 g
 - Gelas ukur
 - *Alcoholmeter*
 - *Thermometer*
 - *Bomb Calorimeter*, untuk mengukur *heating value* ASTM D240
 - *Viscometry*, untuk mengukur *viscosity* ASTM D 445
 - *Gravimetry*, untuk mengukur densitas ASTM D 1298-99
 - *Line High Term* UKM-135, untuk mengukur *flash point* ASTM D 93
 - Ref.SR-N21H, untuk mengukur *pour point* ASTM D 5950-02

Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan teknik eksperimen, dengan cara melakukan pengujian terhadap obyek yang akan diteliti dan mencatat data-data yang diperlukan.

Data tersebut antara lain, komposisi, dan durasi lama waktu yang sesuai pada pembuatan etanol berbahan baku umbi suweg agar memperoleh hasil yang maksimal.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Bioetanol Skala Kecil

- Tahap persiapan
 - Umbi suweg dikupas kulitnya hingga bersih. Kemudian umbi tersebut dipotong kecil-kecil.
 - Potongan umbi suweg dicuci sampai bersih dan dikukus selama 1 jam dengan suhu 100⁰C.
 - Setelah itu didinginkan, kemudian ditumbuk hingga lembut menjadi bubur dan di campur air dengan perbandingan 250 g bubur suweg : 500 ml air.
- Tahap fermentasi
 - Fermentasi bubur suweg dilakukan penambahan ragi tape 4 g pada 4 jirigen berisi bubur suweg yang masing-masing akan difermentasi selama 1 hari, 2 hari, 3 hari, dan 4 hari. Dan lakukan hal yang sama untuk variasi ragi 6 g, 8 g, dan 10 g.
 - Bubur suweg hasil fermentasi disaring dan diperas untuk memisahkan antara cairan dengan ampas.
- Tahap distilasi

Distilasi adalah proses pemisahan kandungan etanol dengan air hasil fermentasi umbi suweg tersebut. Proses yang dilakukan adalah sebagai berikut:

 - Menyiapkan alat distilasi dan perlengkapannya.
 - Merangkai alat distilasi tersebut beserta perlengkapannya sesuai dengan fungsinya masing-masing.
 - Cairan hasil fermentasi sebanyak ±500 ml dimasukkan ke dalam labu dasar distilasi. Kemudian proses distilasi dapat dimulai dengan menghidupkan *heating mantel* dan mengukur suhu pada thermometer 78⁰C atau menggunakan titik didih alkohol.
 - Hasil distilasi disimpan ke dalam botol kapasitas 100 ml sebanyak sampel yang dibuat

Pembuatan Bioetanol Skala Besar

- Persiapan Bahan, dan Fermentasi
 - Proses persiapan bahan dan fermentasi pada pembuatan bioetanol skala besar sama seperti pada pembuatan bioetanol skala kecil, hanya umbi suweg, jumlah air, dan jirigen yang digunakan berkapasitas besar yaitu sesuai dengan hasil distilasi kecil yang menghasilkan kadar etanol tertinggi.

- Distilasi
 - Proses distilasi ini menggunakan alat distilasi skala besar yang berkapasitas 5,5 liter. Hasil distilasi skala besar didistilasi secara berkelanjutan untuk mencapai kadar bioetanol > 90%.
 - Proses distilasi harus mencapai kadar etanol di atas 90% agar dapat dianalisa karakteristiknya. Dalam penelitian ini dibutuhkan tiga kali atau lebih proses distilasi untuk mendapatkan kadar etanol diatas 90%.
 - Langkah berikutnya adalah distilasi kedua. Langkah yang dilakukan hampir sama dengan proses distilasi pertama, namun ada sedikit tambahan yang boleh dilakukan agar kadar etanol yang diperoleh lebih maksimal. Tambahan tersebut adalah dengan menambahkan garam
 - Proses distilasi ketiga ini dengan menambahkan *silica gel* ke dalam distilator. *Silica gel* yang dipasang diantara gelas labu dengan *condenser liebig* ini berfungsi sebagai menyerap kelembapan air.

Teknik Analisis Data

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- Mengetahui proses pembuatan bioetanol berbahan baku umbi suweg.
 - Mengupas dan mencuci umbi suweg yang sudah dipotong beberapa bagian hingga bersih.
 - Kemudian, mengukus umbi suweg hingga matang dengan tujuan untuk mengurangi kandungan air yang ada didalam umbi suweg dan mempermudah penghalusan umbi suweg tersebut.
 - Setelah itu, mendinginkan umbi suweg yang sudah matang dan mempersiapkan alat yang digunakan untuk fermentasi termasuk menimbang ragi sesuai variasi ragi (4 gram, 6 gram, 8 gram dan 10 gram) dan menghaluskannya.
 - Menumbuk umbi suweg dengan lesung atau alat penumbuk hingga halus. Kemudian menimbang hasil tumbukan umbi suweg tersebut sesuai dengan perbandingan jumlah umbi suweg yaitu 250 gram dan mencampurkannya dengan perbandingan air 500 ml ke dalam wadah hingga menjadi bubur umbi suweg.
 - Langkah selanjutnya, mencampurkannya ragi yang sudah dihaluskan ke dalam cairan bubur umbi suweg. Kemudian, menuangkan cairan fermentasi

tersebut ke dalam jrigen yang sudah disiapkan untuk difermentasi. Proses fermentasi dimulai sesuai dengan lama fermentasi yang sudah direncanakan untuk masing-masing sampel.

- Setelah fermentasi mencapai lama fermentasi yang sudah ditentukan, langkah selanjutnya adalah proses distilasi. Proses distilasi ini untuk memisahkan etanol dan air yang terkandung didalam cairan fermentasi dengan menggunakan titik didih etanol 78°C. Masing-masing sampel dari variasi jumlah ragi yang berbeda dan variasi lama fermentasi yang berbeda juga dilakukan proses distilasi ini untuk mencari kandungan bioetanol yang tertinggi. Dari hasil kadar etanol masing-masing sampel diambil kadar bioetanol yang paling tinggi (kadar bioetanol yang paling tinggi diperoleh dari perbandingan 250 gram umbi suweg : 500 ml air : 6 gram ragi yang difermentasi 4 hari) untuk dijadikan acuan dalam proses pembuatan bioetanol skala besar.
- Proses pembuatan bioetanol skala besar ini menggunakan perbandingan 1000 gram umbi suweg : 2000 ml air : 24 gram ragi yang difermentasi selama 4 hari. Sedangkan proses distilasi, tahap pertama distilasi besar menggunakan alat distilasi dengan kapasitas 5,5 liter. Dari hasil distilasi besar ini kemudian ditambahkan garam untuk proses distilasi kedua dan ketiga. Penambahan garam ini bertujuan untuk menaikkan titik didih air menjadi titik didih air garam. Selanjutnya, proses distilasi keempat dengan penambahan *silica gel* pada ujung *condensor liebig*. Penambahan *silica gel* ini untuk menyerap kadar air dari bioetanol yang dikondensasi di *condenser liebig*. Hasil bioetanol dari distilasi ini yang akan diuji karakteristiknya.

• **Mencari parameter perbandingan jumlah ragi dan lama fermentasi yang tepat agar menghasilkan kadar etanol yang optimal**

- Hasil distilasi dengan perbandingan 4 gram ragi.

Tabel 1 Data Hasil Distilasi Kadar Etanol Yang Dihasilkan Pada Sampel Setiap 100 ml Dengan Perbandingan 4 Gram Ragi

Umbi Suweg (gram)	Air (ml)	Ragi (gram)	Lama Fermentasi (hari)	Kadar Etanol (%)
250 gram	500 ml	4 gram	1	5
			2	10
			3	16
			4	23

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kadar etanol yang dihasilkan pada variasi 4 gram ragi mengalami peningkatan dari hari pertama sampai hari ke empat.

Proses hidrolisis pati dengan air menjadi glukosa sangat lambat, sehingga diperlukan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Salah satu katalisator tersebut adalah enzim. Dalam ragi banyak terdapat *Sacharomyces cereviceace* yang mempunyai daya konversi gula yang sangat tinggi karena menghasilkan enzim zimase dan intervas. Enzim zimase berfungsi sebagai pemacu perubahan sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Sedangkan enzim intervas mengubah glukosa menjadi alkohol (Groggins, 1992).

- Hasil distilasi dengan perbandingan 6 gram ragi

Tabel 2 Data Hasil Distilasi Kadar Etanol Yang Dihasilkan Pada Sampel Setiap 100 ml Dengan Perbandingan 6 Gram Ragi

Umbi Suweg (gram)	Air (ml)	Ragi (gram)	Lama Fermentasi (hari)	Kadar Etanol (%)
250 gram	500 ml	6 gram	1	10
			2	18
			3	23
			4	26

Proses hidrolisis pada variasi ragi ini berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan proses hidrolisis yang terjadi pada variasi 4 gram ragi, dibuktikan dari hasil kadar etanol pada hari pertama lebih tinggi daripada hasil kadar etanol yang dihasilkan campuran 4 gram ragi.

Semakin banyak katalisator (dalam hal ini enzim) yang dipakai dalam proses fermentasi, maka makin cepat reaksi hidrolisis dan dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat (Groggins, 1992).

Hal ini dapat dibandingkan dari hasil kadar etanol, variasi 6 gram menghasilkan kadar etanol lebih tinggi dari kadar etanol yang dihasilkan oleh variasi 4 gram ragi di hari yang sama yaitu hari ke empat. Campuran 6 gram ragi lebih optimal menghasilkan etanol 26% pada hari ke empat.

- Hasil distilasi dengan perbandingan 8 gram ragi.

Tabel 3 Data Hasil Distilasi Kadar Etanol Yang Dihasilkan Pada Sampel Setiap 100 ml Dengan Perbandingan 8 Gram Ragi

Umbi Suweg (gram)	Air (ml)	Ragi (gram)	Lama Fermentasi (hari)	Kadar Etanol (%)
250 gram	500 ml	8 gram	1	12
			2	16
			3	21
			4	15

Tabel di atas merupakan hasil etanol yang difermentasi dengan campuran 8 gram ragi. Dari hasil tersebut 8 gram ragi mampu menghasilkan etanol sebanyak 10% di hari pertama dan terus

mengalami peningkatan sampai dengan hari ke tiga. Namun, di hari ke empat kadar etanol yang dihasilkan menurun. Penurunan kadar etanol ini disebabkan karena variasi ragi campuran ini tidak sebanding dengan konsentrasi kadar pati yang ada.

Semakin banyak katalisator (dalam hal ini enzim) yang dipakai dalam proses fermentasi, maka makin cepat reaksi hidrolisis dan dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat (Groggins, 1992). Hal ini dilihat bahwa di hari pertama campuran variasi 8 gram ragi menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan kadar etanol yang dihasilkan di hari pertama pada variasi 4 gram ragi dan 6 gram ragi.

Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar dan pada waktu batas tertentu akan diperoleh konversi yang reaktif baik dan apabila waktu tersebut diperpanjang, pertambahan konversi kecil sekali (Groggins, 1992). Hal ini dibuktikan dengan adanya penurunan kadar etanol di hari ke empat. Jadi, campuran 8 gram ragi menghasilkan kadar etanol sebesar 21% di hari ke tiga.

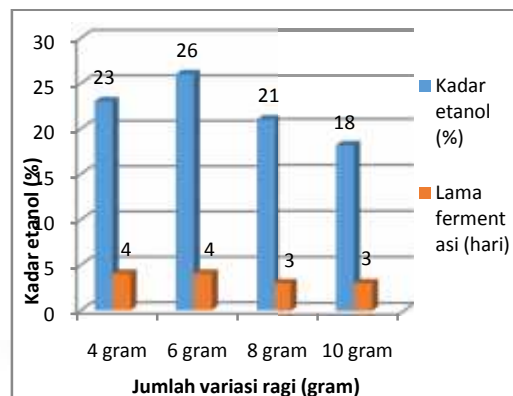
- Hasil distilasi dengan perbandingan 10 gram ragi

Tabel 4 Data Hasil Distilasi Kadar Etanol Yang Dihasilkan Pada Sampel Setiap 100 ml Dengan Perbandingan 10 Gram Ragi

Umbi Suweg (gram)	Air (ml)	Ragi (gram)	Lama Fermentasi (hari)	Kadar Etanol (%)
250 gram	500 ml	10 gram	1	10
			2	14
			3	19
			4	10

Dari hasil diatas dapat dilihat kenaikan kadar etanol yang dihasilkan variasi ragi 10 gram. Etanol yang dihasilkan oleh campuran 10 gram ragi tidak jauh berbeda dengan hasil etanol yang dihasilkan dari campuran 8 gram ragi. Dimana pada hari pertama menghasilkan kadar etanol 10% dan terus mengalami peningkatan sampai hari ke tiga. Namun di hari ke empat kadar etanol yang dihasilkan menurun.

Dari perbandingan 250 gram umbi suweg : 500 ml air yang difermentasi dengan variasi jumlah ragi 4 gram , 6 gram, 8 gram dan 10 gram dan difermentasi selama 1, 2, 3, dan 4 hari pada masing-masing campuran menghasilkan kadar etanol yang optimal disetiap variasi jumlah ragi tersebut. Kadar etanol tertinggi yang dihasilkan setiap sampel dapat dikonversi ke dalam grafik batang sebagai berikut :



Gambar 3 Data Hasil Distilasi Kadar Etanol Tertinggi Secara Keseluruhan Yang Dihasilkan Pada Sampel Setiap 100 ml Dengan Perbandingan Variasi Ragi

Dari grafik batang diatas dapat diperoleh hasil etanol yang optimal terdapat pada campuran ragi 6 gram, dengan lama fermentasi 4 hari menghasilkan kadar etanol 26%. Dengan demikian perbandingan yang tepat dalam pembuatan bioetanol dari umbi suweg adalah 250 gram umbi suweg : 500 ml air dan 6 gram ragi dengan lama waktu fermentasi 4 hari. Selanjutnya, perbandingan tersebut digunakan sebagai variabel tetap pada proses fermentasi skala besar.

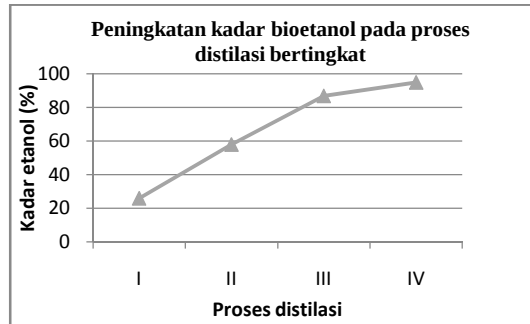
Peneliti membutuhkan etanol dari umbi suweg dengan kadar di atas 90% untuk diuji karakteristiknya, maka dari itu peneliti memproduksi dalam skala lebih besar dari penelitian awal. Dalam produksi skala besar ini perbandingannya yaitu 1000 gram umbi suweg : 2000 ml air : 24 gram ragi yang difermentasi 4 hari. Fermentasi skala besar menghasilkan 3000 ml cairan fermentasi. Proses selanjutnya yaitu tahapan distilasi. Ada empat tahapan distilasi untuk memperoleh kadar bioetanol umbi suweg ini di atas 90%. Distilasi I menggunakan alat distilasi dengan kapasitas 5,5 liter yang menghasilkan cairan hasil distilasi dengan kadar etanol 26%. Distilasi II dan III menggunakan alat distilasi dengan kapasitas 1000 ml dan dilakukan penambahan garam yang bertujuan untuk menaikkan titik didih air menjadi titik didih air garam. Distilasi II menghasilkan cairan bioetanol 600 ml dengan kadar etanol 58%, sedangkan distilasi III menghasilkan bioetanol distilasi 450 ml dengan kadar etanol 87%. Distilasi IV atau distilasi terakhir ini dilakukan penambahan *silica gel* yang bertujuan untuk menyerap kelembapan air pada saat cairan distilasi dikondensasi di *condenser liebig*. Distilasi IV ini menghasilkan bioetanol 160 ml dengan kadar etanol

95%. Berikut ini adalah tabel dan grafik persentase kenaikan etanol dari hasil distilasi bertingkat.

Tabel 5 Persentase Kenaikan Kadar Etanol Hasil Distilasi Bertingkat Dengan Sampel 1000 Gram Umbi Suweg

Distilasi	Jumlah Bioetanol (ml)	Kadar Etanol (%)
Distilasi I	850 ml	26 %
Distilasi II	600 ml	58 %
Distilasi III	450 ml	87 %
Distilasi IV	160 ml	95 % ⁽¹⁾

Catatan : ⁽¹⁾ Pengukuran menggunakan alkoholmeter



Gambar 4 Persentase Kenaikan Kadar Etanol Hasil Distilasi Bertingkat Dengan Sampel 1000 Gram Umbi Suweg

- Mengetahui karakteristik bioetanol (densitas, nilai kalor, titik tuang, titik nyala, viskositas dan kadar etanol) yang dihasilkan pada bioetanol dari umbi suweg.

Berikut adalah hasil uji karakteristik bioetanol dari umbi suweg :

Tabel 6 Hasil Analisa Pengujian Karakteristik Bioetanol Umbi Suweg di Lab. TAKI-ITS No. 78/LTAKI/VIII/2014

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
Nilai Kalori	Kcal/kg	5892	Bomb Calorimetri
Etanol	%	94,86	GC system
Viskositas	cPs	5	Viscometri

Tabel 7 Hasil Analisa Pengujian Karakteristik Bioetanol Umbi Suweg di Lab. UPPS Pertamina

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
Flash Point	⁰ C	18	ASTM D 93
Pour Point	⁰ C	< -70	ASTM D 5950-02
Density	Gram/cm ³	0,82032	ASTM D 1298-99

Pembahasan Penelitian

Pembahasan ini membandingkan karakteristik antara etanol dari umbi suweg dengan etanol murni dan premium yang selama ini menjadi bahan bakar konsumsi masyarakat.

Tabel 8 Perbandingan Beberapa Sifat Etanol Murni, Etanol Umbi Suweg dan Premium

Property	Etanol murni	Etanol dari umbi suweg	Premium
Kadar (%)	99,4 ⁽²⁾	94,86 ⁽¹⁾	-
Density (gr/cc)	0,772 ⁽²⁾	0,82032 ⁽³⁾	0,7224 ⁽³⁾
Nilai kalor (Kcal/Kg)	6380 ⁽⁴⁾	5892 ⁽¹⁾	8800 ⁽³⁾
Pour Point (⁰ C)	-17,2 ⁽⁴⁾	< -70 ⁽³⁾	4 ⁽³⁾
Flash Point (⁰ C)	12,7 ⁽⁵⁾	18 ⁽³⁾	13 ⁽³⁾
Viskositas (cSt)	1,523 ⁽⁴⁾	6,27 ⁽¹⁾	3 ⁽³⁾

Keterangan :

⁽¹⁾ Lab. TAKI-ITS

⁽²⁾ George Gramer Brown, 1973

⁽³⁾ Lab. UPPS Pertamina

⁽⁴⁾ A. Hardjono, 2001

⁽⁵⁾ Richard J. Lewis, Sr (Condensed Chemical Dictionary)

Sumber: (Hafifa Y., 2011:51)

- Kadar etanol

Berdasarkan tabel 4.8 hasil pengujian dari Lab. TAKI-ITS bioetanol umbi suweg diperoleh kadar etanol sebesar 94,86%. Hasil tersebut jauh berbeda dengan kadar etanol murni yaitu 99,4%. Hal ini disebabkan karena pada bioetanol umbi suweg masih terdapat kandungan kadar air.

Menurut Hafifa Y. (2008), peningkatan kadar etanol pada fase *azeotrop* dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu pertama dengan cara distilasi bertingkat yaitu tekanan masing-masing proses berbeda. Cara yang kedua distilasi *azeotrop* adalah distilasi dengan penambahan suatu senyawa yang dapat memecah *azeotrop*, yang ketiga adalah distilasi ekstraktif (penambahan garam dan pelarut atau penambahan garam saja).

Semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan semakin baik angka oktan, semakin kecil keberadaan zat pengotor (air) dalam bioetanol tersebut dan semakin bagus pula karakteristik yang dihasilkan.

- Berat jenis (Density)

Berat jenis disebut juga grafitasi jenis atau *Specific gravity* adalah suatu perbandingan berat dari bahan bakar minyak dengan berat dari air dalam volume yang sama, dengan suhu yang sama pula 15⁰C (60⁰F). Bahan bakar minyak pada umumnya mempunyai berat jenis antara 0,82-0,96 dengan kata lain minyak lebih ringan dari pada air. Dalam internasional, berat jenis dinyatakan dalam API Gravity atau derajat API (*American Petroleum Institute*).

$$\text{Gravitas etanol umbi suweg} = \frac{141,5}{0,82} - 131,5 = 40,993 \text{ gr/cc}$$

$$\text{Gravitas etanol murni} = \frac{141,5}{0,772} - 131,5 = 51,790 \text{ gr/cc}$$

$$\text{Gravitas premium} = \frac{141,5}{0,7224} - 131,5 = 64,3740 \text{ gr/cc}$$

API menunjukkan kualitas dari minyak tersebut, makin kecil berat jenis atau makin tinggi derajat API berarti makin baik pula kualitasnya, karena lebih banyak mengandung etanol.

- Nilai kalori

Nilai kalori adalah besarnya panas yang diperoleh dari pembakaran suatu jumlah tertentu bahan bakar di dalam zat asam. Makin tinggi berat jenis minyak bakar, makin rendah nilai kalor yang diperolehnya. Tabel menunjukkan bahwa nilai kalori bioetanol dari umbi suweg sebesar 5892 Kcal/Kg sedangkan untuk bioetanol murni sebesar 6380 Kcal/Kg.

Nilai kalori suatu bahan bakar menunjukkan seberapa besar energi yang terkandung didalamnya. Nilai kalori etanol sekitar 67% dari nilai kalor premium, hal ini karena adanya oksigen dalam struktur etanol. Ini berarti mendapatkan energi yang sama jumlah etanol yang diperlukan akan lebih besar. Adanya oksigen dalam etanol juga mengakibatkan campuran menjadi lebih 'miskin/lean' jika dibandingkan dengan premium, sehingga campuran harus dibuat lebih kaya untuk mendapatkan kualitas kerja yang diinginkan. Nilai kalori bawah etanol 6380 Kcal/Kg (Hardjono, 2001).

- Viskositas

Viskositas adalah suatu ukuran dari besar perlawanan zat cair untuk mengalir atau ukuran dari tahanan geser dalam dari suatu bahan cair. Satuan viskositas adalah *centi poise*. Pada umumnya makin tinggi derajat API, maka semakin kecil viskositasnya, begitu pula sebaliknya. Dari Laboratorium TAKI-ITS viskositas kadar etanol dari umbi suweg dengan kadar 94,86 % adalah 5 cPs. Untuk merubah kedalam satuan cSt dilakukan konversi sebagai berikut :

1 *centipoise* = 1,25415 *centistoke*

5 *centipoise* = 6,27075 *centistoke* (etanol umbi suweg 94,86%)

1,1 *centipoise* = 1,523 *centistoke* (etanol murni 99,4%)

3 *centipoise* = 4,15263 *centistoke* (premium)

- Titik tuang (*Pour Point*)

Titik tuang (*Pour Point*) adalah suhu terendah dimana minyak bumi dan produknya masih dapat dituang atau mengalir apabila didinginkan pada kondisi tertentu. Titik tuang juga menunjukkan temperatur dimana minyak bumi dan produknya masih dapat dipompa. Titik tuang ditentukan dengan mendinginkan. Contoh setiap penurunan suhu yang merupakan kelipatan 3°C (5°F) dilakukan uji sifat air, contoh suhu tertinggi dimana contoh tidak dapat mengalir dicatat sebagai titik padat

(*solid point*). Selanjutnya sesuai dengan definisi, titik tuang bioetanol dari umbi suweg ini adalah <- 70°C sehingga dapat digunakan pada daerah yang memiliki suhu dibawah 0°C sedangkan premium hanya mampu hingga 4°C.

- Titik nyala (*Flash Point*)

Titik nyala ditentukan dengan memanaskan etanol didalam cawan dengan kecepatan pemanasan yang tetap yaitu 5-6°C/menit atau 10°F/menit. Selanjutnya untuk kenaikan suhu tertentu setelah etanol mencapai suhu 17-28°C (30-50°F) dibawah *flash point* yang diperkirakan, nyala uji diarahkan pada permukaan etanol untuk setiap kenaikan 2°C (5°F). Suhu paling rendah dimana uap etanol dalam campurannya dengan udara menyala, dicatat sebagai titik nyala. Titik nyala etanol umbi suweg adalah 18°C. Hal ini membuktikan bahwa bioetanol dari umbi suweg akan terbakar pada suhu 18°C yaitu lebih tinggi dibandingkan dengan bioetanol murni. Semakin tinggi kadar etanol semakin kecil pula nilai *flash point* nya jadi sangat mempengaruhi kualitas pembakaran.

PENUTUP

Simpulan

- Proses pembuatan bioetanol berbahan baku umbi suweg ada tiga tahapan proses yaitu tahap pertama persiapan mengupas dan mencuci umbi suweg kemudian megukusnya. Tahap kedua, menumbuk umbi suweg dan proses fermentasi. Tahap ketiga yaitu proses distilasi untuk memisahkan etanol dan air dengan titik didih etanol yaitu 78°C.
- Parameter optimal adalah 250 gram umbi suweg : 500 ml air : 6 gram ragi yang difermentasi 4 hari menghasilkan 26% etanol. Selanjutnya dilakukan produksi skala besar dengan perbandingan 1000 gram umbi suweg : 2000 ml air : 24 gram ragi yang difermentasi 4 hari.
- Bioetanol berbahan baku umbi suweg dengan kadar 94,86% memiliki nilai kalori sebesar 5892 Kcal/kg, *flash point* 18°C, *pour point* < -70°C, viskositas 6,27 cSt, dan densitas sebesar 0,82032 gr/cm³.
- Titik tuang bioetanol dari umbi suweg ini adalah <- 70°C sehingga dapat digunakan pada daerah yang memiliki suhu dibawah 0°C sedangkan premium hanya mampu hingga 4°C.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat dikemukakan saran sebagai berikut :

- Penelitian ini masih merupakan penelitian potensi, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan umbi yang tidak ada nilai

ekonomisnya dan kurang dimanfaatkan oleh masyarakat.

- Perlu dilakukan pengolahan dengan teknik yang berbeda dalam membuat etanol dari umbi suweg ini seperti, dikeringkan terlebih dahulu atau dijadikan tepung.
- Supaya etanol yang dihasilkan dari umbi suweg ini lebih optimal lagi, maka umur umbi suweg perlu diperhatikan. Semakin tinggi umur umbi suweg semakin bagus etanol yang dihasilkan. Selain itu proses fermentasi juga harus diperhatikan, tidak boleh ada kebocoran jrigen atau wadah sebagai tempat fermentasi.
- Perlu dilakukan penelitian dengan variasi jumlah ragi, jenis ragi dan jumlah air yang berbeda dari penelitian ini sehingga mendapatkan hasil yang dapat dibandingkan dari penelitian ini.
- Perlu dilakukan penelitian untuk hari kelima dan seterusnya pada campuran ragi 4 gram dan 6 gram sampai kadar etanol yang dihasilkan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- George Granger Brown. (1973). *Unit Operations*. New York Tokyo: Modern Asia Edition.
- Groggins, P.H.. 1992. *Unit Procces In Organic Synthesis*. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Hafifa, Y.. 2011. *Pemanfaatan gracillaria verrucosa Sebagai Bahan Baku Bioetanol Untuk Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi S1 Prodi Biologi Jurusan Biologi Fakultas FMIPA Universitas Negeri Surabaya
- Hardjono, A. 2001. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pertamina. (1997). *Bahan Bakar Minyak untuk Kendaraan, Rumah Tangga, Industri dan perkapalan*. Jakarta: Direktorat Pembekalan dan Pemasaran Dalam Negeri.
- Rama Prihandana, Dkk. 2007. *Bioetanol dari Umbi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Richard J. Lewis, Sr. *Condensed Chemical Dictionary*.
- Romdli Qubailil. 2010. *Pembuatan Bioetanol dari Uwi melalui Metode Sakarifikasi dan Likuifikasi*. Skripsi S1 Program studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.
- Setijo Pitojjo. *Seri Budaya Suweg*. 2007. Yogyakarta: Kanisius
- Sugiyono. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Teguh Rahayu. 2008. *Eksperimen Pemanfaatan ubi Jalar sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol untuk Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi S1 Program studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.