

**PENGARUH KATALISATOR PUPUK NPK MERK PHONSKA PADA FERMENTASI UMBI GARUT (*MARANTA ARUNDINACEA LINN*) UNTUK PRODUKSI BIOETANOL SEBAGAI *EXTENDER PREMIUM***

**Anang Setiyawan**

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

**Aisyah Endah Palupi**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail: aisyah2000@yahoo.com

**Abstrak**

Kelangkaan minyak bumi dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan, tidak terkecuali di Indonesia. Hal ini terbukti dengan pemakaian minyak bumi sebagai bahan bakar di Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan. Hal ini berbanding terbalik dengan produksi minyak bumi yang terus menerus mengalami penurunan. Mengatasi hal tersebut maka perlu dicari bahan bakar alternatif, salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol terbuat dari bahan yang mengandung karbohidrat atau glukosa. Umbi garut termasuk *biomassa* yang sangat baik untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Umbi garut merupakan umbi yang jumlahnya cukup banyak dan tumbuh liar, selain itu, umbi ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan umbi garut menjadi bioetanol yang dapat dimanfaatkan sebagai *extender* 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. Kadar bioetanol yang dapat dipasarkan adalah kadar bioetanol 90%. Bioetanol diuji karakteristiknya sesuai standart ASTM (*American Standart Testing of Materials*). Bioetanol akan diuji kadarnya (menggunakan *alcoholmeter*), nilai kalor (menggunakan metode *bomb calorimeter*), *flash point* (menggunakan metode ASTM D 93), *pour point* (menggunakan metode ASTM D 97), viskositas (menggunakan metode viscometer) dan densitas (menggunakan metode *gravimetry* ASTM D 1298). Hasil dari penelitian ini didapatkan perbandingan pemberian katalisator pupuk NPK merk PHONSKA yang optimal pada proses fermentasi 500 gr umbi garut, 1000 gr air, 14 gr ragi tape NKL, dan waktu distilasi 4 jam pada skala kecil yaitu 20 gr, dengan hasil kadar bioetanol tertinggi rata-rata sebesar 44,67% dan volume bioetanol tertinggi rata-rata sebesar 61,67 ml. Pada pembuatan bioetanol skala besar, dengan umbi garut 2000 gr, air 4000 gr, ragi tape NKL 14 gr, pupuk NPK merk PHONSKA sebanyak 80 gr, dan waktu distilasi 4 jam menghasilkan 329,39 ml bioetanol dengan kadar 94% dan diperoleh pada distilasi keempat. Hasil uji karakteristik bioetanol umbi garut dengan pemberian pupuk NPK merk PHONSKA menunjukkan untuk nilai kalor sebesar 5965,29 Kcal/kg, *flash point* 12°C, *pour point* > -30°C, densitas 0,8298 gr/cm<sup>3</sup> dan viskositas 4,2715 cPs. Harga 1 liter bioetanol umbi garut dengan penambahan katalisator pupuk NPK merk PHONSKA dengan kadar 94% sebesar 241.786,00/liter, sehingga lebih mahal dibandingkan dengan harga dipasaran saat ini yang mencapai Rp. 42.500,00/liter. (Sumber: Toko Tidar Kimia Jl. Tidar 260 Surabaya, bioetanol produksi PTPN XI Lumajang Jawa Timur).

**Kata kunci:** umbi garut, katalisator, pupuk NPK merk PHONSKA, bioetanol, *extender premium*

**Abstract**

Scarcity of petroleum from year to year continues to increase, not least in Indonesia. This is evident by the use of petroleum as a fuel in Indonesia each year has increased. It is inversely proportional to oil production continued to decline. Overcome this it is necessary to look for alternative fuels, one of which is bioethanol. Bioethanol is made from materials that contain carbohydrates or glucose. Arrowroot tubers including an excellent biomass to be used as raw material for bioethanol production. Arrowroot tubers is a tuber that is quite a lot and grow wild, other than that, this tuber is still not used optimally. This study aims to memanfaatkan arrowroot tubers into bioethanol that can be used as an *extender* or Premium mixer "Biopremium". This study is an experimental study to make bioethanol made from arrowroot tubers. This process consists of three stages, namely preparation stage, the stage of fermentation and distillation stages. Levels of ethanol that can be marketed is 90% bioethanol content. Bioethanol characteristics tested according to standard ASTM (*American Standard Testing of Materials*). Bioethanol will be tested levels (using *alcoholmeter*), calorific value (using the *bomb Calorimeter*), *flash point* (ASTM D 93 method), *pour point* (ASTM D 97 method), viscosity (*viscometer* method) and density (using the method of *gravimetry* ASTM D 1298). Results of this study found NPK ratio of catalyst giving brands Phonska optimal fermentation process arrowroot tubers 500 gr, 1000 gr water, 14 gr of yeast tape NKL, and distillation time 4 hours on a small scale is 20 grams, with the highest average ethanol concentration results average by 44.67% and the highest bioethanol volume average of 61.67 ml. In the large-scale bioethanol production, with arrowroot tubers 2000 gr, 4000 gr water, 14 gr yeast NKL tape, NPK fertilizer brands Phonska much

as 80 grams, distillation time of 4 hours and 329.39 ml produce bioethanol with 94% and the levels obtained in the fourth distillation. Characteristics of the test results bioethanol arrowroot tubers with NPK fertilizer brands Phonska show for the calorific value of 5965.29 Kcal/kg, 12°C flash point, pour point >-30°C, density and viscosity 4.2715 0.8298 gr/cm<sup>3</sup> cPs. Price of 1 liter of bioethanol arrowroot tubers with the addition of NPK fertilizer brands Phonska catalyst with 94% levels of 241,786.00 /liter, so as more expensive than the current market price of Rp. 42500.00 /liter (Source: Chemical Tidar Store Jl. Tidar 260 Surabaya, bioethanol production PTPN XI Lumajang East Java).

## PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi di negara berkembang tidak terkecuali Indonesia adalah tidak sebandingnya jumlah produksi bahan bakar minyak (BBM) dengan konsumsinya. Hal ini menyebabkan harga minyak dunia selalu mengalami kenaikan. Menghadapi krisis BBM yang telah melanda Indonesia, maka para ahli mulai mencari alternatif baru sebagai sumber bahan bakar pengganti BBM dari minyak bumi dengan bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*) untuk diverifikasi ke dalam sumber energi masa depan. Salah satunya bahan bakar alternatif yang berasal dari alam yang diperuntukkan sebagai pengganti atau pencampur BBM jenis premium untuk sarana transportasi yang diberi nama bioetanol atau yang selanjutnya akan disebut biopremium.

Bahan baku untuk produksi bioetanol bisa didapatkan dari berbagai tanaman yang diantaranya adalah singkong (*cassava*), jagung (*corn*), gandum (*shorgum*), dan bahan seperti lainnya. Tanaman yang mengandung gula seperti tetes tebu (*molasses*), nira dari kelapa, nira dari aren dan sejenisnya juga dapat digunakan sebagai bahan baku produksi bioetanol. Tanaman berselulosa seperti jerami padi, limbah ampas tapioka, janggol (tongkol) jagung dan lain sebagainya juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan bioetanol. Bahan baku lain yang memiliki kandungan karbohidrat tinggi yang sangat berpotensi untuk pembuatan bioetanol adalah umbi garut (*Maranta Arundinacea Linn*).

Bioetanol merupakan bahan bakar (*ethyl alcohol* dengan rumus kimia C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) yang diproduksi dari bahan bakar nabati. Bioetanol merupakan suatu cairan bersih yang tidak berwarna, apabila digunakan tidak menyebabkan polusi lingkungan, dan apabila dibakar bioetanol menghasilkan gas asam arang (*carbondioxide* atau CO<sub>2</sub>) dan air. Standar bioetanol yang berlaku

(berdasarkan spesifikasi premium) adalah mengacu kepada ASTM (*American Standart Testing of Materials*).

Di Indonesia umbi garut merupakan umbi liar yang kebanyakan tumbuh dipekarangan rumah, selain itu menurut Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian Indonesia umbi ini mengandung karbohidrat 19,4-21,7 serta setiap kali panen menghasilkan 100 ton/tahun. Hal ini membuktikan bahwa umbi garut sangat berpotensi dalam pembuatan bioetanol.

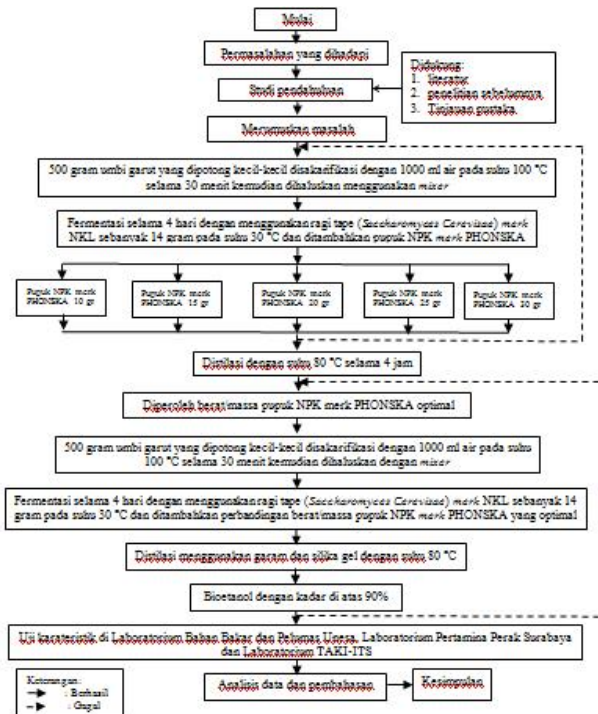
Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Ragi atau fermentasi merupakan zat yang menyebabkan fermentasi. Ragi mengandung mikroorganisme yang melakukan fermentasi dan media biakan bagi mikroorganisme tersebut. Katalis adalah suatu zat yang mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Distilasi atau penyulingan adalah suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan titik didihnya. Silika gel adalah butiran seperti kaca dengan bentuk yang sangat berpori, silika dibuat secara sintesis dari natrium silikat. Silika gel ini berfungsi untuk menyerap kandungan air yang ada pada bioetanol melalui proses distilasi. *Azeotrope* merupakan campuran 2 atau lebih komponen pada komposisi tertentu dimana komposisi tersebut tidak bisa berubah hanya melalui distilasi biasa.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui berapa berat optimal katalisator pupuk NPK merk PHONSKA yang diberikan pada proses fermentasi untuk menghasilkan kadar bioetanol yang maksimal, volume bioetanol yang maksimal, uji karakteristik bioetanol yang meliputi: densitas, nilai kalori, *flash point*, *pour point*, viskositas dan kadar bioetanol serta mengetahui kelayakan

ekonominya pembuatan bioetanol dari umbi garut dibandingkan dengan bioetanol yang di jual di lapangan.

## METODE PENELITIAN

### Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir 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 Teknik Kimia, FMIPA, ITS: analisis nilai kalor.
- 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 NPK merk PHONSKA 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:

- Umbi garut yang digunakan berasal dari Desa Sidomukti, Kecamatan Kepohbaru, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur, seharga Rp 2.000,00/kg.
- Alat dan peralatan yang digunakan pada penelitian ini mempunyai spesifikasi yang sama.
- Berat umbi garut yang digunakan 500 gram.
- Perbandingan air yang digunakan sama yaitu 1:2, umbi garut 500 gr dengan air 1000 gr.
- Waktu fermentasi 4 hari.
- Berat ragi yang digunakan 14 gr.
- Temperatur pada proses fermentasi 30°C.
- Temperatur pada proses distilasi 80°C.
- Waktu distilasi 4 jam.

### 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 ( $\text{gr/cm}^3$ ) adalah massa minyak (gr) per satuan volume ( $\text{cm}^3$ ) 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 97-87) dan satuan *flash 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 *poisuille* yang berlaku untuk cairan yang mengalir secara laminar dalam sebuah pipa yaitu:

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

Dimana  $r$  adalah jari-jari tabung kapiler,  $P$  adalah beda tekanan antara ujung-ujung pipa kapiler,  $t$  adalah koefisien viskositas,  $l$  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 NPK merk PHONSKA
- Air

- Garam
- *Silica 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
- Bak 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*
- *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 97.

### 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 bioetanol tersebut di laboratorium bahan bakar dan pelumas Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya (analisis kadar

bioetanol, volume hasil distilasi bioetanol, dan viskositas), Laboratorium Teknik Kimia, FMIPA, ITS (analisis nilai kalor), dan Laboratorium Unit Produksi Pelumas Pertamina Surabaya (analisis *flash point*, *pour point*, dan densitas).

### 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 dimixer 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 Cerevisae*) 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 NPK merk PHONSKA 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 difermentasi 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 disimpan 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 umbi garut, jumlah air, dan jurigen yang digunakan berkapasitas besar yaitu umbi 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  $\geq 90\%$ . 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 leibig*, 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 disimpan 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  
a. Thermocouple  
b. Thermostat  
c. Labu dasar bulat (labu distilasi) berkapasitas 1000 ml  
d. Pemanas listrik berdaya 600 watt  
e. Selang air  
f. Pompa air  
g. Condenser Leibig  
h. Dak penampung air  
i. 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 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 Pupuk NPK Merk PHONSKA

Terhadap Kadar Bioetanol

**Tabel 1.** Data Kadar Bioetanol Hasil Distilasi Berdasarkan Berat Pupuk NPK Merk PHONSKA

No.	Pupuk NPK PHONSKA (gr)	Umbi Garut (gr)	Air (gr)	Ragi (gr)	Fermentasi (hari)	Dis. (jam)	Kadar bioetanol (%)			
							I	II	III	Rata-Rata
1	10	500	1000	14	4	4	23	21	23	23
2	15						30	30	31	30,34
3	20*						46	43	45	44,67
4	25						33	32	33	32,67
5	30						25	25	28	26

**Keterangan:** \* menunjukkan parameter kadar bioetanol tertinggi.

Tabel di atas menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi didapat dengan menggunakan parameter pupuk NPK merk PHONSKA 20 gram yang menghasilkan kadar bioetanol 46% pada percobaan I, 43% pada percobaan II, 45% pada percobaan III, dan kadar bioetanol rata-rata tertinggi 44,67%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK merk PHONSKA yang menghasilkan kadar bioetanol optimal (tertinggi) adalah 20 gram. Semakin sedikit pupuk yang diberikan pada proses fermentasi, maka kadar bioetanol yang dihasilkan cenderung kecil. Semakin banyak pupuk yang diberikan pada proses fermentasi, maka kadar bioetanol yang dihasilkan semakin kecil pula.

- Parameter Berat Pupuk NPK Merk PHONSKA

Terhadap Volume Bioetanol

**Tabel 2.** Data Volume Bioetanol Hasil Distilasi Berdasarkan Berat Pupuk NPK Merk PHONSKA

No.	Pupuk NPK PHONSKA (gr)	Umbi Garut (gr)	Air (gr)	Ragi (gr)	Fermentasi (hari)	Dis. (jam)	Volume bioetanol (ml)			
							I	II	III	Rata-Rata
1	10	500	1000	14	4	4	46	43	45	46
2	15						52	51	54	52,34
3	20*						62	60	63	61,67
4	25						38	34	39	37
5	30						47	46	48	47

**Keterangan:** \* menunjukkan parameter volume bioetanol tertinggi

Tabel di atas menunjukkan bahwa volume bioetanol tertinggi didapat dengan menggunakan parameter pupuk NPK merk PHONSKA 20 gram

yang menghasilkan volume bioetanol 62 ml pada percobaan I, 60 ml pada percobaan II, 63 ml pada percobaan III, dan volume bioetanol rata-rata tertinggi 61,67 ml. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPK merk PHONSKA yang menghasilkan volume bioetanol optimal (tertinggi) adalah 20 gram. Semakin sedikit pupuk yang diberikan, maka volume bioetanol yang dihasilkan cenderung kecil. Semakin banyak pupuk yang diberikan, maka volume bioetanol yang dihasilkan semakin kecil pula.

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

**Tabel 3.** Kadar dan Volume Bioetanol dari Umbi Garut Melalui Distilasi Bertingkat

Distilasi	Volume bioetanol (ml)	Kadar bioetanol (%)
Distilasi I	1064,91	42
Distilasi II	825,90	70
Distilasi III	445,08	91
Distilasi IV	329,39	94

Tabel di atas menunjukkan bahwa pada distilasi I kadar bioetanol 42% dengan volume bioetanol 1064,91 ml dan pada distilasi II kadar bioetanol meningkat 30% menjadi 70% dan volume bioetanol turun sebesar 239,01 ml menjadi 825,90 ml. Hal ini disebabkan karena pada distilasi II ditambahkan garam yang berguna untuk menaikkan titik didih air menjadi 100°C. Distilasi III juga ditambahkan garam lagi dan silica gel pada pangkal *condensor leibig*. Silica gel berfungsi untuk menyerap air sehingga kadar bioetanol meningkat sebesar 21 % menjadi 91% dan volume bioetanol turun sebesar 380,82 ml menjadi 445,08 ml. Pada distilasi III ini bioetanol sudah bisa dianalisis karakteristiknya. Distilasi IV ditambahkan garam dan silica gel pada pangkal *condensor leibig* agar kadar bioetanol meningkat, terbukti kadar bioetanol meningkat sebesar 3 % menjadi 94% dan volume bioetanol turun sebesar 115,69 ml menjadi 329,39 ml. Semakin banyak dilakukan distilasi, maka

kadar bioetanol akan semakin meningkat dan volume bioetanol akan semakin menurun.

- Uji Karakteristik Bioetanol

- Hasil Uji Karakteristik

Pengujian kadar bioetanol umbi garut 94% dilakukan di laboratorium FMIPA–ITS untuk mengetahui nilai kalor diperlukan 100 ml bioetanol umbi garut, untuk pengujian *pour point*, *flash point* dan densitas dilakukan di laboratorium 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 adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.** Perbandingan Karakteristik Bioetanol Murni dengan Bioetanol Umbi Garut

Karakteristik	Bioetanol murni	Bioetanol umbi garut	Satuan
Kadar	100*	94	%
Densitas	0,816*	0,8298	gram/cm <sup>3</sup>
Nilai kalor	6380 *	5965,79	Kcal/kg
Pour point	-114 *	> -30	°C
Flash point	12*	12	°C
Viskositas	0,0141 *	1,2715	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 4.4 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 bioetanol 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/cm<sup>3</sup>, sedangkan densitas bioetanol umbi garut lebih tinggi yaitu 0,8298 gram/cm<sup>3</sup>. 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)

Tabel 4. menunjukkan bahwa *flash point* bioetanol dari umbi garut sama dengan bioetanol murni yaitu 12°C. Hal ini membuktikan bahwa bioetanol dari umbi garut akan mudah terbakar seperti bioetanol murni (kadar 100%). Hal tersebut disebabkan oleh kadar air yang ada pada bioetanol umbi garut cukup sedikit. Semakin rendah *flash point* bioetanol, maka akan makin mudah terbakar dan semakin tinggi *flash point* bioetanol, maka bioetanol tersebut akan semakin sulit terbakar.

- *Pour point* (titik tuang)

Tabel 4. menunjukkan bahwa *pour point* bioetanol dari umbi garut hampir mendekati *pour point* bioetanol murni. *Pour point* bioetanol dari umbi garut yaitu > -30°C, sedangkan untuk bioetanol murni (kadar 100%) sebesar -114°C. Hal ini disebabkan oleh kadar air pada bioetanol umbi garut lebih banyak dibandingkan bioetanol murni. Semakin



kecil *pour point* bioetanol, maka semakin baik digunakan sebagai bahan bakar.

- *Heating value* (nilai kalor)

Tabel 4. menunjukkan bahwa *heating value* bioetanol dari umbi garut sebesar 5965,29 Kcal/Kg, sedangkan untuk bioetanol murni sebesar 6380 Kcal/Kg. *Heating value* bioetanol umbi garut yang dihasilkan hampir mendekati dari *heating value* bioetanol murni. Hal ini menunjukkan bahwa energi yang dihasilkan bioetanol dari umbi garut hampir sama dengan energi yang dihasilkan bioetanol murni. Semakin tinggi nilai kalor bioetanol, maka semakin bioetanol tersebut digunakan sebagai bahan bakar.

- Viskositas

Tabel 4. menunjukkan bahwa viskositas bioetanol dari umbi garut dengan kadar 94% adalah 4,2715 cPs, sedangkan bioetanol murni mempunyai viskositas 0,0141 cPs. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air pada bioetanol umbi garut lebih banyak dibandingkan dengan bioetanol murni. Semakin kecil viskositas bioetanol, maka semakin baik pula digunakan sebagai bahan bakar.

- Studi Kelayakan Ekonomi

- Perhitungan Biaya dan Harga Jual

Total biaya produksi yang dikeluarkan untuk pembuatan bioetanol umbi garut dengan volume 329,39 ml dan kadar 94% sebagai berikut:

- Biaya listrik distilasi = Rp 1.914,00
- Biaya listrik *mixer* = Rp 174,00
- Pembelian bahan baku = Rp 4.000,00
- Gas LPG = Rp 225,00
- Air = Rp. 300,00
- Transportasi = Rp 180,00
- Ragi merk NKL = Rp 4.240,00
- Pupuk NPK merk PHONSKA = Rp 200,00
- Garam = Rp 1.128,00
- Silica gel = Rp 625,00

- Tenaga Kerja = Rp 66.656,00

---

**Total biaya = Rp 79.642,00**

Biaya produksi 329,39 ml bioetanol umbi garut dengan kadar 94% sebesar Rp 79.642,00. Harga per liter bioetanol dari umbi garut ini adalah:

$$\frac{1000 \text{ ml} \times \text{Rp. } 79.642,00}{329,39 \text{ ml}} = \text{Rp. } 241.786,00/\text{liter}$$

Harga bioetanol umbi garut ini adalah Rp. 241.786,00/liter sehingga lebih mahal dibandingkan dengan harga dipasaran saat ini yang mencapai Rp. 42.500,00/liter (Sumber: Toko Tidar Kimia Jl. Tidar 260 Surabaya, bioetanol produksi PTPN XI Lumajang Jawa Timur).

- Potensi Bioetanol Umbi Garut Dalam Skala Industri

Data Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Kementerian Pertanian Indonesia produksi umbi garut di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 100 ton/tahun. 2000 gr umbi garut menghasilkan 329,39 ml dengan kadar bioetanol 94%, maka 1000 gr umbi garut menghasilkan 164,69 ml dengan kadar bioetanol 94%. Umbi garut yang dihasilkan pada tahun 2011 apabila dijadikan bioetanol adalah sebagai berikut:

$$100.000 \text{ kg} \times 164,69 = 16.469.000 \text{ ml} \\ = 16.469 \text{ liter/tahun}$$

Hasil panen umbi garut pada tahun 2011 apabila dijadikan bahan pembuatan bioetanol maka akan menghasilkan bioetanol berkadar 94% sebanyak 16.469 liter/tahun. Ini membuktikan bahwa umbi garut mempunyai potensi cukup besar apabila dijadikan sebagai bahan pembuatan bioetanol untuk skala yang besar.

## PENUTUP

### Simpulan

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

- Variasi terbaik penambahan katalisator pupuk NPK merk PHONSKA yang menghasilkan kadar bioetanol umbi garut paling optimal yaitu pada pemberian pupuk NPK merk PHONSKA sebanyak 20 gram. Pada percobaan I sebesar 46%, percobaan II sebesar 43%, percobaan III sebesar 45%, dan kadar bioetanol rata-rata sebesar 44,67%.
- Variasi terbaik penambahan katalisator pupuk NPK merk PHONSKA yang menghasilkan volume bioetanol paling optimal yaitu pada pemberian pupuk NPK merk PHONSKA sebanyak 20 gram. Pada percobaan I sebesar 62 ml, percobaan II sebesar 60 ml, percobaan III sebesar 63 ml, dan volume bioetanol rata-rata sebesar 61,67 ml.
- Hasil pengujian karakteristik dari bioetanol berbahan baku umbi garut dengan penambahan katalisator pupuk NPK merk PHONSKA sebanyak 80 gram adalah nilai kalori 5965,29 Kcal/kg, *flash point* 12°C, *pour point* > -30°C, viskositas 4,2715 cPs, densitas 0,8298 gr/cm<sup>3</sup>, dan kadar bioethanol 94%.
- Harga 1 liter bioetanol umbi garut dengan penambahan katalisator pupuk NPK merk PHONSKA dengan kadar 94% sebesar Rp. 241.786,00/liter, ini lebih murah dari bioetanol murni yang harganya Rp 42.500,00/liter (sumber: Toko Tidar Kimia Jl. Tidar 260 Surabaya, bioetanol produksi PTPN XI Lumajang Jawa Timur), dan dalam produksi nasional akan menghasilkan bioetanol berkadar 94% sebanyak 16.469 liter/tahun.

#### Saran

Saran yang peneliti sampaikan adalah sebagai berikut:

- Pemberian katalisator pupuk NPK merk PHONSKA pada proses fermentasi, sebaiknya dalam proses fermentasi dan distilasi jangan sampai terjadi kebocoran, karena jika terjadi

kebocoran maka bioetanol yang dihasilkan tidak akan optimal.

- Wadah/tempat fermentasi sebaiknya menggunakan tangki dari *stainless steel*, hal ini untuk mencegah ledakan selama proses fermentasi.
- Penambahan garam dan *silica gel* pada waktu distilasi bertingkat sebaiknya dilakukan dengan hati-hati, dan usahakan sambungan antara *conector* dengan *condensor liebig* tertutup rapat, agar tidak ada bioetanol yang menguap pada saat distilasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Pupuk NPK PHONSKA, (Online), <http://www.petrokimiagresik.com/Pupuk/Phonska.NPK>, diakses pada tanggal 23/02/2013.
- Anonim. Umbi garut, (Online), <http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle>, diakses pada tanggal 23/02/2013.
- Anonim. Distilasi bertingkat minyak bumi, (Online), <http://www.scribd.com/doc/45981025/Pengolahan-Minyak-Bumi-Dengan-Distilasi-Bertingkat>, diakses pada tanggal 24/02/2013.
- Anonim. Bahan bakar, (Online), <http://id.wikipedia.org/wiki/Bahanbakar>.diakses pada tanggal 25/02/2013.
- Anonim. Ragi tape, (Online), <http://fateta.ipb.ac.id/tin/images/stories/jurnal/tesis>, diakses pada tanggal 26/02/2013.
- Hardjono. A. (2001). *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- 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.