

## Pembuatan Bioetanol Dari Tebu Dan Ubi Jalar serta Pengujian Pada Motor Bakar Torak

Jefri Litya<sup>1)</sup>, Iskandar R<sup>1,\*)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

E-mail: [iskandar@ft.unand.ac.id](mailto:iskandar@ft.unand.ac.id)<sup>\*)</sup>

### Abstrak

Berbagai kebijakan telah banyak diterapkan oleh pemerintah untuk mengatasi permasalahan krisis energi, seperti rencana pengurangan penggunaan bahan bakar minyak, serta mendorong upaya penggunaan sumber-sumber energi alternatif. Salah satu penelitian yang dikembangkan akhir-akhir ini yaitu bioalkohol yang juga dikenal sebagai bioetanol. Bioetanol tersebut merupakan bahan bakar nabati yang ramah lingkungan serta merupakan energi yang dapat diperbaharui. Alkohol yang sebagian besar etanol diproduksi dari aksi mikroorganisme dan enzim melalui fermentasi gula dan pati atau selulosa. Bahan nabati tersebut antara lain ubi jalar, tebu atau ampas tebu dimana tebu dan ubi jalar mempunyai kandungan glukosa yang sangat tinggi.

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan ubi jalar dan tebu dapat dijadikan bioetanol atau bahan bakar pengganti bensin dengan kadar perbandingan yang sesuai. Kadar ragi yang sesuai dalam pembuatan bioetanol terhadap tebu dan ubi jalar adalah ragi variasi 3 (30 gram). Volume etanol tebu rata-rata 92,375 ml dengan kadar alkohol 9% pada proses fermentasi serta kadar alkohol 99% setelah proses distilasi sedangkan volume etanol ubi jalar rata-rata 91 ml, kadar alkohol 9% pada proses fermentasi serta kadar alkohol 99% setelah proses distilasi. Performa motor terbaik dengan pembebanan dan tanpa pembebanan diperoleh pada bioetanol tebu dengan komposisi E10 (10% etanol dan 90% bensin).

**Kata kunci :** Alkohol, Bioetanol, Pengujian performa motor

### Abstract

*There are many policies that are used by our government to anticipate the energy crisis, such as the reduction of fuel using, and to push the using of alternative energy. One of the researches much done at this time is the investigation of bioalcohols or known as bioethanols. The bioethanols which are produced from material concernig with plants are good fuel for environment and renewable energy. Alcohols, most commonly ethanol, are produced by the action of microorganisms and enzymes through fermentation of sugars and starches, or cellulose. They can be derived from jawa sweet potato, sugar cane which contents a high glucose.*

*The result of research shows that jawa sweet potato and sugar cane can be used as bioethanols or the alternative of gasoline with suitable composition. A good yeast level in producing bioethanols is the type 3 (30 gram). The volume of ethanol of sugar cane is about 92.375 ml with 9% of alcohol in fermentation process and 99% by distillation process. The volume of ethanol of jawa sweet potato is about 91 ml with 9% of alcohol in fermentation process and 99% by distillation process. The best performance of motorcycle whether by loaded and unloaded is shown in bioethanol with composition E10 (10% ethanol and 90% gasoline).*

**Keywords :** Alcohols, Bioethanol, Performance of motorcycles

## 1. Pendahuluan

Energi memiliki peran penting dan tidak dapat dilepaskan dalam kehidupan manusia. Terlebih, saat ini hampir semua aktivitas manusia sangat tergantung pada energi. Berbagai alat pendukung, seperti peralatan rumah tangga, motor penggerak, dan mesin-mesin industri dapat difungsikan jika ada energi.

Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan dapat menimbulkan masalah krisis energi. Salah satu gejala krisis energi yang terjadi akhir-akhir ini yaitu kelangkaan bahan bakar minyak (BBM), seperti minyak tanah, bensin, dan solar. Kelangkaan terjadi karena tingkat kebutuhan BBM sangat tinggi dan selalu meningkat setiap tahunnya.

Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif yang dipertimbangkan sebagai pengganti bahan bakar atau substitusi minyak bumi. Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar atau *substituent* akan menurunkan emisi gas berbahaya (CO, NO, dan SO<sub>2</sub>) dan menghasilkan gas rumah kaca yang sangat rendah bila dibandingkan dengan pembakaran minyak bumi. Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar tambahan juga dapat menurunkan emisi senyawa organik hidrokarbon, benzena karsinogenik, butadiena dan emisi partikel yang dihasilkan dari pembakaran minyak bumi.<sup>[1]</sup>

Bioetanol dapat dibuat dari bahan yang mengandung gula sederhana, pati, maupun bahan berserat dengan melalui proses fermentasi. Tebu dan ubi jalar merupakan salah satu bahan dasar pembuatan bioetanol yang dimana menghasilkan gula (glukosa) dengan perbedaan, tebu hasil keluaran berupa tetes tebu atau air tebu yang bersifat sukrosa yang tidak membutuhkan proses hidrolisis, sedangkan ubi jalar hasil keluaran berupa pati yang diawali dengan proses pemecahan pati menjadi gula sederhana atau glukosa melalui proses hidrolisis asam atau enzimatis dengan enzim alfa/beta amilase. Kebanyakan pabrik di Indonesia mengambil ampas tebu sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol, yang dimana ampas tebu mengandung sedikit glukosa sehingga perlu melalui proses panjang sehingga dapat olah menjadi biomassa. Pada tugas akhir ini digunakan tebu dan ubi jalar sebagai bahan utama yang dimana tetes (air), batang (pucuk) dan ampas tebu termasuk pada pengolahan.

Bioetanol dapat digunakan untuk bahan bakar pengganti minyak tanah atau pengganti bahan bakar pada motor/mobil. Namun untuk tugas akhir kali ini dilakukan pengujian bioetanol pada sepeda motor. Banyak diketahui bioetanol telah berkembang di beberapa negara berkembang misalkan Brazil yang dimana maksimal menggunakan E85. Namun di Indonesia bioetanol akhir periode 2010 baru terkenal dan mulai dikembangkan yang lebih dikenal dengan biomassa. Karena bioetanol dapat diciptakan dengan berbagai macam bahan, namun tidak semua bahan cocok dan sesuai sebagai pengganti bahan bakar. Maka dilakukan beberapa pengujian ataupun percobaan berdasarkan kadar pencampuran etanol dengan bensin/premium itu dikarenakan Indonesia lebih banyak menggunakan bensin/premium sebagai bahan bakar utama sehingga perlu dilakukan pengujian.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1. Bioetanol

Etanol atau etil alkohol merupakan cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah terbakar, larut dalam air, *biodegradable*, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Alkohol yang diproduksi secara biologi, yang umum adalah etanol. Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) adalah cairan biokimia yang berasal dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme, karena pembuatannya melibatkan proses biologis, produk etanol yang dihasilkan diberi nama bioetanol.<sup>[2]</sup>

### 2.2 Cara Pembuatan Etanol

Secara umum alkohol merupakan etanol dengan rumus kimia C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. Zat cair jernih ini tak berwarna, berbau khas, mudah terbakar dan mudah bercampur dengan air. Proses pengolahan etanol dapat dilakukan dengan dua cara.

#### 1. Sintesis

Pada cara sintesis dilakukan dengan menggunakan reaksi kimia yang mengubah bahan baku menjadi alkohol. Contoh reaksi hidrasi etilena yang merupakan hasil sampingan pada proses penyulingan minyak bumi.

Reaksi:



## 2. Fermentasi

Cara ini dilakukan dengan menggunakan aktifitas mikroba. Bahan yang mengandung karbohidrat harus dihidrolisis terlebih dahulu sebelum difermentasi. Proses pembuatan etanol dengan bahan baku tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat dilakukan dengan dua tahapan yaitu:

### a. Proses Sakarifikasi

Pada tahap ini tepung atau pati diubah menjadi gula sederhana yaitu glukosa dan sebagian fruktosa.

### b. Proses fermentasi alkohol

Pada tahap ini merupakan tahap lanjutan yaitu mengubah glukosa hasil sakarifikasi menjadi etanol dengan melibatkan mikroorganisme.

## 2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan (pemisahan) kandungan yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Ekstraksi merupakan salah satu langkah untuk mendapatkan senyawa dari sistem campuran. Berdasarkan fasanya, ekstraksi dikelompokkan menjadi ekstraksi cair-cair dan padat cair. Ekstraksi cair-cair dilakukan untuk mendapatkan senyawa dalam campuran berfasa cair dengan pelarut lain yang fasanya cair juga. Prinsip dasar pemisahan ini adalah pemisahan senyawa yang memiliki perbedaan kelarutan pada dua pelarut yang berbeda. Ekstraksi padat cair dilakukan bila ingin memisahkan suatu komponen dalam suatu padatan dengan menggunakan suatu pelarut cair.

## 2.4 Fermentasi

Fermentasi merupakan proses mikrobiologi yang dikendalikan oleh manusia untuk memperoleh produk yang berguna, dimana terjadi pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerob. Peruraian dari kompleks menjadi sederhana dengan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan energi.

Fermentasi berdasarkan atas kebutuhan O<sub>2</sub> dibedakan menjadi dua yaitu:

### a. Fermentasi *Aerob* (Proses Respirasi)

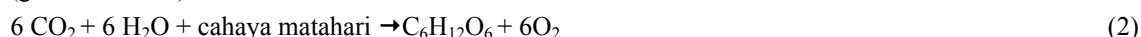
Fermentasi *Aerob* adalah disimilasi bahan-bahan yang disertai dengan pengambilan oksigen. Bahan energi yang paling banyak digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah glukosa. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa menghasilkan air, karbon dioksida dan sejumlah besar energi.

### b. Fermentasi *Anaerob*

Fermentasi *anaerob* adalah fermentasi yang tidak membutuhkan adanya oksigen, beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen. Dari fermentasi tersebut hanya sebagian energi yang dipecah dan sebagian energi yang dihasilkan yaitu air, termasuk asam laktat, asetat, etanol, asam, volatil, alkohol dan ester.

Yang paling berpengaruh terbentuknya bioetanol adalah proses fermentasi. Dikarenakan proses fermentasi merupakan proses perubahan gula yang dilakukan ragi atau bakteri *saccharomyces cerevisiae* berupa proses pelepasan ikatan kimia rantai karbon dari glukosa, fruktosa dan sukrosa. Pelepasan itu dilakukan satu demi satu, kemudian secara kimiawi menjadi etanol, gas karbon dioksida dan menghasilkan panas.

Glukosa (gula sederhana) dihasilkan oleh tumbuhan atau tanaman :



Pada proses fermentasi etanol, glukosa akan dipecah menjadi etanol dan karbon dioksida :



Selama proses fermentasi, ragi atau bakteri *saccharomyces cerevisiae* bekerja pada siang tiada henti yang penting mendapatkan panas sehingga menghasilkan/mengeluarkan panas (kenaikan suhu) pada proses fermentasi atau fermentor.

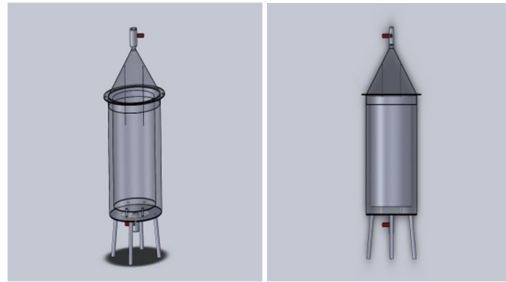
## 2.5 Proses Distilasi

Distilasi atau penyulingan merupakan suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap bahan.

Proses distilasi merupakan proses pemisahan antara alkohol yang tercipta dalam proses fermentasi dengan bahan lain (air, dll) melalui proses penyulingan atau pemisahan dengan cara memanaskan pada suhu 78°C sehingga terjadi penguapan dan mengalir ke wadah berupa etanol cair. Hasil penyulingan masih menghasilkan etanol 95% , untuk mendapat kadar etanol 99% maka harus dilakukan pemisahan kedua (distilasi) dengan cara menambah CaO (kapur tohor) yang berfungsi menyerap kadar air yang tersisa sehingga dapat diperoleh etanol dengan kadar 99%.

### 3. Metodologi

#### 3.1 Pembuatan dan perancangan fermentor bioetanol



Gambar 1. Rancangan fermentor bioethanol

Pada Gambar 1 rancangan fermentor bioetanol memiliki beberapa syarat yang harus dipenuhi sebagai tangki atau wadah dimana menjadi tempat fermentasi yang mengubah bahan dasar/baku menjadi produk biokimia atau tanpa produk sampingan, yaitu :

1. Tahan karat, yang dimana diharapkan mencegah kontaminasi logam selama terjadinya proses fermentasi berlangsung.
2. Harus kuat, untuk sterilisasi berulang kali pada tekanan uap tinggi.
3. Vakum atau kedap udara, karena proses fermentasi yang digunakan adalah fermentasi *anaerob* atau fermentasi tanpa udara/oksigen.

Perancangan fermentor bioetanol ini meliputi tiga komponen, yaitu tangki penampung, tangki bahan dan penutup tangki yang mana ketiga komponen tersebut terbuat dari drum minyak berbahan dasar plat besi. Pemilihan bahan berupa plat besi dikarenakan lebih kuat, mampu menyerap panas atau temperatur tinggi, tidak mudah pecah jika dibandingkan dengan galon berbahan plastik yang dimana kurang kuat atau mudah pecah dan tidak mampu menahan temperatur dan tekanan yang tinggi. Berdasarkan kriteria yang sesuai maka dapat dirancang rancangan fermentor yang dibuat dengan desain pada Gambar 1.

#### 3.2 Prosedur Pembuatan Bioetanol

##### 3.2.1 Pembuatan bioetanol berbahan ubi jalar

Berikut adalah tahap-tahap pembuatan bioetanol berbahan ubi jalar :

1. Siapkan bahan yang akan dijadikan bioetanol, yaitu ubi jalar.
2. Kupas ubi jalar segar. Setelah dibersihkan, dicacah kecil-kecil
3. Keringkan ubi jalar yang telah dicacah, lalu giling kedua bahan tersebut dengan menggunakan mesin giling dan untuk mendapatkan pati ubi jalar yang maksimal maka digunakan *juice extractor*.
4. Lalu, masukkan ke dalam tangki *stainless steel*. Tambahkan air kemudian panaskan hingga 100 °C atau mendidih
5. Dinginkan bubur ubi jalar, lalu masukkan ke dalam tangki fermentor.
6. Beberapa jam kemudian, bubur berubah menjadi dua lapisan : air dan endapan gula. Aduk kembali pati yang sudah menjadi gula, lalu masukkan ke dalam fermentor. Tapi, sebelum difermentasi, pastikan kadar gula larutan pati 2,5-4,5 dengan menggunakan kertas pH. Itu adalah kadar gula maksimum yang disukai bakteri *Saccharomyces* untuk berkembang biak dan bekerja mengurai gula menjadi alkohol. Jika kadar gula lebih tinggi, tambahkan air hingga mencapai kadar yang diinginkan. Apabila sebaliknya, tambahkan larutan gula pasir agar mencapai kadar gula maksimum. Tambahkan pupuk urea dan NPK ke dalam larutan pati. NPK berfungsi sebagai nutrisi ragi.
7. Tutup rapat fermentor untuk mencegah kontaminasi dan bakteri *Saccharomyces* bekerja mengurai glukosa lebih optimal. Fermentasi berlangsung secara *anaerob* Proses fermentasi akan berjalan beberapa jam setelah semua bahan dimasukkan ke dalam fermentor.
8. Setelah 3 hari, larutan pati berubah menjadi tiga lapisan. Lapisan terbawah berupa endapan protein. Dan atasnya adalah air dan etanol. Hasil fermentasi itu disebut bir yang mengandung etanol. Karena fermentor menggunakan sistem seperti distilator dengan memanfaatkan panas matahari melalui prinsip perpindahan panas sehingga etanol tersebut menguap ke sekeliling dinding fermentor sehingga dapat keluar melalui katup bawah fermentor yang membuat fermentor tetap dalam keadaan vakum.
9. Untuk memisahkannya, lakukan distilasi atau penyulingan dengan proses distilasi sederhana. Panaskan campuran air dan etanol pada temperatur 78 °C atau setara titik didih etanol.
10. Setelah proses distilasi, lakukan dehidrasi atau penghilangan air dengan penambahan kapur tohor (CaO) dan diamkan 1-2 hari setelah itu didistilasi lagi.

### 3.2.2 Pembuatan Bioetanol Berbahan Tebu

Dibedakan dari ubi jalar, itu dikarenakan keluaran dari ubi jalar tersebut berbentuk pati sedangkan tebu ialah saripati dalam bentuk cairan/air. Berikut adalah tahap-tahap pembuatan bioetanol berbahan tebu :

1. Penggilingan  
Penggilingan tebu dilakukan agar air/saripati dari tebu dapat keluar dalam berupa air.
2. Penambahan Urea dan NPK  
Urea dan NPK berfungsi sebagai nutrisi ragi. Gerus urea dan NPK ini sampai halus, kemudian ditambahkan ke dalam larutan molasses dan diaduk.
3. Penambahan Ragi  
Bahan aktif ragi roti adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi roti diberi air hangat-hangat kuku secukupnya. Kemudian diaduk-aduk perlahan hingga tampak sedikit berbusa. Setelah itu baru dimasukkan ke dalam fermentor, fermentor ditutup rapat.
4. Fermentasi  
Proses fermentasi akan berjalan beberapa jam setelah semua bahan dimasukkan ke dalam fermentor. Fermentasi selesai/berakhir jika tidak ada gelembung-gelembung air yang dihasilkan pada tahap proses fermentasi.
5. Distilasi  
Untuk memisahkan antara kandungan etanol dan air, lakukan distilasi atau penyulingan. Panaskan campuran air dan etanol pada temperatur 78 °C atau setara titik didih etanol.
6. Dehidrasi  
Setelah proses distilasi, lakukan dehidrasi atau penghilangan air yang dimana menghilangkan air dengan penambahan kapur tohor (CaO) dan diamkan 1-2 hari setelah itu distilasi lagi.

### 3.3 Pengambilan data fermentasi bioetanol

Variasikan proses fermentasi kedua bahan dengan ragi roti perbandingan 10, 20, 30, 40 & 50 gram. Selama proses fermentasi berlangsung, tangki fermentor harus diperiksa dan dilakukan pengambilan data pada waktu siang hari diatas pukul (11.00-15.00 WIB) dan skema proses pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengambilan data proses fermentasi bioethanol

Keterangan pada Gambar 2 :

1. Intensitas matahari ( $E_{glob}$ )
2. Temperatur lingkungan ( $T_1$ )
3. Temperatur tangki penyimpanan ( $T_2$ )
4. Tangki bahan ( $T_3$ )
5. Kapasitas/volume yang didapat (L)
6. Kadar alkohol yang didapat (%)
7. Tekanan ( $kg/cm^2$ )

### 3.4 Pengujian bioetanol pada motor



Gambar 3. Skema Pengujian

Pada Gambar 3 dijelaskan bahwa skema pengujian bioetanol pada motor bakar torak terdiri beberapa bagian, yaitu:

1. Rpm Analog
2. Tangki bahan bakar (Gelas ukur plastik 1000 ml)

Setelah motor dihidupkan, pengujian dapat dilakukan dengan membuka katup gas pada posisi yang diinginkan. Pada prosedur pengukuran prestasi mesin adalah :

- Pengujian performa motor tanpa pembebanan
  1. Setelah dilakukan pemanasan pada mesin selama kira-kira 3-5 menit, kemudian mengatur atau memutar katup gas sehingga putaran awal mesin sebesar 800 rpm setelah stabil dilakukan pengambilan data terhadap parameter sebagai berikut : putaran poros (rpm) terhadap performa motor (lancar/tidak lancar/mati total).
  2. Langkah selanjutnya dengan kenaikan pengaturan penambahan putaran motor sebesar 800 rpm hingga pada putaran 10.000 rpm.
  3. Variasikan pencampuran bahan etanol dengan bensin dengan kadar 10%, 20%, 30% dan 40%.
  4. Setelah selesai, pemutar katup gas dikembalikan pada posisi semula, selanjutnya matikan mesin.
- Pengujian performa motor dengan pembebanan
  1. Setelah dilakukan pemanasan pada mesin selama kira-kira 3-5 menit, kemudian mengatur atau memutar katup gas sehingga putaran awal mesin sebesar 800 rpm setelah stabil dilakukan pengambilan data terhadap parameter sebagai berikut : putaran poros (rpm) terhadap performa motor (lancar/tidak lancar/mati total).
  2. Langkah selanjutnya dengan kenaikan pengaturan penambahan putaran motor sebesar 800 rpm hingga pada putaran 10.000 rpm pada tempat yang memiliki kemiringan sebagai acuan pembebanan pada motor
  3. Variasikan pencampuran bahan etanol dengan bensin dengan kadar 10%, 20%, 30% dan 40%.
  4. Setelah selesai, pemutar katup gas dikembalikan pada posisi semula, selanjutnya matikan mesin.

## 4. Hasil Dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Fermentasi & Distilasi

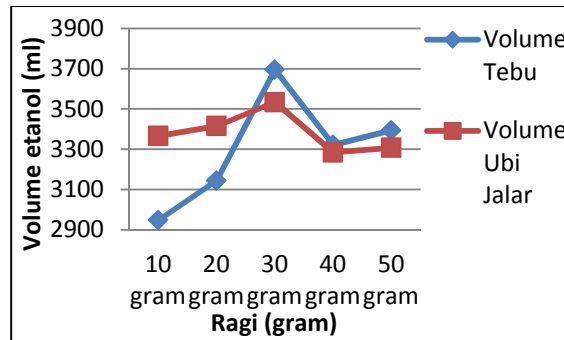
Pada Tabel 1 memperlihatkan hasil fermentasi dan distilasi, yang mana memperlihatkan kadar etanol proses fermentasi dan proses distilasi serta volume etanol secara fermentasi maupun distilasi. Dengan variasi ragi 10 gram hingga 50 gram menunjukkan pengaruh yang sangat signifikan pada hasil yang dicapai baik secara kadar etanol maupun volume etanol.

Tabel 1. Hasil fermentasi dan distilasi

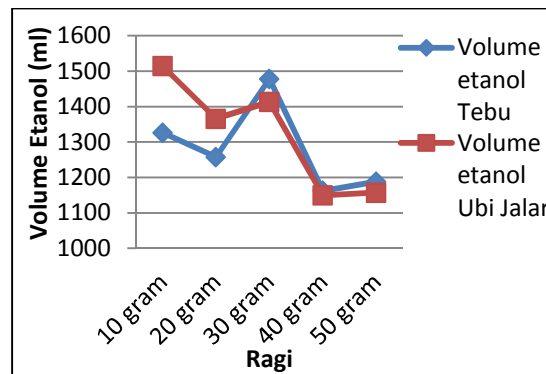
Bioetanol	Kadar etanol	Kadar etanol	Volume etanol	Volume etanol
	Fermentasi (%)	Distilasi (%)	fermentasi (ml)	distilasi (ml)
TB1	9	78	2947	1326.15
TB2	9	82	3144	1257.6
TB3	9	94	3695	1478
TB4	9	99	3321	1162.35
TB5	9	99	3394	1187.9
U1	9	72	3366	1514.7
U2	9	76	3415	1366
U3	9	88	3534	1413.6
U4	9	99	3284	1149.4
U5	9	99	3307	1157.45

4.1.1 Pengaruh Variasi Ragi Terhadap Volume Etanol Pada Tebu & Ubi Jalar

Gambar 4 memperjelaskan bahwa volume etanol berbahan dasar tebu lebih banyak daripada volume etanol berbahan dasar ubi jalar, hal itu disebabkan kandungan gula atau glukosa yang terkandung dari bahan tebu lebih banyak sehingga saat proses fermentasi volume etanol yang didapatkan berbanding sama dengan kandungan glukosa yang terkandung pada bahan yang digunakan. Namun jika ditinjau dari penggunaan variasi ragi, variasi ragi dengan 30 gram lebih maksimal, dikarenakan pada penggunaan ragi yang banyak atau tidak sesuai dengan kadar pembuatan bioetanol, maka ragi tersebut tidak akan terfermentasi dengan sempurna. Maka dari itu setelah penggunaan lebih dari 30 gram ragi, grafik cenderung menunjukkan penurunan volume.



Gambar 4. Volume etanol fermentasi berdasarkan variasi ragi

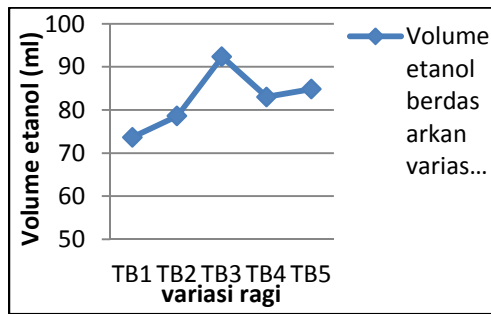


Gambar 5. Volume etanol distilasi berdasarkan variasi ragi

Pada Gambar 5 memperlihatkan volume etanol distilasi berdasarkan variasi ragi dengan bentuk grafik yang turun naik, hal ini disebabkan karena pada Tabel 1 jika dilihat kadar etanol setelah mengalami perlakuan distilasi dari penggunaan ragi 10 gram hingga 50 gram cenderung meningkat dengan range 70-99 %. Namun, terjadinya penurunan volume etanol dikarenakan pada saat fermentasi tidak sempurna dan terdapatnya lebih banyak kandungan air daripada etanol sehingga pada saat perlakuan distilasi yang membuat volume etanol dihasilkan tidak maksimal.

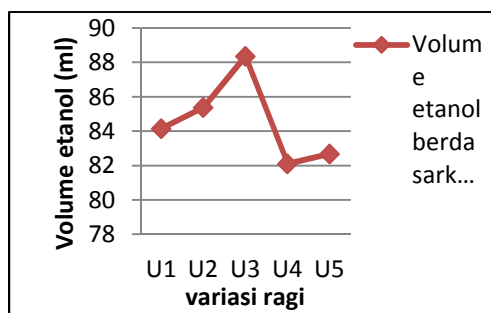
Pada Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan bahwa pengaruh variasi ragi terhadap volume etanol semakin banyak variasi ragi maka volume etanol mengalami pengurangan volume etanol, sedangkan semakin sedikit variasi ragi maka volume etanol mengalami peningkatan. Karena pada saat fermentasi, ragi berperan dalam membantu pemanasan atau pengembangan bakteri *saccharomyces cereviseae* dalam bentuk uap panas dengan proses perubahan glukosa dan fruktosa. Proses perubahan ini dilakukan satu demi satu, kemudian kembali menjadi etanol, gas karbon dioksida, serta panas. Selama proses fermentasi, ragi bekerja terus menerus dengan mengeluarkan panas (kenaikan temperatur). Karena itulah, ragi berperan penting untuk proses fermentasi yang bertugas untuk memperbanyak volume etanol bukan untuk mempercepat proses fermentasi.





Gambar 6. Volume etanol tebu rata-rata berdasarkan variasi ragi

Pada Gambar 6 volume etanol tebu rata-rata berdasarkan variasi ragi dapat dijelaskan dengan variasi 1 volume etanol diperoleh sebanyak 73,675 ml, dengan variasi 2 volume etanol diperoleh sebanyak 78,6 ml, variasi 3 volume etanol di peroleh sebanyak 92,375 ml, variasi 4 diperoleh 83,025 ml, dan variasi 5 volume etanol diperoleh sebanyak 84,85 ml.

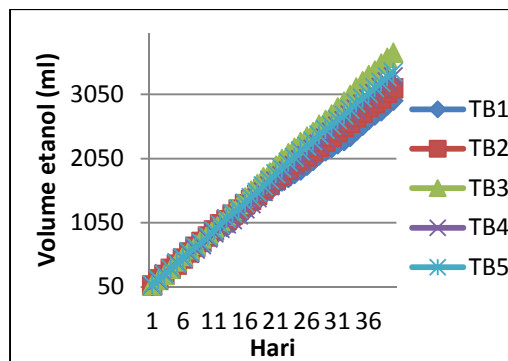


Gambar 7. Volume etanol Ubi Jalar rata-rata berdasarkan variasi ragi

Pada Gambar 7 volume etanol ubi jalar rata-rata berdasarkan variasi ragi dapat dijelaskan dengan variasi 1 volume etanol diperoleh sebanyak 106 ml, dengan variasi 2 volume etanol diperoleh sebanyak 89 ml, variasi 3 volume etanol diperoleh sebanyak 91 ml, variasi 4 diperoleh 88 ml, dan variasi 5 volume etanol diperoleh sebanyak 85 ml.

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 dapat dikatakan bahwa fungsi dari penambahan ragi bukanlah untuk memperbanyak volume tetapi untuk mempercepat terjadinya atau terbentuknya etanol atau alkohol. Jika dibandingkan pada kedua grafik tersebut volume etanol paling maksimum dihasilkan oleh tebu dengan variasi ragi 30 gram dikarenakan tebu mempunyai kadar glukosa lebih tinggi daripada ubi jalar.

Pada pengambilan data volume etanol rata-rata terhadap tebu dan ubi jalar yang digunakan paling efektif terjadi pada penggunaan variasi 3 yaitu 92,375 ml dan 88,35 ml sehingga dapat dikatakan variasi 3 sesuai dengan pembuatan bioetanol tebu maupun ubi jalar.

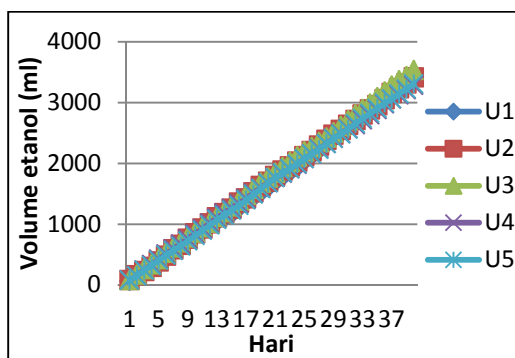


Gambar 8. Jumlah volume etanol tebu berdasarkan hari

Gambar 8 menjelaskan jumlah volume etanol tebu berdasarkan hari yang dimana tebu dengan variasi 30 gram lebih dominan atau banyak daripada variasi lainnya, itu disebabkan karena bahan pembuatan bioetanol yaitu air, tebu, pupuk urea dan NPK terfermentasi sempurna dengan variasi 30 gram. Begitupun terjadi dengan Gambar 9



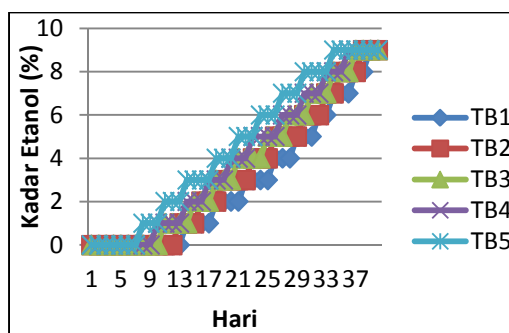
volume etanol ubi jalar dengan variasi 30 gram lebih banyak daripada yang lain namun cenderung rata tiap penambahan volume tiap hari.



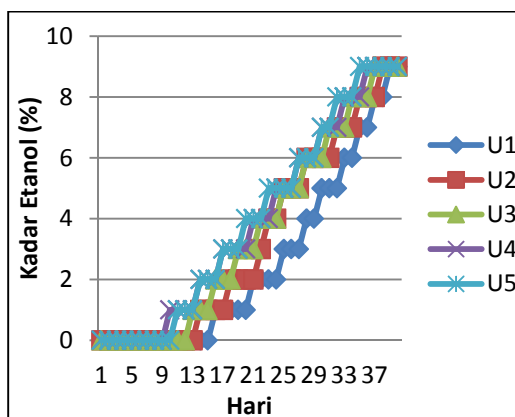
Gambar 9. Jumlah volume etanol ubi jalar berdasarkan hari

#### 4.1.2 Pengaruh Kadar Etanol Berdasarkan Hari

Pada Gambar 10 dan Gambar 11 menjelaskan bahwa pengaruh variasi ragi terhadap kadar etanol memperlihatkan bahwa semakin banyak ragi yang digunakan maka akan mempercepat terjadinya kadar etanol yang terbentuk, begitupun sebaliknya semakin sedikit ragi yang digunakan maka proses terbentuknya kadar etanol semakin lama terlihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Kadar etanol tebu berdasarkan hari

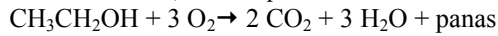


Gambar 11. Kadar alkohol ubi jalar berdasarkan hari

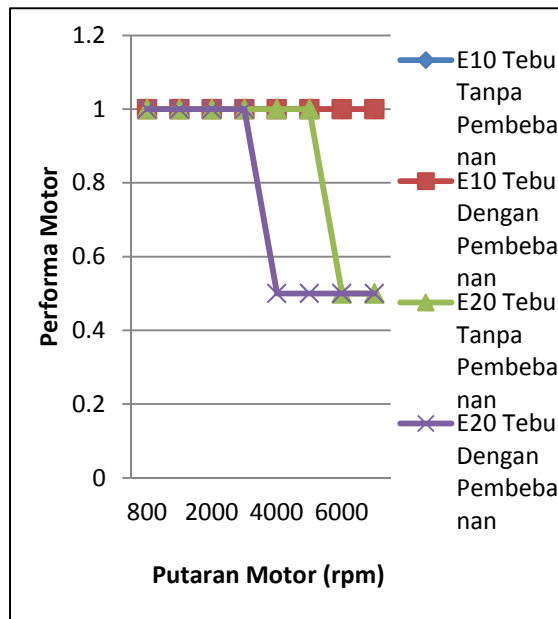
Terlihat pada kedua gambar hampir terjadi pada setiap variasi ragi baik tebu maupun ubi jalar, pada umumnya terbentuk alkohol terjadi sangat cepat jika menggunakan pemanas. Pada penelitian ini menggunakan sumber panas berupa perpindahan panas matahari yang diserap oleh fermentor yang terbuat dari besi dengan memanfaatkan prinsip perpindahan panas. Dengan memanfaatkan panas matahari ini kurang lebih 2 minggu atau 14 hari terbentuk alkohol/etanol.

4.2 Pengujian Performa Motor

Jenis motor yang digunakan pada penelitian ini adalah motor bakar bensin 4 langkah terdiri atas langkah hisap, langkah kompresi, langkah kerja dan langkah buang. Pada penelitian ini digunakan ialah pencampuran bahan bakar bensin dengan bioetanol atau etanol dengan kadar 10% (bensin 90% dan etanol 10% dalam satuan volume (liter) disebut dengan E10, dengan kadar 20% (bensin 80% dan etanol 20% disebut dengan E20, dengan kadar 30% (bensin 70% dan etanol 30% disebut E30, serta dengan kadar 40% (bensin 60% dan etanol 40% disebut E40. Secara kimia, etanol dicampurkan dengan bensin (direaksikan dengan oksigen) maka akan dihasilkan karbondioksida, air dan panas :

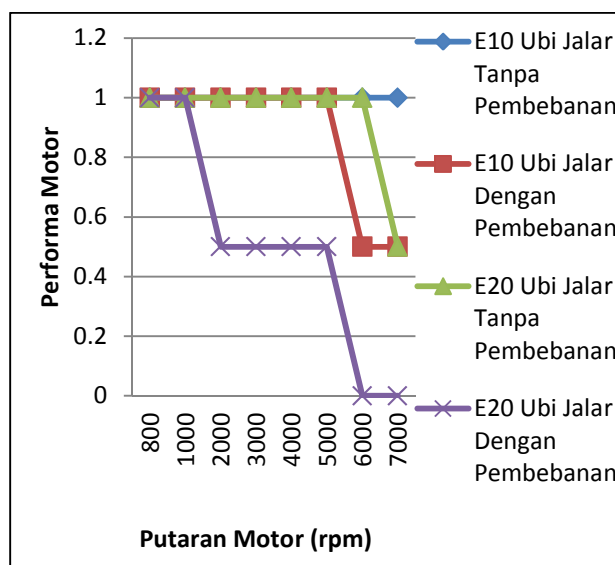


Panas yang dihasilkan pada proses pembakaran tersebut digunakan untuk menggerakkan piston pada motor atau mesin.



Gambar 12. Performa motor dengan E10 & E20 Tebu tanpa pembebanan vs dengan pembebanan

Jika dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13 dibandingkan pada pengujian tanpa pembebanan dan dengan pembebanan, untuk performa motor yang menggunakan E10 & E20 tebu, bioetanol tebu dengan kadar 10 % (10 % etanol + 90 % bensin) dapat dikatakan yang terbaik. Namun setelah penambahan kadar etanol, performa motor mengalami penurunan baik tanpa pembebanan ataupun dengan pembebanan.



Gambar 13. Performa motor dengan E10 & E20 Ubi Jalar tanpa pembebanan vs dengan pembebanan

Ketika dengan penggunaan etanol ubi jalar baik E10 ataupun E20, performa motor terbaik yaitu performa motor dengan etanol ubi jalar E10 tanpa pembebanan. Namun setelah penambahan kadar etanol, performa motor mengalami penurunan baik tanpa pembebanan ataupun dengan pembebanan.

Namun jika pembebanan diasumsikan 0 (nol) maka beberapa faktor penyebab performa motor menjadi menurun, yaitu :

1. Sistem dan waktu pengapian  
Putaran motor semakin tinggi sehingga gesekan pada dinding silinder semakin besar yang menyebabkan proses pembakaran pun menjadi tidak sempurna yang dikarenakan bioetanol/etanol tersebut bersifat mudah atau cepat terbakar sehingga piston tidak memiliki cukup waktu untuk menghisap campuran udara dan bahan bakar secara penuh. Campuran yang masuk ke dalam ruang bakar mulai berkurang sehingga tekanan kompresi menurun serta performa motor pun menurun.
2. Campuran bahan bakar  
Semakin tinggi campuran bioetanol dengan bensin maka konsumsi bahan bakar akibat pembakaran pada piston berkurang dan mengakibatkan performa mesin menurun.

## 5. Penutup

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Ubi jalar dan tebu dapat dijadikan bioetanol atau bahan bakar pengganti bensin dengan sesuai kadar perbandingan.
2. Kadar ragi yang sesuai dalam pembuatan bioetanol terhadap tebu dan ubi jalar adalah ragi variasi 3 (30 gram).
3. Pengaruh kadar etanol yang dihasilkan dipengaruhi oleh berapa banyak ragi yang digunakan. Volume etanol tebu rata-rata 92,375 ml dengan kadar alkohol 9% pada proses fermentasi serta kadar alkohol 99% setelah proses distilasi dan volume etanol ubi jalar rata-rata 91 ml dengan kadar alkohol 9% pada proses fermentasi serta kadar alkohol 99% setelah proses distilasi.
4. Performa motor terbaik dengan pembebanan dan tanpa pembebanan diperoleh pada bioetanol tebu dengan komposisi E10 (10% etanol dan 90% bensin).

## Daftar Pustaka

- [1] Karman, Joni. 2012. *"TEKNOLOGI dan PROSES PENGOLAHAN BIOMASSA"*. Bandung : ALFABETA, CV
- [2] Octaviana, Syafrika. 2011. *"PRODUKSI BIOETANOL DARI LIMBAH TONGKOL JAGUNG DENGAN HIDROLISIS ASAM MENGGUNAKAN Saccharomyces cerevisiae"*. Padang : Universitas Andalas
- [3] Wahyuni, Sri. 2011. *"Menghasilkan Biogas dari Aneka Limbah"*. Bogor : PT AgroMedia Pustaka
- [4] Sri Komarayati & Gusmailina. 2010. *"PROSPEK BIOETANOL SEBAGAI PENGGANTI MINYAK TANAH"*. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
- [5] Hambali, Erliza, dkk. 2007. *"TEKNOLOGI BIOENERGI"*. Ciganjur : PT. AgroMedia Pustaka
- [6] Rochman, Abdul. 2011. *"PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT EKSTRAKSI TEBU SERTA APLIKASINYA DALAM PROSES PENGOLAHAN BIOETANOL"* Depok : Universitas Gunadarma
- [7] Pribadi, Rangga Agung. 2011. *"PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PROSES FERMENTASI PEMBUATAN BIOETANOL"*. Depok : Universitas Gunadarma
- [8] Litya, Jefri & Kelompok 9. 2012. *"LAPORAN AKHIR PRESTASI MESIN 2012/2013"*. Padang : Laboratorium Motor Bakar & Otomotif dan Laboratorium Teknik Pendingin
- [9] Maksum, Hasan, dkk. 2012. *Teknologi Motor Bakar*. Padang : UNP PRESS
- [10] <http://isroi.com/2008/12/19/mengukur-kadar-bioetanol/>
- [11] Hadinugraha, Indra. 2013. PEMBUATAN BIOETANOL DARI ALGA COKLAT TURBINARIA CONOIDES DENGAN METODE SAKARIFIKASI FERMENTASI SIMULTAN. Padang : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Andalas
- [12] Abidin, Rusdy. 2009. MEMBUAT BENSIN DARI UBI. Jakarta : Bentara Cipta Prima
- [13] Abidin, Rusdy. 2009. MEMBUAT BENSIN DARI SINGKONG. Jakarta : Bentara Cipta Prima

- [14] Sofyan, Putra. 2013. PANDUAN MEMBUAT SENDIRI BENSIN & SOLAR. Sleman Yogyakarta : Pustaka Baru Press
- [15] Nugroho, Triadi. 2013. PELUANG BESAR USAHA MEMBUAT BENSIN & SOLAR D'ARI BAHAN NABATI. Sleman Yogyakarta : Pustaka Mahardika