

## ETANOL DARI UMBI KAYU DAN KARAKTERISASI CAMPURANNYA DENGAN BENSIN SEBAGAI SUBSTITUSI BENSIN

Sukamta<sup>1</sup>, David Kustanto<sup>2</sup>, Tri Nuri Yanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 11 Nopember 2009, revisi masuk : 24 Desember 2009, diterima: 13 Januari 2010

### ABSTRACT

*The mixture of ethanol and gasoline which is called bioethanol could be an alternatif for fuel. An ethanol could be made of cassava. This article discusses a further development of ethanol production and its blend with gasoline and its characterization as a fuel. The experimental work was divided into three steps, i.e. material preparation, fermentation, and finally distillation at 80, 95 and 110 °C. The distillation resulted a 95% ethanol and the conversion of carbohydrate to ethanol was about 93- 98%. The analysis results of the blend of gasoline and ethanol such as kinematic viscosity 100 °F at temperatures of 40 and 60 °C was 8,645 cSt dan 8,151 cSt respectively and the specific gravity at temperatures of 40 and 60 °C 0,7472 dan 0,743 respectively. The flame test of the blending of gasoline: ethanol volume of 9:1 and the 100 % gasoline results showed that the flame of bioethanol (9 :1) was about 39-40 second which was 4-6 second longer than the 100 % gasoline that the flame was about 34-35 second.*

**Keywords:** ethanol, cassava, bioethanol, gasoline

### INTISARI

Bioetanol dapat menjadi bahan bakar alternatif, dengan mencampurkan etanol dengan bensin. Etanol dapat dibuat dari beragam bahan, salah satunya umbi kayu. Tulisan ini membahas pembuatan etanol dari umbi kayu, kemudian dilanjutkan dengan pencampuran etanol hasil dengan bensin dan karakterisasi campuran hasilnya. Penelitian yang telah dilakukan dibagi ke dalam tiga tahap, dengan tahap pertama adalah penyiapan bahan baku, tahap kedua adalah proses fermentasi dan tahap terakhir adalah proses destilasi dengan suhu reaksi 80, 95 dan 110 °C. Pada proses destilasi ini telah dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95 % volume dengan konversi karbohidrat sebesar 93-98 %. Hasil analisa Viskosity Kinematik pada 100 °F pada Suhu 40 dan 60 °C berturut-turut adalah 8,645 cSt dan 8,151 cSt sedangkan specific gravity pada suhu 40 dan 60 °C berturut-turut 0,7472 dan 0,743. Dari hasil analisa uji nyala api menunjukkan setelah dilakukan pencampuran dengan perbandingan volume bensin + etanol (9:1) dengan bensin 100 % membuktikan waktu nyala api Bioetanol Volume (9 :1) rata-rata sebesar 39-40 detik lebih lama menyala dibanding dengan bensin 100 % yang menyala rata-rata 34-35 detik. dengan selisih sekitar 4-6 detik.

**Kata kunci:** ethanol, umbi kayu, bioethanol, bensin

### PENDAHULUAN

Kendaraan yang diidamkan banyak orang adalah hemat energi dan ramah lingkungan. Salah satu energi berbahan bakar minyak yang banyak digunakan adalah bensin, baik untuk kendaraan bermotor atau mesin penggerak.

Kebutuhan akan bahan bakar bensin setiap tahunnya mengalami peningkatan, seiring dengan penggunaan mobil dan motor sebagai sarana transportasi. Namun demikian, cadangan minyak bumi dunia terbatas, sehingga dalam waktu dekat, harus ditemukan bahan bakar yang bisa menjadi

<sup>1</sup> [sukamta@gmail.com](mailto:sukamta@gmail.com)

pengganti BBM atau setidaknya-tidaknya perlu dilakukan upaya-upaya penghematan (Sukamta, dkk., 2008). Merupakan salah satu alternatif penghematan energi adalah dengan bioetanol, yaitu bahan bakar alternatif, dengan mencampurkan etanol pada bensin (Kodera, 2007). Bahan baku yang digunakan untuk membuat etanol adalah bahan berpati seperti dari umbi kayu, umbi gembili, sagu, jagung (Dewi, (2007), Sungkono, (2007), Lestari (2007), Nelly, (2006) dan Triwiyono (1983)).

Penambahan bahan etanol ke dalam bensin telah diketahui efektif sebagai bahan pembentuk oxygenated atau bahan bakar dengan ikatan karbon-hidrogen-oksigen. Biasanya timbal, aromatik, olefin/diolefin serta butan menjadi bahan kimia pencampur yang digunakan. Sayangnya, dampaknya kian terlihat; timbal terbukti menurunkan intelegensia anak, benzen penyebab kanker. Oleh karena itu sangat penting mengganti bahan-bahan kimia itu dengan bahan yang ramah lingkungan. Hasil uji dari lab Balai TMP BPPT, bioetanol terbukti memiliki karakteristik yang lebih baik (Triwiyono, 1983).

Sejarah penggunaan Alkohol sebagai bahan bakar kendaraan, dimulai dari Samuel murey pada tahun 1826 mengembangkan mesin dengan bahan bakar alkohol dan terpentin. Nicholas otto pada tahun 1860 menggunakan alkohol sebagai salah satu bahan bakar mesin. Pada tahun 1908 hendry ford memproduksi model T dimana mobil dapat mempergunakan bahan bakar alkohol atau bensin, atau kombinasi dari keduanya.

Etanol sebagai campuran bahan bakar kendaraan memiliki prospek bagus karena jumlah cadangan minyak yang semakin berkurang. Etanol ini berfungsi sebagai penambah volume BBM, sebagai peningkat angka oktan, dan sebagai sumber oksigen untuk pembakaran yang lebih bersih pengganti *methyl tertiary-butyl ether* (MTBE). Karena etanol mengandung 35 persen oksigen, ia dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Etanol juga ramah lingkungan karena emisi

gas buangnya memiliki kadar rendah akan karbon monoksida, nitrogen oksida, dan gas-gas rumah kaca yang menjadi polutan. Etanol juga mudah terurai dan aman karena tak mencemari air.

Berbagai macam alternatif lain untuk hemat energi yang ada diindonesia antara lain, bioetanol yang berasal dari bahan-bahan dengan kandungan karbohidrat tinggi, seperti umbi kayu dan jagung. Bioetanol ( $C_2H_5OH$ ) adalah cairan biokimia dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan dari mikroorganisme (Henke, et al., 2006). Keunggulan bioetanol antara lain, meningkatkan bilangan oktan yang dapat menggantikan TEL sebagai aditif, sehingga mengurangi emisi logam berat timbal, menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna dengan mengurangi emisi karbon monoksida, mengurangi emisi gas buang karbon dioksida hingga 40-80%, dan senyawa sulfur (mengurangi hujan asam), sehingga selain dapat melakukan penghematan pada bensin, bioetanol juga ramah lingkungan (Kodera, 2007).

Berbagai umbi-umbian yang diketahui bisa menjadi bahan pembuatan etanol antara lain: Ubi Jalar, (Sastrapadja, 1997), Ubi Kayu (*Mannihot esculenta*), (Soemartono, 1998), Ubi Gembili (*Dioscorea esculenta*), (Dewi, 2007), Ubi Talas (*Colocasia esculenta*), (Sastrapadja, 1997), Ubi Kelapa (*Dioscorea alata*), dan Ubi Garut (*Marantha arundinaceae*), (Sastrapadja, 1997).

Bahan bakar berikutnya yang bisa dibuat adalah biodiesel yakni bahan bakar motor diesel yang berupa ester alkil/alkil asam-asam lemak (biasanya ester metil) yang dibuat dari minyak nabati melalui proses trans atau esterifikasi (Sukamta dkk., 2008). Istilah biodiesel identik dengan bahan bakar murni. Campuran biodiesel (BXX) adalah biodiesel sebanyak XX % yang telah dicampur dengan solar sejumlah 1-XX %. Keunggulan bioetanol dan biodiesel diantaranya: *Biodegradable* (dapat terurai oleh lingkungan), meminimalisir emisi gas rumah kaca, mempertinggi efisiensi mesin, mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

Biofuel yaitu bahan bakar dari

sumber hayati (*renewable energy*). Apabila dimaksudkan untuk pengganti BBM, maka biofuel merupakan salah satu bentuk energi dari biomassa dalam bentuk cair, seperti biodiesel, bio-ethanol dan biooil. Biofuel (bf) didefinisikan sebagai bahan bakar yang bersumber atau diolah dari makhluk hidup seperti tumbuhan atau organisme hidup (Kodera, (2007) dan Li dan Khraisheh, (2008), Hiroshi, (2006)). Sekarang ini, bf juga bisa diproduksi dari sistem pengolahan metabolisme hewan, seperti kotoran sapi. Dengan demikian, biofuel merupakan jenis sumber energi yang bisa diperbarui atau tergantikan (*renewable*) yang berbeda dengan sumber alam lain seperti minyak bumi, batu bara atau nuklir yang bisa habis (*unrenewable*).

Bensin merupakan salah satu produk hasil penyulingan minyak bumi, yang mengandung senyawa hidrokarbon yang merupakan campuran homolog alkana dari pentana sampai dodekana. Untuk mendapatkan bensin yang berkualitas tinggi, ada sifat-sifat yang paling penting untuk bensin motor, yaitu sifat kemudahan menguap (*volatilitas*) dan sifat anti ketukan. Sifat anti ketukan dari bensin berhubungan dengan angka oktan. Semakin tinggi angka oktan maka semakin tinggi pula kemampuannya untuk menambah ketukan. Salah satu cara menaikkan angka oktan bensin adalah menambahkan aditif yang jenis dan jumlahnya tertentu. Nilai oktan bensin adalah 87-88, sedangkan nilai oktan bioetanol adalah 113 (Robson, 2007). Sehingga apabila kedua bahan tersebut dicampur maka akan meningkatkan nilai angka oktan, contoh penambahan bioetanol 3 % akan meningkatkan nilai angka oktan menjadi 92-94. Makin tinggi bilangan oktan, bahan bakar makin tidak tahan untuk tidak terbakar sendiri sehingga menghasilkan kestabilan proses pembakaran untuk memperoleh daya yang lebih stabil. Indonesia memproduksi 2 macam bensin motor, yaitu Bensin premium memiliki angka oktan min 87 warna kuning, dan Bensin super memiliki angka

oktan min 98 warna merah (Sungkono, 2007). Salah satu bahan untuk dicampur dengan bensin untuk menghemat energi adalah etanol (Kodera, 2007, Henke, et al., 2006). Etanol atau etil alkohol ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) adalah salah satu cairan tak berwarna dengan bau khas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan kosmotik, obat-obatan, pelarut, antiseptik, maupun bahan bakar kimia organik (Dewi, 2007).

Etanol dapat dibuat dengan fermentasi dari bahan yang mengandung gula misalnya nira, legen tets (molase) dan dari hasil tanaman yang mengandung pati (karbohidrat) seperti jagung, sorghum, kentang, dan singkong. Bisa juga dari bahan berserat seperti selulose dan sulphite liquor (Nelly, 2006, Kodera, 2007).

Produksi global bioetanol mencapai 33 juta L di tahun 2004, dengan pertumbuhan rata-rata 12% dalam lima tahun terakhir, dengan produsen utama adalah Brazil, USA, EU, dan China. Brazil menghasilkan 38% bioetanol dunia dari tetes tebu, sementara USA memproduksi 32% dengan bahan utama gandum (Kodera, 2006).

Masa depan bioetanol tampak prospektif. Namun demikian, karena bahan baku yang ada sebagian besar masih menggunakan bahan makanan pokok, maka perluantisipasi perkembangan cepat ini dengan investigasi bahan-bahan lain yang kurang difungsikan sebagai makanan pokok seperti umbi kayu. Dengan demikian, masih terdapat ruang yang luas untuk pengembangan proses produksi bioetanol agar lebih efektif dan tidak mahal, serta tidak bersaing dengan pemenuhan kebutuhan pangan dunia (Miedl, et al., 2007, Ahring dan Langvad, 2008). Artikel ini menggambarkan pengembangan lebih lanjut proses produksi bioetanol menggunakan bahan baku umbi kayu dan komposisi pencampurannya dengan bensin dan karakterisasinya sebagai bahan baker pengganti bensin.

Dengan menggunakan enzim-enzim hidrolase, bahan yang mengandung pati, serat sukrosa, dan oligosakarida lainnya dapat dihidrolisis menjadi gula sederhana yang siap difermentasikan. Sebagian besar etanol atau alkohol dihasilkan dengan inokulum ra-

gi tape yang mengandung jamur berdaya amilolitik tinggi dan khamir yang tinggi daya produksi alkohol. Waktu fermentasi 4-6 hari, bergantung pada konsentrasi dan komposisi sakarida, unsure nutrisi inhibitor, pH, dan suhu selama proses berlangsung. Suhu optimal untuk proses fermentasi alkohol adalah 31-33 °C (Trisyanto, 2005).

Ubi kayu merupakan sumber energi yang lebih tinggi dibanding padi, jagung, ubi jalar, dan sorgum (Soemartono, 1998), oleh karenanya juga memiliki potensi lebih besar untuk diubah menjadi etanol, selain saat ini sudah tidak menjadi bahan makanan pokok namun belum optimum pemanfaatannya. Potensi singkong sebagai sumber etanol dibandingkan dengan bahan-bahan lain dapat dilihat di Tabel 1 (harnowo, 2007):

Tabel 1. Potensi berbagai bahan yang bisa dibuat etanol

Sumber Karbohidrat	Hasil Panen Ton/ha/th	Perolehan Alkohol	
		Liter/ton	Liter/ha/th
Singkong	25	180	4500
Tetes	3,6	270	973
Sorgum Bici	6	333,4	2000
Ubi Jalar	62,5*	125	7812
Sagu	6,8\$	608	4133
Tebu	75	67	5025
Nipah	27	93	2500
Sorgum Manis	80**	75	6000

Ket: \*= panen 2 ½ kali /tahun

\*\* = panen 2 kali /tahun \$= sagu kering

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa bahan baku dari bioetanol yang paling layak adalah tebu dan singkong. Tebu mengandung kadar gula 20,5 persen. Sayangnya, Indonesia masih kekurangan produksi tebu untuk menghasilkan gula pasir. Singkong menjadi alternatif paling menarik untuk dibuat etanol. Selain itu, singkong juga mudah ditanam dan produktif dengan potensi etanol per liter/ha/ tahun termasuk cukup tinggi.

Komponen utama umbi kayu

yang dapat diubah menjadi etanol melalui proses fermentasi adalah karbohidrat (pati). Pati (Amilum) bila terhidrolisis sempurna akan menghasilkan glukosa. Adapun kandungan pati dan komposisi umbi kayu dapat dilihat di Tabel 2 berikut (Harnowo, 2007):

Tabel 2. Komposisi umbi kayu

No	Komposisi	Kandungan (mg)
1	Kalori	146
2	Protein	1,2
3	Lemak	0,3
4	Karbohidrat	34,7
5	Kalsium	33
6	Fosfor	40
7	Besi	0,7
8	Vitamin A	0
9	Vitamin B	0,06
10	Vitamin C	30
11	Air	62,5

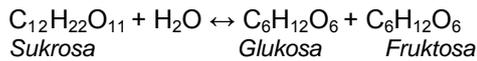
Pada pembuatan etanol, ada 2 macam proses yang mesti dikerjakan, yakni:

a) Proses fermentasi, yakni proses perombakan gula oleh aktivitas ragi, dimana ikatan kimia rantai karbon dari glukosa dan fruktosa dilepas satu demi satu dan dirangkai secara kimiawi menjadi molekul ethanol dan gas karbon dioksida serta menghasilkan panas. Ragi sendiri termasuk jasad renik keluarga vegeta, ragi akan mengeluarkan enzyme yang sangat complex yang mampu melakukan perombakan monosakarida menjadi ethanol dan carbon dioksida.

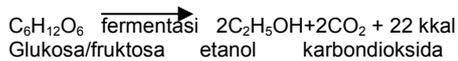
Ragi adalah fungi ekasel (uniselular) yang beberapa jenis spesiesnya umum digunakan untuk membuat roti, fermentasi minuman beralkohol, dan bahkan digunakan percobaan sel bahan bakar. Kebanyakan ragi merupakan anggota divisi Ascomycota, walaupun ada juga yang digolongkan dalam Basidiomycota. Beberapa ragi, seperti *Candida albicans*, dapat menyebabkan infeksi pada manusia (kandidiasis). Lebih dari seribu spesies ragi telah diidentifikasi. Ragi yang paling umum digunakan adalah khamir (*Saccharomyces cerevisiae*), yang dimanfaatkan untuk produksi anggur, roti, dan

bir sejak ribuan tahun yang silam (Winarno, 2005). Adapun jenis ragi untuk proses pembentukan etanol adalah *saca-rimeses C* (Sulaiman, 2008).

Proses hidrolisis dari karbohidrat menjadi monosakarida berjalan sebagai berikut (Sulaiman, 2008):



Selanjutnya monosakarida (*glukosa dan fruktosa*) selama fermentasi akan dirombak menjadi alcohol/ etanol dan gas karbon dioksida serta panas.



Proses Destilasi menghasilkan Fermentasi berupa larutan alkohol yang perlu dipisahkan dari air dan fraksi padat lainnya dengan cara distilasi (penyulingan). Etanol larut dalam air secara proporsional, dan terdapat titik azeotrop, maka biasanya dapat dihasilkan etanol sampai kemurnian 95% ( 5% air v/v). (Sulaiman, 2008).

Upaya untuk memproduksi etanol dengan lebih efisien dan komposisi pencampurannya dengan bensin masih perlu ditingkatkan terus. Beberapa Penelitian terdahulu mengenai alternatif hemat energi dengan bioetanol (bensin + etanol) diantaranya : Menurut Dewi, (2007), melakukan penelitian mengenai tanaman umbi gembili yang diubah menjadi alkohol melalui proses fermentasi. Pembuatan alkohol dari bahan ini dilakukan melalui proses sakarifikasi secara biologi, yang dilakukan dengan menambahkan ragi tape pada substrat. Alkohol dari umbi gembili yang diperoleh telah ditambahkan dengan bensin untuk diuji nyala apinya. Dari tiga kali percobaan yang diadakan, dengan perbandingan volume bensin : etanol 7 : 3, rata-rata perbedaan lama nyala api antara penggunaan bahan bakar bensin plus etanol umbi gembili dengan penggunaan bensin biasa adalah 4,67 detik dan dapat menghemat energi sebanyak 13,39 persen.

Menurut Sungkono, (2007), melakukan penelitian mengenai kemampuan bioetanol (bensin + etanol) untuk meningkatkan nilai angka oktan dan pengaruhnya terhadap kinerja mesin. Nilai oktan bensin adalah 87-88, sedangkan nilai oktan bioetanol adalah 117. Penambahan bioetanol 3% telah meningkatkan nilai angka oktan menjadi 92-94.

Menurut Triwiyono, (1983), untuk mengembangkan riset bioetanol dari singkong. Proses pembuatan bioetanol dari umbi kayu ini melalui beberapa tahap. Pada proses fermentasi telah dihasilkan kandungan etanol 8-12%.

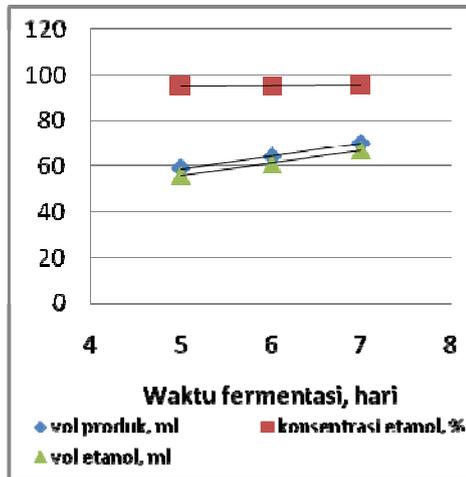
Menurut Lestari, (2007), dalam penelitiannya mengenai dampak penggunaan bioetanol terhadap lingkungan, menemukan bahwa bioetanol menurunkan emisi sehingga menekan polusi udara. Beberapa zat polutan yang turun emisinya antara lain karbonmonoksida dan nitrogen oksida. Penambahan bioetanol 10%, telah menekan emisi buangan karbonmonoksida hingga 70%. Semakin tinggi kadar campuran bioetanol, kian rendah emisi karbonmonoksida. Penambahan bioetanol ke bensin, efektif membentuk oxygenated atau bahan bakar dengan ikatan karbon-hidrogen-oksigen yang mengurangi polusi udara terutama emisi karbonmonoksida.

Dari penelitian-penelitian di atas, tampak bahwa umbi kayu memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi etanol. Walaupun demikian, untuk mengarah kepada produksi yang lebih masal, diperlukan penelitian lebih mendalam untuk menguji berbagai faktor yang berpengaruh. Artikel ini membahas beberapa hal pokok, antara lain, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses produksi etanol dari ketela pohon, seperti waktu fermentasi, waktu destilasi, suhu destilasi dan variable bahan; pengaruh pencampuran etanol yang dihasilkan pada bensin dengan tolok ukur pengujian viskositas kinematik, *Spesific gravity*, dan waktu nyala api.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan analisis atas proses pembuatan etanol dari umbi kayu dan hasil pencampuran etanol yang dihasilkan

dengan bensin, disajikan dalam Gambar 1 hingga 8 berturut-turut.

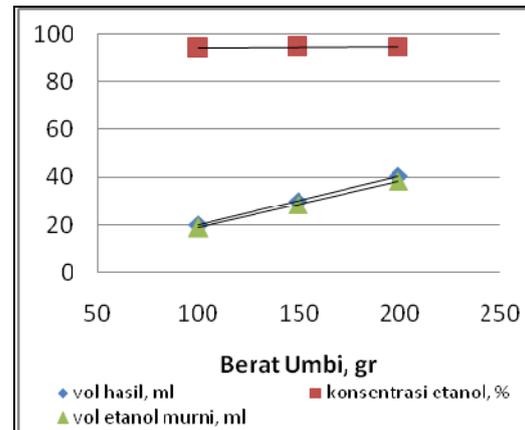


Gambar 1. Hubungan antara waktu fermentasi (hari) terhadap volume produk (ml), konsentrasi etanol (%) dari proses distilasi dan etanol murni (ml) yang dihasilkan dengan berat umbi 300 gr dan temperatur fermentasi pada suhu kamar dan temperatur distilasi pada 90°C.

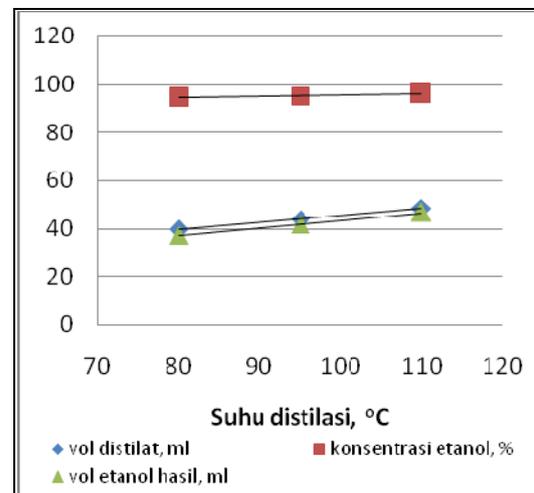
Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi, semakin besar volume hasil yang diperoleh untuk berat bahan baku yang sama. Dengan suhu distilasi yang sama, konsentrasi etanol yang dihasilkan kurang lebih sama, sehingga volume etanol hasil semakin besar karena penambahan volume hasil. Waktu yang lama memberikan kesempatan kepada ragi untuk melakukan fermentasi lebih sempurna, sehingga semakin lama waktu fermentasi, sampai batas tertentu, dihasilkan etanol yang lebih banyak.

Dari Gambar 2 dapat diketahui, bahwa penambahan massa umbi kayu memberikan volume hasil yang semakin besar. Dengan suhu distilasi yang sama, maka presentase konsentrasi etanol kurang lebih sama. Adapun volume etanol hasil semakin besar lebih dikarenakan volume hasil yang semakin besar seiring dengan penambahan massa bahan baku. Waktu 5 hari cukup untuk memung-

kinkan proses berjalan baik sehingga penambahan massa bahan baku diikuti dengan penambahan hasil yang signifikan.



Gambar 2. Hubungan antara berat umbi terhadap volume hasil (ml), konsentrasi etanol hasil distilasi dan volume etanol murni yang dihasilkan, dengan waktu fermentasi selama 5 hari dan suhu distilasi 90°C



Gambar 3. Hubungan antara suhu distilasi dengan volume distilat (ml), konsentrasi etanol (%), dan volume etanol murni (ml) dengan berat umbi kayu 200 gr dan waktu fermentasi selama 5 hari

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa kenaikan suhu destilasi membuat volu-

me distilat meningkat, dan konsentrasi etanol juga mengalami sedikit peningkatan, sehingga jumlah etanol yang dihasilkan juga ikut meningkat. Hal ini disebabkan kenaikan suhu destilasi membuat jumlah etanol yang menguap semakin banyak karena kecepatan penguapan etanol lebih besar dibandingkan air.

Dari Tabel 3 tampak bahwa pada penelitian ini telah terjadi perbaikan dari penelitian terdahulu dengan indikasi sedikit kenaikan konversi. Pada penelitian ini (variable bahan, waktu fermentasi, suhu destilasi) didapatkan konversi etanol sebesar 93,06– 98,63 %, sedangkan pada penelitian sebelumnya (variable waktu fermentasi & suhu destilasi) didapatkan suatu konversi etanol sebesar 92,91- 98,39%.

Selanjutnya, dibuat perhitungan konversi reaksi fermentasi dan perbandingannya dengan hasil penelitian yang lain dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

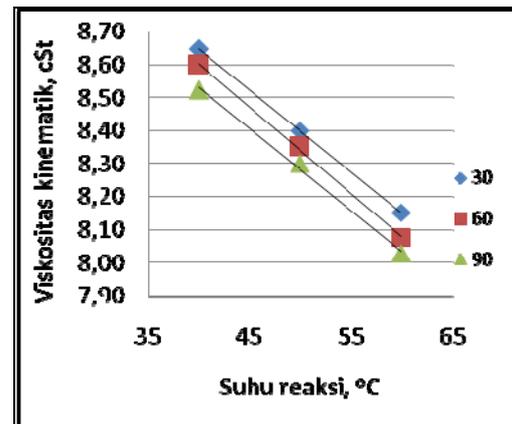
Tabel 3. Perbandingan konversi reaksi yang diperoleh dalam penelitian dengan penelitian terdahulu.

Variabel	Penelitian Dewi (2007)	
	Konversi etanol (%)	
Massa bahan 100 gram	93,840	
Waktu fermentasi 5 hari	93,147	93,110
Suhu destilasi 95°C	95,776	95,557

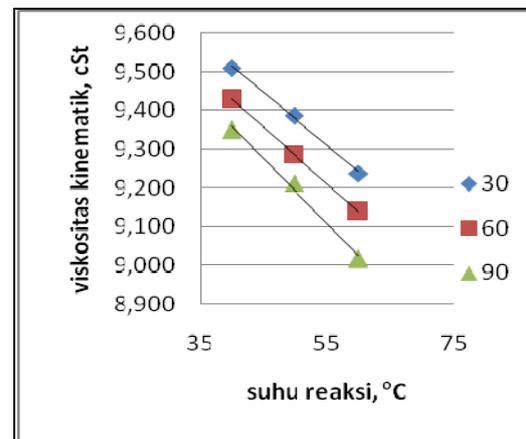
Etanol yang dihasilkan kemudian dicampurkan ke dalam bensin dengan perbandingan bensin: etanol masing-masing, 9:1 dan 8:2. Bahan campuran ini kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui sifat-sifat dan kesesuaiannya masing-masing sebagai bahan bakar kendaraan bermotor. Pada pembuatan bioetanol dari bensin dan etanol umbi kayu dengan perbandingan volume bensin : etanol 9:1 diperoleh hasil dalam Gambar 5, 6, 7, dan 8.

Viskositas kinematik merupakan ukuran dari kekentalan cairan. Pengujian

viskositas kinematik bioetanol akan memberikan lebih banyak informasi tentang bagaimana bahan bakar akan bekerja dalam mesin.

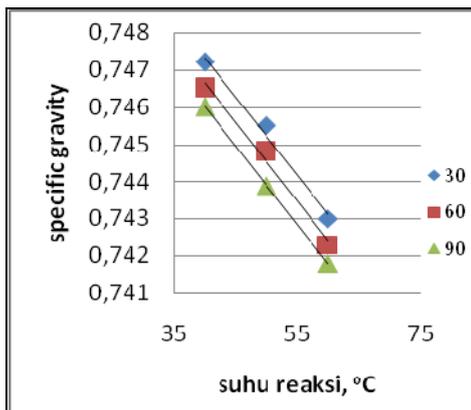


Gambar 4. Hubungan antara viskositas kinematik bioetanol dengan suhu reaksi pada berbagai variasi waktu pengadukan, dengan perbandingan bensin: etanol= 9:1, volume bioetanol= 100 ml, kecepatan pengadukan = 500 rpm, waktu pengadukan = 30, 60, 90 menit.



Gambar 5. Hubungan antara viskositas kinematik bioetanol dengan suhu reaksi pada berbagai variasi waktu pengadukan, perbandingan bensin: etanol= 8:2, volume bioetanol= 100ml, kecepatan pengadukan = 500 rpm, waktu pengadukan = 30, 60, 90 menit

Semakin kecil viskositas kinematik, maka bahan bakar akan semakin encer. Hasil analisa Viskosity kinematik bioetanol dengan perbandingan campuran 9:1 dan 8:2 yang divariasi waktu pengadukan pada berbagai suhu masing-masing disajikan pada Gambar 4 dan 5 berturut-turut. Kedua grafik menunjukkan tren yang sama, yaitu bahwa kenaikan suhu dan waktu reaksi menyebabkan viskositas kinematik semakin kecil. Hal ini karena sifat dasar fluida yang menunjukkan semakin tinggi suhu, semakin encer dan semakin lama waktu pengadukan, semakin homogen maka bioetanol yang dihasilkan akan semakin encer. Semakin encer suatu fluida semakin mudah mengalir, sehingga untuk bahan bakar ini, lebih mudah dipompa.



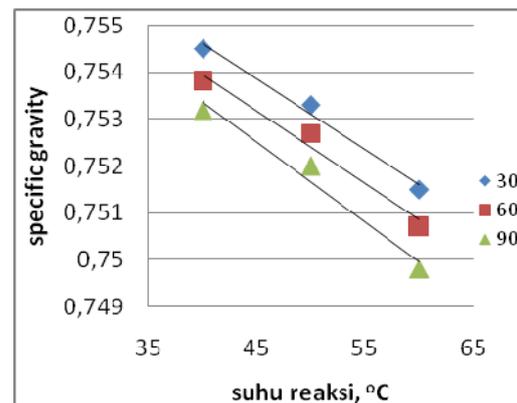
Gambar 6. Hubungan antara suhu reaksi °C terhadap *specific gravity* pada 60/60 °F bioetanol dengan komposisi bensin: etanol= 8:2, pada berbagai variasi waktu pengadukan dengan volume bioetanol= 100 ml, kecepatan pengadukan = 500 rpm, suhu reaksi = 40, 50, 60 °C, waktu pengadukan = 30, 60, 90 menit

Terlihat pada Gambar 7. Hubungan antara suhu reaksi °C terhadap *specific gravity* pada 60/60 °F bioetanol dengan komposisi bensin: etanol= 8:2, pada berbagai variasi waktu pengadukan dengan volume bioetanol= 100 ml, kecepatan pengadukan = 500 rpm, suhu re-

aksi = 40, 50, 60°C, waktu pengadukan = 30, 60, 90 menit

*Specific Gravity* merupakan ukuran dari berat jenis cairan. Pengujian *Specific Gravity* bioetanol memberikan lebih banyak informasi tentang bagaimana bahan bakar akan bekerja dalam mesin. Semakin kecil *Specific Gravity* bahan bakar maka semakin mudah ditransfer sehingga tenaga pompa semakin kecil. Hal ini akan menguntungkan untuk perjalanan yang panjang.

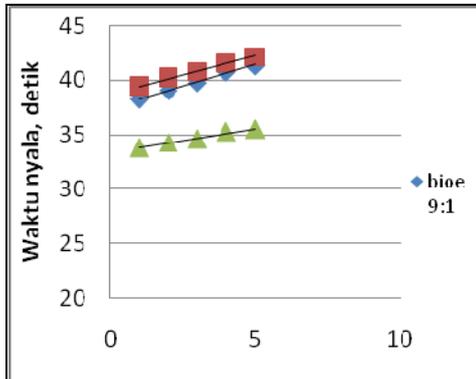
Hasil analisa *Specific Gravity* pada 60/60°F bioetanol yang divariasi waktu pengadukan pada berbagai suhu reaksi seperti terlihat pada Gambar 6 dan 7 menunjukkan bahwa kenaikan suhu dan waktu reaksi menyebabkan *specific gravity* semakin kecil sebagaimana sifat umum fluida.



Gambar 7. Perbedaan waktu nyala api antara bioetanol dengan perbandingan volume 9 : 1, 8:2 dan bensin 100 % rata-rata sekitar 4-5 detik, dan 5-6 detik.

Lama waktu nyala dari bahan bakar terkait dengan detonasi dalam mesin bakar. Waktu nyala api yang lebih lama ini disebabkan oleh kenaikan angka oktan dari perbandingan volume bioetanol 9:1. Etanol dengan angka oktan 113 (Robson, 2007) memberikan tambahan angka oktan kepada bensin yang memiliki angka oktan antara 83 –95, sehingga bioetanol yang terbentuk memiliki angka oktan yang lebih tinggi dari pada bensin. Angka oktan yang lebih tinggi, memberikan peluang yang lebih kecil untuk terjadi

ketukan prapembakaran bahan bakar, yang merusakkan mesin.



Gambar 8. Perbandingan waktu nyala api bio etanol dan bensin, dengan volume 1 ml campuran dengan perbandingan volume bioetanol 9 : 1, 8:2 & bensin 100%.

#### KESIMPULAN

Bioetanol didapat dari campuran bensin + etanol. Untuk mendapatkan etanol umbi kayu melalui beberapa tahap, yaitu tahap penyiapan bahan baku, tahap proses fermentasi dan tahap proses destilasi. Umbi kayu memiliki kandungan pati sebesar 25-35 %, dan 60 % berupa air. Variabel bahan, waktu fermentasi, dan suhu destilasi mempengaruhi volume etanol yang didapat. Pada proses destilasi dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95 % volume, dengan konversi pati ke etanol sebesar 92-98 %.

Hasil analisa Viskosity Kinematik pada 100 °F yang divariasi waktu pengukuran pada berbagai suhu reaksi, menunjukkan bahwa kenaikan suhu dan waktu reaksi menyebabkan viskositas kinematik semakin kecil. Begitu juga dengan Specific Gravity, yang menunjukkan bahwa kenaikan suhu dan waktu reaksi menyebabkan viskositas kinematik semakin kecil. Sedang dari hasil analisa uji nyala api menunjukkan setelah dilakukan pencampuran dengan perbandingan volume bensin + etanol = 9 : 1 dan 8:2 dengan bensin 100 % membuktikan waktu nyala api Bioetanol Volume (9 :1) rata-

rata sebesar 38, 21-41, 33 dan 39,4 – 42,2 detik berturut-turut lebih lama menyala dibanding dengan bensin 100 % yang menyala rata-rata. Waktu nyala api yang lebih lama ini disebabkan oleh kenaikan angka oktan dari perbandingan volume bioetanol 9:1 dan 8:2. Kelambatan ini perlu investigasi lebih lanjut terkait dengan mesin yang cocok untuk bahan bakar bioetanol ini. Secara umum, bioetanol dengan perbandingan volume 9 : 1 dan 8:2 tampak dapat dijadikan alternatif hemat energi di Indonesia. Namun demikian, batas komposisi campuran bensin etanol masih perlu dieksplorasi lebih lanjut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahring, B.K., Langvad, N.B., Sustainable low cost production of lignocellulosic bioethanol - "The carbon slaughterhouse". A process concept developed by BioGasol, *International Sugar Journal* (ISSN: 0020-8841), vol: 110, issue:1311, 2008, hal. 184-190,
- Dewi, 2007, *Penelitian Bioetanol dari umbi gembili*, Tugas akhir, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- Harnowo, 2007, *Analisa Bahan Makanan*, Jurusan Teknik kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- Henke, S., Bubník, Z., Hinková, A., and Pour, V., Model of a sugar factory with bioethanol production in pro-gram Sugars, *Journal of Food Engineering*, Volume 77, Issue 3, December 2006, Pages 416-420
- Hiroshi, I., Nobuhide, T., Atsushi, K., Koichi, Y., Koichi, Y., Improvement of the Fermentation Process for Bioethanol High Speed Fermentation Process, *Journal of the Japan Institute of Energy*, ISSN: 0916-8753, Vol. 85; No.7, 2006, hal. 542-551
- Kodera, K., 2007, Analysis of Allocation Methods of Bioethanol LCA, Dissertation, Vrije Universiteit Amsterdam
- Lestari, 2007, "Pengaruh Bioetanol terhadap lingkungan", Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, Institut

- Teknologi Bandung
- Li, A., dan Khraisheh, M, Municipal Solid Waste Used as Bioethanol Sources and its Related Environmental Impacts, *International Journal of Soil, Sediment and Water*. Vol. 1: Iss. 1 , (2008) Article 5
- Miedl, M, Cornfine, S., Leiper, K.A., Stewart, G.G., Low Temperature Processing of Wheat for Bioethanol Production: Part II. Exploitation of Endogenous Wheat Enzymes (1), *The Journal of the American Society of Brewing Chemists*, Vol. 65 (4), 2007, hal. 192-196
- Robson, G., 2007, the Hystory and Development of Bioethanol as an Alternative Fuel, Dissertation, Bio technolgy Enterprise.
- Sastrapadja, dkk. 1997 “*Ubi-ubian*” Lembaga Biologi Nasional LIPI, Bogor.
- Soemartono, 1998 “ *Ubi kayu*, Yasaguno, Jakarta.
- Sukamta, Endriyani, S., Anita, F., Pe,buatan dan Karakterisasi Biodiesel dari Minyak Bunga Matahari dan Metanol dengan Katalis NaOH, *Jurnal Teknologi Academia Ista*, Vo. 12, no. 2, Februari 2008, hal. 278- 287
- Sungkono, 2007, *Penelitian Bioetanol*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya
- Winarno, F. G. 1983, “ *Ilmu Gizi* “ , PT. Gramedia, Jakarta.
- Trisyanto, dkk, 2005 “*Fermentasi Umbi – umbian*” , Unvirsitas Negeri Surakarta, Surakarta.