
POTENSI NIRA KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL

I Made Anom Sutrisna Wijaya^{1)*}, I Gusti Ketut Arya Arthawan¹⁾,
dan Anis Novita Sari²⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

²⁾ Alumni Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana

*Email: anomsw@ftp.unud.ac.id

Abstract

The objective of this reseach was to determine the frequency of destilation in production of bioethanol produced from coconut sap, as well as to determine the quality of bioethanol. Three steps were conducted in production of bioethanol : the first step was fermentation of coconut sap in room temperature for two days, the second step was destilation of fermented coconut sap (tuak) at 78°C to make the alcohol content e"94%, and the last step was determination of the quality of bioethanol. The result showed that the frequency of destilation in production of bioethanol from coconut sap was 14 times with alcohol content 92,17%. The yield was 4,83%, the quality of bioethanol was ethanol content 95,13%, density 0,766 kg/ltr, specific gravity 0,786, API gravity 48,61 and heat energy 11.211,94 kkal/kg. In conclusion, the bioethanol produced from coconut sap in this research met with Indonesian Standard National (SNI) of bioethanol.

Key words : *destilation, bioethanol, coconut sap, SNI bioethanol, API gravity*

1. Pendahuluan

Penggunaan energi untuk berbagai keperluan seperti untuk industri, transportasi dan rumah tangga di hampir semua negara sepenuhnya bergantung pada bahan bakar fosil khususnya minyak bumi (Krause, 2001). Eksploitasi minyak sebagai bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui terus menerus dapat menyebabkan persediaan bahan bakar fosil semakin langka. Perkembangan kebutuhan energi dunia yang semakin meningkat dan keterbatasan energi fosil menyebabkan perhatian saat ini ditujukan untuk mencari sumber-sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan seperti energi surya, energi hidro, energi geotermal, dan energi biomassa (Korbitz, 2001; Saxena, *et.al.*, 2009). Isu global tentang perubahan iklim juga mendorong penggunaan energi biomasa sebagai pengganti bahan bakar atau sebagai bahan aditif (Balat *et.al.*, 2008).

Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai potensi tinggi. Menurut Gubitz (1999), di negara Brasil dan Jepang biomassa telah berhasil dikonversi secara efisien menjadi bioetanol, yang sangat potensial sebagai campuran bahan bakar bensin. Bioetanol adalah cairan biokimia hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan

menggunakan bantuan mikroorganisme. Secara umum teknologi produksi bioetanol ini mencakup 4 (empat) rangkaian proses, yaitu; persiapan bahan baku, fermentasi, destilasi dan pemurnian (Anonim, 2008). Mikroorganisme yang dapat digunakan untuk fermentasi alkohol (Chemiawan, 2007) adalah (1) Bakteri : *Clostridium acetobutylicum*, *Klebsiella pnemoniae*, *Leuconoctoc mesenteroides*, *Sarcina ventriculi*, *Zymomonas mobilis*; (2) Fungi : *Aspergillus oryzae*, *Endomyces lactis*, *Kloeckera sp.*, *Kluyreromyces fragilis*, *Mucor sp.*, *Neurospora crassa*, *Rhizopus sp.*, *Saccharomyces beticus*, *S. cerevisiae*, *S. ellipsoideus*, *S. oviformis*, *S. saki*, *Torula sp.*

Pemurnian bioetanol dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara kimia dan cara fisika (Pranowo, 2007). Pemurnian bioetanol secara kimia dapat dilakukan dengan menggunakan batu gamping. Penggunaan batu gamping sangat cocok diaplikasikan pada produsen skala rumah tangga, karena caranya sederhana dan biayanya relatif murah. Namun pemakaian batu gamping mempunyai kelemahan yaitu jumlah etanol yang hilang sangat tinggi. Pemurnian secara fisika dapat dilakukan dengan menggunakan zeolit sintetis. Zeolit sintetis

berbeda dengan zeolit alam. Pada zeolit alam, air yang sudah terserap secara perlahan akan dilepas kembali, sedangkan pada zeolit sintetis air akan terikat kuat. Untuk pemurnian bioetanol sebaiknya digunakan zeolit sintetis 3A (ukuran 3 angstrom) karena mampu mengikat air lebih banyak, sehingga waktu yang dibutuhkan lebih pendek dan kehilangan etanol hanya 10%. Tetapi harga zeolit sintetis harganya lebih mahal dari batu gamping. Karena harganya lebih mahal, maka zeolit sintetis lebih cocok digunakan pada usaha skala besar.

Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia, sehingga sangat potensial untuk diolah dan dikembangkan karena bahan bakunya sangat dikenal masyarakat. Tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioetanol antara lain tanaman yang memiliki kadar karbohidrat tinggi, seperti tebu, kelapa, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami, dan bagas (ampas tebu). Banyaknya variasi tumbuhan, menyebabkan pihak pengguna akan lebih leluasa memilih jenis yang sesuai dengan kondisi tanah yang ada. Sebagai contoh ubi kayu dapat tumbuh di tanah yang kurang subur, memiliki daya tahan yang tinggi terhadap penyakit dan dapat diatur waktu panennya, namun kadar patinya hanya 30 persen, lebih rendah dibandingkan dengan jagung (70 persen) dan tebu (55 persen) sehingga bioetanol yang dihasilkan jumlahnya pun lebih sedikit (Anonim, 2008a). Di sektor kehutanan bioetanol dapat diproduksi dari sagu, siwalan dan nipah serta kayu atau limbah kayu. Sementara itu di sektor perkebunan, sumber bioetanol yang prospektif adalah nira kelapa. Menurut Prastowo (2007), tanaman kelapa sebagai tanaman penghasil bahan bakar nabati, potensinya lebih baik dibandingkan jenis tanaman perkebunan lainnya, terutama penggunaan minyak murninya sebagai pengganti minyak tanah dengan memanfaatkan kompor bertekanan yang sesuai.

Hampir semua bagian dari tanaman kelapa dapat dimanfaatkan untuk bermacam-macam kegunaan antara lain sebagai makanan, minuman, perabotan, hiasan dan bahan bakar. Indonesia dan Filipina adalah dua produsen kelapa terbesar di dunia dengan luas area masing-masing 3,7 juta ha dan 3,1 juta ha (Anonim, 2006b). Dari luas area kelapa di Indonesia tersebut, terlihat bahwa sebenarnya kelapa adalah komoditas yang sangat potensial untuk

dikembangkan lebih lanjut, salah satunya nira kelapa yang memiliki potensi yang besar selain digunakan untuk produk pangan seperti gula merah, gula semut, dan lain-lain, tapi juga dapat dikembangkan sebagai salah satu penganekaragaman produk non pangan yaitu penggunaannya sebagai bahan bakar nabati.

Menurut para ahli, potensi produksi nira kelapa adalah 360.000 s/d 720.000 liter/tahun/ha (Anonim, 2006b). Karena nira kelapa memiliki sifat sangat cepat terfermentasi sehingga kurang menguntungkan untuk diolah menjadi gula merah. Kondisi ini menambah besarnya kesempatan pemanfaatan nira kelapa untuk keperluan lain yaitu sebagai sumber BBN (Bahan Bakar Nabati). Hal ini didukung pula oleh Peraturan Pemerintah No.5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional yang mencakup dua target utama yaitu elastisitas energi dan bauran energi primer. Bioetanol pengganti bensin dengan jenis penggunaan bahan baku berupa tanaman yang mengandung pati atau gula. Selain itu didukung pula oleh Intruksi Presiden No.1 tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan baku nabati sebagai bahan bakar lain.

Selain Peraturan Pemerintah mengenai kebijakan energi, terdapat larangan untuk meminimum arak atau alkohol karena akibatnya yang amat buruk bagi kesehatan. Salah satu larangan terdapat pada Keputusan Presiden RI No.3 Tahun 1997 tanggal 31 Januari 1997, tentang Pengawasan dan Pengendalian Minuman Beralkohol. Keppres tersebut tidak terlepas dari respons positif pemerintah terhadap tanggapan ketidakpuasan di dalam masyarakat terhadap Peraturan Daerah mengenai minuman beralkohol. Sesuai dengan Keppres mengenai larangan penggunaan minuman beralkohol, maka pembuatan tuak atau arak dari nira kelapa dibatasi. Akan tetapi, di daerah Bali, khususnya Kabupaten Karangasem, pembuatan arak dari nira kelapa dengan cara destilasi merupakan mata pencaharian masyarakat yang sudah ditekuni secara turun temurun. Adanya alternatif pemanfaatan nira menjadi bioetanol diharapkan tidak menyurutkan produksi arak yang dilakukan oleh masyarakat karena ada larangan memproduksi arak untuk minuman beralkohol.

Pada mulanya konsentrasi alkohol yang terdapat pada tuak hanya sebatas kemampuan mikrobia dalam melakukan fermentasi yaitu sekitar 7 - 12 persen, tetapi setelah dilakukan destilasi oleh masyarakat, kadar alkohol dapat meningkat sampai 42 persen (Yuarini, 2007). Hal inilah yang menjadi salah satu

alasan dilakukannya penelitian ini, yaitu memberikan alternatif lain dalam penggunaan tuak sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan cara destilasi bertingkat.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan frekuensi destilasi sampai didapatkannya bioetanol yang sesuai dengan standar nasional Indonesia dimana kadar etanol e" 94%, dan untuk mengetahui kualitas bioetanol yang dihasilkan dari tuak nira kelapa setelah destilasi.

2. Metode Penelitian

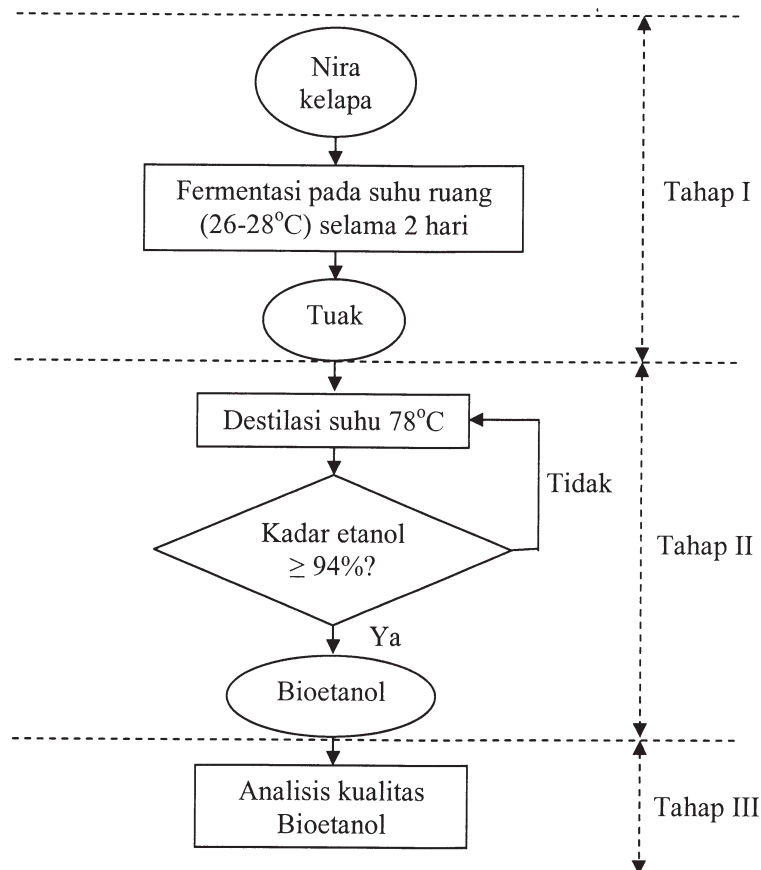
2.1. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah: tuak hasil fermentasi nira kelapa selama \pm 2 hari. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah: alat destilator (*sterglass rotary evaporator*) merk Strike 202, alkoholmeter merk Alkoholmeter Nach Richter&Tralles, gelas ukur 100 ml dan 500 ml merk

IWAKI Pyrex, *Gas Chromatography* merk Varian type G.C.3300, timbangan digital merk Sartorius cp 3235, dan piknometer merk IWAKI Pyrex cap approx 25 ml.

2.2. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah proses fermentasi selama 2 hari, agar nira kelapa mengalami fermentasi sempurna. Proses fermentasi dilakukan pada suhu ruang (26-28°C). Tahap kedua adalah proses destilasi yang dilakukan pada suhu 78°C, sampai volume hasil destilasi sebanyak 75% dari volume awal. Proses destilasi dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh bioetanol dengan kadar alkohol e" 90% dan kadar etanol e"94%. Tahap ketiga adalah penentuan kualitas bioetanol yang dihasilkan. Parameter kualitas bioetanol yang diamati meliputi kadar etanol, densitas, *specific gravity*, *API Gravity*, dan nilai kalor. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

2.3. Variabel Yang diamati

a) **Kadar Alkohol**

Alat yang digunakan untuk mengukur kadar alkohol adalah alkoholmeter. Pengukuran kadar alkohol dilakukan setiap selesai destilasi dan pengukuran dihentikan bila kadar alkohol yang diukur e"90% (kadar alkohol sesuai ASTM untuk bahan bakar cair) dan kadar etanolnya e"94%. Langkah-langkah pengukuran menggunakan alkoholmeter (Feryanto, 2007) adalah dengan memasukkan destilat sebanyak 100 ml ke dalam gelas ukur, kemudian alkoholmeter dicelupkan ke dalam destilat. Batas yang tercelup pada permukaan destilat menunjukkan kadar alkohol pada sampel yang diuji.

b) **Rendemen Bioetanol**

Rendemen bioetanol dihitung dari hasil pengukuran volume bioetanol yang diperoleh dari destilasi hasil fermentasi nira kelapa dibagi dengan volume bahan dasar/produk awal (Suastini, 1994).

$$\text{Randemen \%} = \frac{\text{Volume Produk Akhir}}{\text{Volume Produk Awal}} \times 10 \quad (1)$$

c) **Pengujian Kualitas Bioetanol**

1) **Kadar Etanol**

Pada penelitian ini, kadar etanol diukur mengikuti metode AOAC (2003). Penentuan kadar etanol ditentukan dengan menggunakan gas kromatografi. Adapun langkah-langkahnya adalah diinjeksikan ke dalam gas kromatografi sebanyak 1µl (mikro liter sampel) dengan menggunakan alat *microsiringe*. Kondisi gas kromatografi yaitu : suhu *coloum* 150°C, suhu *injector* 150°C, dan suhu *detector* 200°C, sehingga akan keluar puncak dengan waktu retensi dan luas area tertentu. Adapun standar yang dipakai adalah etanol 100%. Kadar etanol secara kualitatif ditentukan oleh waktu retensi puncak sampel, sedangkan kadar etanol secara kuantitatif ditentukan dengan cara menghitung luas area puncak sampel

dibandingkan dengan luas area puncak standar dikalikan kondisi standar.

2) **Densitas**

Densitas ditentukan mengikuti cara menurut Tjokrowisastro (1986). Mula-mula botol piknometer 25 ml yang kosong ditimbang. Setelah itu ke dalam piknometer tersebut dimasukkan sampel sampai penuh dan ditimbang kembali. Densitas dihitung dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V_p} \quad (\text{kg/l}) \quad (2)$$

Dimana:

m = massa (piknometer + sampel) – massa piknometer kosong

V_p = Volume piknometer (25 ml)

3) **Specific Gravity dan API Gravity**

Specific grafity dan *API gravity* adalah suatu pernyataan yang menyatakan densitas (kerapatan) atau berat per satuan volume dari suatu bahan. Hubungan antara *specific gravity* (sg) dan *API gravity* (G), menurut Tjokrowisastro (1986), adalah sebagai berikut :

$$G = \frac{141,5}{sg} - 131,5 \quad (3)$$

$$sg = \frac{141,5}{G + 131,5} \quad (4)$$

Besarnya harga dari *API gravity* berkisar dari 0-100, sedangkan *specific grafity* merupakan harga relatif dari *densitas* suatu bahan terhadap air. Hubungan antara *densitas* dan *specific gravity* adalah sebagai berikut :

$$sg = \frac{\text{density (kg/m}^3\text{)}}{\text{density air (kg/m}^3\text{)}} \quad (5)$$

Nilai densitas, *specific gravity* dan *API gravity* kemudian digunakan untuk menghitung nilai kalor.

4) **Nilai Kalor (Heating Value)**

Menurut Tjokrowisastro (1986), Nilai Kalor (NK) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$NK = \frac{2,2046226}{3,9673727} \quad (6)$$

$$x (18.650 + 40 x (G-10) \text{ kkal /kg.}$$

Dimana G dihitung menggunakan persamaan (3)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar Alkohol Hasil Destilasi

Dalam penelitian ini pembuatan alkohol dilakukan dengan fermentasi alami pada nira kelapa selama 2 hari. Nira kelapa memiliki kadar gula total sekitar 12-18 persen sedangkan nira sorgum memiliki kadar gula total 11-16 persen dan nira tebu 9-17 persen (Komarayati dan Gusmailina, 2010). Proses fermentasi nira kelapa bersifat alami karena nira kelapa sudah mengandung khamir liar yang sangat aktif, dan fermentasi nira kelapa melibatkan penggunaan *Saccharomyces cereviceae* (Rahayu dan Kuswanto, 1988).

Pengujian terhadap kadar alkohol hasil destilasi bertingkat disajikan pada Tabel 1. Hubungan antara kadar alkohol dengan frekuensi destilasi disajikan pada Gambar 2. Pada Tabel 1 tampak bahwa kadar alkohol dari nira kelapa setelah fermentasi adalah

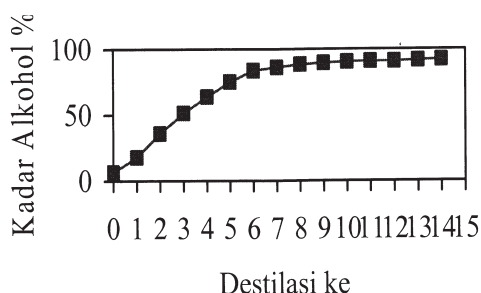
rata-rata sebesar 6,36%. Kadar alkohol ini sesuai dengan kisaran prosentase beberapa penelitian seperti yang diperoleh oleh Rahayu dan Kuswanto (1988), bahwa kadar alkohol yang terdapat pada produk yang dihasilkan dari fermentasi berkisar antara 3-10 persen tergantung dari jenis produk yang difermentasi. Anonim (2003) menyatakan bahwa kadar alkohol untuk tuak kelapa berkisar antara 5-8 persen.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa kadar alkohol rata-rata meningkat dengan semakin seringnya destilasi dilakukan. Peningkatan drastis terjadi pada destilasi pertama sampai destilasi ke enam, yang diikuti dengan peningkatan yang semakin kecil sampai destilasi ke 14. Pada destilasi pertama terjadi peningkatan sebesar 11,47%, dan pada destilasi ke dua terjadi peningkatan sebesar 17,77%. Namun pada destilasi ke tiga sampai ke delapan terjadi peningkatan kadar alkohol yang semakin menurun yaitu masing-masing sebesar 15,83%, 12,30%, 11,30%, 8,88%, 2,50% dan 2,40%. Pada destilasi ke-9 hingga ke 14 peningkatan kadar alkohol sangat kecil bahkan cenderung konstan, yaitu peningkatan kadar alkoholnya tidak lebih besar dari 1,00%. Hal ini disebabkan karena semakin sering destilasi dilakukan semakin sedikit komponen air dalam bahan yang akan didestilasi atau tidak adanya lagi komponen untuk dipisahkan lebih lanjut. Menurut Yuliasuti (2002), jika suatu zat cair yang telah murni didestilasi akan mempunyai kuantitas yang sama dan kesetimbangan akan dicapai.

Tabel 1. Kadar Alkohol Tuak pada Beberapa Tahapan Destilasi

Destilasi ke-	Ulangan 1 %	Ulangan 2 %	Ulangan 3 %	Rata-rata %
0	6,40	6,00	6,70	6,36
1	17,70	17,60	18,20	17,83
2	34,50	35,00	37,30	35,60
3	49,60	52,00	52,70	51,43
4	60,50	65,00	65,70	63,73
5	74,30	75,00	76,00	75,10
6	83,00	85,30	83,00	83,76
7	85,50	87,00	86,30	86,26
8	87,50	89,00	89,00	88,50
9	88,00	90,00	90,00	89,30
10	90,00	90,50	90,50	90,30
11	90,00	91,00	91,00	91,00
12	91,00	91,00	91,00	91,00
13	91,50	91,50	92,00	91,60
14	92,00	92,00	92,50	92,17

Pada Tabel 1 dan Gambar 2 juga terlihat bahwa destilasi terus dilakukan hingga destilasi ke-14, walaupun pada destilasi ke-10 kadar alkohol sudah memenuhi standar ASTM untuk bahan bakar cair yaitu kadar alkoholnya lebih besar atau sama dengan 90%. Hal ini dilakukan karena pada destilasi ke-10, kadar etanol yang diperoleh belum memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia) untuk bioetanol yaitu kadar etanolnya harus lebih besar atau sama dengan 94%, sehingga destilasi tetap diteruskan hingga kadar etanol yang diperoleh memenuhi SNI untuk bioetanol.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Alkohol dengan Frekuensi Destilasi

3.2. Rendemen Bioetanol

Rendemen bioetanol yang dihasilkan dari tuak kelapa disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa rata-rata rendemen bioetanol yang dihasilkan dari destilasi tuak kelapa adalah 4,83%. Rendemen bioetanol yang dihasilkan dari destilasi tuak kelapa

Tabel 2. Rendemen Bioetanol dari Tuak Kelapa Setelah Didestilasi Sebanyak 14 kali

Ulangan	Volume awal (ml)	Volume akhir (ml)	Rendemen (%)
1	4000	200	5,00
2	4000	190	4,70
3	4000	190	4,70
Rata-rata			4,83

Tabel 3. Kualitas Bioetanol dari Tuak Kelapa

No.	Parameter kualitas	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
1	Kadar Alkohol (%)	92,00	92,00	92,50	92,17
2	Kadar Ethanol (%)	95,00	94,30	96,10	95,13
3	Densitas (kg/l)	0,774	0,782	0,745	0,766
4	Specific Gravity	0,793	0,801	0,764	0,786
5	API Gravity	47,03	45,11	53,71	48,61
6	Nilai Kalor (kkal/kg)	11.186,67	11.143,99	11.335,15	11.221,94

pada penelitian ini setara dengan rendemen bioetanol dari sampah organik yaitu sebesar 4,50 – 7,70% (Mahyuda, 2006). Namun, lebih kecil dibandingkan dengan rendemen bioetanol yang dihasilkan dari bahan nabati lainnya seperti dari tongkol jagung yang menghasilkan rendemen sebesar 14,22% (Anonim, 2006a), tetes tebu memiliki rendemen sebesar 25,00%, dan ubi singkong memiliki rendemen sebesar 16,66%.

3.3. Kualitas Bioetanol

Dari pengukuran dan perhitungan terhadap kualitas bioetanol dari nira kelapa diperoleh hasil seperti diuraikan pada Tabel 3.

a) Kadar Etanol

Pada Tabel 3 terlihat bahwa kadar etanol rata-rata dari bioetanol yang dihasilkan dari 14 kali destilasi adalah sebesar 95,13%. Kadar etanol yang dihasilkan pada penelitian ini, lebih besar dari kadar etanol yang diperoleh dari sampah organik. Kadar etanol sampah organik setelah didestilasi sebanyak 18 kali adalah sebesar 92,95% (Mahyuda, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan kadar etanol nira kelapa memiliki potensi yang tidak jauh berbeda untuk dijadikan bioetanol dengan sampah organik.

b) Densitas

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa besar densitas rata-rata yang dihasilkan adalah sebesar 0,766 kg/l. Hal ini menunjukkan bahwa densitas

bioetanol yang dihasilkan dari nira kelapa tidak jauh berbeda dari densitas bioetanol yang dihasilkan dari bahan lain, yaitu berkisar antara 0,730-0,820 kg/l (Irawan, 2007).

Densitas bahan bakar diduga akan sangat berpengaruh terhadap laju konsumsi bahan bakar. Semakin besar densitasnya diprediksi akan semakin meningkatkan konsumsi bahan bakar atau semakin boros. Densitas yang besar akan menghasilkan nilai kalor yang kecil sehingga menyebabkan kualitasnya rendah (Irawan, 2007). Densitas dipengaruhi oleh temperatur, makin tinggi temperturnya maka densitas akan lebih rendah dan sebaliknya semakin rendah temperturnya maka densitasnya akan semakin naik sehingga kualitasnya semakin jelek (Fembriyono, 2003).

c) Specific gravity

Specific gravity adalah densitas bahan bakar dibagi dengan densitas air pada temperatur yang sama. *Specific gravity* bioetanol yang dihasilkan pada penelitian ini adalah rata-rata sebesar 0,786. Hal ini menunjukkan bahwa bioetanol dari nira kelapa memiliki kualitas yang sama besarnya dengan produk bioetanol lainnya, seperti bioetanol dari sampah organik yang memiliki nilai *specific gravity* berkisar antara 0,760-0,870 (Mahyuda, 2006). Menurut Fembriyono (2003), *specific gravity* yang lebih tinggi akan menyebabkan bahan bakar sulit menyala, sehingga kualitas dari bahan bakar tersebut rendah.

d) API Gravity dan Nilai kalor

Tabel 3 menunjukkan bahwa bioetanol nira kelapa memiliki nilai *API Gravity* rata-rata sebesar 48,61 dengan nilai kalor rata-rata sebesar 11.221,94 kkal/kg. Nilai *API Gravity* mempunyai hubungan yang sangat erat dengan nilai kalor. Nilai kalor berbanding lurus dengan nilai *API Gravity*. Semakin besar nilai *API Gravity*nya akan menyebabkan nilai

kalor yang tinggi pula. Nilai kalor yang diperoleh dari penelitian ini lebih tinggi dari nilai kalor yang dihasilkan dari sampah organik dan bahan bakar cair lainnya. Nilai kalor dari bioetanol sampah organik berkisar antara 10.000 -11.000 kkal/kg, sedangkan nilai kalor dari bahan bakar cair pada umumnya berkisar antara 10.160-11.000 kkal/kg. Nilai kalor yang lebih besar akan menyebabkan lebih mudah terbakar sehingga kualitasnya lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas bioetanol nira kelapa lebih baik dari bioetanol sampah organik, maupun bahan bakar cair pada umumnya.

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Frekuensi destilasi yang dihasilkan dari nira kelapa untuk mendapatkan kadar etanol sesuai SNI bioetanol sebesar e^{94%} adalah sebanyak 14 kali.
2. Bioetanol nira kelapa mempunyai potensi cukup tinggi untuk dikembangkan karena kualitas bioetanol yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI dan nilai kalornya lebih besar dari nilai kalor bahan bakar cair pada umumnya.

4.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisis penggunaan energi untuk mengetahui konsumsi energi dalam proses pembuatan bioetanol dengan cara destilasi bertingkat
2. Perlu dilakukan uji unjuk kerja pada mesin bensin untuk memastikan bahwa bioetanol dari nira kelapa dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada mesin bensin.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2003. *Kadar Alkohol Tuak*. <http://id.wap.indosiar.tentang.Minuman.Alkohol>. Tanggal akses 21 Juli 2008.
- Anonim. 2006a. *Potensi Bahan Baku Hayati*. <http://www.deptan.go.id>. Tanggal akses 7 Desember 2007
- Anonim. 2006b. *Potensi Nira Kelapa*. <http://www.ditjenbun.com>. Tanggal akses 10 Mei 2008.
- Anonim. 2007. *Apa itu Bioetanol?*. <http://www.nusantara-agro-industri.com>. Diakses tanggal 20 April 2009.
- Anonim. 2008a. *Apa Itu Bio-etanol?* <http://siagroenergi.com/index.php?page=Bioetanol> Diakses tanggal 24 Januari 2008

- Anonim. 2008. *Bio Ethanol Alternatif BBM*. <http://www.energibio.com>. Diakses Desember 2008.
- AOAC. 2003. *Methoda of Analysis of Association of Official Analytical Chemist*. Washington DC.
- Balat, M., Balat, H. and Öz, C., 2008, Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34:551–573.
- Chemiawan. T. 2007. *Krisis energi dan globalisasi* <http://mahasiswanegarawan.wordpress.com> 18 -08 – 2007 Diakses tanggal 16 Januari 2008
- Fembriyono, D. 2003. *Pembuatan Biodiesel Dari Bahan Baku Minyak Goreng Bekas*. Skripsi S1. Tidak Dipublikasikan. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Udayana. Bali
- Feryanto, D. 2007. *Pengukuran Alkoholmeter*. <http://www.alkoholmeter/meterlak.com>
. Diakses tanggal 28 Maret 2008.
- Gubitz, G. M. , M. Mittelbch, dan M. Trabi. 1999. “Exploitation Of The Tropical Oil Seed Plant *Jatropha Curcas L*“, *Bioresource Technology*, 67, 73-82.
- Irawan, T. 2007. *Pengaruh Rasio Kompresi Dengan Bahan Bakar Etanol 97% Terhadap Performance Sepeda Motor*. Skripsi S1. Tidak dipublikasikan. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Udayana. Bali
- Komarayati, S. dan Gusmailina. 2010. *Prospek Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor
- Korbitz, W. 2001. New Trends In Developing Biodiesel World Wide. Di Dalam *Enhancing Biodiesel Development and Use. Proceedings of the International Biodiesel Workshop*. Medan: Tiara Convention Center, 2-4 Okt 2001.
- Krause R. 2001. Bio-and alternative fuels for mobility. Di Dalam *Enhancing Biodiesel Development And Use. Proceedings Of The International Biodiesel Workshop*. Medan: Tiara Convention Center, 2-4 Okt 2001.
- Mahyuda, A.B. 2006. *Pengolahan Sampah Organik Menjadi Etanol Dan Pengujian Sifat Fisik Alkohol*. Skripsi S1. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknik Mesin. Universitas Udayana. Bali.
- Pranowo. D. K, 2007 *Bio-etanol 99,5%, Murnikan saja dengan gampang*. <http://www.trubus-online.com>, Diakses tanggal 16 Januari 2008.
- Prastowo, B. 2007. Potensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan Pengguna Energi terbarukan. *Perspektif Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*. 6(2):57-104.
- Rahayu, S. E., dan K R Kuswanto, 1988. *Teknologi Pengolahan Minuman Berakohol*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Saxena, R.C., Adhikari, D.K. and Goyal, H.B., 2009, Biomass-based energy fuel through biochemical routes: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13: 167–178.
- Yuarini D.A.A. 2007. *Proses Produksi Dan Karakteristik Arak di Kecamatan Sidemen, Kabupaten Karangasem, Propinsi Bali*. Skripsi S1. Tidak dipublikasikan.. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana. Bali
- Yuliasuti, M. 2002. *Pembuatan Bioetanol Dari Beberapa Jenis Kulit Buah Pisang*. Skripsi S1. Tidak dipublikasikan. Fakultas MIPA. Universitas Udayana. Bali