PRODUKSI BIOETANOL DARI NIRA AREN MENGGUNAKAN ENERGI GEOTHERMAL

Herling D. Tangkuman[1], Johnly A. Rorong[1], Dolfie Pandara[2] dan Gerald Tamuntuan[2]

[1]*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado*
[2]*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado*

Diterima 27-11-2010; Diterima setelah direvisi 17-12-2010; Disetujui 14-12-2010

ABSTRACT

Tangkuman *et al.,* 2008. Ethanol Production from Sugar Palm Sap Using Geothermal Energy.

The results obtained as follows: 400 L didestilasi fermented sap fractionation and at a temperature of 82 ℃ destilat began to drip. At the end of the distillation process, is obtained destilat as much as 86 L 35% ethanol. Then the results obtained diredestilasi returned 36 L 78% ethanol, then the results added lime and then back didestilasi results obtained is 28 L 96% ethanol. The next Prosess purification with the addition later in anhidrous compounds using zeolite filtration to obtain 99% ethanol. From purified bioethanol chromatogram in Figure 5, shows that the peak that appears only one (single) at the retention time of 3.03 minutes with a 99.5% level. Chromatogram of bioethanol palm juice samples in Figure 5 shows that the peak with retention time of 3.02 minutes is the most dominant peak levels of 96.77%. Peak with retention time of 3.02 minutes for the sample destilat similar retention time for bioethanol Purified (3.03 minutes). This shows that the largest component in the sample is ethanol destilat. Peak with retention time 2.45 minutes on the chromatogram image 5 (sample bioethanol) with levels of 2.174%, the sample is expected ester compounds. This is supported by the results of the determination of sample density, higher destilat (0.8288 g/mL) from the weight of pure ethanol (0.79 g/mL). While the results of an infrared spectrophotometer for pure ethanol and the sample obtained as follows; Based on the spectrum of pure ethanol in Figure 6, shows the existence of prolonged vibration of the OH absorption at 3232.99 cm^{-1}. In the absorption region 2968.71 cm^{-1} and 2901.11 cm^{-1} indicate a prolonged vibration of CH of CH_2 and CH_3. In the absorption region 1450.46 cm-1 showed a prolonged vibration of CH_2. Prolonged vibration of the CH_3 region is also shown on the uptake 1383.09 cm^{-1} and 1332.93 cm^{-1} absorption in the region 1045.51 cm^{-1} indicate a prolonged vibration of CO of alcohol.

Keywords : sugar palm sap, bioethanol, redestilasi, zeolites, calcium oxide, benzene

PENDAHULUAN

Pohon aren adalah tumbuhan yang sudah lama dikenal sebagai sumber gula yang terdapat dalam air sadapannya (nira) dan banyak tumbuh di daerah Sulawesi Utara (Kindangen *dkk.*, 1991). Kandungan gula nira aren yang berkisar pada 6-16% (Imamkhasani *dkk.*, 1989) membuat tanaman ini memiliki potensi besar untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku dalam produksi etanol. Bahan baku mengandung gula yang ada dalam bentuk larutan dapat membuat tahapan produksi etanol menjadi lebih pendek yaitu langsung dimulai dengan fermentasi nira aren.

Pati pada bagian tengah pohon aren dapat diubah oleh pohon itu sendiri menjadi gula yang kemudian oleh manusia disadap dan dikenal sebagai nira. Nira yang disadap dari tongkol bunga jantan dapat menghasilkan 4 sampai 6 liter per hari dalam dua kali penyadapan. Setiap bunga jantan dapat disadap selama 3-4 bulan atau sampai tongkol mengering.

Nira yang manis di peroleh dari aren dengan cara penyadapan. Jika dibiarkan begitu saja maka nira akan meragi sendiri (memiliki sel ragi *Saccharomyces tuac*) dan berubah menjadi tuak dengan kadar etanol 4%. Pembentukan alkohol (fermentasi) terjadi ketika suasana dalam wadah pembuatannya *anaerob*. Setelah proses fermentasi, dilakukan pemurnian dengan metode destilasi dau tahap. Pada tahap pertama dihasilkan destilat dengan kadar alkohol 45%-50%, sedangkan pada tahap akhir kadar alkohol menjadi 95%. Untuk mengeluarkan sisa air (4%-5%) dilakukan dengan cara dehidrasi seperti cara penambahan senyawa anhidrus, distilasi azeotrop atau dengan cara filterisasi *molecular sieve*.

Sulawesi Utara memiliki potensi sumber daya lokal yaitu tanaman aren yang dapat menghasilkan alkohol dengan kadar yang tinggi. Aren selama ini diolah secara tradisional menjadi arak “cap tikus” dan dapat diolah lebih lanjut menjadi alkohol dengan kadar tinggi sehingga dapat dipasok untuk kebutuhan rumah sakit maupun untuk bahan bakar alternatif.

Korespondensi dialamatkan kepada yang bersangkutan :
[1]Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado
Jl. Kampus Kleak UNSRAT, Manado 95115. Phone : 081340009809, E-mail : -

Etanol umumnya digunakan dalam minuman beralkohol, dan bagi masyarakat luas etanol juga digunakan sebagai bahan bakar yang diproduksi oleh peragian (fermentasi). Ketika peragian berlangsung (*Saccharomyces cerevisiae*) metabolisme gula secara anaerob, dan menghasilkan etanol dan gas karbondioksida. Persamaan reaksinya adalah :

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{ragi} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

Pada saat peragian berlangsung, penting untuk mencegah oksigen agar tidak mencapai etanol tersebut, karena jika tidak etanol akan dioksidasi menjadi asam cuka (cuka). Selain itu oksigen akan mengganggu proses peragian secara anaerob sehingga hanya akan menghasilkan gas karbondioksida dan air, tanpa memproduksi etanol. Proses fermentasi menggunakan ragi *Sacchromyees cereviciae* dan ragi *Endomycopcis fibuligera*. Pada proses fermentasi dihasilkan etanol ($4C_2H_5OH$) dan air (Jawa pos, 2007).

Langkah produksi etanol adalah pemurnian pati, pencairan dan pembentukan gula (hidrolisis), fermentasi, distilasi, dehidrasi, denaturasi jika diperlukan. Selama fermentasi glukosa atau gula diubah menjadi alkohol dan gas CO_2 sebagai berikut:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

Etanol untuk dipergunakan sebagai bahan harus dimurnikan dari air (Sentra Teknologi Polimer, 2007). Untuk kebutuhan industri dan bahan bakar, etanol yang digunakan harus dalam keadaan murni. Destilasi fraksinasi dapat meningkatkan konsentrasi etanol sampai 96% volume. Campuran 96% etanol dan 4% air merupakan campuran azeotrop (yang berasal dari bahasa Yunani, yang artinya mendidih tanpa perubahan) pada titik didihnya 78,2^oC (Atkins, 1994). Campuran azeotrop ini tidak dapat dimurnikan lebih lanjut dengan destilasi biasa (Arsyad, 2001).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Sampel yang digunakan yaitu nira aren, cap tikus, ragi. Sebelum diperlakukan disimpan dalam *frezeer*. Beberapa bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini berkualifikasi pro analisis: KBr IR, Asetilen, etanol murni, benzen dari MERCK (Darmstadt, Germany). Bensin, kapur, anhidrous, zeolit, diperoleh dari pasar lokal. Alat-alat yang digunakan adalah 1 set destilator kolom sinambung, 1 destilator heat exchanger, kromatografi gas, infrared, picnometer, alkohol meter, pH meter, Brix meter, termometer, serta alat-alat gelas laboratorium.

Metode

- Tahap fermentasi dilakukan dengan menggunakan bakteri dan enzim. Pada tahap ini menggunakan ragi kue (*Saccharomyces c.*)
- Nira yang telah mengalami fermentasi didestilasi menggunakan destilator bertingkat yang sesuai.
- Etanol yang diperoleh pada tahap pertama didestilasi kembali.
- Etanol yang diperoleh pada tahap kedua didestilasi kembali.
- Etanol yang diperoleh pada tahap ketiga ditambahkan CaO + AX1 diredestilasi.
- Hasil etanol hasil redestilasi ditambahkan Zeolit dan Anhidrous kemudian di filtrasi.
- Dehidrasi alkohol 95 % menjadi alkohol absolut dengan cara destilasi azeotrop.
- Etanol murni yang diperoleh dianalisa karakteristiknya menggunakan Kromatografi dan Infrared.
- Pembuatan *Fuel* etanol E85.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Destilasi

Sebanyak 400 L nira hasil fermentasi didestilasi fraksinasi dan pada suhu 82°C destilat mulai menetes. Pada akhir proses destilasi, destilat yang diperoleh adalah sebanyak 86 L 35 % etanol. Kemudian hasilnya diredestilasi kembali diperoleh 36 L etanol 78%, kemudian hasil yang diperoleh ditambahkan kapur kemudian didestilasi kembali hasil yang diperoleh adalah 28 L etanol 96 %. Prosess selanjutnya adalah pemurnian dengan penambahan senyawa anhidrous kemudian di filtrasi menggunakan zeolit untuk memperoleh etanol 99 %.

Kadar Etanol sesudah redestilasi

Hasil penentuan dari sampel destilat dengan metode berat jenis menggunakan piknometer 50 mL diperoleh kadar etanol 96%.

Berat Jenis

Hasil penentuan berat jenis sampel destilat diperoleh 0,8288 g/mL. Hasil ini berbeda dengan berat jenis etanol murni yaitu 0,79 g/mL. Hal ini menunjukkan bahwa dalam sampel destilat masih bercampur dalam produk lain selain etanol. Diduga bahwa senyawa yang terikat dalam destilasi fraksinasi adalah senyawa 'flavor' (kelompok ester).

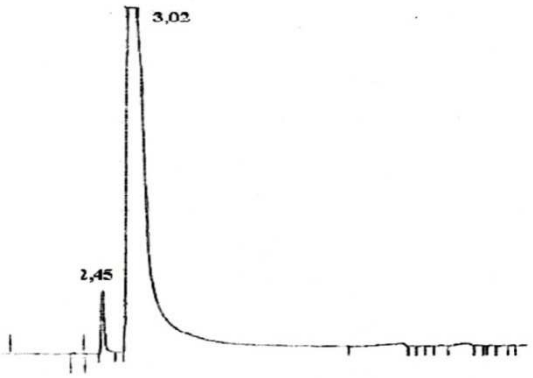
Indeks Bias

Pengukuran indeks bias dilakukan untuk

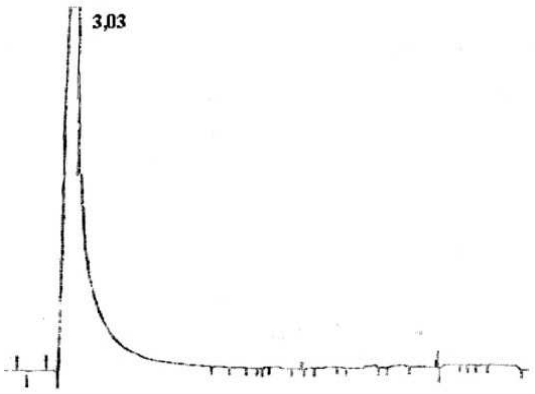
mengidentifikasi senyawa cairan serta untuk menentukan kemurnian dari senyawa cair tersebut (Anwar *et al,* 1996). Alat yang digunakan dalam penentuan indeks bias pada penelitian ini merupakan refraktometer abbe. Hasil penentuan indeks bias diperoleh 1,364. Hasil ini mirip dengan data standar pada Merck Index yaitu sebesar 1,361.

Analisis Kromatografi Gas dan Spektrofotometer Inframerah

Hasil analisis kromatografi gas untuk bioetanol yang dimurnikan dan destilat dari bioetanol nira aren yang belum dilakukan dehidrasi disajikan pada gambar 4 dan 5. Adapun kondisi alat yang digunakan adalah, detektor FID, kolom kapiler yang panjangnya *30* m. suhu kolom *40-160 °C* gas pembawa N_2, suhu injekto 200 °C dan suhu detektor 200 °C dengan volum siringe 0,1 uL.



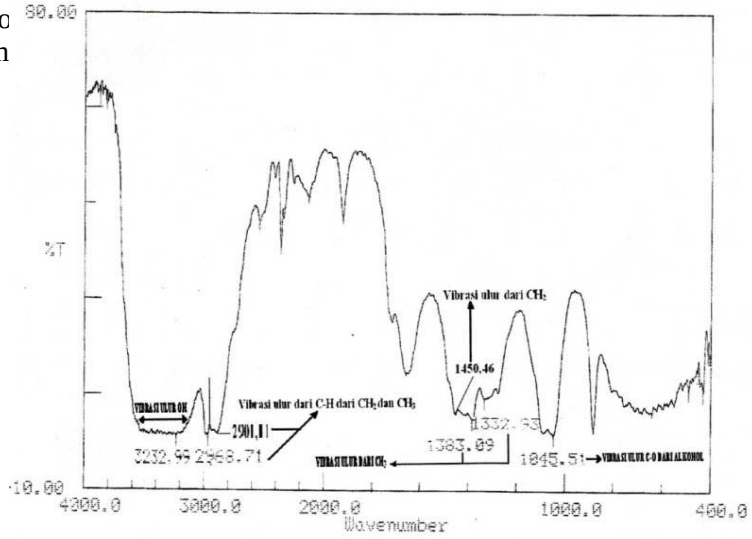
Gambar 4. Kromatogram Bioetanol Redestilasi



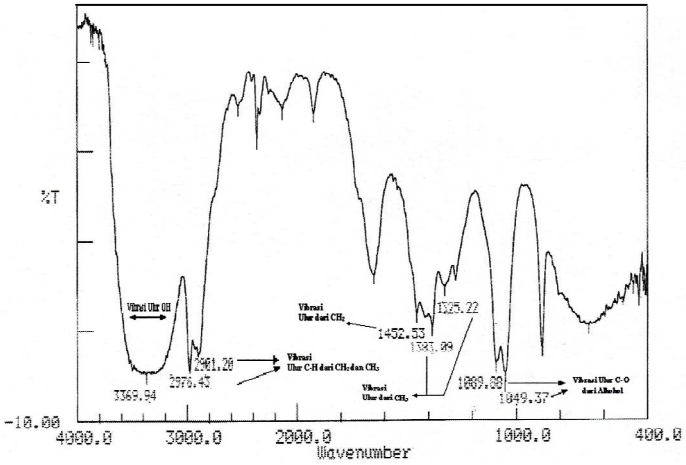
Gambar 5. Kromatogram bioetanol setelah dimurnikan

Dari kromatogram bioetanol yang telah dimurnikabn pada Gambar 5, terlihat bahwa puncak yang muncul hanya satu (tunggal) pada waktu retensi 3,03 menit dengan kadar 99,5%. Kromatogram sampel bioetanol nira aren pada Gambar 5 terlihat bahwa puncak dengan waktu retensi 3,02 menit merupakan puncak yang paling dominan dengan kadar 96,77%. Puncak dengan waktu retensi 3,02 menit untuk sampel destilat hampir sama dengan waktu retensi untuk bioetanol yang dimurnikan (3,03 menit). Ini menunjukkan bahwa komponen terbesar dalam sampel destilat adalah etanol. Puncak dengan waktu retensi 2,45 menit pada kromatogram gambar 5 (sampel bioetanol) dengan kadar 2,174%, sampel di duga adalah senyawa ester. Ini didukung dari hasil penentuan berat jenis sampel destilat yang lebih tinggi (0,8288 g/mL) dari pada berat jenis etanol murni (0,79 g/mL).

Sementara dari hasil spektrofotometer inframerah untuk etanol murni dan sampel destilat tersaji dalam Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. Spektrum FT-IR Bioetnaol Murni hasil Dehidrasi



Gambar 7. Spektrum FT-IR Bioetanol hasil Redestilasi

Berdasarkan spektrum etanol murni pada pada Gambar 6, menunjukkan adanya vibrasi ulur OH pada daerah serapan 3232,99 cm^{-1}. Pada daerah serapan

2968,71 cm^{-1} dan 2901,11 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur C-H dari CH2 dan CH3. Pada daerah serapan 1450,46 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur dari $_{CH2.}$ Vibrasi ulur dari CH_3 juga ditunjukkan pada daerah serapan 1383,09 cm^{-1} dan 1332,93 cm^{-1} Pada daerah serapan 1045,51 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur CO dari alkohol.

Spektrum sampel destilat pada Gambar 7 menunjukkan adanya serapan pada daerah 3369,64 cm^{-1}, yang menunjukkan adanya vibrasi ulur OH. Pada daerah serapan 2976,43 cm^{-1} dan 2901,20 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur C-H I dari CH_2 dan CH_3. Pada daerah serapan 1452,53 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur dari CH_2. Vibrasi ulur dari CH_3 juga ditunjukkan pada daerah serapan 1383,09 cm^{-1} dan 1352,22 cm^{-1}. Untuk vibrasi ulur C-0 dari alkohol ditunjukkan pada serapan 1089,88 sampai 1049,37 cm^{-1}.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan bioetanol dari bahan dasar nira aren meliputi : Proses destilasi bertingkat dapat dilakukan dengan menggunakan destilator *heat changer* menggunakan energi geothermal. Proses pembuatan etanol murni dapat dilakukan 3 tahap proses destilasi ulang (redestilasi) menggunakan destilator. Dehidrasi alkohol 96 % menjadi alkohol absolut dengan cara destilasi azeotrop dan menggunkan senyawa anhidous untuk mengikat molekul air. Etanol murni/absolut yang diperoleh dapat digunakan untuk bahan bakar motor.

Uji kemurnian dilakukan dengan melihat penentuan berat jenis menghasilkan 0,83g/mL, dan penentuan indeks bias dengan refraktometer menghasilkan 1,364 serta titik didih 78 ^oC. Uji nyala ternyata nyala api sangat sempurna dan tidak berwarna. Hal ini menunjukkan bahwa etanol yang diperoleh adalah etanol murni

Uji kemurnian lebih lanjut menggunakan instrumentasi kromatografi gas menunjukkan sampel bioetanol setelah dilakukan permurnian adalah satu puncak atau peak dengan waktu retensi 3,02 menit ini membuktikan bahwa senyawa bietanol yang diperoleh adalah murni 99%.

Analisis dengan spektrofotometer inframerah untuk sampel isolasi adalah etanol hal ini dibuktikan spektrum IR sebagai berikut : yaitu dengan munculnya gugus - OH pada daerah serapan 3369,64 cm^{-1}, -CH_2 pada daerah serapan 1452,53 cm^{-1}, -CH_3 pada daerah serapan 1383,09 cm^{-1} dan 1352,22 cm^{-1}, serta C-O pada daerah serapan 1089,88 hingga 1049,37 cm^{-1}.

DAFTAR PUSTAKA

Arsyad, M. 2001. *Kamus Kimia " Arti dan Penjelasan Ilmiah"*. Gramedia, Jakarta

Atkins, P.W. 1994. *Kimia Fisika*. Jilid 1. Edisi Keempat. Erlangga, Jakarta

Jawa Pos. 2007. *Walur sebagai Energi Ramah Lingkungan.* <http://www.jawapos.co.id/index.php?act=detail_c&id=264591>. [3 Januari 2007]

Kindangen, J.G., Jefri., N.M. Mokodongan dan Hasni. 1991. Potensi dan Sebaran Tanaman Aren di Sulawesi Utara. Buletin Balitka N0.14. BALITKA-Mnadao

Sentra Teknologi Polimer. 2007. *Bio-Etanol*. <http://www.sentrapolimer.com/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=1>. [7 Februari 2007]