

# Pemurnian Bioetanol Hasil Fermentasi Nira Nipah dengan Proses Distilasi-Adsorpsi Menggunakan Bentonit Teraktivasi

Tafrikhatul Walidah<sup>1</sup>, Chairul<sup>2</sup>, Amun Amri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Jl. HR Soebrantas Kampus Bina Widya Km. 12,5 Panam, Pekanbaru

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Jl. HR. Soebrantas Kampus Bina Widya Km. 12,5 Panam, Pekanbaru  
Email: tafrikhatulw@gmail.com

## ABSTRACT

Indonesia has petroleum reserves about 9 billion barrels, which the average production rate is 0.5 billion barrels per year, and was predicted would be exhaust within 18 years. Government has ordered a program and policy to develop bioethanol and biodiesel for the energy crisis in Indonesia. It is targeted can be provide about 15-20% of the fuel for transportation and national industry in 2025. This research's goals were to produce fuel grade ethanol by distillation-adsorption method, determined the effect of activation temperature of bentonite and the effect ratio of bentonite to bioethanol. The raw materials were bioethanol from nypa sap (8% ethanol content). The ethanol concentration was not too high, so it needed to improve its purity by distillation-adsorption process. The research was held in three phases, which were distillation of nypa sap's bioethanol to 96% ethanol content, activation of bentonite, and distillation-adsorption using activated bentonite. Activation temperature of bentonite were 400°C, 500°C and the ratio of bentonite:bioethanol were 1:2; 1:3; and 1:4. The most effective process for the purification of bioethanol was distillation-adsorption at 500°C activated temperature and the ratio of bentonite:bioethanol was 1:2 with the purity is 99.5% and has been categorized as a fuel grade ethanol

**Keywords:** bentonite, bioethanol, distillation-adsorption, fuel grade bioethanol, nypa sap

### 1. Pendahuluan

Industrialisasi dan pesatnya laju pertumbuhan penduduk dunia mengakibatkan permintaan dan penawaran bahan bakar tidak seimbang sehingga cadangan energi terkuras dalam jumlah besar, khususnya bahan bakar fosil yang merupakan sumber energi utama dunia. Pertumbuhan permintaan minyak bumi dunia pada tahun 2011 mencapai 1,7%, sedangkan peningkatan produksi hanya mencapai 0,9%. Hal ini menyebabkan negara-negara di dunia termasuk Indonesia rentan mengalami krisis energi. Diprediksi Indonesia memiliki cadangan minyak bumi sebesar

9 milyar barel, dengan tingkat produksi rata-rata 0,5 milyar barel per tahun, dan diperkirakan akan habis dalam waktu 18 tahun [Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia, 2012].

Pemerintah melalui Ditjen Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) telah menyusun program pokok yaitu pengembangan bioenergi berupa bioetanol dan biodiesel yang ditargetkan pada tahun 2025 mampu memenuhi sekitar 15-20% kebutuhan bahan bakar pada sektor transportasi dan industri nasional [Energi Hijau, 2010]. Salah satu tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioetanol adalah

nira nipah karena mengandung sukrosa 15-20%, gula reduksi 0,2-0,5%, abu 0,3-0,7%, dan air 75-82% [Baharuddin dan Taskirawati, 2009]. Tahapan pembuatan bioetanol dari nira nipah antara lain tahap fermentasi dan tahap pemurnian produk. Fermentasi merupakan tahap konversi sukrosa dan glukosa menjadi etanol dengan bantuan mikroorganisme. Bioetanol sangat potensial dimanfaatkan sebagai bahan bakar bermotor jika mempunyai kadar kemurnian 99,5%. Maka dari itu perlu dilakukan pemurnian.

Beberapa metode telah dikembangkan untuk menghasilkan bioetanol yang lebih murni seperti distilasi-azeotrop, distilasi ekstraksi, dan distilasi membran. Namun proses distilasi mempunyai kelemahan karena adanya azeotrop pada kemurnian 96%. Untuk mengatasi hal tersebut maka pemurnian etanol di atas 96% biasanya dilakukan dengan proses adsorpsi karena handal dan murah.

Bahan yang dapat digunakan sebagai media adsorpsi adalah bentonit. Provinsi Riau memiliki potensi bentonit di Kabupaten Kuantan Singingi dan Kampar. Cadangan terbesar di Riau berada di daerah Desa Gema, Kecamatan Kampar Kiri Hulu, Kabupaten Kampar sebanyak  $3.733.135 \text{ m}^3$  [Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Riau, 2004]. Namun bentonit ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Bentonit adalah jenis batuan hasil alterasi dari material-material, gelas *stuff* dari abu vulkanis. Komposisi utamanya adalah mineral montmorilonit. Rumus kimia bentonit adalah  $(\text{Mg,Ca,Fe,Na})_x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  dengan nilai  $n$  sekitar 8 dan  $x, y$  adalah nilai perbandingan antara  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan  $\text{SiO}_2$ . Setiap struktur kristal bentonit mempunyai tiga lapisan yaitu lapisan oktahedral dari aluminium dan oksigen yang terletak antara dua lapisan

tetrahedral dari silikon dan oksigen. Penyusun terbesar bentonit adalah silikat dengan oksida utama  $\text{SiO}_2$  (silika) dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (aluminat) yang terikat pada molekul air.

Bentonit merupakan adsorben yang mempunyai sifat dapat mengadsorpsi karena ukuran partikel sangat kecil dan memiliki kapasitas permukaan ion yang tinggi. Bentonit terdiri dari lapisan-lapisan yang berjarak antara beberapa angstrom. Diantara lapisan-lapisan tersebut berbentuk pori, pori inilah yang akan dimasuki oleh partikel gas pada proses adsorpsi. Bentonit bersifat hidrofilik sehingga pada proses adsorpsi akan menjerap air yang terikat oleh etanol.

Pada penelitian ini dilakukan pemurnian bioetanol dari nira nipah secara distilasi kemudian dilanjutkan dengan proses distilasi adsorpsi menggunakan adsorben bentonit. Adapun fokus penelitian ini adalah mempelajari pengaruh suhu aktivasi bentonit secara fisika yaitu  $400^\circ\text{C}$  dan  $500^\circ\text{C}$  berdasarkan penelitian selama 1 jam dan rasio bentonit:bioetanol yaitu 1:2; 1:3; dan 1:4 terhadap kemurnian bioetanol.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bioetanol hasil fermentasi nira nipah dengan kadar etanol 8%, metilen *blue*, bentonit, dan aquades. Dan alat yang digunakan adalah: rangkaian alat distilasi, pemanas, erlenmeyer, alkoholmeter, piknometer, *furnace*, termometer, pipet tetes, timbangan analitik, gelas ukur, kolom adsorpsi, dan ayakan.

### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.2.1 Tahap Distilasi Bioetanol Hasil Fermentasi

Bioetanol nira nipah dengan kadar 8% didistilasi. Pemurnian dilakukan

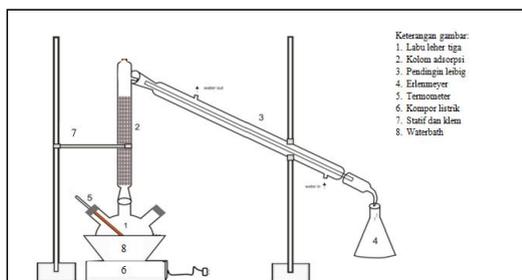
secara berulang-ulang mulai dari suhu 86°C sampai 78°C hingga diperoleh kadar etanol lebih dari 96%.

### 2.2.2 Aktivasi Bentonit

Sebelum aktivasi bentonit diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Setelah itu bentonit diaktivasi secara fisika dengan memanaskan bentonit dalam *furnace* pada suhu 400°C dan 500°C selama 1 jam [Jassim dkk, 2012]. Adsorben yang telah diaktivasi maupun yang tidak diaktivasi, dianalisis menggunakan metode adsorpsi metilen *blue* untuk mengetahui luas permukaan bentonit [Nurhayati, 2010]. Analisa ini menggunakan prinsip penjerapan larutan metilen *blue* dengan menambahkan sejumlah bentonit kedalamnya kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer *visible*.

### 2.2.3 Tahap distilasi-adsorpsi

Bioetanol 96% sebanyak 250 ml dilakukan pemurnian lanjutan yaitu distilasi-adsorpsi. Distilasi dijalankan dalam tangki distilasi dengan suhu 78°C. Rangkaian alat distilasi-adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 1.

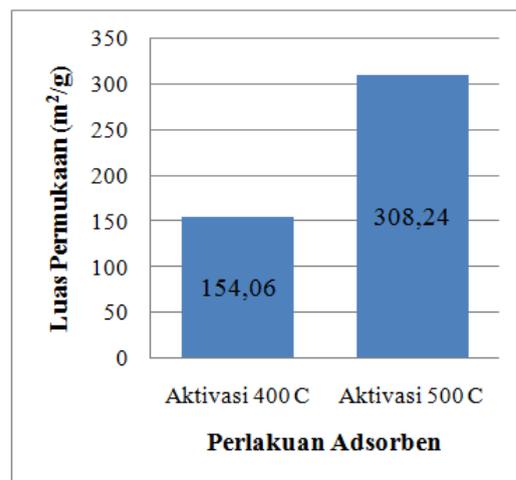


**Gambar 1.** Rangkaian Alat Distilasi-Adsorpsi

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengaruh Aktivasi Terhadap Luas Permukaan Bentonit

Bentonit yang telah diaktivasi kemudian dianalisa luas permukaan dengan metode adsorpsi metilen *blue*. Hasil dari uji metilen *blue* yang telah dilakukan memberikan data luas permukaan bentonit yang dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Luas Permukaan Bentonit

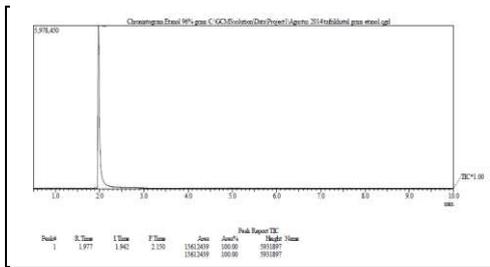
Gambar 2 menunjukkan luas permukaan bentonit cenderung mengalami peningkatan dengan meningkatnya suhu aktivasi. Pada suhu aktivasi 400°C luas permukaan bentonit lebih kecil, dibandingkan dengan bentonit yang diaktivasi pada suhu 500°C yaitu 154,06 m<sup>2</sup>/g. Hal ini disebabkan pemanasan pada suhu 400°C hanya mampu menguapkan air yang mengisi ruang antar lapis (*interlayer*). Sedangkan luas permukaan pada suhu aktivasi 500°C memiliki luas permukaan yang lebih besar yakni 308,24 m<sup>2</sup>/g, karena pada suhu tersebut terjadi proses pengeluaran molekul air dari rangkaian kristal sehingga dua gugus OH<sup>-</sup> yang berdekatan saling melepaskan satu molekul air [Prasetya, 2004]. Lepasnya molekul air mengakibatkan pori-pori bentonit terbuka sehingga luas permukaan meningkat.

### 3.2 Analisa Komposisi Kimia Bioetanol Hasil Distilasi

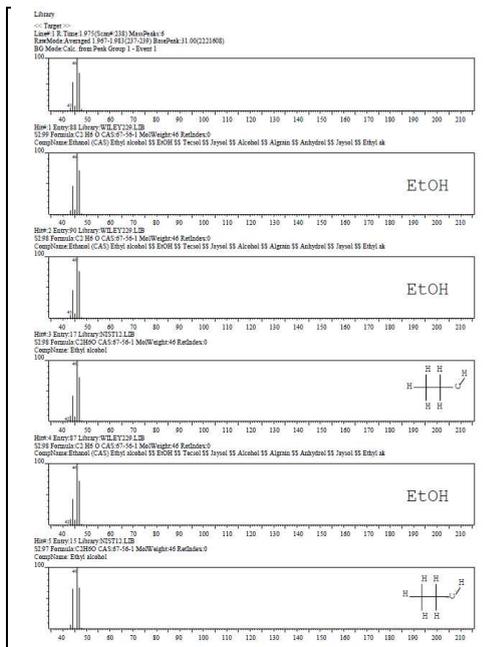
Data analisa kualitatif dengan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) digunakan untuk mengetahui dan memastikan komponen yang diperoleh pada pemurnian dengan proses distilasi-adsorpsi. Analisa GC-MS dilakukan pada umpan awal distilasi-

adsorpsi, yaitu bioetanol setelah didistilasi sampai kemurnian 96%v.

Berdasarkan hasil analisa *Gas Chromatography* (GC) diketahui bahwa hanya terdapat satu puncak yang terlihat sangat jelas pada *retention time* 1,977, hal ini mengindikasikan bahwa pada proses pemurnian hanya dihasilkan produk tunggal dan tidak dihasilkan produk samping. Produk hasil pemurnian yang memiliki satu kromatogram kemudian dianalisa dengan *Mass Spectrometry* (MS) untuk mengetahui jenis molekulnya. Dari hasil analisis *Mass Spectrometry* dapat terlihat massa molekul sampel adalah 46 gr/mol. Hasil analisa GC-MS dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



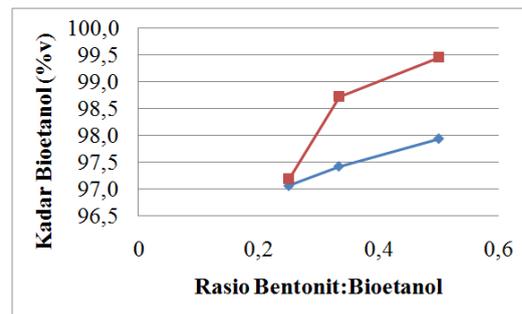
**Gambar 3.** Kromatogram Bioetanol Uji *Gas Chromatography* (GC)



**Gambar 4.** Hasil Uji *Mass Spectrometry* (MS) Bioetanol

### 3.3 Pengaruh Rasio Adsorben:Bioetanol dan Suhu Aktivasi Adsorben Terhadap Kadar Etanol

Dehidrasi etanol merupakan proses pemurnian etanol sehingga didapatkan etanol dengan kadar diatas titik azeotrop. Dehidrasi yang dilakukan yaitu dengan cara distilasi adsorpsi menggunakan bentonit. Hasil pemurnian bioetanol dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik Hubungan antara Rasio Bentonit:Bioetanol dan Suhu Aktivasi Terhadap Kadar Bioetanol

Dari Gambar 5 terlihat bahwa grafik mengalami peningkatan seiring dengan bertambah rasio berat bentonit:bioetanol. Kadar etanol terbesar terjadi pada rasio bentonit:bioetanol 1:2 pada masing-masing suhu aktivasi. Pada suhu 400°C dan 500°C bioetanol tertinggi masing-masing adalah 97,9% dan 99,5%. Dengan kemurnian 99,5% etanol, bioetanol yang dihasilkan sudah dikategorikan *Fuel Grade Ethanol* (FGE). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak bentonit yang digunakan sebagai adsorben, maka kadar etanol yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori dimana semakin banyak jumlah adsorben maka semakin kecil beban penjerapan adsorben, sehingga semakin banyak adsorbat yang akan terjerap.

Aktivasi pada suhu 400°C kadar etanol tertinggi hanya mencapai 97,8%, hal ini dikarenakan luas permukaan

bentonit yang kecil yaitu 153,81 m<sup>2</sup>/g. Pada suhu 500°C terjadi proses pengeluaran molekul air dari rangkaian kristal sehingga dua gugus OH<sup>-</sup> yang berdekatan saling melepaskan satu molekul air. Lepasnya molekul air mengakibatkan pori-pori bentonit terbuka sehingga luas permukaannya meningkat dan air lebih mudah teradsorpsi. Pada suhu 500°C bentonit memiliki luas permukaan 308,24 m<sup>2</sup>/g dan mencapai kadar etanol tertinggi 99,5%. Kadar bioetanol tertinggi sebesar 99,5% diperoleh pada rasio

bentonit:bioetanol 1:2 dengan jenis bentonit teraktivasi pada suhu 500°C.

### 3.4 Karakteristik Sifat Fisika Bioetanol

Analisa sifat fisika yang dilakukan adalah tampilan dan densitas. Sebagai acuan standar mutu bahan bakar nabati jenis bioetanol digunakan SNI nomor SNI 7390:2012. Hasil uji sifat fisika bioetanol hasil pemurnian dengan proses distilasi-adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Sifat Fisika Bioetanol Hasil Pemurnian dengan Proses Distilasi-Adsorpsi

Suhu Aktivasi (°C)	Rasio Bentonit:Bioetanol	Tampilan	Densitas (gr/ml)
400	1:2	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran	0,7980
	1:3	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran	0,7982
	1:4	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran	0,7983
500	1:2	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran	0,7989
	1:3	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran	0,7984
	1:4	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran	0,7952

Berdasarkan hasil pada Tabel 1, nilai densitas bioetanol yang dihasilkan dari proses pemurnian mendekati nilai densitas *fuel grade ethanol* yaitu 0,7871-0,7896 pada kondisi 25/25°C. Tampilan bioetanol yang dihasilkan dari hasil pemurnian menggunakan bentonit sesuai dengan Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol yang dapat digunakan sebagai bioetanol untuk campuran bahan bakar (gasohol).

## 4. Kesimpulan

1. Metode distilasi-adsorpsi menggunakan bentonit teraktivasi dapat menghasilkan bioetanol *fuel grade*.

2. Suhu aktivasi bentonit paling efektif untuk memproduksi bioetanol adalah 500°C, dengan kemurnian 99,5%.
3. Semakin besar rasio berat bentonit:bioetanol semakin besar kemurnian bioetanol. Rasio bentonit:bioetanol tertinggi didapatkan pada 1:2 dengan kemurnian 99,7%.

## 5. Saran

Pada pemurnian bioetanol hasil fermentasi nira nipah selanjutnya, sebaiknya melakukan analisa sesuai dengan standar pengujian yang tercantum pada SNI-7390:2012 dan untuk analisa bentonit disarankan

dilakukan analisa-analisa lain untuk uji bentonit seperti analisa BET, SEM, XRD untuk mengetahui diameter pori, struktur, dan morfologi bentonit.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam melakukan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Baharuddin, dan I. Taskirawati. 2009. Hasil Hutan Bahan Kayu. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Dinas Pertambangan dan Energi Provinsi Riau. 2004. Laporan Akhir Penyelidikan Bahan Galian Bentonit, Batu Gamping, dan Timah di Kabupaten Singingi dan Kampar Provinsi Riau. PT. Riodila Bumi Persada Konsultan Teknik. Pekanbaru.
- Energi Hijau. 2010. Gerakan Hijau Ditjen EBTKE. Direktorat Jenderal EBTKE. Bandung.
- Jassim, A.N, R. Al-Rasul, dan A.S Ibrahim. 2012. Activation of Iraqi Bentonite-Part (II): Thermal Activation. *Canadian Journal on Chemical Engineering and Technology* 3(4): 66-73.
- Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia. 2012. Krisis Energi. <http://kemlu.go.id/Pages/IIssueDisplay.aspx?IDP=6&l=id>. 24 Januari 2014.
- Nurhayati, H. 2010. Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Prasetya, W., D. 2004. Pengaruh Perlakuan Asam Fosfat dan Pemanasan Terhadap Karakteristik Lempung Na-Montmorillonit. Tugas Akhir II. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- SNI 7390:2012. Bioetanol Terdenaturasi untuk Gasohol. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.