

Pemurnian Bioetanol Hasil Fermentasi Nirah Nipah Menggunakan Proses Destilasi-Adsorpsi Menggunakan Adsorben CaO

Trya Nungky Villarul¹⁾, Chairul²⁾, Silvia Reni Yenti²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293
yatryanungki@yahoo.com

ABSTRACT

The rapid rate of world population growth conduces demand and supply of fuel is not balance. So that, energy reserves has been depleted in large numbers. Especially fossil fuels which is a main energy. The government has compiled program and policy for development of bioethanol and biodiesel to resolve energy crisis in indonesia which targeted in 2025 can be approximately 15-20% fuels need to fulfill transportation sector and the national industry. This research aims to produce bioethanol fuel grade-adsorption using distillation methods, determine the effect of the ratio of CaO : bioethanol and height of the adsorbent in the column for producing bioethanol fuel grade. The raw material is bioethanol from nipa sap fermentation results with 13% ethanol content. Ethanol content obtained not too high previously, so that should be took a process that can be increase the purity of bioethanol with distillation process-adsorption. This research divided into two stages . First stage is nipa sap bioethanol distilled up to 96% concentration and second stage is distillation-adsorption using CaO adsorbent. Independent variables on this research is ratio of CaO : bioethanol and a particle size of adsorbent in the adsorption column. The most influence process to review bioethanol purification is distillation-adsorption CaO with ratio : bioethanol 1 : 2 and a particle size of adsorbent is 200 mesh cm with purity of 99,7% and had been categorized fuel grade bioethanol.

Keywords: CaO, bioethanol, distillation- adsorption process, nypa

1. Pendahuluan

Sumber energi di Indonesia berada di ambang batas dan akan menghadapi krisis energi dalam waktu dekat. Salah satu upaya untuk meningkatkan keamanan energi nasional jangka panjang adalah melalui pengurangan ketergantungan terhadap energi fosil yang tidak terbarukan, khususnya minyak dan gas bumi, dengan mensubstitusinya ke sumber energi baru dan terbarukan (EBT), khususnya bahan bakar nabati (biodiesel, bioetanol, biomassa, dan biogas). Bioetanol adalah cairan dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat yang menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol merupakan sumber energi dengan prospek

yang cukup baik sebagai pengganti bahan bakar cair yang bahan bakunya dapat diperbarui, ramah terhadap lingkungan dan sangat menguntungkan dari segi ekonomi makro pada daerah pedesaan khususnya bagi petani. Salah satu bahan baku yang digunakan untuk fermentasi etanol adalah nirah nipah. Di Pulau Sumatera, Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau memiliki potensi hutan nipah yang melimpah dengan luas sekitar 32.053,34 hektar (BPDAS Kepulauan Riau, 2006). Menurut (Tamunaidu dkk., 2012) nira nipah berpotensi menghasilkan 15.600 liter etanol per hektar, atau dua kali lipat hasil yang diperoleh dari tebu dan enam kali lipat hasil dari jagung. Bioetanol yang dimanfaatkan sebagai campuran bahan

bakar untuk kendaraan harus betul-betul kering dan *anhydrous* supaya tidak korosif, sehingga bioetanol harus mempunyai kadar sebesar 99,5-100% volume (Nurdyastuti, 2005). Salah satu permasalahan utama pada proses pembuatan bioetanol adalah proses pemisahan air dengan etanol untuk mendapatkan etanol kering (99,5%). Hal ini karena campuran etanol air akan membentuk azeotrop pada 96% etanol, sehingga sulit untuk mendapatkan etanol kering. Destilasi-adsorpsi merupakan proses lanjutan untuk mendapatkan kadar bioetanol lebih dari 99,5%. Metode ini memanfaatkan media berpori. . CaO merupakan senyawa turunan dari kalsium hidroksida. Senyawa ini mampu mengikat air pada etanol diharapkan dalam penelitian ini CaO akan lebih efektif dalam mengeringkan bioetanol dan lebih mudah dalam pemakaiannya. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan Menghasilkan bioetanol *fuel grade* menggunakan destilasi-adsorpsi serta menentukan pengaruh ukuran partikel CaO dan perbandingan ratio adsorben CaO pada proses destilasi adsorpsi.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bioetanol hasil fermentasi nira nipah dengan kadar etanol 13%, *methylene blue*, CaO dan aquades. Dan alat yang digunakan adalah : rangkaian alat destilasi adsorpsi, pemanas, erlenmeyer, alkoholmeter, piknometer, pipet tetes, timbangan analitik, gelas ukur, kolom adsorpsi, dan ayakan.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Tahap Destilasi Bioetanol Hasil Fermentasi

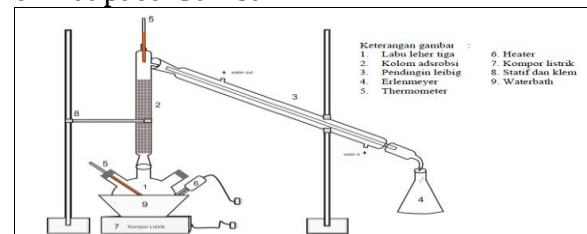
Bioetanol mira nipah dengan kadar 13% didestilasi secara berulang-ulang mulai dari suhu 86° sampai 78°C hingga diperoleh kadar etanol lebih dari 96%.

2.2.2 Tahap Persiapan Adsorben

CaO diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*, 100 *mesh* dan 200 *mesh*. Adsorben yang sudah diayak tadi dianalisis menggunakan metode adsorpsi *methylene blue* untuk mengetahui luas permukaan CaO. Analisa ini menggunakan prinsip penjerapan *methylene blue* dengan menambahkan sejumlah bentonit kedalamnya kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer *visible*.

2.2.3 Tahap Destilasi-Adsorpsi

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



Gambar 1. Rangkaian Alat Destilasi-Adsorpsi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perolehan Kadar Alkohol Hasil Proses Destilasi

Kadar etanol yang diperoleh dari hasil fermentasi terdiri dari campuran etanol-air maupun senyawa pengotor sehingga perlu dilakukan pemurnian untuk meningkatkan kadar bioetanol hasil fermentasi. Kadar etanol hasil fermentasi sebesar 13%. Pada penelitian ini, untuk meningkatkan kadar etanol hingga 96% dilakukan destilasi berulang, kadar bioetanol tidak dapat ditingkatkan lagi saat mencapai kadar 96%.

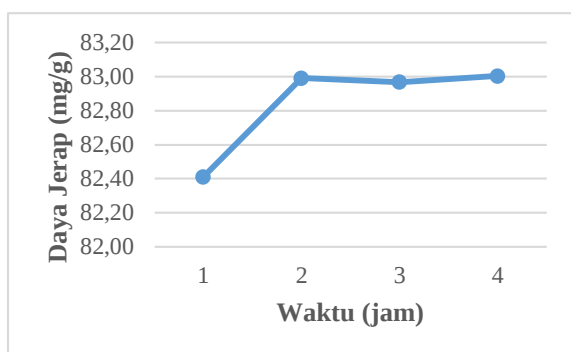
Walaupun dimurnikan dengan distilasi secara terus-menerus, kadar etanol yang diperoleh tidak akan melebihi 96% volume. Oleh karena itu, untuk memurnikan etanol, maka perlu dilakukan adsorpsi menggunakan adsorben yang bertindak sebagai *molecular sieve* (Prihandana, 2007).

Tabel 1. Kadar Bioetanlo Setiap Pengulangan Destilasi

No.	Kadar Bioetanol pada Distilasi ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
1	27%	46%	70%	73%	86%	94%	96%

3.2 Penentuan Luas Permukaan CaO

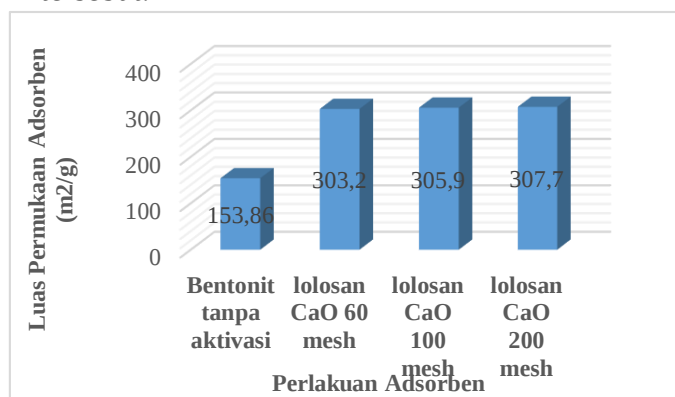
Luas permukaan CaO ditentukan dengan menggunakan metode adsorpsi *methylene blue* (Handayani, 2013). Untuk menghitung waktu setimbang pada proses penjerapan ini, dilakukan pengontakan *methylene blue* dengan CaO.



Gambar 2. Waktu Setimbang Penjerapan *Methylene Blue* oleh CaO

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa adsorpsi warna *methylene blue* oleh CaO berlangsung cepat antara 1 hingga 2 jam, kemudian pada 3 hingga 4 jam daya jerap tidak berubah. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi *methylene blue* oleh CaO mulai setimbang. Pada awal adsorpsi antara 1 hingga 2 jam, proses penjerapan meningkat, hal ini disebabkan pada waktu kontak 1 hingga 2 jam jumlah pori dan permukaan aktif CaO besar, sehingga kemampuan menjerap tinggi. Tetapi saat waktu kontak diatas 2 jam CaO mulai jenuh. Hal ini ditandai dengan tidak

berubahnya daya jerap. Pada waktu 3 hingga 4 jam terjadi kesetimbangan adsorpsi, dimana zat teradsorpsi sebanding dengan zat terdesorpsi (Yusnimar, 2013). Luas permukaan merupakan faktor penting dalam proses adsorpsi karena semakin luas permukaan pori CaO maka daya adsorpsi juga semakin besar sehingga jumlah adsorbat yang akan terserap juga meningkat sehingga proses adsorpsi berlangsung baik (Nurhayati, 2010). Menurut Shyam (2004) adsorpsi merupakan fenomena permukaan, dimana molekul cairan tertentu tertarik dan melekat terhadap padatan berpori yang memiliki spesifikasi luas permukaan yang tinggi (dengan range 300-1000 m²/g). Dari perhitungan dapat dilihat perolehan luas CaO sebesar 307,7 m²/g, sehingga proses adsorpsi terjadi pada permukaan pori CaO tersebut.



Gambar 3. Perbandingan Luas Permukaan CaO dan Bentonit tanpa Aktivasi

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa luas permukaan CaO lebih besar dari pada luas bentonit tanpa aktivasi. Hal

ini karena CaO memiliki pori-pori yang lebih besar dibandingkan dengan bentonit tanpa aktivasi dan menyebabkan penjerapan terhadap *methylen blue* lebih besar dibandingkan bentonit tanpa aktivasi. Sehingga tanpa diaktivasi CaO dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki luas permukaan yang besar.

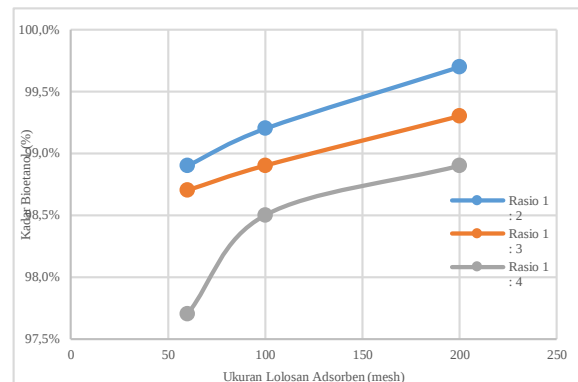
3.3 Perolehan Perbandingan Rasio Terhadap Kadar Alkohol Hasil Proses Distilasi-Adsorpsi

Dehidrasi etanol merupakan proses pemurnian etanol sehingga didapatkan etanol dengan kadar diatas titik azeotrop. Dehidrasi yang dilakukan yaitu dengan proses distilasi adsorpsi menggunakan adsorben CaO dengan perbandingan rasio CaO :bioetanol 1:2; 1: 3 dan 1 : 4. Hasil pemurnian bioetanol dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 2. Perolehan Hasil Pemurnian Bioetanol dengan Distilasi-Adsorpsi

No .	Rasio Adsorben : Etanol	Adsorben	Lolosan Adsorben (mesh)	Kadar Akhir (%)
1	1: 2	CaO	60	98.9%
			100	99.2%
			200	99.7%
2	1 : 3	CaO	60	98.7%
			100	98.9%
			200	99.3%
3	1 : 4	CaO	60	97.7%
			100	98.5%
			200	98.9%

Grafik hubungan antara lolosan ukuran adsorben terhadap kadar bioetanol dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Ukuran Lolosan Adsorben Terhadap Kadar Bioetanol

Dari Gambar 4 terlihat bahwa kadar bioetanol mengalami peningkatan seiring dengan kecilnya ukuran lolosan adsorben. Kadar bioetanol tertinggi terjadi pada perbandingan rasio CaO : bioetanol 1 : 2 sebesar 99,7 % dengan lolosan adsorben 200 *mesh* sedangkan pada lolosan 100 *mesh* terjadi penurunan dikarenakan adsorben 100 *mesh* memiliki pori lebih kecil dibanding ukuran 200 *mesh* sehingga tidak semua adsorbat terjerap pada permukaan adsorben. Kemurnian ini sudah dikategorikan *Fuel Grade Ethanol* (FGE), sehingga dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar untuk mesin kendaraan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak CaO yang digunakan sebagai adsorben, maka kadar bioetanol yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori dimana semakin banyak jumlah adsorben

yang digunakan semakin kecil beban penjerapan adsorben, sehingga semakin banyak adsorbat yang akan terjerap.

3.4 Karakteristik Sifat Fisika Bioetanol

Karakteristik sifat fisika bioetanol hasil

pemurnian dengan proses destilasi adsorpsi

Tabel 3. Densitas, Viskositas, dan pH Bioetanol Hasil Proses Destilasi-Adsorpsi

No	Bioetanol	Densitas (g/ml)		Viskositas (Cp)		pH	
		Hasil	Standar	Hasil	Standar	Hasil	Standar
1	1 : 2, 60 <i>mesh</i>	0.820		1.040		6,7	
2	1 : 3, 60 <i>mesh</i>	0.817		0.975		6,6	
3	1 : 4, 60 <i>mesh</i>	0.813		0.910		6,5	
4	1 : 2, 100 <i>mesh</i>	0.818		1.098		6,7	
5	1 : 3, 100 <i>mesh</i>	0.814	0,798	1.032	1,17	6,6	6,5-9,0
6	1 : 4, 100 <i>mesh</i>	0.812		0.969		6,4	
7	1 : 2. 200 <i>mesh</i>	0.818		1.159		6.8	
8	1 : 3, 200 <i>mesh</i>	0.812		1.090		6,6	
9	1 : 4, 200 <i>mesh</i>	0.817		1.037		6.5	

Hasil uji densitas, viskositas, dan pH bioetanol dari proses destilasi-adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 3. Densitas, viskositas, dan pH bioetanol hasil proses destilasi-adsorpsi mendekati nilai densitas, viskositas, dan pH standar yang sesuai dengan SNI-7390 tahun 2008 bioetanol yang dapat digunakan sebagai bioetanol untuk campuran bahan bakar (gasohol) (SNI, 2008).

4. Kesimpulan

1. Kemurnian bioetanol dari nira nipah dapat ditingkatkan menggunakan proses destilasi-adsorpsi hingga 99,7% dan Kualitas bioetanol yang dihasilkan memenuhi syarat sebagai bioetanol untuk bahan bakar sesuai standar SNI.
2. CaO dengan lolosan 200 *mesh* berpotensi digunakan sebagai adsorben pemurnian bioetanol
3. Rasio perbandingan adsorben : bioetanol yang paling optimal adalah 1 : 2

4. Saran

Pada destilasi-adsorpsi bioetanol dari nira nipah selanjutnya, direkomendasikan untuk melakukan aktivasi adsorben secara fisika dan mencoba ukuran partikel adsorben lebih kecil dari 200 mesh.

5. Ucapan Terima Kasih

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

Daftar Pustaka

- Handayani, K. dan Yusnimar. (2013). Pengaruh Ukuran Partikel Bentonit dan Suhu Adsorpsi terhadap Daya Jerap Bentonit dan Aplikasinya pada Bleaching CPO. *Jurnal Teknobiologi*, 4: 117-121.
- Nurdyastuti, I. (2009). Teknologi Proses Produksi Bio-Ethanol. *Prospek Pengembangan Bio-Fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak*, 1: 75–83.
- Nurhayati, H. (2010). Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. *Skripsi*, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Prihandana, R., Noerwijan, K., Adinurani, G. A., Setyaningsih, D., Setiadi, S., dan Hendroko, R. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia: Jakarta.
- Tamunaidu, P. Kakihira, T. Miyasaka, H. dan Saka, S. (2012). Prospect of Nipa Sap for Bioethanol Production. *Green Energy and Technology*, 48: 159-164.
- Tim BPDAS, 2006, Penyebaran Luas dan Jenis Mangrove/Asosiasi Mangrove Wilayah Balai Pengelolaan Hutan Mangrove Wilayah II. BPDAS Indragiri RokanRiau, *bphm-ii.sim-rlps.dephut.go.id*, 20 Desember 2016.
- SNI 7390:2008. Bioetanol Terdenaturasi untuk Gasohol. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Shyam, U dan Dipak, M, S. (2004). *Liquid Drying by Adsorption : Theory & Practice. Proceedings of Workshop and Symposium on Industrial Drying*. Mumbai