

## PENINGKATAN KADAR BIOETANOL DARI KULIT NANAS MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM DAN BATU KAPUR

**Nanik Astuti Rahman, Harimbi Setyawati**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang  
Email : nanik\_ar29@yahoo.com, arimbisetya@yahoo.co.id

### **Abstrak**

*Penggunaan zeolit dan batu kapur sebagai adsorben dilakukan untuk meningkatkan kemurnian bioetanol dari kulit nanas. Kadar gula yang terdapat dalam kulit nanas sekitar 8 % sehingga sangat sedikit bioetanol yang dihasilkan. Dari proses fermentasi sari kulit nanas dengan *Saccharomyces cerevisiae* dan proses destilasi didapatkan kadar bioetanol tertinggi hanya sebesar 3,9%, dan dengan destilasi berulang selama tiga kali konsentrasi bioetanol tetap tidak meningkat, untuk itu diperlukan metode alternatif permunian lain yaitu dengan proses adsorpsi. Adsorben yang digunakan pada penelitian ini adalah zeolit alam dan batu kapur yang didapatkan dari daerah selatan kota Malang. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan performance adsorben zeolit alam dan batu kapur pada pemurnian bioetanol yang dihasilkan dari kulit nanas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol meningkat menjadi 27,22% setelah dilewatkan adsorben zeolit dan batu kapur. Perlakuan aktivasi baik secara fisik maupun kimia sangat mempengaruhi proses adsorpsi.*

**Kata kunci :** adsorpsi, batu kapur, bioetanol, zeolit alam

### **Abstract**

*The use of zeolite and limestone as an adsorbent in an attempt to improve the purity of bioethanol from pineapple rinds. Sugar content contained in pineapple rinds is only about 8% so it is still very little bioethanol produced. Of the fermentation process of pineapple rinds juice with *Saccaromyces cereviceae* and ethanol distillation process obtained the highest levels of only 3.9%. With the distillation repeated for three times the concentration of ethanol does not increase, it is necessary for an alternative method is to purification other adsorption processes. Adsorbents used in this study is the natural zeolite and limestone obtained from the southern city of Malang. The results showed that the ethanol content increased to once passed through the zeolite adsorbent and limestone. Activation treatment, both physically and chemically strongly influences the adsorption process.*

**Key words :** adsorption, bioethanol, lime stone, zeolite

### **PENDAHULUAN**

Energi terbarukan terus dikaji baik dari segi bahan baku maupun teknologi pembuatannya. Sudah banyak dilakukan penelitian tentang bahan baku yang berpotensi sebagai sumber energi baik itu sebagai biogas, biodiesel maupun bioetanol.

Sebagai bioetanol bahan yang mengandung gula, glukosa maupun pati bisa diproses menjadi bioetanol dengan proses fermentasi dan bantuan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai mikroorganisme pengubah glukosa menjadi alkohol.

Bahan yang mengandung gula banyak terdapat dalam bahan pangan seperti ubi jalar, ubi kayu, bit,

jagung dan lain-lain. Penggunaan bahan pangan ini bisa menjadi masalah baru jika tidak dilakukan dengan bijaksana mengingat kondisi iklim yang saat ini tidak menentu menyebabkan banyaknya kasus gagal panen, sehingga kemungkinan krisis pangan bisa terjadi.

Untuk meminimalkan persaingan bahan pangan, maka perlu dilakukan kajian pada bahan buangan pangan yang masih mengandung glukosa, diantaranya adalah kulit nanas. Menurut Wijana, dkk (1991) kulit nanas mengandung 81,72% air; 20,87% serat kasar; 17,53% karbohidrat; 4,41% protein dan 13,65% gula reduksi. Mengingat kandungan karbohidrat dan gula yang cukup tinggi tersebut maka

kulit nanas memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku bioetanol.

Berdasarkan penelitian terdahulu, Setyawati dkk (2011), bioetanol yang dihasilkan dari kulit nanas hanya sebesar 3,9 %. Pemurnian yang telah dilakukan adalah proses destilasi dengan ulangan sebanyak tiga kali. Kadar etanol hasil fermentasi tidak dapat mencapai level diatas 18 hingga 21 persen, sebab etanol dengan kadar tersebut bersifat *toxic* terhadap ragi yang memproduksi etanol tersebut sehingga untuk memperoleh etanol dengan kadar yang lebih tinggi perlu dilakukan destilasi. Destilasi adalah proses pemanasan yang memisahkan etanol dan beberapa komponen cair lain dari substrat fermentasi sehingga diperoleh kadar etanol yang lebih tinggi. Pengulangan pada penelitian yang dilakukan oleh Setyawati dkk (2011) ini tidak bisa meningkatkan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan, sehingga diperlukan alternatif pemurnian lain, yaitu dengan proses adsorpsi. Adsorben yang digunakan adalah zeolit alam dan batu kapur yang didapatkan dari daerah selatan kota Malang.

Penggunaan zeolit alam merupakan upaya untuk memanfaatkan bahan lokal sebagai bahan adsorben dengan harga murah dan aman. Zeolit alam yang telah diaktifasi mempunyai kemampuan sebagai adsorben. Proses aktivasi menyebabkan terjadinya perubahan perbandingan Si/Al, luas permukaan meningkat, dan terjadi peningkatan porositas zeolit (Setiadji, 1996). Hal ini akan berdampak pada kinerja zeolit, yaitu kemampuan adsorpsi zeolit akan meningkat sehingga lebih efisien dalam pemurnian bioetanol.

Perbandingan Si/Al dapat dimodifikasi menggunakan asam-asam mineral (Barrer, 1978). Tsitsis-livili, *et al.* (1992) mendapatkan bahwa perlakuan asam pada clinoptilolit dapat meningkatkan porositas dan kapasitas adsorpsi untuk molekul-molekul yang relatif besar. Polaritas zeolit bergantung pada perbandingan  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  yang terkandung dalam zeolit. Polaritas menurun dengan meningkatnya perbandingan  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan *performance* adsorben zeolit alam dan batu kapur pada pemurnian bioetanol yang dihasilkan dari kulit nanas.

## METODE PENELITIAN

Bahan baku dalam pembuatan bioetanol adalah kulit nanas jenis *Queen*. Sebagai pengubah gula menjadi alcohol digunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Untuk menambah nutrisi mikroorganisme ditambahkan urea.

Proses pembuatan bioetanol dari kulit nanas diadopsi dari penelitian Setyawati dkk (2011). Pada proses adsorpsi digunakan adsorben batu kapur dan zeolit alam. Kedua bahan ini didapatkan dari daerah Turen Kabupaten Malang. Untuk mendapatkan

kemurnian bioetanol yang tinggi dilakukan proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben zeolit alam dan batu kapur. Perlakuan aktivasi fisik dan kimia pada adsorben dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi air sehingga didapatkan bioetanol dengan kemurnian yang lebih tinggi.

Pada proses adsorpsi dengan zeolit alam, bioetanol dilewatkan zeolit dalam kolom adsorpsi dengan variasi ketinggi adsorben dalam kolom dan waktu kontak, sedangkan pada adsorpsi dengan batu kapur dilakukan dengan menambahkan batu kapur ke dalam bioetanol dengan perbandingan 2 : 1 dan mendiamkan dalam waktu yang ditentukan sambil sesekali diaduk. Bioetanol yang telah dilewatkan adsorben diukur kadarnya dengan menggunakan *Gas Chromatography*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil fermentasi kulit nanas (dengan kadar gula sebesar 8 %) didapatkan bioetanol dengan kemurnian sebesar 3,9%.

Penggunaan zeolit pada kondisi sudah diaktifasi menunjukkan hasil pemurnian yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi tidak diaktifasi. Adsorpsi terjadi pada permukaan pori membran. Partikel zeolit memiliki tiga tipe pori, yaitu *macropore* dan *micropore* (masing-masing dengan ukuran  $>50\text{nm}$  dan  $<2\text{nm}$ ). Di antara keduanya terdapat *mesopore*. *Macropore* merupakan jalan masuk ke dalam partikel menuju *micropore*. *Macropore* tidak berkontribusi terhadap besarnya luas permukaan zeolit. Sebaliknya, *micropore* adalah penyebab besarnya luas permukaan zeolit. *Micro-pore* tersebut sebagian besar terbentuk selama proses aktivasi. Pada *micropore* inilah sebagian besar peristiwa adsorpsi terjadi.

Seperti yang terlihat pada gambar 1, kadar etanol akan semakin tinggi jika digunakan zeolit yang sudah diaktifasi. Semakin tinggi zeolit yang ada dalam kolom akan memperbesar kontak antara adsorben dan bioetanol sehingga kadar bioetanol yang dimurnikan juga akan semakin tinggi terjadinya proses adsorpsi.

Perlakuan pengecilan ukuran juga memberikan kontribusi besar terhadap hasil pemurnian. Dengan dikecilkannya ukuran zeolit maka luas permukaan partikelnya akan semakin besar, hal ini juga makin memperbesar kemampuan zeolit dalam menyerap air dalam bioetanol.

Air dalam bioetanol dapat teradsorbsi karena gaya tarik dari permukaan zeolit lebih besar dari pada gaya tarik yang menahan air tersebut untuk tetap larut dalam etanol. Dengan memanfaatkan sifat fisik dan kimia zeolit yaitu sifat hidrofilik dan ukuran pori  $< 0.44 \text{ nm}$ , air dalam bioetanol dapat diserap secara sempurna dan pada akhirnya kemurniannya meningkat.

Aktivasi menggunakan asam menyebabkan pembentukan struktur pori mesopori dan perubahan perbandingan Si/Al, yaitu perbandingan Si/Al meningkat karena pelepasan Al dari struktur zeolit. Porositas partikel memberikan sifat adsorpsi zeolit yang tinggi. Perlakuan termal dapat menaikkan perbandingan Si/Al sehingga adsorpsi menjadi lebih efektif dan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi. (Setiadji, 1996). Gambar 1 juga menunjukkan bahwa dengan aktivasi kimia kemampuan zeolit juga meningkat karena terbukanya pori-pori zeolit sehingga makin banyak air yang dapat diadsorp dari bioetanol.

Selain zeolit, penggunaan batu kapur sebagai adsorben juga menunjukkan performa adsorpsi yang lebih baik jika dilakukan perlakuan fisik. Makin kecil ukuran batu kapur makin besar daya adsorpsinya. Dengan memanfaatkan sifat hidroskopis dari batu kapur diharapakan air dalam bioetanol dapat diserap.

Pada gambar 2 terlihat bahwa batu kapur yang telah dihaluskan lebih banyak mengadsorp air dalam bioetanol. Fenomena yang sama pada zeolit juga terlihat pada batu kapur, bahwa makin kecil ukuran makin baik daya adsorpsinya.

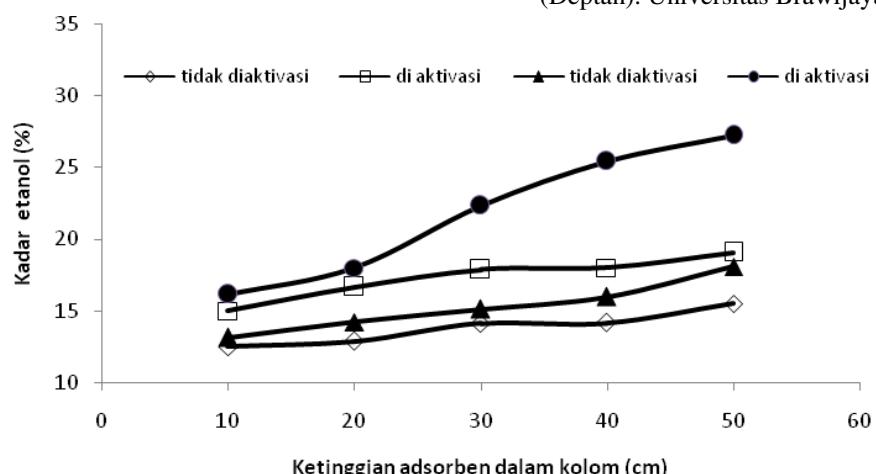
Penggunaan adsorben batu kapur memberikan hasil kemurnian yang tidak terlalu besar. Semakin lama waktu kontak, lebih dari 24 jam maka air yang sudah terserap perlahan-lahan akan terlepas kembali, hal ini terjadi karena ikatan kimia yang terjadi tidak terlalu kuat. Waktu kontak, lebih dari 24 jam maka air yang sudah terserap perlahan-lahan akan terlepas kembali, hal ini terjadi karena ikatan kimia yang terjadi tidak terlalu kuat.

## SIMPULAN

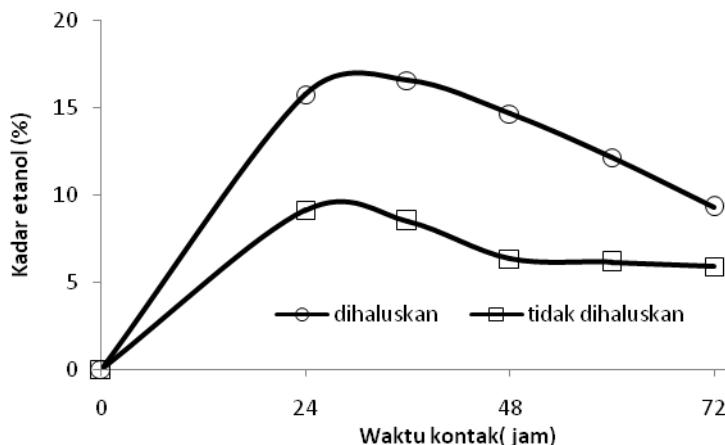
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa kemurnian bioetanol dari kulit nanas dengan proses adsorpsi dapat ditingkatkan dari 3,9% menjadi 27,22 %. Bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi sama seperti yang dihasilkan pada penelitian oleh Setyawati dkk (2011). Bioetanol ini kemudian dimurnikan lagi dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben zeolit alam dan batu kapur. Adsorben zeolit alam dan batu kapur yang didapatkan dari daerah selatan kota Malang berpotensi digunakan sebagai adsorben yang selektif dalam memurnikan bioetanol.

## DAFTAR PUSTAKA

- Barrer, FRS, R.M. 1978. Zeolites and Clay Minerals as Sorbents and Molecules. Academic Press, New York
- Setiadji, A. H. B. 1996. Zeolit Material Unggulan Masa Depan. *Makalah dalam Lokakarya Nasional Kimia*. Yogyakarta
- H. Setyawati, NA Rahman. 2011. Sintesa Ethanol Dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa Ragi dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 6. No.1 (2011). UPNV, Jatim.
- Tsitsislivili, G.V., T.G. Andronikashvili, and G.N. Kirov. L.D. Filizova. 1992. Natural Zeolites. Ellis Harward, New York
- Wijana, S., Kumalaningsih, A. Setyowati, U. Efendi dan N. Hidayat. 1991. Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi. ARMP (Dept). Universitas Brawijaya, Malang



Gambar 1. Kemurnian Bioetanol (Dalam %) Setelah Dilewatkan Adsorben Zeolit Pada Variasi Ketinggian Adsorben Dalam Kolom (Simbol Terbuka Untuk Zeolit Dengan Aktivasi Fisik, Simbol Tertutup Untuk Zeolit Dengan Aktivasi Kimia)



Gambar 2. Kemurnian Bioetanol (Dalam %) Setelah Dilewatkan Adsorben Batu Kapur Yang Dihaluskan Dan Tidak Dihaluskan