



Pengaruh Ukuran Partikel Serbuk Kalsium Oksida (CaO) Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kadar Etanol Teknis

Effect of Calcium Oxide (CaO) powder particle size as adsorbent to increase technical ethanol levels

Afrianti S.Lamuru, Mahirulla, Sri Juita

¹Politeknik Negeri Ujung Pandang, jalan Perintis Kemerdekaan Km.10. Tamalanrea, Makassar 90245

² Universitas Halu Oleo, Jalan H.E.A.Mokodompit, Kampus Hijau bumi Tridharma Andonohu, Kendari

Kata kunci

Destilasi, Adsorpsi, Adsorben, Etanol, dan Kalsium Oksida.

Abstrak

Penelitian ini mempelajari metode peningkatan kadar alkohol teknis dengan penggunaan adsorben Kalsium Oksida (CaO) pada destilasi adsorpsi. Alkohol dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif atau zat aditif bahan bakar untuk peningkatan bilangan oktan dari bahan bakar tersebut sehingga menghasilkan gas emisi karbon yang rendah. Oleh sebab itu sangat pentingnya pemurnian alkohol. Salah satu metode untuk pemurnian alkohol yaitu destilasi adsorpsi. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh ukuran partikel serbuk adsorben Kalsium Oksida (CaO) sebagai adsorben dalam metode destilasi adsorpsi. Destilasi adsorpsi merupakan metode pemisahan dimana destilasi dan adsorpsi dilakukan secara bersamaan. Etanol yang digunakan sebagai umpan yaitu etanol dengan kadar 70% dan 96%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar etanol dengan ukuran partikel 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh, kadar akhir etanol tertinggi diperoleh pada ukuran partikel 200 mesh, dimana pada konsentrasi awal etanol 70% setelah proses adsorpsi meningkat menjadi 88,50%, sedangkan kadar etanol terendah diperoleh pada ukuran 100 mesh dengan kadar akhir 87%. Sama halnya pada konsentrasi awal etanol 96% setelah proses adsorpsi meningkat menjadi 98,25% pada ukuran partikel 200 mesh, sedangkan kadar terendah diperoleh pada ukuran partikel 100 mesh dengan kadar akhir 97,90%. Dari hasil penelitian menunjukan bahwa ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap peningkatan kadar etanol. Semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaannya semakin besar, sehingga air banyak yang terserap dan konsentrasi etanol yang dihasilkan lebih besar.

Keywords

Distillation, Adsorption, Adsorbent, Ethanol, and Calcium Oxide.

Abstract

The research studied method of increasing technical alcohol levels by using Calcium Oxide (CaO) adsorbent in adsorption distillation. Alcohol can be used as an alternative fuel or fuel additive to increase the octane number of the fuel so as to produce low carbon emissions. So, it is very important alcohol purification. One method for purifying alcohol is adsorption distillation. The purpose of this study was to determine the effect of the particle size of CaO adsorbent powder in the adsorption distillation method. The ethanol used as feed is ethanol of 70% and 96%. The results showed the increase in ethanol content with a particle size of 100 mesh, 150 mesh and 200 mesh, the highest final ethanol content was obtained at a particle size of 200 mesh, where at an initial concentration of 70% ethanol after the adsorption process increased to 88.50%, while the ethanol content the lowest was obtained at 100 mesh with a final content of 87%. Likewise, the initial concentration of 96% ethanol after the adsorption process increased to 98.25% at a particle size of 200 mesh, while the lowest concentration was obtained at a particle size of 100 mesh with a final grade of 97.90%. From the results of the study showed that particle size greatly

influences the increase in ethanol content. The smaller the particle size used, the greater the adsorption speed. The smaller the particle size, the greater the surface area, so that more water is absorbed and the resulting ethanol concentration is greater.

© 2023 Jurnal Jejaring Matematika dan Sains. This work is licensed under a [CC BY-NC 4.0](#)

Corresponding Author:

Afriantis195@poliupg.ac.id

PENDAHULUAN

Dewasa ini riset-riset untuk mencari energi alternatif terbarukan sebagai pengganti energi dari fosil semakin berkembang, yang paling populer adalah bioetanol yang merupakan etanol yang diperoleh dari proses fermentasi gula bahan-bahan berkarbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Etanol adalah salah satu bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan, serta menguntungkan dari segi ekonomi. Bercermin pada beberapa negara maju yang telah lebih dulu mengembangkan etanol sebagai biofuel, Indonesia pun tak mau ketinggalan untuk turut serta mengembangkan etanol sebagai bahan bakar alternatif [1][2]. Selain itu juga, etanol dijadikan sebagai bahan aditif dalam pembuatan Gasohol (bahan bakar hasil pencampuran bensin dengan alkohol). Akan tetapi, etanol dari hasil fermentasi diperlukan pemurnian (kadar >99%) terlebih dahulu karena masih memiliki kadar alkohol 30-40% untuk dapat dijadikan bahan bakar [3].

Hasil Penelitian sebelumnya mempelajari teknologi pemisahan lanjut yaitu destilasi azeotrop, dan adsorpsi untuk memperoleh bioetanol *fuel grade* dengan kadar >99% [4]. Teknologi pemurnian alkohol dengan mendekati nilai 100% terus dikembangkan untuk mendapatkan teknologi yang sederhana dan efisien sehingga mudah diaplikasikan. Metode yang selama ini telah dikenal dapat menghasilkan alkohol absolut adalah metode destilasi. Walaupun demikian metode ini kurang efisien dalam hal energi dan biaya terutama untuk memurnikan etanol di sekitar titik azeotrope.

Metode destilasi Adsorpsi dengan adsorben zeolit dapat digunakan secara efektif untuk peningkatan kadar alkohol hingga mendekati 100%. Zeolit digunakan sebagai adsorben karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan atau menyaring molekul dengan ukuran tertentu. Perpaduan metode adsorpsi dan destilasi dianggap mampu meningkatkan efisiensi pemisahan air dan alkohol sehingga dapat dihasilkan alkohol mendekati kadar 100% [5]. Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu zat oleh permukaan zat lain yang terjadi karena adanya kesetimbangan gaya tarik pada permukaan zat tersebut. Adsorben adalah zat yang dapat menyerap zat lain baik cairan maupun gas pada proses adsorpsi. Berbagai bahan-bahan berpori dapat digunakan sebagai adsorben. Bahan berpori ini dipilih karena mempunyai luas permukaan dalam yang jauh lebih besar dibandingkan dengan luas permukaan luarnya. Contoh adsorben yang secara komersial telah dipakai diantaranya adalah karbon aktif, silika gel dan CaO [6],[7], [8].

Pada penelitian ini digunakan CaO sebagai adsorben pada proses pemurnian alkohol dengan metode destilasi adsorpsi. CaO memiliki sifat higroskopis dan dehidrator sehingga dapat mengikat air pada etanol. Beberapa factor mempengaruhi proses adsorpsi seperti jenis adsorben, waktu kontak, luas permukaan, konsentrasi, ukuran partikel, variabel massa adsorben dan pH. Penelitian ini focus mempelajari pengaruh ukuran partikel dari CaO sebagai adsorben pada metode destilasi adsorpsi untuk peningkatan kadar alkohol.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Oven, timbangan analitik, gelas kimia 250 mL dan 600 mL, labu takar 10 mL, gelas ukur 10 mL, 250 mL dan 500 mL, ayakan 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh, alkohol meter, pipet volume 25 mL, botol timbang dan filler. Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu adsorben serbuk kalsium oksida (CaO), etanol 70 % dan etanol 96%, Alginat 2% dan akuades.

2. Prosedur Penelitian

Adsorben yang digunakan adalah CaO teknis yang dicampur dengan alginat sebagai bahan cetak dan dilakukan proses adsorpsi. Penelitian ini dilakukan dengan variasi ukuran partikel 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh. Penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode destilasi adsorpsi. Penelitian ini dilakukan dengan dua tahap, yaitu : Tahap pertama pembuatan adsorben dan tahap kedua proses adsorpsi etanol.

a. Pembuatan Adsorben dengan Variasi Ukuran Partikel

Berikut ini langkah-langkah pembuatan adsorben CaO dengan ukuran partikel serbuk CaO yang berbeda, yaitu :

- Serbuk kalsium oksida (CaO) diayak dengan ukuran partikel 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh.
- Dibuat adsorben CaO dengan Alginat dengan perbandingan 10:7 (CaO 10 gram dalam 7 mL Alginat 2%) [3]
- Membentuk adonan adsorben yang terdiri dari serbuk CaO dan Alginat dengan menggunakan cetakan dengan diameter lubang 1 cm kemudian dipotong-potong dengan panjang 1 cm [4]
- Adsorben yang terbentuk kemudian dioven pada suhu 110°C selama 1 jam [4]
- Adsorben dikalsinasi selama 2 jam pada suhu 400°C.

b. Proses Adsorpsi Etanol dengan menggunakan Metode Destilasi Adsorpsi

Berikut ini adalah langkah-langkah pengadsorpsian etanol menggunakan adsorben CaO dengan metode destilasi adsorpsi, yaitu :

- 25 gram Adsorben CaO dengan ukuran partikel masing-masing 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh dimasukkan ke dalam labu alas bulat yang berisi etanol 350 mL. (Kadar etanol yang didestilasi masing-masing adalah 70% dan 96%).
- Didestilasi pada suhu 78°C sampai suhu konstan.
- Destilat yang diperoleh diukur volumenya menggunakan alkohol meter

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan serangkaian proses penelitian, pengamatan dan analisis hasil penelitian diketahui bahwa penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemurnian suatu etanol. Etanol yang digunakan sebagai umpan yaitu etanol dengan kadar 70% dan 96%. Untuk meningkatkan kadar etanol maka pada penelitian ini digunakan dua tahapan proses. Tahapan pertama adalah pembuatan adsorben dan tahap kedua adalah proses adsorpsi etanol.

Tahap awal dilakukan pembuatan adsorben dengan mencampur serbuk kalsium oksida dan alginat. Kalsium oksida (CaO) berfungsi sebagai dehidrator dalam proses adsorpsi etanol. Dehidrator itu sendiri merupakan substansi yang dapat menyerap air yang ada pada etanol. Sebelum dijadikan adsorben, serbuk CaO diayak dengan ukuran 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh. Tujuan dari proses pengayakan ini untuk memperoleh ukuran partikel serbuk CaO yang lebih kecil, sehingga semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar kemampuan adsorpsinya. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel adsorben maka semakin luas permukaan, semakin besar luas permukaan adsorben akan menyebabkan kontak antara adsorben dengan etanol semakin besar sehingga air banyak yang terserap [9] [10].

Penggunaan batu kapur juga menunjukkan performa adsorpsi yang lebih baik jika diberi perlakuan fisik dimana makin kecil ukuran partikelnya maka makin besar daya adsorpsinya, dengan memanfaatkan sifat higroskopis dari batu kapur diharapkan air dalam etanol dapat diserap [8]. Hasil penelitian menunjukkan

bahwa batu kapur yang dihaluskan terlebih dahulu lebih banyak mengadsorpsi air dalam etanol. Menurut penelitian [4] untuk mendapatkan adsorben Kalsium Oksida (CaO) digunakan perbandingan 10:7 antara adsorben CaO dan alginat (10 gram serbuk CaO dan 7 mL alginat 2%). Alginat digunakan karena alginat dapat menarik air dan juga tidak larut dalam alkohol sehingga dapat membantu adsorben untuk menarik air. Adonan tersebut kemudian dicampur secara merata menjadi bentuk granular (padatan-padatan kecil), kemudian dicetak. Adsorben kemudian dipanaskan pada suhu 110°C selama 1 jam menggunakan oven. Tujuan dari proses pemanasan ini untuk menguapkan komponen air yang ada pada adsorben. Kemudian dikalsinasi selama 2 jam pada suhu 400°C untuk menghilangkan sisa-sisa kandungan air pada adsorben.

Pada penelitian ini digunakan metode destilasi adsorpsi. Konsentrasi alkohol yang digunakan yaitu 70% dan 96%. Destilasi adsorpsi merupakan metode pemisahan dimana destilasi dan adsorpsi dilakukan secara bersamaan. Proses pemisahan dengan metode ini memanfaatkan sifat-sifat zat padat tertentu untuk menjerap suatu komponen spesifik dari campuran larutan yang akan dipisahkan dengan komponen lainnya [6]. Pada proses adsorpsi etanol 70% dan 96% menggunakan adsorben dari serbuk CaO yang mempunyai ukuran partikel yang berbeda. Sebab adsorben diaplikasikan dengan proses destilasi adsorpsi. Adsorben terlebih dahulu diaktifkan dengan cara dikeringkan pada suhu 110°C. Tujuannya untuk mengaktifkan kembali adsorben sebelum digunakan [4]. Pada tahap selanjutnya, dilakukan proses pemurnian alkohol 70% dengan metode destilasi adsorpsi. Volume alkohol yang didestilasi adalah 350 mL. Proses destilasi dilakukan pada suhu 78°C sampai suhu konstan, karena pada suhu 78°C etanol telah lebih dulu menguap dari air. Hasil yang diperoleh dari proses destilasi alkohol 70% sebanyak 350 mL untuk ukuran partikel 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh adalah masing-masing 270 mL, 266 mL, dan 260 mL. Dari hasil destilat tersebut selanjutnya dilakukan pengukuran kadar alkohol menggunakan alkohol meter. Diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Data variasi ukuran partikel adsorben Kalsium Oksida (CaO) terhadap peningkatan kadar etanol 70% dengan 25 gram massa adsorben dan 350 mL etanol.

No.	Ukuran Partikel (mesh)	Kadar Awal Etanol (%)	Volume Destilat	Kadar Akhir Etanol (%)
1.	100	70	270	87
2.	150	70	266	87,75
3.	200	70	260	88,50

Sama halnya pada proses pemurnian alkohol 96% dengan metode destilasi adsorpsi. Volume alkohol yang didestilasi adalah 350 mL. Proses destilasi dilakukan pada suhu 78°C sampai suhu konstan. Sehingga hasil yang diperoleh dari proses destilasi alkohol 96% sebanyak 350 mL untuk ukuran partikel 100, 150 dan 200 mesh adalah masing-masing 343 mL, 341 mL, dan 340 mL. Dari hasil destilat tersebut selanjutnya dilakukan pengukuran kadar alkohol menggunakan alkohol meter. Diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data variasi ukuran partikel adsorben Kalsium Oksida (CaO) terhadap peningkatan kadar etanol 96% dengan 25 gram massa adsorben dan 350 mL etanol.

No.	Ukuran Partikel (mesh)	Kadar Awal Etanol (%)	Volume Destilat	Kadar Akhir Etanol (%)
1.	100	96	343	97,90
2.	150	96	341	98
3.	200	96	340	98,25

Dari tabel 4.1 dan 4.2 dapat dilihat bahwa peningkatan kadar alkohol tertinggi diperoleh pada adsorben yang mempunyai ukuran partikel 200 mesh, dengan volume destilat 260 mL untuk alkohol 70% dan 340 mL untuk alkohol 96%. Pada proses destilasi, destilat ditampung pada suhu tetap (konstan). Hal ini dilakukan karena diharapkan akan diperoleh destilat yang murni pada kondisi suhu tersebut. Setelah alkohol pada labu alas bulat berkurang, suhu akan naik karena jumlah alkohol yang didestilasi telah berkurang. Pada kondisi naiknya suhu ini, proses destilasi dapat dihentikan sehingga yang diperoleh adalah destilat murni. Namun, apabila pemanasan kecil, proses pemisahan akan berlangsung lama, akan tetapi hasil konsentrasi yang

diperoleh akan lebih baik. Volume destilat hasil destilasi yang diperoleh jauh berbeda secara teori. Hal ini dikarenakan, pada saat pemanasan suhunya terlalu tinggi, sehingga proses destilasi berlangsung sangat cepat dan konsentrasi etanol didapatkan kecil karena air ikut menguap dan terbawa ke atas dan terembunkan di dalam kondensator dan ikut keluar menjadi destilat.

Berdasarkan tabel 1 dan 2 peningkatan kadar etanol pada konsentrasi awal etanol 70% menghasilkan peningkatan dengan kadar 88,50% pada ukuran partikel 200 mesh, dan kadar etanol terendah diperoleh pada ukuran partikel 100 mesh dengan kadar 87%. Sama halnya pada konsentrasi awal etanol 96%, yang menghasilkan peningkatan 98,25% pada ukuran partikel 200 mesh, dan kadar etanol terendah diperoleh pada ukuran partikel 100 mesh dengan kadar 97,90%. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa ukuran partikel adsorben sangat berpengaruh terhadap kemurnian etanol. Menurut literatur semakin kecil ukuran partikel adsorben maka semakin luas permukaan adsorben [9]. Karena semakin luas permukaan maka kontak etanol dengan adsorben semakin banyak, sehingga air banyak yang terserap dan adsorpsi dapat berjalan dengan optimal. Selain itu, semakin kecil ukuran partikel adsorben, maka semakin besar kecepatan adsorpsinya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa : peningkatan kadar etanol dengan ukuran partikel 100 mesh, 150 mesh dan 200 mesh, kadar akhir etanol tertinggi diperoleh pada ukuran partikel 200 mesh, dimana pada konsentrasi awal etanol 70% setelah proses adsorpsi meningkat menjadi 88,50%, sedangkan pada konsentrasi awal etanol 96% setelah proses adsorpsi meningkat menjadi 98,25%. Pengaruh ukuran partikel serbuk kalsium oksida (CaO) sebagai adsorben dalam meningkatkan kadar etanol yaitu semakin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaannya semakin besar, sehingga air banyak yang terserap dan konsentrasi etanol yang dihasilkan lebih besar.

REFERENSI

- [1] Marx S, Ndaba B, Chiyanzu I, Schabert, "Fuel ethanol production from sweet sorghum bagasse using microwave irradiation. Biomass and Bioenergy", Biomass and Bioenergy, no 65, 145-150, 2014
- [2] Kartawiria IS, Syamsu K, Noor E, Sa'id EG, "Sorghum stalk juice pre-treatment method for bioethanol fermentation process", Energy Procedia, , no 65, 145-150, 2015
- [3] Yujie S, Peidong, and Yuqing S, "An overview of biofuels policies and industrialization in the major biofuel producing countries, journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 50, 991-1003, October 2015
- [4] Retno, E., Agus., Rizki, B.S., dan Nurul, W, "Pembuatan Ethanol Fuel Grade Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorbent Granulated Natural Zeolite dan CaO" *Simposium Nasional RAPI XI FT UMS-2K012, ISSN: 1412-9612, 2012*
- [5] Handayani, K. dan Yusnimar, " Pengaruh Ukuran Partikel Bentonit dan Suhu Adsorpsi terhadap Daya Jerap Bentonit dan Aplikasinya pada Bleaching CPO", Jurnal Teknobiologi, no 4, 117-121, 2013
- [6] Mukhtar.A.I., Muhammad.H.M., Heriyanto,Haryadi, "Purification Of Ethanol By Continuous Adsorption Method Using Zeolite 3A And Calcium Oxide, Jurnal Kimia Riset, Vol 7, No. 1, 9-29 Juni 2022.
- [7] Bambang S., Ulfinasari A, Rini Y., "Pemurnian Alkohol Menggunakan Proses Destilasi-Adsorpsi dengan Penambahan Adsorben Zeolit Sintesis 3 Angstrom", Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem Vol. 6 No. 1, , 9-18, Januari 2018
- [8] Anita R, Triastuti S, dan Jumaeri, "Peningkatan Kadar Etanol dalam Ciu dengan Metode Destilasi Adsorptif Menggunakan Zeolit Alam", Indo. J. Chem. Sci., Vol. 9, no 2, 2020
- [9] Suprpto, Fauziah, T.R., Sangi, M.S., Oetami, T.P., Qoniah, I., dan Didik Prasetyoko, "Calcium Oxide from Limestone as Solid Base Catalyst in Transesterification of Reutealis trisperma Oil", Indones. J. Chem., Vol 16, no.2, 208 – 213, 2016
- [10] Trya,N.V., Chairul , dan Silvia,R.Y, "Pemurnian Bioetanol Hasil Fermentasi Nirah Nipah Menggunakan Proses Destilasi-Adsorpsi Menggunakan Adsorben CaO". Jom FTEKNIK. Vol 4, No. 2, Oktober 2017