

Pengaruh Ukuran Partikel Zeolit Terhadap Peningkatan Kadar Bioetanol

Rinda wulandari¹, Cipto Priyono²

. Diploma Pharmacy Program Studies of Polytechnic Bhakti Mulia Sukoharjo

ABSTRACT: Background : The development of the world energy needs are increasing and limitations of fossil energy causes the current attention devoted to search for sources of environmentally friendly renewable energy such as solar energy, hydro energy, geothermal energy, and biomass energy. Global issues of climate change also encourage the use of biomass as a replacement fuel or as an additive.

Objective : To determine the effect of particle size on the provision of natural zeolite and to increase levels of Bioethanol and To make bioethanol with grading more pure than the levels of the previous samples with the addition of natural zeolite as an adsorbent of water.

Methods : This study was a kind of experimental research, data analysis methods used in this study was the SPSS statistical one-way analysis of variance (Oneway Analysis of variance = Oneway ANOVA).

Results : From the results of this study were obtained from the addition of bioethanol increased levels of zeolites with different particle size measurement, with a No. 20 sieve size levels increased by 18 %, sieve size No. 50 levels increased by 20.4 %, while there was an increase in coarse mixture levels by 7.2 %. The result the results of ANOVA test should significant any different about particle size with increasing levels of bioethanol.

Conclusion : Based on the results obtained, it can be concluded that the smaller the particle size, will be produced of greater levels of bioethanol.

Keywords : *Elevated levels, particle size zeolite, Bioethanol .*

ABSTRAKSI: Latar Belakang: Perkembangan kebutuhan energi dunia yang semakin meningkat dan keterbatasan energi fosil menyebabkan perhatian saat ini ditujukan untuk mencari sumber-sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan seperti energi surya, energi hidro, energi geotermal, dan energi biomassa. Isu global tentang perubahan iklim juga mendorong penggunaan energi biomassa sebagai pengganti bahan bakar atau sebagai bahan aditif.

Tujuan: Untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel pemberian Zeolit alam terhadap peningkatan kadar Bioetanol dan untuk membuat Bioetanol dengan kadar yang lebih murni dari kadar sampel sebelumnya dengan penambahan zeolit alam sebagai adsorbent air.

Metode: Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental, metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data statistik SPSS *analisis ragam satu arah (Oneway Analysis of variance = Oneway ANOVA)*

Hasil: Dari penelitian ini diperoleh hasil peningkatan kadar bioetanol dari penambahan zeolit dengan ukuran partikel yang berbeda, dengan ukuran ayakan No 20 terjadi peningkatan kadar sebesar 18 %, ukuran ayakan No 50 terjadi peningkatan kadar sebesar 20,4 % sedangkan pada campuran kasar terjadi peningkatan kadar sebesar 7,2 %. Dari hasil uji ANOVA diperoleh hasil yang signifikan.

Kesimpulan: Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran partikelnya maka semakin besar kadar bioetanol yang dihasilkan

Kata Kunci: *Peningkatan kadar, Ukuran partikel Zeolit, Bioetanol.*

1.1. PENDAHULUAN

Dewasa ini secara umum dunia sedang mengalami krisis minyak karena konsumsi tahunan minyak terus meningkat. Perkembangan dan pertumbuhan industri kimia di Indonesia meningkat dengan pesatnya. Akibatnya cadangan minyak kita menjadi sangat cepat habis. Para ilmuwan memprediksi bahwa pada saat ini minyak yang kita konsumsi akan benar-benar habis hanya dalam 40 tahun pasokan bahan bakar fosil. saat ini tingkat konsumsi minyak lebih meningkat menggunakan lebih dari sumber daya yang terbatas. Disisi lain, disamping minyak memiliki beberapa manfaat dalam komunitas global, tetapi hasil pembakaran minyak meningkatkan konsentrasi gas di atmosfer dan menyebabkan masalah lingkungan

yang signifikan seperti pemanasan global (Bries, 2008).

Kebutuhan yang semakin meningkat dan fenomena kelangkaan bahan bakar minyak pada tahun-tahun belakangan ini telah memberikan dampak yang sangat luas di berbagai sektor kehidupan. Sektor yang paling cepat terkena dampaknya adalah sektor transportasi. Fluktuasi suplai dan harga minyak bumi menggambarkan bahwa jumlah cadangan minyak yang ada di bumi semakin menipis. Minyak bumi adalah bahan bakar yang tidak bisa diperbarui sehingga harus ada bahan bakar pengganti sebagai antisipasi menipisnya bahan bakar fosil. Indonesia sebagai negara yang mempunyai potensi sumber bahan bakar alam (biofuel) berpeluang untuk mengembangkan energi

alternatif terbarukan antara lain bioetanol. Pengembangan biofuel didukung dengan dikeluarkannya Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional dan Inpres No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain. Bioetanol berpotensi untuk dikembangkan karena ramah lingkungan. bioetanol merupakan alternative penyedia energi dunia. Penggunaan bakar alternatif harus segera dilakukan terutama yang berbentuk cair, karena masyarakat sudah sangat familiar dengan bahan bakar cair. Ada solusi pengganti yang dari dulu hingga sekarang selalu dikebiri dan diintimidasi oleh kartel-kartel minyak, yaitu teknologi BioEtanol (BioAlkohol) dan BioDiesel yang mampu 100% menggantikan fungsi bensin dan solar. Ramah lingkungan, biodegradable, dan terbaruhui (Dwi, 2007).

Selain Peraturan Pemerintah mengenai kebijakan energi, terdapat larangan untuk meminum arak atau alkohol karena akibatnya yang amat buruk bagi kesehatan. salah satu larangan terdapat pada Keputusan Presiden RI No.3 Tahun 1997 tanggal 31 Januari 1997, tentang Pengawasan dan Pengendalian Minuman Berakohol. Keppres tersebut tidak terlepas dari respons positif pemerintah terhadap tanggapan ketidakpuasan di dalam masyarakat terhadap Peraturan Daerah mengenai minuman berakohol. Sesuai dengan Keppres mengenai larangan penggunaan minuman berakohol, maka pembuatan tuak atau arak dibatasi (Yuarini, 2007).

Eksplotasi minyak sebagai bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui terus menerus dapat menyebabkan persediaan bahan bakar fosil semakin langka. Perkembangan kebutuhan energi dunia yang semakin meningkat dan keterbatasan energi fosil menyebabkan perhatian saat ini ditujukan untuk mencari sumber-sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan seperti energi surya, energi hidro, energi geotermal, dan energi biomassa. Isu global tentang perubahan iklim juga mendorong penggunaan energi biomasa sebagai pengganti bahan bakar atau sebagai bahan aditif (Balat. M., Balat, H. and Oz, C., 2008).

Tujuan umum penelitian ini Sebagai salah satu upaya untuk memanfaatkan bioetanol menjadi produk yang lebih bermanfaat melalui proses peningkatan kadar.

Hipotesis dalam penelitian ini adalah : pengujian ANOVA diperlukan hipotesa data dimana H_0 tidak ada perbedaan peningkatan kadar bioetanol dan H_1 adanya perbedaan peningkatan kadar bioetanol dengan pemberian perbedaan ukuran partikel zeolit dengan taraf yang signifikan ($\alpha = 0,05$ atau 5%).

1.2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan diLaboratorium Farmasi Poltekkes Bhakti Mulia Sukoharjo bulan April –Mei 2014. Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental.

Populasi dan Sampel penelitian ini Proses peningkatan kadar Bioetanol dengan penambahan Zeolit alam dengan ukuran partikel yang berbeda, Menggunakan sampel Zeolit alam dan etanol (C_2H_5OH).

Prosedur penelitian ,Pengambilan sampel : Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah etanol dengan kadar awal 65 % memiliki bau yang khas, tidak berwarna dan tidak berasa. Zeolit alam dengan ukuran partikel yang berbeda dari hasil pengayakan no 20, 50 dan campuran kasar (60).

Penanganan sampel : Sampel zeolit terlebih dahulu dilakukan pengayakan dengan ukuran ayakan yang berbeda dan hasilnya dipisahkan kemudian masing-masing sampel ditimbang hingga mencapai berat yang diinginkan. Sampel etanol di bagi menjadi 3 perlakuan yaitu perlakuan penambahan zeolit hasil ukuran 20, 50 dan campuran kasar (60), masing-masing dilakukan sebanyak 5 kali replikasi dengan bobot zeolit masing-masing 100 gram dan sampel etanol kadar rendah (65 %) sebanyak 100 ml.

Pembuatan kerja peningkatan kadar

- 1) Menimbang 100 gr zeolit dari hasil ukuran no 20, 50 dan campuran kasar (60) kemudian dimasukkan erlenmeyer.
- 2) Ditambah dengan 100 ml etanol kadar rendah (65%) dan ditutup, kemudian dilakukan perendaman dan penggojokan menggunakan stirrer selama 2 jam.
- 3) Setelah 2 jam mengukur hasil peningkatan kadar etanol menggunakan alkoholmeter.
- 4) Masing-masing hasil ayakan (no 20, 50 dan campuran kasar) dilakukan perlakuan sebanyak 5 kali replikasi.

Pengukuran peningkatan kadar, Peningkatan kadar etanol diukur dengan menggunakan alat Alkoholmeter dengan cara, etanol di tuang ke dalam gelas ukur kemudian alkoholmeter dimasukkan dan diamati hasil skala nominal yang tunjukkan oleh alat tersebut.

Teknik Analisis Data Metode analisis data yang digunakan pada penulisan karya tulis ini adalah *analisis ragam satu arah (Oneway Analysis of variance = Oneway ANOVA)*. Pengaruh ukuran partikel zeolit terhadap peningkatan kadar bioetanol.

2.1. HASIL

Sampel Etanol di uji kadarnya 65 % (Etanol NAHCO 70 %)

Pengambilan sampel 100 ml

Pemberian zeolit $\pm$ 100 g

Perendaman dan penggojokan selama 2 jam
 Ukuran serbuk zeolit : Mesh 20,50 dan campuran kasar (diameter 3 – 5 mm)
 Peningkatan kadar : hasil kadar setelah penambahan zeolit – kadar sebelum penambahan zeolit.

Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Peningkatan Kadar

Ukuran ayakan	Volum e etanol	Rata – rata bobot zeolit	Rata – rata kadar	Rata – rata peningkatan kadar
NO 20	100 ml	102 g	83 %	18 %
NO 50	100 ml	102,6 g	85,4 %	20,4 %
Campuran kasar	100 ml	100,8 g	72,2 %	7,2 %

Dari hasil data pengamatan diatas menunjukan bahwa semakin kecil ukuran partikelnya maka di peroleh kadar yang semakin besar.

HASIL UJI STATISTIK SPSS

Tabel 2.1 Hasil uji Normalitas Tests of Normality

Ukuran ayakan		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
peningkatankadar	dimension20	.300	5	.161	.883	5	.325
	dimension50	.283	4		.863	4	.272
	dimension60	.246	5	.200	.956	5	.777

a. Lilliefors Significance Correction

*. This is a lower bound of the true significance.

Tabel 4.3 Hasil Uji Homogenitas Test of Homogeneity of Variances Peningkatankadar

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.109	2	11	.364

Tabel 2.2 Hasil Uji Statisti ANOVA ANOVA

Peningkatankadar					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	458.807	2	229.404	186.232	.000
Within Groups	13.550	11	1.232		
Total	472.357	13			

Tabel 2.3. Hasil Uji Post Hoc Post Hoc Tests

Multiple Comparisons					
peningkatankadar LSD					
(I) ukuranayakan	(J) ukuranayakan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	
20	dimension3	-2.25000	.74453	.012	
	60	10.80000	.70195	.000	
dimension50	dimension3	2.25000	.74453	.012	
	60	13.05000	.74453	.000	
60	dimension3	-10.80000	.70195	.000	
	50	-13.05000	.74453	.000	

Multiple Comparisons

peningkatankadar LSD

(I) ukuranayakan	(J) ukuranayakan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
20	dimension3	-2.25000	.74453	.012
	60	10.80000	.70195	.000
dimension50	dimension3	2.25000	.74453	.012
	60	13.05000	.74453	.000
60	dimension3	-10.80000	.70195	.000
	50	-13.05000	.74453	.000

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Multiple Comparisons

Peningkatankadar LSD

(I) ukuranayakan	(J) ukuranayakan	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
20	dimension3	-3.8887	-.6113
	60	9.2550	12.3450
dimension50	dimension3	.6113	3.8887
	60	11.4113	14.6887
60	dimension3	-12.3450	-9.2550
	50	-14.6887	-11.4113

3.1. PEMBAHASAN

Biotanol merupakan sediaan cairan kimia yang kadarnya didasarkan pada perbandingan antara jumlah etanol (C₂H₅OH) dan air. Semakin sedikit kadar airnya maka semakin tinggi pula kadar etanolnya, dengan demikian untuk meningkatkan kadar etanol adalah dengan cara menghilangkan kadar air yang terdapat di dalam campuran cairan tersebut.

Berbagai upaya dilakukan untuk memurnikan atau meningkatkan kadar etanol salah satunya menggunakan zeolit sebagai *adsorbent* airnya (pengikat airnya). pada pemurnian bioetanol dapat digunakan dengan 2 cara yaitu cara kimia dan fisika. cara kimia dengan menggunakan batu gamping, sedangkan cara fisika ditempuh dengan proses penyerapan menggunakan zeolit.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengambilan data dilakukan dengan tiga perlakuan yang berbeda, perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentuk ukuran partikel *zeolite*, yaitu 20 mesh, 50 mesh dan campuran kasar.

Pada penelitian ini berat zeolite yang digunakan setiap Replikasinya adalah 100g tiap perlakuan. Sebelum penelitian zeolite terlebih dahulu diayak dengan menggunakan ayakan no 20 dan no 50 serta campuran kasar. pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian perbedaan ukuran partikel zeolit terhadap peningkatan kadar etanol.

Adapun ukuran partikel yang telah ditetapkan adalah partikel dengan ukuran ayakan No 20 dengan ukuran 1,27 mm dan ukuran ayakan No

50 dengan ukuran 0,508 mm, sedangkan pada campuran kasar ukuran partikelnya tidak menentu karena ada yang kecil dan ada yang besar.

Untuk mengetahui peningkatan kadar bioetanol ditetapkan dengan menggunakan Alkoholmeter dikarenakan alatnya lebih sederhana, harganya murah, serta mudah dalam pengamatannya. Alat ini dapat menganalisa secara langsung peningkatan kadar yang terdapat sampel bioetanol tersebut. Cara kerja alat ini adalah dengan meletakkan alkoholmeter kedalam sampel bioetanol dari hasil penambahan zeolit yang telah ditampung.

Dari hasil penelitian ini diperoleh hasil peningkatan kadar dari penambahan zeolit dengan hasil ayakan No 20 terjadi peningkatan kadar sebesar 18 %, dan hasil ayakan No 50 sebesar 20,4 %, sedangkan pada campuran kasar diperoleh hasil sebesar 7,2 %. Dari ketiga hasil peningkatan kadar etanol tersebut menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikelnya maka di peroleh kadar yang semakin besar.

Dari hasil analisa SPSS diperoleh :

1. Dari tabel Tests of Normality didapatkan hasil yang signifikan yaitu lebih besar dari $\alpha = 0,05$.
2. Dari tabel tests of homogeneity of variance yang menguji hipotesis
 $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$
 $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$
 Di mana : μ_1 = Rerata kadar dengan pemberian zeolit hasil ukuran no 20
 μ_2 = Rerata kadar dengan pemberian zeolit hasil ukuran no 50
 μ_3 = Rerata kadar dari hasil campuran kasar (no 60)
 Memberikan nilai P – Value (signifikan) = 0,364 yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$ sehingga $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ tidak dapat ditolak. Kesimpulan ketiga sampel peningkatan kadar berasal dari populasi yang memiliki ragam yang sama.
3. Dari tabel hasil uji statistik ANOVA, memberi nilai statistik F = 186,232, Karena P – Value (signifikan) = 0,000 lebih kecil dari $\alpha = 0,05$, maka $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ ditolak sehingga ada perbedaan yang signifikan, Kesimpulan dari ketiga peningkatan kadar menghasilkan produk dengan kualitas yang berbeda.
4. Untuk mengetahui purata peningkatan kadar mana saja yang berbeda, di lakukan Post Hoc Multiple Comparison. Hasil output SPSS untuk Post Hoc Multiple Comparison LSD adalah bahwa purata peningkatan kadar No 20 berbeda dengan purata peningkatan kadar No 50 dan purata peningkatan kadar No 60 (campuran kasar).

Ukuran partikel yang akan dipisahkan juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas dan laju adsorpsi zeolit terhadap adsorbat tertentu. Ukuran partikel pori zeolit akan mempengaruhi selektifitas zeolit terhadap molekul-molekul mana yang akan masuk ke dalam rongga zeolit dan mana yang akan ditolak. Semakin kecil diameter pori, maka proses pemisahan menggunakan sifat zeolit akan semakin selektif. Berkaitan dengan jumlah pori, apabila diameter pori semakin banyak, maka akan semakin banyak senyawa-senyawa yang dapat masuk dan terperap dalam pori-pori zeolit. Sebaliknya, semakin kecil diameter pori dari suatu zeolit, maka zeolit tersebut akan semakin selektif dalam menyerap ataupun meloloskan zat-zat yang akan terperap ke dalam pori-pori zeolit. Selain itu, diameter pori zeolit juga dapat digunakan untuk menentukan golongan ataupun klasifikasi dari sampel zeolit sebagai material berpori. *Physisorption* (adsorpsi secara fisik) digunakan untuk menentukan kemampuan adsorpsi dari zeolit, baik zeolit alam, yang dimodifikasi, maupun zeolit sintetis 3A. Proses adsorpsi yang terjadi pada zeolit merupakan adsorpsi secara fisik (*physisorption*) dimana struktur elektron dari molekul zeolit tidak terganggu pada saat proses adsorpsi.

Prinsip dari penelitian ini adalah bahwa ukuran molekul air lebih kecil daripada molekul alkohol sehingga air dapat terperap masuk ke dalam pori – pori zeolit sementara etanol tidak dapat terperap masuk ke dalam pori – pori zeolit karena ukuran molekulnya lebih besar daripada ukuran pori – pori zeolit.

Ukuran partikel zeolit berkaitan dengan luas permukaan zat, semakin kecil ukuran partikel total maka semakin besar luas permukaan kontak antar zat. Dengan demikian semakin banyaknya area kontak maka suatu zat di harapkan semakin mudah / cepat bereaksi. Pada penelitian ini semakin banyak luas permukaan yang kontak akan menghasilkan adsorpsi air lebih banyak. Perbedaan ukuran partikel akan menghasilkan kadar etanol yang berbeda dan semakin kecil ukuran partikel diperoleh kadar yang semakin besar. Pada campuran kasar yang ukurannya tidak menentu, maka efektivitas penyerapan airnya semakin kecil sehingga hasil peningkatan kadarnya rendah.

3.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu peningkatan kadar bioetanol dengan penambahan zeolit dengan ukuran partikel yang berbeda diperoleh hasil peningkatan kadar dengan no ayakan 20 sebesar 18%, no ayakan 50 sebesar 20,4 %, dan campuran kasar (no 60) sebesar 7,2%.

Dari hasil penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran partikel zeolit maka semakin besar kadar etanol yang di hasilkan.

3.1. Saran

1. Perlu dilakukannya destilasi untuk alkohol yang telah di beri perlakuan pemberian zeolit untuk penelitian lebih lanjut.
2. Perlu dilakukan penggojokan kembali dengan bobot yang terbagi untuk penelitian lebih lanjut.

REFERENSI

- [1] Abdur Rahman & Budi Hartono. 2004. *Makara, kesehatan, vol. 8, no. 1, juni 2004: 1-6*: "Penyaringan air tanah dengan zeolit alami untuk menurunkan kadar besi dan mangan". Jakarta: Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia
- [2] Al-Asheh S, Banat F, Al-Lagtah N. 2004. *Separation of Ethanol-Water Mixtures Using Molecular Sieves and Biobased Adsorbents. Chem Eng Res Des* 82 : 855-864.
- [3] Auerbach, Scott M., Carrado, Kathleen A., & Dutta, Prabir K.. 2003. *Handbook of zeolite science and technology*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- [4] Balat, M., Balat, H. and Öz, C., 2008, Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34:551–573.
- [5] Bries. A. Rodiel, 2008. *The Extraction of Bioethanol from Pineapple (Ananas Comosus) Peelings Through Simultaneous Saccharification and Fermentation Using The Yeast Saccharomyces Cerevisiae*. Quezon City Science High School, Istanbul.
- [6] Butland, T.D., 2008, Adsorption Removal of Tertiary Butyl Alcohol from Wastewater by Zeolite, Thesis of Worcester Polytechnic Institute.
- [7] Chemiawan. T. 2007. *Krisis energi dan globalisasi* <http://mahasiswaanegarawan.wordpress.com/18-08-2007/> Diakses tanggal 19 maret 2014
- [8] Clark J. 2007. *Pembuatan Alkohol dalam Skala Produksi*. <http://www.chem-is-try.org/>. (5 mei 2014).
- [9] Depkes, 1979. *Farmakope indonesia edisi III*. Jakarta: Depatemen kesehatan Republik Indonesia.
- [10] Djaeni, M., 2008, Energy Efficient Multistage Zeolite Drying for Heat Sensitive
- [11] Dwi, 2007. *Bioetanol, energi alternatif yang kompetitif*. [www. Dwi blogspot.com](http://www.blogspot.com). Tanggal 19 marat 2014
- [12] Flanigen EM. 1980. *Molecular Sieve Zeolite Technology-The First Twenty-Five Years*. Plenary Paper-Technology. *Pure Appl Chem* 52 : 2191-2211. Great Britain : Pergamon Pr.
- [13] Fogler, Scott H. *Elements of Chemical Reaction Engineering* . University of Michigan, USA. 1991.
- [14] Gruszkiewics, M.S., Simonson, J.M., Burchell, T.D., Cole, D.R., 2005, Water Adsorption and Desorption on Microporous Solids at Elevated Temperature, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 81, 609-615.
- [15] Harjanto, S., (1987) : Lempung, Zeolit, Dolomit, dan Magnesit, *Publikasi khusus*, Direktorat Sumber Daya Mineral, 108-119.
- [16] Igbokwe, P.K., Okolomike, R.O., Nwokolo, S.O., 2008, Zeolite for Drying of Ethanol-Water and Methanol-Water Systems from Nigerian Clay Resource, *Journal of The University of Chemical Technology and Metallurgy*, 43, I, 109-112.
- [17] Jozefaciuk, G., Bowanko, G., 2002, Effect of Acid and Alkali Treatments on Surface Areas and Adsorption Energies of Selected Minerals, *Journal Clays and Clay Minerals*, 50 No. 6, 771-783.
- [18] Kohl S. 2004. *Ethanol 101-7 : Dehidration*. Ethanol Today. Maret 2004. http://www.ovsclub.com.vn/datapic/File/Ethanol_Dehydration.pdf. (5 mei 2014).
- [19] Moechtar., (1990), "Farmasi Fisika", UGM Press, Yogyakarta, 169
- [20] Onuki S. 2006. *Bioethanol : Industrial production process and recent studies*. www.public.iastate.edu/~tge/courses/ce521/sonuki.pdf. (5 mei 2014).
- [21] Ozkan, F.C., Ulku, S., 2005, The Effect of HCl Treatment on Water Vapor Adsorption Characteristics of Clinoptilolite Rich Natural Zeolite, *Journal Microporous and Mesoporous Materials* 77, 47-53.
- [22] Ozkan, F.C., Ulku, S., 2008, Diffusion Mechanism of Water Vapour in A Zeolitic Tuff Rich in Clinoptilolite, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 94, 699-702
- [23] Paturau, J. M. 1981. *By Product of the Sugar Cane Sugar Industry: An Introduction to Their Industrial Utilization*. Elsevier Scientific Publ. Co. Amsterdam.
- [24] Payra, P., Dutta, P.K., 2003, Zeolites : A Primer, in Auerbach, S.M., Carrado,

- K.A., Dutta, P.K., (Ed.). Handbook of Zeolite Science and Technology, Marcel Dekker New York, pp 1-19.
- [25] Riyadi, Awang .2007. *Pemanasan Global dan Konsep Rumah Hemat Energi*. www.Google.com.tanggal 19 maret 20014
- [26] Rosita, N., Erawati, T., Moegihardjo, M., 2004, Pengaruh Perbedaan Metode Aktivasi Terhadap Efektivitas Zeolit sebagai Adsorben, *Majalah Farmasi Airlangga*, 4 No. 1, 20-25.
- [27] Senda, S.P., Saputra, H., Sholeh, A., Rosjidi, M., Mustafa, A., 2006, Prospek Aplikasi Produk Berbasis Zeolit untuk Slow Release Substances (SRS) dan Membran, *Artikel Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Indonesia*, ISSN 1410-9891.
- [28] Sheppard, R. A. and Gude, A.J.. 1969. *Chemical Composition and Physical Properties of The Related Zeolites Offretite and Erionite*. *American Mineralogist*: 54: 875-886.
- [29] Smith, J.M. *Chemical Engineering Kinetics*. McGraw-Hill Book Co, Singapura. 1967.
- [30] Suardana, I.N., 2008, Optimalisasi Daya Adsorpsi Zeolit Terhadap Ion Kromium(III), *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Sains & Humaniora Lembaga Penelitian Undiksha*, Vol. 2(1), 17-33.
- [31] Sumin, L., Youguang, M.A., Chunying, Z., Shuhua, S., Qing, H.E., 2009, The Effect of Hydrophobic Modification of Zeolites on CO₂ Absorption Enhancement, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 17(1), 36-41.
- [32] Suwardi. 2000. Pemanfaatan mineral zeolit di bidang pertanian dan lingkungan [abstrak]. Di dalam : Seminar Staf Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, IPB, 22 Maret 2000. <http://suwardi-abstrak.blogspot.com>. [26 Mei 2009].
- [33] Ulku, S., Cakicioglu, F., 1991, Energy Recovery in Drying Application, *Renewable Energy*, 1 No. 5/6, 695-698.
- [34] Van Bekkum, H, E.M Flaningen, and J.C. Jansen, *Introduction to Zeolite Science and Practice*. New York : Elsevier.USA. 2007.
- [35] Yuarini D.A.A. 2007. *Proses Produksi Dan Karakteristik Arak di Kecamatan Sidemen, Kabupaten Karangasem, Propinsi Bali*. Skripsi S1 Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana. Bali
- [36] [IUPAC] International of Pure and Applied Chemistry. 1997. *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*. Ed ke-2. <http://www.iupac.org/goldbook.pdf>. (5 mei 2014).