

JURNAL TEKNOLOGI

(Journal of Technology)

Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya

Daftar Isi

Kajian Jenis dan Jumlah Katalisator pada Pembuatan polioliol dari Epoksi Minyak Jarak Pagar (<i>Jatropha Curcas Oil</i>) <i>Ratri Ariatmi N, Djumali Mangunwidjaya, Ani Suryani, Machfud, Sudradjat</i>	43
Rancang Bangun Prototype Mesin Heatertunnel Menggunakan Petrafuzz51 <i>Rika Novita, Ahmad Yamin</i>	50
Analisis Pengaruh Material Solder SnCuNi Terhadap Kualitas Solderan <i>Dwi Rahmalia, Sadat Mamduh</i>	60
Studi Aktivitas Antibakteri dari Daun Tumbuhan Kandis Keling (<i>Garcinia nigrolineata</i>) Terhadap Bakteri Uji Penyebab Diare: <i>Escherichia coli</i> dan <i>Shigella dysenteriae</i> <i>Elfita, Dachriyanus, Husein, Bahti dan Supriyatna</i>	67
Evaluasi Pengaruh Serbuk Biji Kelor (<i>Moringa Oleifera</i>) dan Kecepatan Sentrifugasi Terhadap Penurunan Kadar Deterjen Dalam Air <i>Flora Elvistia, Mien Hermina</i>	76
Kinetika Reaksi Esterifikasi Minyak Biji Bintangur (<i>Calophyllum inophyllum</i>) untuk meningkatkan Kualitas Bahan Baku Biodiesel <i>Sahirman, Ani Suryani, Djumali Mangunwidjaya, Sukardi dan R Sudradjat</i>	84
Potensi Aktivitas Antioksidan Ekstrak <i>Garcinia Cymosa</i> <i>Muharni, Supriyatna, Husein H, Bahti, dan Dachriyanus</i>	92
Analisis Bit Error Rate (BER) pada Multicell Multicode Multicarrier CDMA Dengan Dual Medium Menggunakan Power Control Error <i>Hoga Saragih</i>	97
Pengaruh Campuran Pelarut Aseton-Heksan dan Etanol- Dietileter Terhadap Isolasi β karoten Wortel <i>Harini Agusta</i>	106
Kajian Perlakuan Pendahuluan Biji Jarak Pagar dan Karakterisasinya <i>Yeti Widyawati, E. Gumbira Sa'id, Ani Suryani dan Sudradjat</i>	111

JURNAL TEKNOLOGI

ISSN : 1693-0266

Jurnal Teknologi mempublikasikan hasil penelitian Ilmiah di bidang Ilmu Teknik berupa penelitian dasar, perencanaan, perancangan, dan studi pengembangan teknologi. Jurnal Teknologi terbit secara berkala 6 bulanan (Maret dan September).

Pelindung : Dekan FTI Universitas Jayabaya

Ketua Editor : DR. Flora Elvistia. M.Si.

Editor Pelaksana:

Ir. Ratri Ariatmi, M. T.
Dianta Mustofa S.T, M.T.
Ir. Dwi Rahmalina, M.T.

Ir. Iwan Setiono, M.T.
Rika Novita, S.T, M.T.

Editor Ahli:

DR. Ir. Rusman Sudjana, M.S.
Ir. Sulaeman Manggung, M.Si.
Ir. Agus Budi Djatmiko, M.T.
Ir. I. Nyoman Artana, M.M. M.T.
Ir. Endang Sri Rahayu, M.Kom.
Prof. DR. Ir. Nasikin, M.Sc. (FT-UI)
DR. Ir. Lukman Satibi (LAPAN)
DR. Ir. Engkos Kosasih, M.T. (FT-UI)

DR. Ir. A. Syamsu Anwar, M.Si.
Ir. Lubena, M.T.
Ir. La Ode M. Firman, M.T.
Ir. Dewanto Indra K., M.M.
Ir. Bambang Hermawanto, M.Sc.
Ir. M. Dachyar, M.Sc. (FT-UI)
DR. Ir. Hendro Tjahyono (BPPT)

Pelaksana Teknis : Ir. Djamhir Djamruddin, M.T.

Sirkulasi : Mardiono, S.T.

Bendahara:

Ir. Neneng Ratnawati, M.Si.

Yetti Widayawati, S.T.

Sekretariat : Muhamad Gunawan

Rekening

Bank BCA Cabang Cibubur, Rek No. 6280388591, a.n Ir. Neneng Ratnawati, M.Si.

Sekretariat Redaksi

Gedung D Lantai 3, Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya
Telp.: (021) 8714823 Fax.: (021)8714823 E-mail: jurtek_fti@yahoo.com

Daftar Isi

Kajian Jenis dan Jumlah Katalisator pada Pembuatan polioli dari Epoksi Minyak Jarak Pagar (<i>Jatropha Curcas Oil</i>) <i>Ratri Ariatmi N, Djumali Mangunwidjaya, Ani Suryani, Machfud, Sudradjat</i>	43 - 49
Rancang Bangun Prototype Mesin Heatertunnel Menggunakan Petrafuzz51 <i>Rika Novita, Ahmad Yamin</i>	50 - 59
Analisis Pengaruh Material Solder SnCuNi Terhadap Kualitas Solderan <i>Dwi Rahmalia, Sadat Mamduh</i>	60 - 66
Studi Aktivitas Antibakteri dari Daun Tumbuhan Kandis Keling (<i>Garcinia nigrolineata</i>) Terhadap Bakteri Uji Penyebab Diare: <i>Escherichia coli</i> dan <i>Shigella dysenteriae</i> <i>Elfita, Dachriyanus, Husein, Bahti dan Supriyatna</i>	67 - 75
Evaluasi Pengaruh Serbuk Biji Kelor (<i>Moringa Oleifera</i>) dan Kecepatan Sentrifugasi Terhadap Penurunan Kadar Deterjen Dalam Air <i>Flora Elvistia, Mien Hermina</i>	76 - 83
Kinetika Reaksi Esterifikasi Minyak Biji Bintangur (<i>Calophyllum inophyllum</i>) untuk meningkatkan Kualitas Bahan Baku Biodiesel <i>Sahirman, Ani Suryani, Djumali Mangunwidjaja, Sukardi dan R Sudradjat</i>	84 - 91
Potensi Aktivitas Antioksidan Ekstrak <i>Garcinia Cymosa</i> <i>Muharni, Supriyatna, Husein H, Bahti, dan Dachriyanus</i>	92 - 96
Analisis Bit Error Rate (BER) pada Multicell Multicode Multicarrier CDMA Dengan Dual Medium Menggunakan Power Control Error <i>Hoga Saragih</i>	97 - 105
Pengaruh Campuran Pelarut Aseton-Heksan dan Etanol- Dietileter Terhadap Isolasi β karoten Wortel <i>Harini Agusta</i>	106 - 110
Kajian Perlakuan Pendahuluan Biji Jarak Pagar dan Karakterisasinya <i>Yeti Widyawati, E. Gumbira Sa'id, Ani Suryani dan Sudradjat</i>	111 - 118

Kajian Jenis dan Jumlah Katalisator pada Pembuatan Polioli dari Epoksi Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas oil*)

Ratri Ariatmi N¹, Djumali Mangunwidjaja², Ani Suryani², Machfud², dan Sudradjat³

¹Jurusan Teknik Kimia Univ. Jayabaya, Jl.Raya Bogor km 28,8 Cimanggis

²Program Studi Teknologi Industri Pertanian-Fakultas Teknologi Pertanian- SPS-IPB

³Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan -Bogor

E-mail : r_nugrahani@yahoo.com

Abstract

Polyol is a material which had been used in wide spectrum of industries; as raw material of polyurethane, base oil of lubricant, and etc. Polyol can be synthesized by hydroxylation process of curcas epoxide, which characterized by reduction of oxirane value of its epoxide. Acid catalyst is used in the hydroxylation process; heterogenous and homogenous catalyst. The objective of the research is to identify the effect of catalyst sort of, its concentration, and their interaction to descend oxirane value of epoxide to polyol. Data was analyzed by Analysis Varians of response catalyst. Its indicate there is significant difference between research variables to determination coefficient; R-Square is 99,23 %. Hydroxylation process with solid acid catalyst showed the reduction of oxirane value because of ring opening to oxirane by zeolite catalyst is lower than bentonite catalyst. Model of response % catalyst in the hydroxylation process is $y = -0.381428 + 1.087428 x$, with significance test model result R^2 is 0.77.

Key Words: polyol, hdroxylation, heterogenous catalyst, bentonite, oxirane value

Pendahuluan

Katalisator adalah suatu substansi yang dapat meningkatkan kecepatan, sehingga reaksi kimia dapat mencapai kesetimbangan, tanpa terlibat di dalam reaksi secara permanen. Karakteristik katalis : (1) berinteraksi dengan reaktan tetapi tidak berubah pada akhir reaksi. (2). mempercepat kinetika reaksi dengan memberikan jalur molekul yang lebih rumit (Richardson, 1989). Pembagian katalis secara industri dan teori : (1) Homogen, yaitu katalis yang mempunyai fase yang sama dengan reaktan dan dengan produk. Contoh : Hidrolisis ester dengan asam (cair-cair). Reaksi sangat spesifik dengan *yield* tinggi dari produk yang diinginkan. Kelemahan menggunakan katalis cair, hanya mudah untuk skala Laboratorium, sulit dikomersialkan, operasi fase cair dibatasi kondisi T & P, sehingga

peralatan kompleks. Diperlukan pemisahan antara produk dan katalis.

Industri dengan katalis homogen terbatas antara lain industri bahan kimia, obat-obatan dan makanan, kecuali untuk produksi asam asetat, alkilasi olefin, dan hidroformilasi. (2) Heterogen. Reaktan dan katalis mempunyai fase yang berbeda, umumnya katalis padat digunakan dengan reaktan gas dan cair atau keduanya. Mekanisme reaksi lebih kompleks yaitu : adsorpsi, reaksi permukaan, dan desorpsi. Keuntungan katalis heterogen adalah : umum digunakan secara komersial, katalis padat mudah dipreparasi, konstruksi alat sederhana, kontrol bagus dan produk berkualitas tinggi. Katalis bisa dipisahkan dari produk dan bisa digunakan kembali. (3) Enzym adalah molekul protein ukuran koloidal, merupakan katalis diantara homogen dan heterogen. Enzym merupakan *driving force* untuk reaksi biokimia, karakterisasinya adalah efisiensi dan selektivitas. Sesuai digunakan untuk keperluan industri (Richardson, 1989). Untuk suatu reaksi dapat dipakai lebih dari

satu macam katalisator. Beberapa pertimbangan dalam pemilihan katalis : (1) umur panjang. (2) harga murah, (3) mudah atau tidaknya diregenerasi, (4) tahan terhadap racun, sehingga umur akan panjang. Pemilihan katalis atau pengembangan katalis perlu pertimbangan untuk mendapatkan efektivitas dalam pemakaian. Jenis-jenis katalis heterogen adalah logam, oksida logam, dan asam (Richardson, 1989).

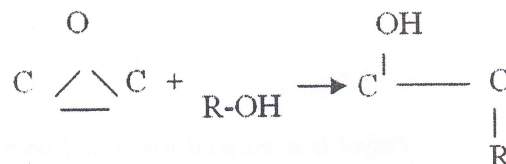
Poliol adalah suatu senyawa yang mempunyai gugus hidroksil (OH) lebih dari satu. Sifat-sifat polihidrik alkohol biasanya ditentukan oleh gugusan alkohol, ikatan hidrogen akan menentukan titik didih, viskositas yang tinggi dan kemampuan untuk zat polar. Beberapa karakteristik penting yang lainnya adalah struktur alkohol dan pembentukan gugusan alkohol (primer, sekunder, dan tertier) yang akan mempengaruhi sifat-sifat kimianya. Gugusan alkohol selanjutnya adalah struktur neo (misalnya pentaeritriol atau neopentil glikol) yang menunjukkan ketahanannya terhadap penyisihan dan penurunan karena kekurangan atom β -hidrogen (Diller *et al.* dalam Kirk Othmer, 1982)

Jika polihidrik alkohol ini direaksikan dengan isosianat akan menghasilkan poliuretan, dengan asam dan asam anhidrida akan membentuk ester dan dengan aldehid atau keton akan membentuk asetal atau ketal. Polihidrik alkohol secara khusus triol atau tetrol biasanya digolongkan dalam polioliol, tetapi dalam literatur poli(eter alkohol) seperti poli(etilen glikol) dan atau poli(ester alkohol) adalah beberapa yang digolongkan dalam polioliol (Werle P., dalam Kirk Othmer, 1982).

Polioliol dapat dibuat dengan membuka cincin epoksi minyak menggunakan katalis asam, seperti asam-asam mineral : asam sulfat, asam fosfat, asam hidroklorida, asam organik, seperti asam sulfonat. Dalam pengembangannya katalis cair dapat digantikan dengan katalis asam padat seperti *clay*, keuntungannya

dapat *di-recovery*, *di-recycle* dan digunakan kembali, dan sisa alkohol dapat dipisahkan untuk digunakan kembali (<http://www.wipo.int/cgi>).

Reaksi pembukaan cincin oksiran dengan alkohol dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaksi pembukaan cincin oksiran dengan alkohol

Macam-macam katalis asam padat :

Alumina (Al_2O_3)

Originalitas dari *acid site* digambarkan dengan $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, yang sering digunakan sebagai *support*. Alumina dipreparasi sebagai *hydrous oxide* dengan proses dehidrasi dan diaktifkan dengan kalsinasi pada temperatur 300°C

Dehidrasi *hydrous oxide* memberikan *surface* yang mengandung *Lewis site* berlaku sebagai aseptor elektron, H_2O yang cukup akan menciptakan *Bronsted site* berlaku sebagai donor proton.

Natural Clay

Natural Clay seperti *montmorillonite* merupakan *complex layers* dari tetrahedra SiO_4 dan AlO_4 . *Natural clay* juga mengandung sejumlah kecil MgO dan Fe_2O_3 , yang *dileaching* dengan asam sulfat, dapat juga menambahkan proton untuk meningkatkan nilai pK_a dari -3.0 menjadi -8.2. *Clay* ini merupakan katalis untuk perengkahan pertama yang digunakan dalam *fixed* dan *moving bed* (Richardson, 1989).

Pada invensi pembuatan oleokimia polioliol sebagai *base oil* direaksikan oleokimia epoksi minyak dengan alkohol menggunakan *acid activated* atau *acid leaching clay*. *Clay* yang digunakan dapat disaring untuk *di-recovery*, *di-recycle* dan

digunakan kembali. Clay yang biasa digunakan dalam proses adalah *acid activated clay*. Clay yang banyak digunakan adalah *acid activated sub-bentonite* atau *bentonite*, yang sebagian besar terdiri dari *montmorillonite*. *Montmorillonite clay* yang digunakan dalam penerapan kimia organik adalah berupa *octahedral layer sandwiched* diantara dua *tetrahedral layer*. <http://www.wipo.int/cgi>. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jenis dan jumlah katalis yang diperlukan pada proses hidroksilasi epoksi minyak jarak pagar dengan menggunakan alkohol membentuk polioli. Parameter yang digunakan adalah bilangan oksiran.

Metode Penelitian

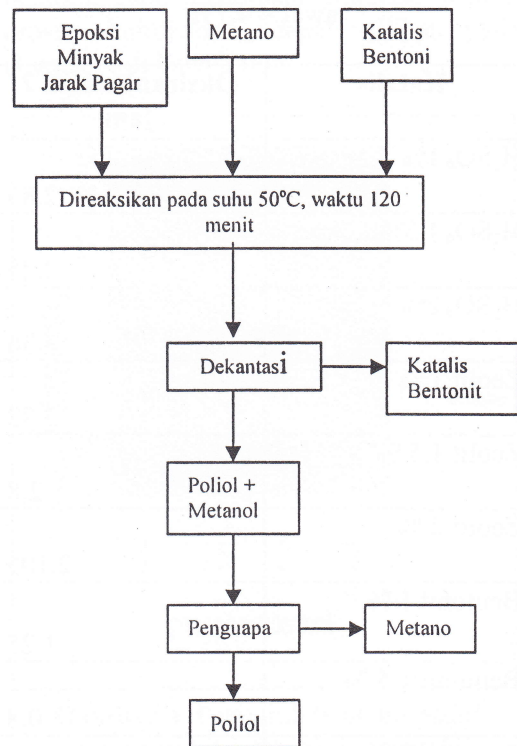
Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah Epoksi minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas.L*), alkohol, katalis asam (H_2SO_4 , zeolit, dan bentonit).

Alat

Alat-alat yang digunakan untuk memperoleh minyak jarak pagar terdiri dari Oven dan Kempa hidrolis. Pada proses hidroksilasi diperlukan alat labu leher tiga, dilengkapi dengan pengaduk, termometer, pengaduk dengan pemanasan, *spin bar*, gelas ukur, pipet volumetrik, erlenmeyer, dan gelas piala. Polioli disintesis di dalam labu leher tiga 500 ml yang dilengkapi dengan *reflux condenser*. Mula-mula 30 ml epoksi minyak jarak pagar, dicampur dengan metanol dengan perbandingan terhadap epoksi (1 : 1 v/v), dan katalis bentonit. Jenis dan jumlah katalis divariasikan. Campuran dipanaskan pada temperatur $50^\circ C$ dengan waktu 2 jam. Produk dipisahkan antara endapan katalis dengan campuran polioli dan metanol. Metanol dipisahkan dengan penguapan. Analisis yang dilakukan terhadap produk polioli adalah bilangan hidroksil dan

bilangan oksiran. Percobaan ini dilakukan dengan berbagai jenis dan konsentrasi katalis, dengan kondisi operasi tetap.



Gambar 2. Bagan Alir Tahapan

Hasil dan Pembahasan

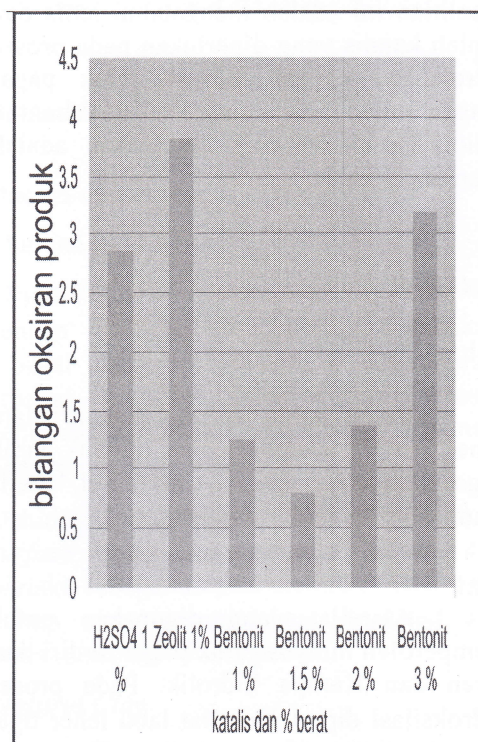
Percobaan pengaruh katalis pada penurunan bilangan oksiran reaksi hidroksilasi epoksi jarak pagar dengan metanol, dilakukan untuk mengetahui jenis katalis padat dan % berat katalis yang terbaik.

Tabel 1. Pengaruh penambahan katalis terhadap penurunan bilangan oksiran, waktu reaksi 2 jam, temperatur 50°C, perbandingan pereaksi 1: 1 v/v, oksiran awal = 4.7%

Katalis	Oksiran setelah 2 jam
H ₂ SO ₄ 1%	2.85
H ₂ SO ₄ 1.5%	2.25
H ₂ SO ₄ 2%	2.36
Zeolit 1 %	3.82
Zeolit 1.5 %	2.8
Zeolit 2 %	2.105
Bentonit 1 %	1.25
Bentonit 1.5 %	0.8
Bentonit 2 %	1.38
Bentonit 3 %	2.85

Pada penelitian ini digunakan katalis heterogen (asam padat) antara lain adalah zeolit dan bentonit pada level 1%, 1,5%, 2%, dan sebagai kontrol adalah katalis asam sulfat (H₂SO₄) pada level 1%, 1,5%, 2%. Hasil analisis ragam mengenai pengaruh jenis katalis heterogen dan konsentrasi katalis heterogen pada proses epoksidasi minyak jarak adalah [1]. Uji F untuk jenis katalis $F_{hitung} = 422.57$ ($F_{tabel} = 4.256$) berarti H_0 ditolak (variabel jenis katalis memberikan pengaruh yang berbeda nyata) dan *p-value* adalah 0,000. Artinya ada perbedaan cukup signifikan antar level pada faktor jenis katalis terhadap bilangan oksiran. [2]. F untuk konsentrasi katalis adalah 78,52 dan *p-value* adalah 0,000. Artinya ada perbedaan cukup signifikan antar level pada faktor konsentrasi katalis

terhadap bilangan oksiran. [3] F untuk interaksi pada jenis katalis dan konsentrasi katalis adalah 38,19 dan *p-value* adalah 0,000. Artinya ada perbedaan cukup signifikan antar interaksi pada faktor jenis katalis dan konsentrasi katalis, dan koefisien determinasi (R-kuadrat) sebesar 99,23 %. Informasi pengaruh jenis katalis heterogen pada proses hidroksilasi epoksi minyak jarak pagar terhadap epoksi yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh katalis terhadap penurunan bilangan oksiran proses hidroksilasi

Hasil analisis keragaman penurunan bilangan oksiran pada proses hidroksilasi terhadap epoksi minyak jarak pagar menggunakan metanol dengan berbagai jenis dan konsentrasi katalis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Keragaman pengaruh jenis katalis heterogen dan konsentrasi katalis heterogen pada proses epoksidasi minyak jarak

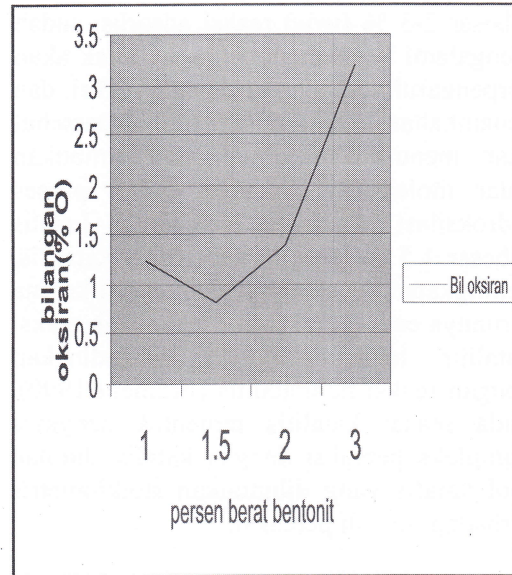
Source	D F	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
JENIS	2	10,1	10,1	5,08	422,5	0,00
PROSEN	2	1,89	1,89	0,94	78,52	0,00
JENIS * PROSEN	4	1,83	1,83	0,45	38,19	0,00
Error	9	0,10	0,10	0,01		
Total	17	14,0				

S = 0,109722 R-Sq = 99,23% R-Sq(adj) = 98,54%

Beberapa katalis padat jenis asam bisa digunakan dalam proses pembukaan cincin oksiran, antara lain yaitu katalis, cair (H_2SO_4), katalis padat zeolit dan bentonit. Pada perbandingan pereaksi, temperatur, dan waktu proses yang sama (Tabel 1 dan Gambar 2), penurunan bilangan oksiran karena terbukanya cincin oksiran pada reaksi hidroksilasi dengan katalis zeolit lebih rendah dibandingkan dengan katalis bentonit. Bentonit alam mempunyai rasio Si/Al = 2.2, lebih rendah dibandingkan dengan rasio Si/Al zeolit = 3.5 -5, disamping itu bentonit juga mengandung oksida besi yang cukup beragam (besi II dan besi III), seharusnya kemampuan tukar ion zeolit lebih besar tetapi dari penelitian pendahuluan pemilihan katalis, didapatkan data penurunan bilangan oksiran yang lebih rendah, hal ini kemungkinan karena kedua katalis ini tidak mengalami *pretreatment* (aktivasi) sebelum digunakan. Disamping itu, untuk reaksi alkilasi sebaiknya digunakan katalis dengan minimum keasaman < -6.63, Clay atau bentonit memiliki keasaman sebesar -5.6 - (-8.2) sedangkan zeolit < (-8.2). Selanjutnya pada

penelitian ini digunakan katalis bentonit. (Satterfield 1991).

Pengaruh penambahan katalis bentonit pada penurunan bilangan oksiran proses hidroksilasi dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini :



Gambar 4. Pengaruh bentonit pada penurunan bilangan oksiran proses hidroksilasi

Pengaruh % berat penambahan katalis bentonit pada proses hidroksilasi mengikuti persamaan :

$$y = -0.381428 + 1.087428 x$$

Uji signifikansi model dihasilkan R^2 sebesar 0.77. Hasil ini bisa dilihat pada Tabel 3 Penambahan katalis berfungsi mempercepat reaksi. Meskipun jalur proses reaksi katalitis lebih kompleks dibandingkan dengan nonkatalitis tetapi energi aktivasi yang dicapai lebih rendah. Mekanisme reaksi katalitis heterogen terdiri dari 2 tahap yaitu perpindahan massa (reaksi adsorpsi pereaksi dan / atau reaksi desorpsi produk dari permukaan katalis) dan reaksi kimia. Jumlah katalis yang ditambahkan akan mempengaruhi reaksi adsorpsi maupun desorpsi. Reaksi adsorpsi dan desorpsi juga tergantung pada pori katalis. Pada penambahan katalis 1 % (w/w) penurunan bilangan oksiran pada reaksi hidroksilasi lebih rendah dibandingkan

dengan penambahan katalis 1.5 % (w/w) dan pada penambahan katalis 2-3 % (w/w) penurunan bilangan oksiran juga di bawah 1.5 % (w/w) katalis. Penambahan katalis 1 % (w/w) masih kurang untuk mengadsorpsi pereaksi sehingga dapat mempercepat reaksi. Sedangkan pada penambahan katalis sebesar 2-3 % (w/w) reaksi adsorpsi sudah mengalami kejenuhan, sehingga tidak akan berpengaruh terhadap kecepatan reaksi, dan penambahan katalis dalam jumlah tersebut akan menurunkan kemampuan tumbukan antar molekul. Sehingga untuk proses hidroksilasi ini digunakan jumlah katalis sebesar 1.5 % (w/w). Pada reaksi katalitis, peningkatan kecepatan reaksi terjadi karena turunnya energi aktivasi. Mekanisme reaksi katalitis lebih kompleks dibandingkan dengan reaksi nonkatalitis (Froment 1990). Pada reaksi katalitis terbentuk senyawa kompleks pereaksi dengan katalis. Jumlah mol katalis yang dibutuhkan stoikiometris terhadap jumlah pereaksi.

Tabel 3. Hasil Regresi dan uji signifikansi model pada penurunan bilangan oksiran menggunakan katalis bentonit

SUMMARY OUTPUT					
Regression Statistics					
Multiple R	0.877				
R Square	0.770				
Adjusted R Square	0.655				
Standard Error	0.620				
Observations	4				
ANOVA					
	Df	SS	MS	F	Signf
Regression	1	2.586	2.586	6.710	0.1222
Residual	2	0.770	0.385		
Total	3	3.357			
	Coeffis	Standard Error	T Stat	P. value	Lower 95%
Intercept	-0.381	0.846	-0.450	0.696	-4.021
X Variable 1	1.087	0.419	2.590	0.122	-0.718
	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%		
Intercept	3.259	-4.021	3.259		
X Variable 1	2.893	-0.718	2.893		
RESIDUAL OUTPUT					
Observation	Predicted Y	Residuals	Standard Residuals		
1	0.706	0.544	1.073		
2	1.249	-0.449	-0.887		
3	1.793	-0.413	-0.815		
4	2.880	0.319	0.629		

Kesimpulan

Pada proses hidroksilasi terhadap epoksi minyak jarak pagar membentuk poliol terjadi penurunan bilangan oksiran. Katalis yang bisa digunakan dalam proses hidroksilasi epoksi minyak jarak pagar adalah katalis asam. Katalis yang digunakan adalah katalis homogen dan heterogen. Dari hasil analisis keragaman pada uji pengaruh jenis dan konsentrasi katalis pada penurunan bilangan oksiran dari epoksi menjadi poliol menunjukkan bahwa ada perbedaan cukup signifikan pada pengaruh jenis katalis, konsentrasi katalis, dan interaksi jenis katalis dan konsentrasi katalis, dan koefisien determinasi (R-kuadrat) sebesar 99,23 %. Pada proses dengan katalis asam padat diketahui bahwa penurunan bilangan oksiran karena terbukanya cincin oksiran pada reaksi hidroksilasi dengan katalis zeolit lebih rendah dibandingkan dengan katalis bentonit. Pengaruh % berat penambahan katalis bentonit pada proses hidroksilasi mengikuti persamaan :

$$y = -0.381428 + 1.087428 x.$$

Uji signifikansi model dihasilkan R^2 sebesar 0.77.

Daftar Pustaka

1. Campanella A, Baltanas MA. 2006. Degradation of Oxirane ring of epoxidized vegetable oils in liquid-liquid heterogenous reaction systems. *Chemical Engineering Journal*. 118 : 141-152.
2. Dahlke B, Helbart S, Paetow M, & Zech WH. 1995. Polyhydroxy Fatty Acids and Their Derivatives from Plant Oils. *JAOCS*. Vol 72. No3.
3. Froment. 1990. *Chemical Reactor Analysis and Design*. John Wiley & Sons. New York
4. Kirk RE, Othmer D.F. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology*. Vol 8-9. Third Edition. John Wiley and Sons : New York.

5. Montgomery D.C, Runger G.C, Hubele N.F. 1998. *Engineering Statistic*. Wiley. New York.
6. Richardson. 1989. *Pnnciples of Catalyst Development*. Plenum Press. New York. London.
7. Satterfield CN. 1991. *Heterogeneous Catalysis in Industrial Practise*. Mc Graw Hill. New York.
8. <http://www.wipo.int/cgi>.