

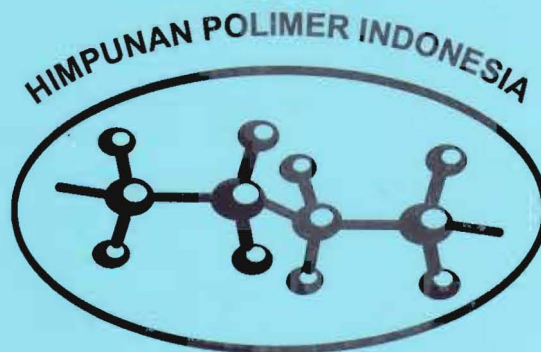
Vol. 10, No. 2, 2007

ISSN : 1410-7864

Majalah

POLIMER INDONESIA

Indonesian Polymer Journal



ALAMAT REDAKSI

Pusat Penelitian Fisika – LIPI

Jalan Sangkuriang/Cisitu No. 21/154D Kompleks LIPI Bandung 40135

Telepon (022) 2503052, 2504826, 2504833. Fax (022) 2503050

E-mail : www.jurnal.lipi.go.id/situs/mpi

MAJALAH POLIMER INDONESIA
Indonesian Polymer Journal
Vol. 10, No. 2, 2007

DEWAN PENASEHAT NASIONAL
NATIONAL ADVISORY BOARD

Prof. Dr. N. M. Surdia, M.Sc., Dr. Roestamsyah,
Prof. Dr. Tjia May On, Prof. Dr. Suminar S. Achmadi

DEWAN PENASEHAT INTERNASIONAL
INTERNATIONAL ADVISORY BOARD

Prof. Hiroyuki Nishide, *Waseda University, Japan*
Prof. Dr. Takashi Nishino, *Faculty of Engineering - Kobe University, Japan*
Prof. John Forsythe, *Monash University, Australia*

DEWAN PENGARAH
STEERING BOARD

Dr. Suharto, Dr. M. Sugandi Ratulangi, Dr. Ir. A. Zainal Abidin, Dr. Wiwik S. Subowo,
Dr. Sunit Hendrana, Dra. Nursyamsu Bahar, M.Sc., Dr. Ilah Sailah, Dr. Rochmadi,
Ir. Lies A. Wisojodharmo, Dr. Cynthia L. Radiman, Prof. Basuki Wirjosentono, Ph.D

PENANGGUNG JAWAB
MANAGING EDITOR

Ketua Umum Himpunan Polimer Indonesia (HPI)

DEWAN REDAKSI
EDITORIAL BOARD

KETUA
CHAIRMAN

Ers. Sudirman, M.Sc. APU, *BATAN*

WAKIL KETUA
Co-CHAIRMAN

Dr. Agus Haryono, *LIPI*

STAF EDITOR
EDITORIAL STAFF

Dr. Asep Riswoko, *BPPT*
Dr. Meri Suhartini, *BATAN*
Dr. Eniya Listiani Dewi, *BPPT*
Dr. Sunit Hendrana, *LIPI*
Drs. Jumina, Ph.D, *UGM*

Dr. Jarnuzi Gun Lazuardi, *UI*
Dra. Ismariny, DEA, *BPPT*
Dr. Myrtha Karina, *LIPI*
Dr. Edy Giri Rachman Putra, *BATAN*
Dr. Sumarno, *ITS*

Dr. Sudaryanto, *BATAN*
Dr. Yani Sudiyani, *LIPI*
Drs. Wawas S. M.Sc, *BPPT*
Drs. Aloma Karo Karo, M.Sc *BATAN*
Dr. Yoharmus Syamsu, *DEPTAN*

REDAKTUR PELAKSANA
EXECUTIVE EDITORIAL

Dra. Sri Pujiastuti, Dra. Rina Ramayanti, Lesy Rochimi, Yualina Riastuti Partiw

Penerbit : Himpunan Polimer Indonesia (HPI)
Terbit pertama kali : Januari 1998. *Frekuensi terbit* : Enam Bulanan
Alamat Redaksi/Editorial Address : Pusat Penelitian Fisika - LIPI
Jl. Sangkuriang/Cisitu No. 21/154D Kompleks LIPI, Bandung 40135
Telepon : (022) 2503052, 2504826, 2504833. *Fax* : (022) 2503050,
E-mail : www.jurnal.lipi.go.id/situs/mpi

KATA PENGANTAR

Pada penerbitan kali ini, Majalah Polimer Indonesia (*Indonesian Polymer Journal*) Vol. 10, No. 2, 2007, waktu periode Juli sampai dengan Desember menyajikan 7 (tujuh) makalah. Dari makalah-makalah tersebut, bahasan *Fisika Polimer* menampilkan 1 (satu) makalah, *Sintesis dan Reaksi Polimer* sebanyak 3 (tiga) makalah, 1 (satu) makalah tentang *Polimer dan Lingkungan*, 1 (satu) makalah tentang *Paduan Polimer* dan *Polimer Komposit* serta 1 (satu) makalah tentang *Pemrosesan dan Pengembangan Produk Polimer*.

Makalah mengenai *Fisika Polimer* yaitu Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pelarut Terhadap Kinerja Devais Organic Light Emitting Diodes. Untuk makalah *Sintesis dan Reaksi Polimer* adalah Produksi Plastik Biodegradable Polyhydroxybutyrate dari Tapioka Menggunakan Bakteri Amilolitik *Bacillus Sp.*, Optimalisasi Reaksi Epoksidasi Metil Ester Jarak Pagar dengan Katalis Zeolit dan Pembuatan *Polyol* dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Epoksidasi dan Hidroksilasi. Makalah tentang *Polimer dan Lingkungan* adalah Adsorpsi Ion Logam Tembaga(II) Dalam Medium Air Menggunakan Resin Kitosan Tercetak. Makalah dengan bahasan *Paduan Polimer dan Polimer Komposit* adalah Sifat Mekanik Polimer Komposit Natural Rubber-Polypropylene yang Menggunakan Kompatibiliser Maleated Polypropylene, sedangkan makalah tentang *Pemrosesan dan Pengembangan Produk Polimer* adalah Aplikasi Teknik Pra Saturasi Pada Pembuatan Flexible Foam Polyurethane

Komentar, kritik dan saran yang membangun atas penerbitan majalah ini, baik terhadap substansi maupun redaksi, sangat kami hargai.

Editor

Daftar Isi

<i>Kata Pengantar</i>	i
<i>Daftar Isi</i>	ii
Aplikasi Teknik Pra Saturasi Pada Pembuatan Flexible Foam Polyurethane <i>Sumarno, Nanik Hendrawati dan Eka Oktavia Ningrum</i>	47
Produksi Plastik Biodegradable Polyhydroxybutyrate dari Tapioka Menggunakan Bakteri Amilolitik Bacillus Sp. <i>Margono, Rochmadi, Siti Syamsiah dan M. Nurcahyanto</i>	54
Adsorpsi Ion Logam Tembaga(II) Dalam Medium Air Menggunakan Resin Kitosan Tercetak <i>Maria Paristiowati, Adibah dan Hani Amaliyah</i>	60
Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pelarut Terhadap Kinerja Devais Organic Light Emitting Diodes <i>Maulid Purnawan, S. Hidayat, O. Nurhilal, Devi B. Rahayu dan Ita Rosmayati</i>	65
Sifat Mekanik Polimer Komposit Natural Rubber-Polypropylene yang Menggunakan Kompatibiliser Maleated Polypropylene <i>Bahrudin, Sumarno, Gede Wibawa dan Nonot Soewarno</i>	70
Optimalisasi Reaksi Epoksidasi Metil Ester Jarak Pagar dengan Katalis Zeolit <i>Purwatiningsih Sugita, Ahmad Sjachriza, Budi Arifin dan Wayhu Diana</i>	75
Pembuatan Polyol dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Epoksidasi dan Hidroksilasi <i>La Ifa, Mahfud, Sumarno, Susianto, Lailatul Qadaryah dan Zakir Sabara</i> ...	82

OPTIMALISASI REAKSI EPOKSIDASI METIL ESTER JARAK PAGAR DENGAN KATALIS ZEOLIT

Purwantiningsih Sugita, Ahmad Sjachrizza, Budi Arifin dan Wahyu Diana

Departemen Kimia, FMIPA - IPB

Kampus Darmaga, Bogor 16424

ABSTRAK

OPTIMIZATION OF EPOXIDATION REACTION OF JATROPHA'S METHYLESTER USING ZEOLITE AS CATALYST. Jenis plasticizer yang umum digunakan adalah phtalate berbasis minyak bumi, akan tetapi dalam jangka waktu tertentu dapat membahayakan lingkungan. Oleh karena itu, penting untuk menemukan pengganti phtalate yang tidak berbasis minyak bumi, salah satunya adalah yang berbasis minyak nabati. Shah (2003) melaporkan bahwa minyak biji *Jatropha curcas* (jarak pagar) memiliki kandungan yang tinggi sekitar 40-60% (w/w) dan memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang mirip dengan minyak kedelai. Dengan alasan tersebut metil ester jarak pagar (JME) memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai plasticizer. Penelitian ini terdiri dari dua tahap (1) analisis sifat-sifat dari JME dan epoksida (JMEE), dan (2) sintesis dan optimalisasi reaksi epoksidasi menggunakan katalis zeolit. Optimalisasi dilakukan dengan memvariasikan waktu reaksi yaitu 12, 24, 36 jam, temperatur yaitu 50, 60, 70 °C, dan konsentrasi katalis zeolit yaitu 1,0; 2,0 dan 3,0%. Hasilnya menunjukkan bahwa angka iodine pada JMEE adalah 1,28 kali lebih kecil dibandingkan JME, dimana angka oxirane meningkat 16,25 kali dari kondisi awal. Kondisi optimum dari reaksi epoksidasi diperoleh pada 70 °C, 36 jam, dan 3,0% konsentrasi katalis zeolite. Kondisi ini menunjukkan bahwa angka oxirane dari penelitian dan *Modde 5.0* beturut-turut adalah 1,33% dan 0,63 %.

Kata kunci : *Jatropha curcas methyl ester*, Epoksidasi, Amberlite IR-120

ABSTRACT

OPTIMALISASI REAKSI EPOKSIDASI METIL ESTER JARAK PAGAR DENGAN KATALIS ZEOLIT. The commonly utilized type of plasticizer is phtalate which is petrochemical-based, but in a periode of time may harm the environment. Therefore, it is important to find a substitute for phtalate that is not petrochemical based, one of which is vegetable oil. Shah (2003) reported that seed of *Jatropha curcas* oil contains highly about 40-60% (w/w) and it has a similarity of physical and chemical properties with *soybean* oil. For that reason, the *jatropha's* methyl ester (JME) is potentially developed elementary upon as a plasticizer. This research is consisted of by two stages (1) characteristic analysis of JME and epoxide's (JMEE), and (2) synthesis and optimization of epoxidation reaction of JME use zeolite catalyst. Optimization was carried out by three variations, reactions time and temperature were 12, 24, 36 hours and 50, 60, 70)°C, respectively and 1.0, 2.0, 3.0% zeolite catalyst concentrations. The result showed that an iodine number in the JMEE was 1.28 times smaller than the JME, whereas oxirane number was enhanced 16.25 times from initial condition. Optimum condition of epoxidation reaction were obtained at 70 °C, 36 hours, and 3.0% catalyst concentration of zeolite. This condition showed that oxirane number of research and *Modde 5.0* were 1.33% and 0.63 %, respectively.

Key words : *Jatropha curcas methyl ester*, Epoxidation, Amberlite IR-120

PENDAHULUAN

Pemlastis menguasai 65 % dari 7,5 juta ton pasar zat aditif di dunia yang setara dengan US\$7.6 miliar. Kegunaan utama zat aditif ini adalah untuk pembuatan poli(vinilklorida) (PVC), suatu polimer

yang digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pelapis, pipa, bahan konstruksi, dan botol plastik. Pasar PVC terus berkembang dan diperkirakan mencapai 8 % per tahun [1].

Jenis pemlastis beraneka ragam jenis yang umum digunakan adalah kelompok ftalat, yaitu Dibutil Ftalat (*DBP*), Dimetoksietil Ftalat (*DMP*), Di-2-Etilheksil Ftalat (*DEHP*), dan Dioktil Ftalat (*DOP*), yang semuanya berbahan dasar minyak bumi (petrokimia). *DOP* digunakan secara besar-besaran untuk pembuatan PVC. Namun lama-kelamaan, ftalat dapat lepas ke lingkungan dan mengakibatkan plastik menjadi rapuh. Pelepasan ftalat sangat membahayakan lingkungan, sehingga oleh *EPA's Toxic Release Inventory* telah diklasifikasikan sebagai bahan kimia yang toksik. Bahkan mulai tahun 2006, Uni Eropa telah mengeluarkan larangan penggunaan ester ftalat, termasuk *DEHP* yang paling banyak digunakan pada produk mainan anak dan kosmetik [2]. Oleh karena itu perlu dicari pengganti pemlastis yang ramah lingkungan.

Yang telah dikembangkan adalah pemlastis berbahan dasar minyak nabati. Minyak nabati sebagai bahan baku pemlastis memiliki keunggulan yaitu mudah diperbaharui, mudah terurai, dan ramah lingkungan. Saat ini minyak nabati yang banyak digunakan di dunia dalam industri pemlastis masih didominasi oleh minyak biji bunga matahari, minyak kelapa sawit, dan minyak kedelai [3,5].

Indonesia memiliki banyak sumber daya nabati yang dapat menghasilkan minyak, di antaranya kelapa sawit, kemiri, saga, kapuk, karet, dan jarak pagar. Pemlastis berbahan dasar minyak nabati yang telah menguasai pasar dunia (43%) adalah epoksida minyak kedelai (*ESO*). Selain dalam bentuk epoksida minyak nabati, pemlastis berbahan baku ester asam lemak dari minyak nabati yaitu metil ester dari minyak kelapa sawit [6,7].

Pemlastis berbahan dasar minyak nabati ataupun dalam bentuk metil esternya dapat dibuat melalui reaksi epoksidasi. Epoksida minyak nabati dapat dilakukan dengan menggunakan peroksiasetat secara *in situ*, yang merupakan hasil reaksi asam asetat glasial dengan hidrogen peroksida.

Di Indonesia pemlastis berbahan dasar minyak nabati belum berkembang dan bahan inipun masih impor, padahal di Eropa dan Jepang penggunaan pemlastis ini sudah memasuki tahap aplikasi. Ironisnya, Indonesia memiliki banyak sumber daya nabati, diantaranya

kelapa sawit, kemiri, saga, kapuk, karet dan jarak pagar.

Kandungan minyak biji jarak pagar sekitar 40 % hingga 60 % (w/w) [8]. Minyak jarak pagar memiliki sifat fisik dan kimia mirip dengan minyak kedelai, oleh karena itu pada penelitian ini akan dikembangkan potensi *JME* sebagai bahan dasar pemlastis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari kondisi optimum reaksi epoksidasi *JME* dengan menggunakan tiga variabel yang diragamkan yaitu, waktu, suhu, dan konsentrasi katalis zeolit. Parameter yang diamati adalah bilangan iodin (*BI*) dan bilangan oksirana (*BO*). Penentuan optimalisasi menggunakan perangkat lunak *Modde 5* dengan metode permukaan respons (*Response Surface Methodology = RSM*).

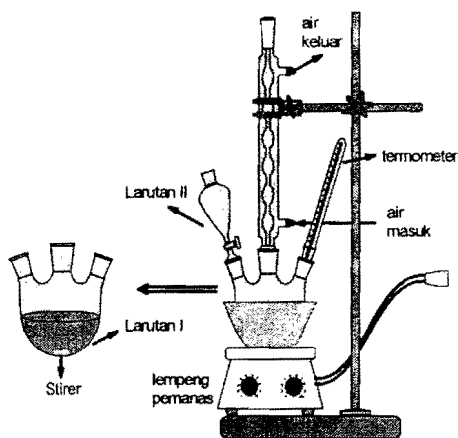
METODE PERCOBAAN

Sintesis dan Optimalisasi Reaksi Epoksidasi *JME* [9]

Pada penelitian ini dilakukan optimalisasi reaksi epoksidasi *JME* dengan menggunakan tiga variabel, yaitu suhu reaksi, konsentrasi katalis, dan waktu reaksi. Sebelumnya, pada penelitian pendahuluan dilakukan pencirian *JME* yang meliputi analisis bilangan iodin dan oksirana. Pertama-tama ditambahkan 0,80 mL asam asetat glasial, 2,90 mL toluena sebagai pelarut, dan 0,1 % hingga 0,3 % zeolit ke dalam 10 g *JME*. Campuran ini dipanaskan pada suhu 50 °C hingga 70 °C. Setelah itu, 5,78 g H₂O₂ 35 % berair ditambahkan tetes demi tetes ke dalamnya dengan suhu yang dijaga konstan pada 50 °C hingga 70 °C (± 5 °C) dengan terus diaduk kuat, dan direaksikan selama 12 jam hingga 36 jam.

Rangkaian alatnya dapat dilihat pada Gambar 1. Larutan hasil pencampuran kemudian dinetralkan dengan NaHCO₃ jenuh. Lapisan atas diambil dan kemudian dicuci berulang kali dengan *aquadest* [3,6,10]. Pengamatan dilakukan dengan penimbangan untuk menghitung rendemen, penentuan *BI* dan *BO* serta analisis dengan *FT-IR* [11].

Data hasil penelitian diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Modde 5* dengan



- * Larutan I : 10 g MEJP, 0.80 mL asam asetat glasial, 2.90 mL toluena, dan 1-3% zeolit
- * Larutan II : 5.78 g H₂O₂ 35%

Gambar 1. Rangkaian alat sintesis

RSM. Metode tersebut digunakan untuk mengetahui kondisi optimum reaksi epoksidasi serta melihat pengaruh perubahan waktu, suhu, dan konsentrasi katalis zeolit terhadap BO. BO ditunjukkan oleh garis warna pada Gambar 3 dimensi. Kondisi optimum divalidasi dengan melakukan sintesis pada suhu dan konsentrasi katalis optimum dengan meragamkan waktu reaksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis karakteristik mutu JMEE dari salah satu ragam perlakuan ditampilkan pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1, BI pada JMEE mengalami penurunan 1,28 kali dari kondisi BI awal, sebaliknya BO JMEE meningkat 16,25 kali dari kondisi awal. Hal ini membuktikan telah terjadinya reaksi oksidasi, salah satunya yaitu pembentukan cincin oksirana, tetapi BO yang terbentuk tergolong rendah bila dibandingkan dengan nilai BO ESO ± 6,9% ([12] MEKS berkatalis amberlite ± 1,38 % [7] dan JMEE berkatalis amberlite IR-120 ± 3, 95%.

Rendahnya nilai BO JMEE berkatalis zeolit ini diduga bahwa tidak semua ikatan rangkap pada JME terkonversi menjadi cincin epoksida. Hal ini didukung spektrum IR dari keduanya, JME dan JMEE. Analisis gugus fungsi pada JME dan JMEE menunjukkan bahwa baik JME maupun JMEE menunjukkan adanya serapan untuk gugus C-O, C=C, dan C=O. Daerah infra merah JME yang menunjukkan serapan gugus

C-O yaitu pada bilangan gelombang 879,5 cm⁻¹, 914,2 cm⁻¹, dan 1245,9 cm⁻¹, gugus C=C pada bilangan gelombang 1600,8 cm⁻¹ dan 1654,8 cm⁻¹, serta gugus C=O pada bilangan gelombang 1743,5 cm⁻¹. Sedangkan daerah infra merah JMEE yang menunjukkan serapan gugus C-O yaitu pada bilangan gelombang 879,5 cm⁻¹, dan 1245,9 cm⁻¹, gugus C=C pada bilangan gelombang 1604,7 cm⁻¹ dan 1627,8 cm⁻¹, dan gugus C=O pada bilangan gelombang 1739,7 cm⁻¹. Kemungkinan lain adalah rendahnya aktivitas zeolit sebagai katalis, karena aktivasi belum pada kondisi maksimum.

Tabel 1. Sifat-sifat mutu JME dan JMEE

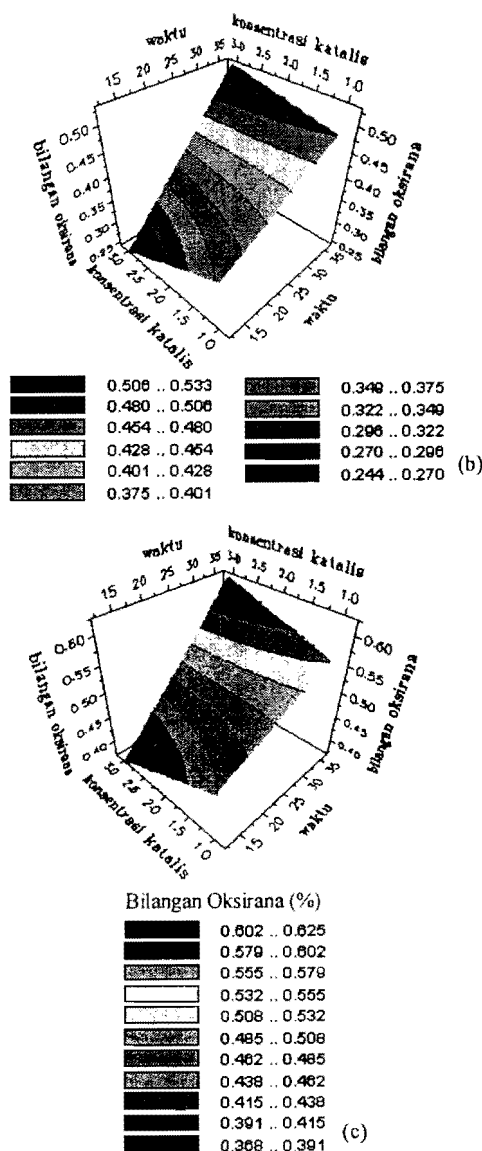
Parameter	JME	JMEE (36 jam, 70°C, 3,0%)
Bilangan iodin (g I/100 g MEJP)	97.00	76.19
Bilangan oksirana (%)	0.04	0.65

Gambar 1 menunjukkan pengaruh waktu dan konsentrasi zeolit pada suhu 50 °C (Gambar 1a), 60 °C (Gambar 5b), dan 70 °C (Gambar 5c) terhadap BO. Semakin tinggi konsentrasi zeolit dengan bertambahnya waktu reaksi menghasilkan BO yang semakin tinggi pula. BO berturut-turut pada suhu 50 °C, 60 °C, dan 70 °C naik dari 0,21 % hingga 0,24 % menjadi 0,38 % hingga 0,41 %, 0,32 % hingga 0,35 % menjadi 0,48 % hingga 0,51%, dan 0,44 % hingga 0,46% menjadi 0, 58 % hingga 0,60 %. Suhu yang semakin tinggi cenderung meningkatkan BO. Suhu 70 °C menghasilkan BO maksimum (0,60 % hingga 0,63%) lebih tinggi daripada suhu 60 °C (0,51 % hingga 0,53%) dan 50 °C (0,41% hingga 0,44 %). Penggunaan suhu yang cukup tinggi mempercepat reaksi oksidasi sehingga meningkatkan pengikatan oksigen pada ikatan rangkap. Mekanisme epoksidasi meliputi penambahan atom oksigen dari radikal asam peroksi ke ikatan rangkap untuk membentuk senyawa oksirana.

Gambar 2 menunjukkan pengaruh waktu dan suhu pada penggunaan konsentrasi zeolit 1% (Gambar 2a), 2% (Gambar 2b), dan 3% (Gambar 2c) terhadap BO. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu reaksi, BO yang

dihasilkan semakin tinggi pula. Kenaikan BO pada konsentrasi zeolit 1,0 %, 2,0 %, dan 3,0% berturut-turut ialah dari 0,25 % hingga 0,28% menjadi 0,50 % hingga 0,53%, 018 % hingga 0,22% menjadi 0,52% hingga 0,55% dan 0,12 % hingga 0,17 % menjadi 0,53% hingga 0,58%, BO cenderung meningkat dengan konsentrasi zeolit yang semakin tinggi, Konsentrasi zeolit 3,0% menghasilkan BO maksimum (0,58 % hingga 0,63%) yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi zeolit 2,0 % (0,55 % hingga 0,59 %) dan zeolit 1,0 % (0,53 % hingga 0,56%), Katalis berperan mempercepat terjadinya reaksi melalui mekanisme penurunan energi aktivasi reaksi antara JME dengan asam peroksiasetat, JME yang terserap dan bereaksi pada permukaan katalis juga semakin banyak sehingga proses epoksidasi berlangsung lebih cepat.

Gambar 3 menunjukkan pengaruh suhu dan konsentrasi zeolit pada waktu reaksi 12 jam (Gambar 3a), 24 jam (Gambar 3b), dan 36 jam (Gambar 3c) terhadap BO. Semakin tinggi suhu dan semakin besar konsentrsasi zeolit yang digunakan, BO yang dihasilkan semakin tinggi pula. BO naik dari 0,21 % hingga 0,24 % menjadi 0,34 % hingga 0,37 %, 0,32 % hingga 0,34 % menjadi 0,47% hingga 0,49% dan 0,41% hingga 0,43% berturut-turut pada waktu 12 jam, 24 jam dan 36 jam, Semakin lama waktu reaksi epoksidasi, BO cenderung meningkat, Waktu 36 jam menghasilkan BO (0,61% hingga 0,63 %) yang lebih tinggi dibandingkan dengan waktu 24 jam (0,49 % hingga 0,51%) dan 12 jam (0,43 % hingga 0,46%), Kenaikan BO tersebut

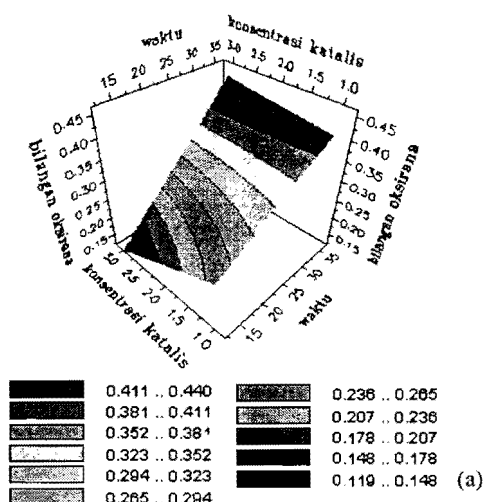


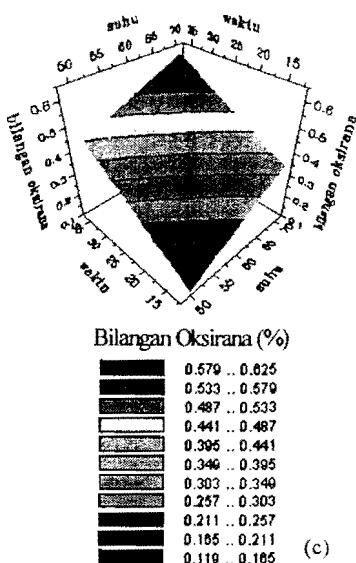
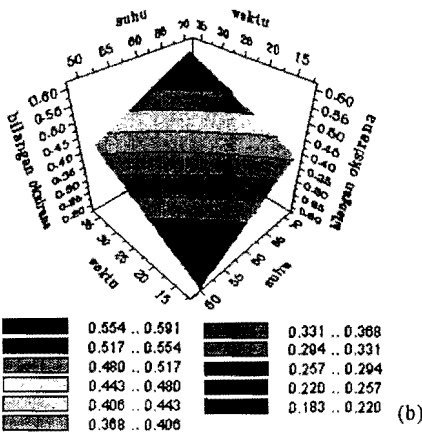
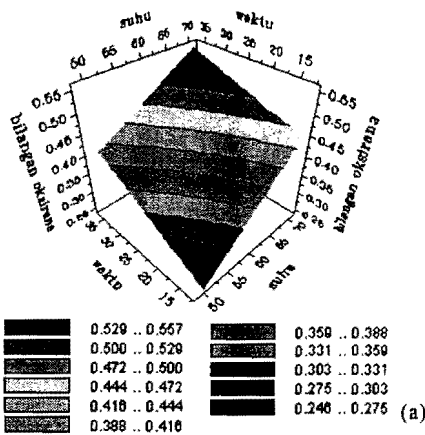
Gambar 1. Pengaruh waktu dan konsentrasi zeolit pada suhu: (a) 50 °C, (b) 60 °C, dan (c) 70 °C terhadap BO.

disebabkan dengan semakin lamanya waktu reaksi epoksidasi, maka semakin besar pula peluang untuk terjadi tumbukan antara JME dengan asamperoksiasetat membentuk senyawa epoksida.

Dengan menggunakan perangkat lunak Modde 5, BO optimum ialah 0,63 %. Nilai tersebut diperoleh pada kondisi reaksi epoksidasi dengan waktu 36 jam, suhu 70 °C, dan konsentrasi zeolit 3 %.

Validasi dilakukan dengan kondisi suhu dan konsentrasi katalis optimum selama 36 jam. Pengambilan sampel untuk dianalisis BO dan BI nya dilakukan setiap 9 jam. Hasil validasi menunjukkan bahwa BO maksimum dan





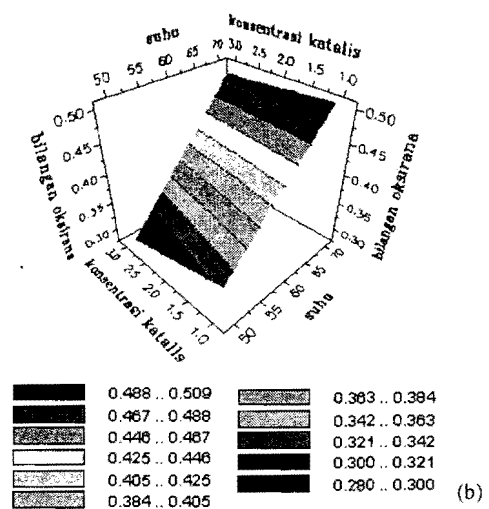
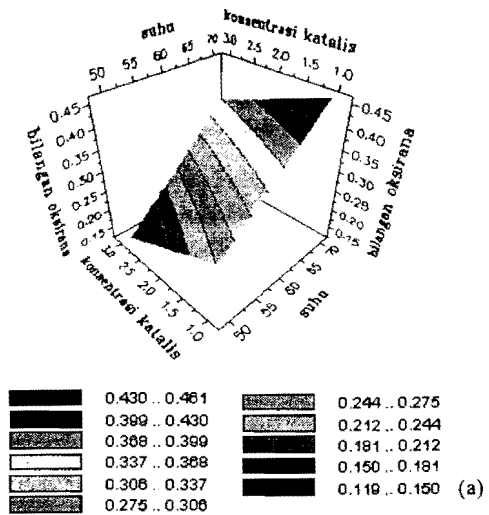
Gambar 2. Pengaruh waktu dan suhu pada konsentrasi zeolit: (a) 1%, (b) 2%, dan (c) 3% terhadap BO.

Analisis ANOVA menghasilkan persamaan pengaruh konsentrasi zeolit, suhu dan waktu reaksi, serta interaksinya terhadap respons BO adalah sebagai berikut :

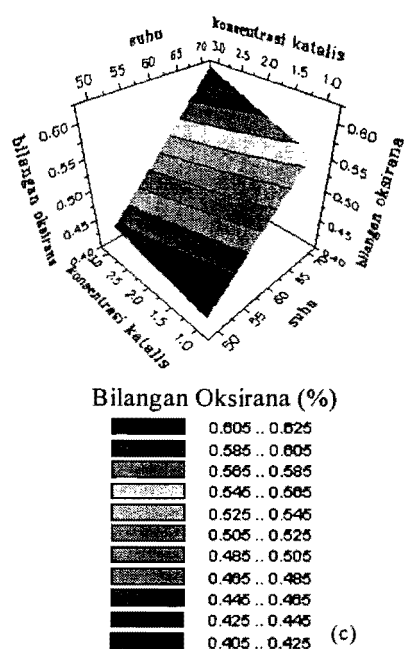
$$BO = 0.402752 + 0.104094a + 0.100039b - 0.0146334c - 0.0157333ab + 0.0403583ac + 0.00856666bc.$$

Keterangan :

- a = waktu reaksi
- b = suhu reaksi
- c = konsentrasi katalis zeolit
- ab = interaksi waktu dengan suhu reaksi
- ac = interaksi waktu dengan konsentrasi katalis zeolit
- bc = interaksi suhu reaksi dengan konsentrasi katalis zeolit



optimum terjadi pada jam ke 36, yaitu sebesar 1,33%. Dengan demikian prediksi kondisi optimum yang dihasilkan untuk memperoleh BO optimum dengan menggunakan perangkat lunak Modde 5 dapat dikatakan sah.



Gambar 3. Pengaruh suhu dan konsentrasi zeolit dengan waktu: (a) 12 jam, (b) 24 jam, dan (c) 36 jam terhadap BO.

Persamaan tersebut memberikan pengaruh nyata terhadap BO dengan nilai peluang (P) 0,000, lebih kecil daripada taraf α (5%). Hal ini membuktikan bahwa perbedaan suhu, waktu, dan konsentrasi zeolit akan mempengaruhi besarnya BO.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kondisi optimum reaksi epoksidasi JME menurut *Modde 5* diperoleh pada waktu 36 jam, suhu 70 °C, dan konsentrasi katalis zeolit 3% dengan BO sebesar 0,63%. Prediksi kondisi optimum ini sejalan dengan hasil validasi yang menghasilkan BO optimum sebesar 1,33% pada waktu 36 jam dengan suhu dan konsentrasi zeolit yang sama.

Suhu penyimpanan MEJP diperhatikan, karena kondisinya yang sangat tidak stabil. Aktivasi katalis juga perlu dioptimumkan terlebih dahulu agar diperoleh rendemen dan nilai BO yang lebih tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari payung penelitian yang berjudul Studi

Kinetika dan Optimasi Reaksi Epoksidasi Metil Ester Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.). Penelitian ini dibiayai oleh Proyek PHK A2 Departemen Kimia, FMIPA IPB anggaran tahun 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. CAVANAUGH T., <http://www.carbohydrate-economy.org/library/admin/uploadedfiles/Biochemical-Plasticizers.html> (24 April 2006), (1995)
- [2]. TULLO H.A., *Chemical & Engineering News*, **83** (46) (2005) 29-31
- [3]. CHOU TC, LEE V., *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **36** (1997) 1485-1490
- [4]. SUPRIYADI S., *Menara Perkebunan*, **23** (1992) 115-123
- [5]. HAZIMAH AH, SALIMAH AH, AHMADI., Epoxidation Palm Oil Creates Exciting Avenues For Palm Based Industrialisation. *Forum Information Service* (2000)
- [6]. GAN, et al., *JAOAC*, **72** (4) (1992) 675
- [7]. WIBOWO TY, SOFIAN A, PURWANTO W., *J. Sains dan Teknologi Indonesia*, **5** (2003) 148-152
- [8]. SHAH S., SHANNA S., and GUPTA MN., *Energy & Fuels*, **18** (2003) 154-159
- [9]. RIOS L.A., Heterogeneously Catalyzed Reactions With Vegetable Oils : Epoxidation and Nucleophilic Epoxide Ring Opening With Alcohol, *Disertasi*, The Institute of Chemical Technology and Heterogenous Catalysis, University RWTH-Aachen, (2003)
- [10]. RANGRAJAN B. and HARVEY A., *JAOAC*, **72** (10) (1995)
- [11]. PARREIRA, et al., *Applied Spectroscopy*, **56** (12) (2002) 1607-16145
- [12]. PETROVIĆ ZS, ZLATANIĆ A, LAVACC, SINADINOVIĆ-FIŠER S., Epoxidation of Soybean Oil In Toluene With Peroxoacetic and Peroxoformic Acids Kinetics and Side Reactions. USA. Pittsburg State University, Kansas Polymer Research Center, (2001)
- [13]. WAHID AA., Optimalisasi Reaksi Epoksidasi Metil Ester Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Dengan Katalis Bentonit Sebagai

- Pemlastis Ramah Alternatif, Bogor, Departemen Kimia IPB, (2007)
- [14]. CAMPANELLA A, BALTANAS MA., *Latin American Applied Research*, **35** (2005) 211-216
- [15]. DIANA W., Optimalisasi Reaksi Epoksidasi Metil Ester Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Dengan Katalis Zeolit Sebagai Pemlastis Ramah Alternatif, Bogor, Departemen Kimia IPB, (2007)