

# PROSEDING

SEMINAR NASIONAL



ISBN 978-979-98063-2-1

## Peran Kimia dan Pendidikan Kimia di Era Global Menuju Penelitian dan Pendidikan Berkualitas

R. Sidang FMIPA UNY, 25 Oktober 2008



Diselenggarakan oleh :  
Jurusan Pendidikan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta

Dalam rangka  
**DIES NATALIS**  
**KE-52**



## **PROSEDING SEMINAR NASIONAL KIMIA**

**PERAN KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA DI ERA GLOBAL  
MENUJU PENELITIAN DAN PENDIDIKAN BERKUALITAS**

25 Oktober 2008, R. Sidang FMIPA UNY, Yogyakarta

---

**ISBN 978-979-98063-2-1**

**Editor :**

**Prof. K.H. Sugiyarto Ph.D  
Prof. Dr. Nurfina Aznam, Apt.  
Dr. Indyah Sulistyono Arty  
Togu Gultom, M.Pd., M.Si.**

**Penyunting:**

**Al. Heru Pratomo, M.Si.  
Erfan Priyambodo, M.Si  
Regina Tutik P. M.Si.  
Rr. Lis Permana Sari, M.Si.  
Sukisman Purnadi, M.Pd.**

Artikel dalam proseding ini telah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Kimia dengan tema : **PERAN KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA DI ERA GLOBAL MENUJU PENELITIAN DAN PENDIDIKAN BERKUALITAS**, 25 Oktober 2008

**JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2008**

PROSEDING  
SEMINAR NASIONAL KIMIA 2008

**PERAN KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA DI ERA GLOBAL MENUJU PENELITIAN  
DAN PENDIDIKAN BERKUALITAS**

25 Oktober 2008

Diselenggarakan oleh:  
Jurusan Pendidikan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta

Diterbitkan oleh  
Jurusan Pendidikan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
2008

Cetakan ke – 1  
Terbitan Tahun 2008

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Seminar Nasional Kimia (2008, Oktober 25 : Yogyakarta)  
Prosiding/ Penyunting: Al. Heru Pratomo  
Pratomo.... [et.al] –  
Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2008  
...jil

1. Nasional Seminar Kimia  
I. Judul II. Pratomo  
Universitas Negeri Yogyakarta, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penyuntingan semua tulisan dalam proseding ini dilakukan oleh Tim Penyunting  
Seminar Nasional Kimia 2008 dari Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

## KATA PENGANTAR

Sege nap Tim Penyunting proseding menghaturkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala karunia dan rahmatNya, sehingga penyuntingan proseding ini dapat diselesaikan.

Proseding ini merupakan kumpulan makalah hasil penelitian maupun kajian yang dibuat oleh para peneliti, dosen, mahasiswa, maupun guru yang berkecimpung dalam bidang Kimia dan Pendidikan Kimia. Makalah dalam proseding ini meliputi 3 (tiga) makalah dari pembicara utama, serta 44 (empat puluh empat) makalah pendamping sumbangan dari pecinta kimia dan pendidikan kimia, yang berasal dari berbagai propinsi di Indonesia. Meskipun sebelumnya panitia telah memberikan rambu-rambu penulisan makalah, ternyata tidak mudah menyunting sebuah tulisan yang berasal dari berbagai sumber. Namun dengan kerja keras sege nap Tim Penyunting, akhirnya penyuntingan ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini, Tim Penyunting mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah berpartisipasi dengan menyumbangkan makalahnya, serta ikut menyemarakkan dan mensukseskan penyelenggaraan seminar ini. Karena banyaknya makalah yang telah masuk, pada kesempatan ini pula Tim Penyunting memohon maaf sebesar-besarnya kepada calon pemakalah yang terpaksa tidak dapat menyampaikan makalahnya karena telah melampaui ketentuan jadwal penyerahan makalah. Apabila ternyata hasil penyuntingan masih terdapat kesalahan, Tim Penyunting dengan rendah hati menerima kritikan demi perbaikan pada masa yang akan datang.

Kepada seluruh peserta seminar, sege nap panitia mengucapkan terimakasih karena telah ikut berpartisipasi dan bersedia membagikan pengalaman serta ilmunya kepada seluruh peserta seminar kali ini. Akhirnya sege nap panitia menyampaikan ucapan "SELAMAT DATANG di Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta, dan SELAMAT BERSEMINAR"

Yogyakarta, 25 Oktober 2008

Tim Penyunting

## SAMBUTAN KETUA PANITIA

Salam sejahtera,

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia dan rahmatNya yang telah dilimpahkan kepada kita semua sehingga pada hari ini kita dapat berkumpul di sini, dalam keadaan sehat jasmani dan rohani, untuk mengikuti kegiatan Seminar Nasional Kimia yang kami selenggarakan dalam dalam rangka Dies ke 52 Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY.

Ilmu Kimia sangat berperan penting di semua aspek kehidupan mulai dari proses yang paling sederhana sampai dengan proses yang sangat kompleks. Di Era Global ini Ilmu Kimia berkembang sangat pesat sejalan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Selain itu di Era Global terjadi kompetisi di segala bidang termasuk bidang Kimia maupun Pendidikan Kimia. Peningkatan kualitas di bidang Kimia dan Pendidikan Kimia merupakan langkah strategis yang harus dilakukan agar mampu berkompetisi di Era Global. Peningkatan kualitas penelitian dan pendidikan di bidang Kimia dan Pendidikan Kimia merupakan salah satu aspek yang penting dan perlu diupayakan dan dilakukan secara terus menerus, sesuai dengan kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Oleh karena itu tema: **Peran Kimia dan Pendidikan Kimia di Era Global Menuju Penelitian dan Pendidikan Berkualitas**, kami ketengahkan sebagai ajang diskusi untuk menggali informasi baru perkembangan Ilmu Kimia maupun Pendidikan Kimia dan yang berkaitan serta menggali peran dari keduanya, guna menumbuhkan kemampuan dalam menjawab tantangan permasalahan yang dihadapi di Era Global

Ada 3 (tiga) pembicara utama dalam seminar ini, yaitu Prof. Effendy, Ph.D (Staf Pengajar Universitas Negeri Malang dan Peneliti Tamu di University of Western Australia), Prof. Dr. Liliyasi (Staf Pengajar Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung) dan Prof. A.K. Prodjosantoso, Ph.D (Staf Pengajar Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta). Kami mengucapkan terimakasih atas kesediaannya sebagai pembicara dalam seminar ini. Selain itu panitia juga telah menerima sebanyak 44 makalah, baik dalam bidang kimia maupun pendidikan kimia dari berbagai daerah di Indonesia.

Kegiatan Seminar Nasional Kimia tahun 2008 ini tidak dapat diselenggarakan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terimakasih kepada Bapak Penjabat Rektor UNY, Bapak Dekan FMIPA, Kajurdiik Kimia FMIPA, Ikatan Alumni Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY, para sponsor dan semua pihak yang tidak

dapat kami sebutkan satu per satu. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada teman-teman panitia yang telah bekerja keras demi suksesnya penyelenggaraan seminar ini.

Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak, Ibu dan Saudara peserta yang telah berkenan mengikuti seminar ini hingga selesai. Kami mohon maaf jika dalam kegiatan ini terdapat kesalahan, kekurangan maupun hal-hal yang tidak/kurang berkenan di hati Bapak, Ibu dan Saudara sekalian.

Terimakasih.

Yogyakarta, 25 Oktober 2008

Ketua Panitia

Dr. P. Yatiman

## **SAMBUTAN KETUA JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA**

Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat, hidayah-Nya, yang senantiasa dilimpahkan kepada kita semua segenap civitas akademika, para alumni, segenap peserta seminar, sehingga kita bisa hadir di tempat ini untuk mengikuti kegiatan akademis, yaitu Seminar Nasional Kimia dalam rangka Dies Natalis Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY yang ke 52.

Pada ulang tahunnya yang ke 52 ini, jika di pandang dari segi usia Jurusan Pendidikan Kimia telah menunjukkan pengalaman yang cukup lama dalam mengembangkan pendidikan kimia, walaupun kita secara bersama-sama harus selalu meningkatkan kemampuan dan kinerja kita dalam mengabdikan pada nusa dan bangsa khususnya dalam meningkatkan mutu pendidikan nasional.

Seminar Nasional Kimia yang kita laksanakan hari ini, merupakan kegiatan rutin yang terjadwal setiap tahun yang perlu kita lestarikan, karena sangat bermanfaat bagi kita, sebagai sarana silaturahmi dan bertukar pengalaman bagi para dosen, peneliti maupun pemerhati dalam bidang kimia dan pendidikan kimia. Kegiatan ini sangat mendukung dalam upaya menumbuhkembangkan kehidupan masyarakat ilmiah di lingkungan kampus kita.

Jurusan Pendidikan Kimia saat ini memiliki 45 orang tenaga dosen, yang tiga di antaranya telah memiliki jabatan Guru Besar. Dari segi pendidikan, ke-45 tenaga dosen tersebut, adalah : 12 orang bergelar Doktor (S3), 30 orang bergelar Magister (S2), dan 3 orang sarjana (S1). Saat ini 7 orang sedang menempuh studi S3 dan 3 orang sedang studi S2. Jurusan Pendidikan Kimia yang terdiri dari Program Studi Pendidikan Kimia dan Program Studi Kimia memiliki mahasiswa sebanyak 991 orang yang terdiri dari 788 orang mahasiswa lama dan 203 mahasiswa baru. Dengan jumlah dosen dan mahasiswa yang cukup banyak ini tampak bahwa Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY merupakan jurusan yang masih banyak diminati masyarakat.

Dalam rangka pengembangan jurusan, kami telah berusaha untuk mendapatkan berbagai proyek dan kerjasama. Jurusan Pendidikan Kimia telah memperoleh proyek DUE-Like selama 5 tahun, proyek JICA 5 tahun, PHK-A2 selama 3 tahun dan pada tahun ini Jurusan Pendidikan Kimia dinyatakan diterima proyek PHKI. Dalam usaha menambah jaringan kerjasama jurusan selama beberapa tahun ini telah menjalin kerjasama dengan program IMSTEP-JICA, kerjasama dengan Dirjen PMPTK melalui program Basic Science

dan dengan Pemda Kabupaten Landak dan Pemda Kabupaten Halmahera Selatan dalam pengadaan guru kimia.

Akhirnya kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak/Ibu pemakalah, Bapak/Ibu dosen dan peneliti, Bapak/Ibu guru, para Mahasiswa, Bapak/Ibu tamu undangan, seluruh peserta seminar yang telah berkenan hadir, serta segenap panitia yang telah menyiapkan segala sesuatunya untuk melaksanakan seminar ini. Semoga Allah SWT memberkahi kita semua. Amin

Wassalamualaikum, Wr. Wb

Ketua Jurusan Pendidikan Kimia

Dr. Suyanta



## SAMBUTAN DEKAN FMIPA UNY

Pertama- tama marilah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga kita dapat memberikan peran nyata sebagai pemimpin di Bumi ini. Pemimpin yang mampu berbuat adil, memiliki karakter mulia, dan senantiasa berfikir, bertindak atas dasar pertimbangan maknawi kehidupan sesuai dengan esensi Ilmu Kimia yang telah digeluti bertahun-tahun lamanya.

Selanjutnya perkenankan saya menyampaikan ucapan selamat merayakan Dies Natalis ke 52 bagi keluarga besar Jurdik. Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Semoga dengan merayakan Dies tercipta nuansa kekeluargaan bagi seluruh dosen, karyawan, dan mahasiswa Jurdik Kimia, sehingga makin mantap dalam melangkah menuju prestasi terbaiknya. Oleh karena itu ucapan tersebut disertai harapan dan doa semoga eksistensi Jurdik Kimia semakin kokoh sehingga menjadi bagian yang memperkuat peran nyata FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta pada negeri tercinta ini.

Salah satu agenda penting dan telah mampu dilaksanakan setiap tahun adalah seminar nasional yang tahun ini mengambil tema "Peran Kimia dan Pendidikan Kimia di Era Global Menuju Penelitian dan Pendidikan Berkualitas". Tema ini saya pikir sungguh memerlukan kerja keras seluruh pakar Kimia mengingat persoalan keumatan yang berkaitan erat dengan Kimia akhir- akhir ini sungguh semakin kompleks. Kehidupan di era global dengan berbagai persoalan seperti pemanasan global, produk- produk kimia yang kadang tak terkendali membahayakan kehidupan dengan penyebaran sudah pada tingkat global, produk makanan yang mengandung bahan kimia berbahaya, masalah polusi yang semakin mengawatirkan kehidupan kita, dan persoalan kehidupan lainnya sungguh membutuhkan peran para pakar Kimia dalam tanggung jawab akademik dan sosialnya. Begitu pula pada bidang pendidikan, bagaimana guru benar- benar menguasai substansi keilmuan Kimia dan metodologi pembelajaran Kimia sampai saat masih menjadi tantangan yang tidak ringan . Oleh karena itu seminar ini diharapkan mampu memberikan peran nyata para pakar Kimia dan Pendidikan Kimia dalam mengatasi berbagai persoalan kehidupan yang terjadi di masyarakat dunia baik pada saat ini maupun pada waktu yang akan datang.

Akhirnya kami mengharapkan kepada seluruh peserta seminar sekalian untuk terus berkarya dalam membangun masyarakat madani berbasis riset, pengembangan Kimia dan pendidikan Kimia. Kimia mirip dengan saudaranya yaitu Fisika dan Biologi akan terus menerus berkembang dan diperlukan dalam memanfaatkan alam semesta ini

untuk sebesar- besarnya bagi keperluan umat manusia. Oleh karena itu tidak boleh dilupakan bahwa ada tanggung jawab bersama para ilmuwan IPA dalam memaknai keilmuannya, yaitu berupaya menciptakan masyarakat penuh kedamaian, saling menebarkan kasih- sayang, dan senantiasa melandasi seluruh perbuatannya, seluruh karyanya semata- mata dalam rangka ibadah kepada Tuhan Yang Maha Esa.

Dekan FMIPA UNY

Dr. Ariswan  
NIP 131 791 367

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Sambutan Ketua Panitia	iii
Sambutan Ketua Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY	v
Sambutan Dekan FMIPA UNY	vii
Daftar Isi	ix
<b>Makalah Utama</b>	
1. <b>Effendi</b> SINTESIS DAN PENENTUAN STRUKTUR SENYAWA KOMPLEKS DARI LOGAM-LOGAM ALKALI.	U1
2. <b>Liliasari</b> PENINGKATAN KUALITAS PENDIDIKAN KIMIA DARI PEMAHAMAN KONSEP KIMIA MENJADI BERPIKIR KIMIA	U2
3. <b>A.K. Prodjosantoso</b> POTRET PEMBELAJARAN KIMIA DI SMA BERTARAF INTERNASIONAL (SBI)	U3
<b>Makalah Pendamping</b>	
1. <b>Susiwi, Achmad A.Hinduan, Liliasari, Sadiyah Ahmad :</b> ANALISIS PENGUASAAN KONSEP KIMIA SISWA SMA MELALUI "MODEL PEMBELAJARAN PRAKTIKUM D-E-H"	A1
2. <b>Djoni Godjali :</b> GUGUS KENDALI MUTU DALAM PENDIDIKAN	A2
3. <b>Sudarmin :</b> DESAIN PEMBELAJARAN KONSEP KIMIA TERINTEGRASI KEMAMPUAN GENERIK SAINS SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI MAHASISWA	A3
4. <b>Martinus Manggaprouw, Sandra Titihalawa, Ferry F. Karwur :</b> DESATURASI KAROTENOID DAN WARNA BUAH	A4
5. <b>Sri Yamtinah, Kus Sri Martini, Siti Nurjannah :</b> PENINGKATAN KEAKTIFAN BELAJAR, KERJASAMA KELOMPOK DAN PRESTASI BELAJAR SISWA PADA MATERI HIDROKARBON DENGAN PEMBELAJARAN MODEL <i>COLLABORATIVE LEARNING</i> METODE TGT DISERTAI MEDIA KOMPUTER	A5
6. <b>H. Christi Astuti, Liliasari, Agus Setiabudi :</b> PRAKTIKUM MANDIRI TEKANAN OSMOTIK BERBASIS MULTIMEDIA UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN KONSEP DAN KETERAMPILAN GENERIK SAINS SISWA	A6
7. <b>Erfan Priyambodo :</b> KOMUNIKASI EFEKTIF DALAM PEMBELAJARAN	A7
8. <b>Heru Pratomo Al., Rr. Lis Permana Sari, Sukisman Purtadi :</b> IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN KIMIA DALAM PENGHADAPI PELAKSANAAN KTSP DI PRCPINSI JAWA TENGAH	A8
9. <b>Antuni Wiyarsi :</b> PENILAIAN PROYEK SEBAGAI IMPLEMENTASI <i>AUTHENTIC ASSESSMENT</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR DAN KERJA ILMIAH MAHASISWA	A9
10. <b>Noer Komari, Taufiqur Rohman, Anjang Yudistri :</b> PENGUNAAN BIOMASSA <i>Aspergillus niger</i> SEBAGAI BIOSORBEN Cr(III)	B1

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 11. | <b>Isyuniarto, Andrianto :</b><br>PENGARUH OKSIDAN OZON DAN CaO TERHADAP KADAR MINYAK DAN LEMAK PADA LIMBAH INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT  | B2 |
| 12. | <b>Susy Yunita, Elisa Nurwati :</b><br>VARIASI PH DAN BAHAN KOAGULAN PADA PENGOLAH-AN LIMBAH KROMIUM (CR) INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT   | B3 |
| 13. | <b>Ch. Lilles Sutarminingsih, Edhi Mrtono, dan Eko Sugiharto :</b><br>DAMPAK PENGGUNAAN PESTISIDA PADA TANAH, AIR DAN PRODUK CABAI MERAH DI WILAYAH KECAMATAN TEMON, KABUPATEN KULONPROGO   | B4 |
| 14. | <b>Andry Harinaina RABEARISOA, Chairil Anwar, dan Eko Sugiharto :</b><br>CARBAMATE RESIDUES IN SOIL, WATER AND MELON FROM KULON PROGO REGENCY   | B5 |
| 15. | <b>Nurma Yunita Indriyanti :</b><br>STUDI KUALITAS AIR SUMUR DANGKAL KAWASAN PESISIR SEMARANG (KELURAHAN TANJUNG MAS) DAN PENGEMBANGAN DESAIN PENYARINGAN AIR SEDERHANA   | B6 |
| 16. | <b>Endang W.Laksono :</b><br>KAJIAN TERHADAP APLIKASI KITOSAN SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM DALAM LIMBAH CAIR  | B7 |
| 17. | <b>Endang W.Laksono, AK Prodjosantoso, Jaslin Ikhsan :</b><br>ADSORPSI KTOSAN TERHADAP ION Ni(II) DAN Mn(II) PADA BERBAGAI pH   | B8 |
| 18. | <b>Isyuniarto, Andrianto :</b><br>APLIKASI TEKNOLOGI PLASMA UNTUK MENURUNKAN BOD, COD DAN TSS PADA LIMBAH INDUSTRI PERCETAKAN   | B9 |
| 19. | <b>I.F. Nurcahyo, Yuniawan Hidayat, Karna Wijaya, Wega Trisunaryanti :</b><br>UJI AKTIVITAS DAN UMUR KATALIS Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / MONTMORIL-LONIT PADA REAKSI ESTERIFIKASI ASAM LEMAK BEBAS DALAM MINYAK JELANTAH   | C1 |
| 20. | <b>Mirta Agustina Putri, Hanggara Sudrajat, Ria Amunanto :</b><br>THE GEOMETRICAL STRUCTURES OF 1,3-DIMETHOXY- <i>p</i> - <i>tert</i> -BUTYL-CALIX[4]CROWN-5-ETHER COMPLEXES WITH K <sup>+</sup> : THEORETICAL STUDY USING HYBRID <i>AB INITIO</i> -DENSITY FUNCTIONAL METHOD | C2 |
| 21. | <b>Hendro Juwono :</b><br>SIFAT ADESIF POLIPADUAN RESIN FENOLIK-POLI-KLOROPRENA-MDI TERHADAP DEGRADASI PANAS  | C3 |
| 22. | <b>Sri Hastuti, Venty Suryanti, Didik Tri Kuncoro :</b><br>PENGARUH GLISEROL TERHADAP BIODEGRADASI FENOL OLEH <i>Pseudomonas aeruginosa</i>   | C4 |
| 23. | <b>Mohammad Wijaya, Erliza Noor, Tun Tedja Irawadi, Gustan Pari :</b><br>PENGEMBANGAN MODEL KINETIKA PIROLISIS LIMBAH KAYU JATI SERTA APLIKASI BRIKET ARANG SEBAGAI BIOENERGI   | C5 |
| 24. | <b>Sunarti :</b><br>PENGARUH SUHU HIDROTERMAL TERHADAP PEMBENTUK-AN ZEOLIT DARI ABU DASAR (BOTTOM ASH) BATUBARA   | C6 |
| 25. | <b>Isana SYL, Eli Rohaeti :</b><br>SINTESIS POLIURETAN DENGAN BAHAN DASAR MINYAK JELANTAH   | C7 |
| 26. | <b>Erfan Priyambodo, Suryo Gandasasmita, M. Ali Zulfikar :</b><br>PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KERAMIK ZrSiO <sub>4</sub> -V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>   | C8 |
| 27. | <b>Isana SYL :</b><br>ELEKTROLISIS BERBAGAI MERK MINUMAN  | C9 |
| 28. | <b>Chrisanta W. Dhewi dan M. Martosupono :</b><br>EKSTRAK TEH SEBAGAI SENYAWA FOTOPROTEKSI  | D1 |
| 29. | <b>Tukiran dan Zainun N.H. :</b><br>TOKSISITAS ISOLAT DARI EKSTRAK HEKSANA KULIT BATANG TUMBUHAN PANCAL KIDANG ( <i>AGLAIA ODORATISSIMA</i> BLUME) TERHADAP ULAT GRAYAK ( <i>SPODOPTERA LITTURA</i> FABR.   | D2 |

- |     |   |    |
|-----|---|----|
| 30. | <b>Rony S. Mauboy, M. Martosupono :</b><br>MENCEGAH KATARAK DENGAN LUTEIN DAN ZEASANTIN   | D3 |
| 31. | <b>Rony S. Mauboy, Ferry F. Karwur :</b><br>BIOSINTESIS KAROTENOID PADA BAKTERI NONFOTOSINTETIK   | D4 |
| 32. | <b>Trully Parinusa, Ferry F. Karwur :</b><br>BIOSINTESIS KAROTENOID PADA EUBAKTERIA   | D5 |
| 33. | <b>Sri Mulyani, Daniela Milbredt, Karl-Heinz van Pée :</b><br>HYBRIDIZATION CONDITIONS FOR THE IDENTIFICATION OF THE<br>THIENODOLIN BIOSYNTHETIC GENE CLUSTER FROM GENOMIC DNA OF<br><i>STREPTOMYCES ALBOGRISEOLUS</i> USING <i>Osm1</i> AND <i>Osm2</i> PROBES | D6 |
| 34. | <b>Healthy Kainama, Eirene G. Fransina, Anna C. Seumahu :</b><br>PIPERONIL ALCOHOL AS PRECURSOR FOR SYNTHESIS DERIVATIVE C-9154<br>ANTIBIOTIC FROM SAFROLE  | D7 |
| 35. | <b>C. Budimarwanti :</b><br>PENGARUH SUBSTITUEN PADA CINCIN BENZENA TERHADAP AKTIVITAS<br>ANTIOKSIDAN SENYAWA FENOLIK   | D8 |
| 36. | <b>Sri Atun, Nurfina Aznam, Retno Arianingrum, Sri Sayekti Sulisdiarto,<br/>Barokah Sri Utami, dan Aries Badrus Sholeh :</b><br>AKTIVITAS ANTIHEPATOTOKSIK DAN ANTIMUTAGENIK EKSTRAK ETANOL<br>KULIT BATANG <i>HOPEA MENGARAWAN</i>                             | D9 |
| 37. | <b>Hernawan, Crescentiana D. Poeloengasih, Khoirun Nisa, Anastasia W.<br/>Indrianingsih :</b><br>PEMBUATAN KITOSAN MIKROPOWDER DENGAN METODE SPRAY DRYING   | E1 |
| 38. | <b>J.S. Sukardjo :</b><br>PENGARUH PENAMBAHAN KOMPOS DAN ZEOLIT TERHADAP SIFAT KIMIA<br>TANAH LATOSOL   | E2 |
| 39. | <b>Budi Hastuti :</b><br>STUDY ON ANALYSIS OF LOW LEVEL IRON AS ITS TRIS (1,10-<br>PHENANTHROLINE IRON(II) PICRATE) COMPLEX BY EXTRACTION-<br>SPECTROPHOTOMETRIC METHOD   | E3 |
| 40. | <b>Endah Sulistiawati :</b><br>PENGARUH WAKTU, KONSENTRASI SUBSTRAT DAN PERBANDINGAN BERAT<br>RAGI TERHADAP SUBSTRAT PADA PEMBUATAN GLUKOSA DARI TEPUNG<br>TAPIOKA SECARA HIDROLISIS ENZIMATIS MENGGUNAKAN RAGI TAPE<br>LOKAL                                   | E4 |
| 41. | <b>Anastasia Wheri Indrianingsih, Khoirun Nisa :</b><br>PEMANFAATAN LIMBAH TULANG IKAN PARI ( <i>HIMANTURA SP.</i> )<br>GUNUNGKIDUL SEBAGAI PENGHASIL GELATIN   | E5 |
| 42. | <b>Dyah Purwaningsih :</b><br>TEKNIK EKSTRAKSI FASA PADAT (EFP) UNTUK METODE ANALISIS KIMIA<br>MODERN   | E6 |
| 43. | <b>M. Pranyoto Utomo :</b><br>DEAKTIVASI KATALIS PADA KONVERSI PENTANOL MENJADI PENTANA<br>DENGAN KATALIS Pt/ZEOLIT   | E7 |
| 44. | <b>M. Pranyoto Utomo :</b><br>EFEK LOGAM BERAT TERHADAP SIFAT SEMEN PADA PROSES<br>SOLIDIFIKASI/STABILISASI LIMBAH BERBAHAYA  | E8 |

## **SINTESIS POLIURETAN DENGAN BAHAN DASAR MINYAK JELANTAH**

**Isana SYL dan Eli Rohaeti**

*Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY*

### **ABSTRAK**

Minyak jelantah merupakan minyak sisa penggorengan. Minyak goreng yang banyak diperjualbelikan umumnya merupakan minyak sawit yang mengandung trigliserida. Pemanasan minyak goreng secara berulang kali dapat merusak minyak tersebut, yang sangat berbahaya apabila masih digunakan untuk menggoreng karena bersifat karsinogenik. Dengan demikian harus diupayakan suatu cara untuk memanfaatkan minyak goreng yang memiliki nilai jual rendah menjadi suatu produk yang bermanfaat dan memiliki nilai jual relatif tinggi. Pada penelitian ini dicoba memanfaatkan minyak jelantah sebagai monomer pada sintesis poliuretan. Minyak jelantah memungkinkan untuk digunakan sebagai monomer pada sintesis poliuretan karena masih memiliki gugus aktif seperti gugus -OH, -COOH dan ikatan rangkap yang dapat dimodifikasi secara hidrasi untuk digunakan sebagai sumber poliol. Gugus -OH dapat berikatan dengan gugus isosianat (-NCO) dari metilen-4,4-difenildiisocyanat (MDI) membentuk poliuretan.

Sintesis poliuretan dari minyak jelantah yang telah maupun tidak mengalami proses adsorpsi dengan karbon aktif dan minyak jelantah terhidrasi direaksikan dengan MDI sehingga dihasilkan berbagai produk poliuretan. Reaksi polimerisasi dilakukan dengan memvariasikan perbandingan mol MDI terhadap mol poliol dan temperatur polimerisasi. Karakterisasi poliuretan hasil sintesis, meliputi penentuan gugus fungsi dengan IR dan uji pengembangan dalam larutan kanji.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak jelantah sebagai limbah rumah tangga dan industri dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan poliuretan ditunjukkan dengan terbentuknya gugus fungsi uretan. Proses adsorpsi minyak jelantah dengan menggunakan karbon aktif mampu menurunkan bilangan iodin minyak. Proses adsorpsi dan hidrasi pada minyak jelantah dapat menyebabkan polimerisasi berlangsung pada suhu lebih rendah (70 °C). Meningkatnya perbandingan konsentrasi MDI terhadap minyak jelantah dapat meningkatkan ikatan silang poliuretan.

Kata kunci: minyak jelantah, poliuretan, sumber poliol

### **PENDAHULUAN**

Minyak kelapa sawit banyak digunakan sebagai minyak goreng, namun mudah mengalami kerusakan / ketengikan jika terkena sinar matahari atau lama disimpan (Karim, Th., 1994:26). Pemanasan minyak goreng secara berulang kali dapat merusak minyak goreng tersebut karena kandungan antioksidan menjadi menurun dan terbentuknya radikal bebas serta peroksida yang bersifat karsinogenik (De Man, 1997: 79).

Minyak goreng yang diperdagangkan umumnya merupakan minyak sawit yang memiliki gugus hidroksi sehingga dapat digunakan sebagai sumber poliol dalam sintesis poliuretan. Adanya ikatan rangkap dalam minyak sawit, melalui proses hidrosilasi dapat

dihasilkan gugus hidroksil yang lebih banyak sehingga poliuretan yang dihasilkan akan memiliki sifat termal dan mekanik semakin baik. Penelitian ini merupakan langkah awal pembuatan poliuretan dari minyak goreng regenerasi (jelantah / bekas), yang terlebih dahulu dilakukan suatu perlakuan maupun tidak dilakukan perlakuan. Minyak jelantah terlebih dahulu dilakukan adsorpsi dengan menggunakan arang aktif, selanjutnya produk yang terbentuk akan dibandingkan dengan produk yang terbuat dari minyak jelantah tanpa adsorpsi. Pembuatan poliuretan dilakukan dengan menggunakan monomer minyak jelantah dengan dan tanpa adsorpsi dengan arang aktif, dan minyak jelantah terhidrasi.

Poliuretan merupakan bahan polimer yang mengandung gugus fungsi  $-NHCOO-$  dalam rantai utamanya. Jenis dan ukuran setiap monomer pembentuk poliuretan akan memberikan sumbangan terhadap sifat poliuretan yang dihasilkan. Dengan demikian poliuretan dapat disintesis dengan massa jenis dan kekakuan yang bervariasi mulai dari elastomer yang sangat fleksibel hingga plastik yang kaku dan rigid. Oleh karenanya produk poliuretan banyak dijumpai dalam berbagai bidang kehidupan (Eli Rohaeti, 2005).

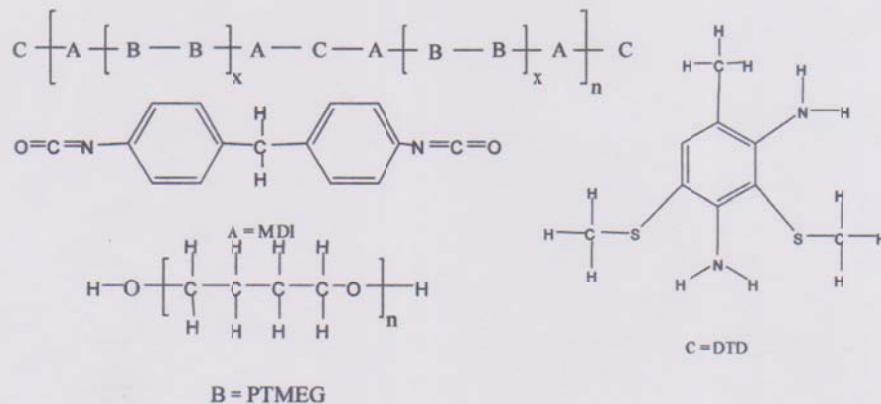
Metode yang umum digunakan untuk mensintesis poliuretan adalah reaksi kondensasi biskloroformat dengan diamin pada temperatur rendah atau dengan mereaksikan suatu diol dengan diisosianat melalui metode polimerisasi larutan dan lelehan pada temperatur cukup tinggi (Sandler, 1974). Poliuretan struktur linear dibuat melalui reaksi antara diol rantai pendek dengan diisosianat, sedangkan struktur bercabang dan memiliki ikatan silang dibuat melalui reaksi diisosianat dengan senyawa yang pada satu molekulnya memiliki gugus hidroksil lebih dari dua, atau melalui reaksi glikol dengan diisosianat dengan penambahan sejumlah kecil senyawa poliol (Woods, 1987).

Dalam industri kertas, poliuretan digunakan sebagai pelapis permukaan rol pada proses pengkanjian (*sizing*). Proses pengkanjian dalam industri kertas merupakan proses pengisian kanji ke dalam celah-celah serat selulosa yang terdapat pada kertas untuk memperoleh gramatur tertentu dan kualitas permukaan yang baik (Hardianto, 2003). Pada proses pengisian tersebut dibantu oleh dua rol atau lebih yang dilapisi dengan suatu bahan elastomer, dalam hal ini poliuretan. Kertas dilewatkan melalui dua rol yang disiram dengan larutan kanji dengan tekanan nip 40 – 45 kN/m, dengan kecepatan 1400 rpm dan berlangsung pada temperatur 60 -70° C untuk menjaga kelarutan kanji dalam air (Smook, 1999).

Poliuretan digunakan sebagai bahan pelapis permukaan rol dalam industri kertas untuk pengganti karet, karena poliuretan memiliki sifat mekanik, elastisitas dan ketahanan abrasi yang lebih baik daripada karet. Nalepa, dkk. (1987) mensintesis poliuretan dari

MDI, politetrametilenglikol (PTMEG) dan dimetiltoluendiamin (DTD) yang memiliki kerapatan ikatan silang cukup tinggi (*high cross link density*), tetapi memiliki kelemahan, yakni mudah mengembang (*swelling*) dan terhidrolisis jika digunakan dalam lingkungan yang basah. Hidrolisis dapat menyebabkan terjadinya degradasi poliuretan sehingga jangka waktu penggunaannya menjadi lebih pendek.

Pada penelitian Hardianto (2003), air akan berdifusi masuk ke dalam segmen lunak poliuretan dan berikatan hidrogen dengan rantai PTMEG. Proses pengembangan akan berhenti pada suatu titik jenuh, yakni sekitar 1,8% peningkatan volum. Keadaan tersebut sangat dipengaruhi oleh kerapatan ikatan silang dari poliuretan. Semakin tinggi kerapatan ikatan silang, semakin rendah terjadinya pengembangan. Degradasi hidrolisis berawal dari daerah molekul air bersarang, yang selanjutnya berkembang dalam bentuk butiran yang tersebar secara sporadis. Gambar 1 menunjukkan struktur molekul elastomer poliuretan berbasis MDI/PTMEG/DTD, antara MDI dan DTD membentuk *hard segment*, sedangkan PTMEG membentuk *soft segment*.



Gambar 1. Struktur molekul elastomer poliuretan berbasis MDI/PTMEG/DTD

#### METODE PENELITIAN

Tahap penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Sintesis poliuretan dari minyak jelantah yang telah maupun tidak mengalami proses adsorpsi dengan karbon aktif dan minyak jelantah terhidrasi yang direaksikan dengan MDI sehingga dihasilkan berbagai produk poliuretan.
- b. Reaksi polimerisasi dilakukan dengan memvariasikan perbandingan mol MDI terhadap mol poliol dan temperatur polimerisasi. Polimerisasi dilakukan pada berbagai variasi



komposisi minyak jelantah dan MDI, yang dapat dilihat pada Tabel 1. Polimerisasi dilakukan pada temperatur 70, 100 dan 120 °C.

Tabel 1. Variasi komposisi minyak jelantah dan MDI

No	Minyak jelantah (%)	MDI (%)
1	20	80
2	40	60
3	60	40
4	80	20

- c. Karakterisasi poliuretan hasil sintesis, meliputi penentuan gugus fungsi dengan IR dan uji penggembungan dalam larutan kanji.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil karakterisasi terhadap sifat fisika-kimia minyak jelantah sebelum dan sesudah proses adsorpsi dengan karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 2. Spektrum FTIR minyak jelantah yang telah diadsorpsi ditunjukkan oleh Gambar 2.

Tabel 2. Sifat fisika-kimia minyak jelantah sebelum dan sesudah proses hidroksilasi

Sifat fisika-kimia	Minyak jelantah	Minyak jelantah teradsorpsi
Bilangan iodin (mg/g)	62,3968	60,7593
Bilangan hidroksil (mg/g)	31,81	-
Massa jenis (g/mL)	0,9000	0,9018
Indeks bias	1,462	1,400



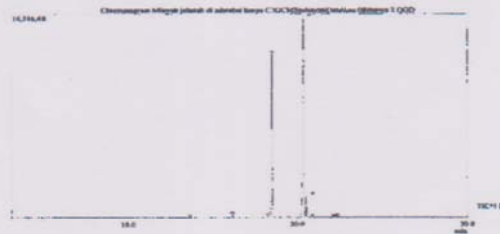
Gambar 2. Spektrum FTIR minyak jelantah teradsorpsi

Analisis gugus fungsi terhadap minyak jelantah dilakukan dengan menggunakan teknik spektrofotometri FTIR dan GCMS. Interpretasi spektrum inframerah minyak jelantah dapat dilihat pada Tabel 3. Kromatogram GCMS minyak jelantah dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan analisis spektrum inframerah dan kromatogram GCMS

menunjukkan bahwa dalam minyak jelantah masih terkandung ikatan rangkap maupun gugus -OH dan -COOH sehingga memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam sintesis poliuretar.

Tabel 3. Interpretasi gugus fungsi spektrum inframerah minyak jelantah

Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsi	Intensitas Serapan
3006,48	-OH	Kuat
2924,88	-CH	Kuat
2854,01	Regang -CH	Kuat
2359,17	-OH	Kuat
1747,28	-C=O	Kuat
1464,62	-CH <sub>2</sub> -	Kuat
1164,13	Uluran -C-O-	Kuat
721,83	-CH pada alkena	Kuat



Gambar 3. Kromatogram minyak jelantah

Berdasarkan spektrum inframerah dan kromatogram minyak jelantah, yang menunjukkan masih adanya gugus -OH, -COO- dan ikatan rangkap (-C=C- atau -C=O), maka memungkinkan pemanfaatan minyak jelantah sebagai monomer pada sintesis poliuretan. Berdasarkan kromatogram minyak jelantah menunjukkan bahwa kandungan senyawa  $\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2$  adalah paling banyak, sekitar 61,30%. Senyawa  $\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2$  dapat berupa ester metil-9-oktadekenoat, metil-cis-11-oktadekenoat atau metil-trans-9-oktadekenoat. Adanya ikatan rangkap -C=C- yang relatif masih banyak memungkinkan pemanfaatan minyak jelantah sebagai monomer pada sintesis poliuretan, dalam hal ini sebagai sumber polioli. Komposisi minyak jelantah berdasarkan kromatogram dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi minyak jelantah

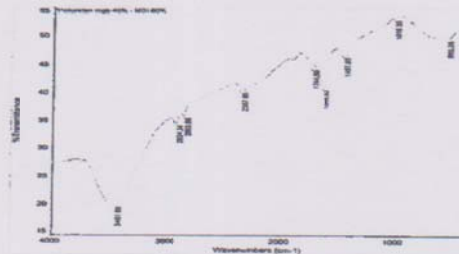
Senyawa	Kadar (%)
$\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_2$	61,30
$\text{C}_{17}\text{H}_{34}\text{O}_2$	34,06
$\text{C}_{19}\text{H}_{38}\text{O}_2$	3,36
$\text{C}_{14}\text{H}_{28}\text{O}_2$	0,53

Interpretasi spektrum inframerah minyak jelantah terhidrasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Interpretasi gugus fungsi spektrum inframerah minyak jelantah terhidrasi

Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsi	Intensitas Serapan
3006,08	-OH	Kuat
2924,07	-CH-	Lebar dan Kuat
2853,46	-CH-	Kuat
2678,56	-OH	Kuat
2359,96	-OH	Kuat
2339,87	-OH	Kuat
1745,46	-C=O	Kuat
1713,02	-C=O	Kuat
1464,63	-CH <sub>2</sub>	Kuat
1417,85	-CH-	Kuat
1376,68	-CH <sub>3</sub>	Kuat
1237,91	-C-O-	Kuat
1163,93	-C-O-	Kuat
1117,09	-C-N-	Kuat
722,39	-CH pada alkana	Kuat
585,86	-CH pada alkana	Kuat
460,07	-CH	Kuat

Spektrum inframerah poliuretan dengan berbahan dasar minyak jelantah dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan interpretasi gugus fungsi spektrum inframerah poliuretan hasil sintesis dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 4. Spektrum inframerah poliuretan dengan berbahan dasar minyak jelantah

Tabel 6. Interpretasi gugus fungsi spektrum inframerah poliuretan hasil sintesis

Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Gugus Fungsi	Intensitas Serapan
3461,65	-NH	Lebar dan kuat
2924,34	-CH-	Kuat
2853,56	-CH-	Kuat
2357,85	-NCO	Kuat
1744,69	-NHCOO-	Kuat
1646,50	-NH-	Kuat
1457,85	-CH-alkana	Kuat
1019,30	-C-O	Kuat
565,26	-CH-	Lebar dan kuat

Berdasarkan spektrum inframerah produk hasil sintesis menunjukkan gugus fungsi karakteristik untuk poliuretan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa minyak jelantah dapat dimanfaatkan sebagai monomer pada sintesis poliuretan karena masih mengandung gugus fungsi -OH dan ikatan rangkap yang dapat dihidrasi sehingga memungkinkan digunakan sebagai sumber polioli pada sintesis poliuretan.

Adapun hasil uji derajat pengembangan poliuretan hasil sintesis dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji derajat pengembangan poliuretan hasil sintesis

Komposisi (%)		Temperatur polimerisasi (°C)	Derajat pengembangan (%)	Keterangan
Minyak jelantah	MDI			
20	80	70	15,500	Terhidrasi
40	60	70	-1,460	Terhidrasi
60	40	70	1,440	Terhidrasi
80	20	70	-	Terhidrasi
20	80	70	0,328	Teradsorpsi dan terhidrasi
40	60	70	5,290	Teradsorpsi dan terhidrasi
60	40	70	3,190	Teradsorpsi dan terhidrasi
80	20	70	-	Teradsorpsi dan terhidrasi
20	80	100	3,170	Tanpa adsorpsi, tanpa hidrasi-
40	60	100	4,650	Tanpa adsorpsi, tanpa hidrasi-
60	40	100	0,435	Tanpa adsorpsi, tanpa hidrasi-
80	20	100	-	Tanpa adsorpsi, tanpa hidrasi-
20	80	120	1,079	Tanpa adsorpsi, tanpa hidrasi-
40	60	120	1,940	Tanpa adsorpsi, tanpa hidrasi-
60	40	120	12,590	Tanpa adsorpsi, tanpa hidrasi-
80	20	120	-	Tanpa adsorpsi, tanpa hidrasi-

Berdasarkan Tabel 7 dapat diungkapkan bahwa proses adsorpsi dan hidrasi pada minyak jelantah dapat menghasilkan poliuretan dengan suhu polimerisasi lebih rendah (yaitu 70 °C). Pada suhu polimerisasi 70 °C, dengan meningkatnya perbandingan konsentrasi MDI terhadap minyak jelantah teradsorpsi dan terhidrasi dapat meningkatkan ikatan silang poliuretan. Penggunaan minyak jelantah langsung pada polimerisasi

memerlukan suhu lebih tinggi (100 dan 120 °C). Poliuretan hasil sintesis dari minyak jelantah tanpa dan dengan adsorpsi dan hidrasi yang direaksikan dengan MDI pada komposisi 80% - 20% ternyata menghasilkan produk kurang bagus (tidak dapat diuji pengembangannya), sedangkan tiga komposisi yang lain dapat ditentukan pengembangannya. Dengan meningkatnya perbandingan konsentrasi MDI yang digunakan terhadap konsentrasi minyak jelantah (pada suhu polimerisasi 100 dan 120 °C) dapat menurunkan pengembangan atau meningkatkan ikatan silang poliuretan, kecuali pada komposisi minyak jelantah - MDI sebesar 60% - 40% (suhu polimerisasi 100 °C) menunjukkan ikatan silang lebih tinggi dibandingkan produk lainnya.

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Minyak jelantah dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam pembuatan poliuretan ditunjukkan dengan terbentuknya gugus fungsi karakteristik poliuretan.
2. Proses adsorpsi minyak jelantah dengan menggunakan karbon aktif dan proses hidrasi mampu menurunkan bilangan iodin dan meningkatkan gugus hidroksil minyak.
3. Dengan meningkatnya perbandingan konsentrasi MDI terhadap konsentrasi minyak jelantah (pada suhu polimerisasi 100 dan 120 °C) dapat menurunkan pengembangan atau meningkatkan ikatan silang poliuretan,. Pada komposisi minyak jelantah - MDI sebesar 60% - 40% (suhu polimerisasi 100 °C) menunjukkan ikatan silang lebih tinggi dibandingkan produk lainnya.

### **SARAN**

Beberapa saran rekomendasi serta tindak lanjut yang perlu dilakukan yaitu perlu dilakukan:

1. Sintesis poliuretan dari monomer minyak jelantah teroksidasi - MDI, asam lemak minyak jelantah - MDI dan asam lemak terhidroksilasi - MDI dengan memvariasikan perbandingan mol dan temperatur polimerisasi untuk mengetahui kondisi optimum sintesis poliuretan dari asam lemak campuran.
2. Penggunaan adsorben lain, selain karbon aktif untuk meningkatkan ikatan silang serta NMR C-13 *solid state* untuk mengetahui struktur poliuretan hasil sintesis.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diucapkan kepada DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing Nomor: 10/H34.21/KTR.HB/2008 yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- De Man, J.M. (1997). *Kimia Makanan*, Jilid 2. Bandung: Penerbit ITB.
- Eli Rohaeti, N.M. Surdia, C.L. Radiman, E. Ratnaningsih. (2003). Pengaruh Variasi Berat Molekul PEG terhadap Sifat Mekanik Poliuretan. *Jurnal Matematika & Sains*, **Volume 8 No. 2**, 63 - 66.
- Eli Rohaeti (2005). Kajian tentang Sintesis Poliuretan dan Karakterisasinya. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, FMIPA UNY, Yogyakarta, K1 - K9.
- Fessenden & Fessenden. (1989). *Organic Chemistry*. California: Wadsworth, Inc.
- H. Hardianto dan V.I. Mayorga. (2003). Pengaruh Larutan Kanji terhadap Pembengkakan dan Degradasi Poliuretan. *Prosiding Seminar Sehari 70 Tahun Noermansjoeriah Surdia*, ITB, Bandung, 4-19 - 4-23.
- Karim, Th. (1994). Pengaruh Sinar Matahari terhadap Kerusakan Minyak Goreng. *Jurnal Kependidikan*. Lembaga Penelitian IKIP Yogyakarta.
- Mashburn, L.E, et al. (2002). *Patent No. 20020192456*, <http://www.iisc.ernet.in>.
- S. Ketaren. (1986). *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Penerbit UI, 247 - 268.
- Trost, B.T., Ian F and Seven, V.L. (1994). Comprehensive Organic Synthesis, Selective, Strategy, and Efficiency in *Modern Organic Chemistry*, **Volume 7**, Oxidation, Pergamon Press, USA.
- Ulrich, Henrie. (1982). Polyurethane. *Introduction to Industrial Polymer*, Hanser Publisher, New York, 83 - 88.
- Woods, George. (1987). The Chemistry and Materials of Polyurethane Manufacture, *The ICI Polyurethanes Book*, John Wiley and Sons, New York, 27 - 39.
- Wood, George. (1987). Making Polyurethanes. *The ICI Polyurethanes Book*, John Wiley and Sons, New York, 7 - 16.