

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN KIMIA INDONESIA

AUDITORIUM REKTORAT IPB DRAMAGA
12 SEPTEMBER 2006



DEPARTEMEN KIMIA FMIPA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR



HIMPUNAN KIMIA INDONESIA
CABANG JAWA BARAT DAN BANTEN

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN KIMIA INDONESIA 2006

**AUDITORIUM REKTORAT IPB DRAMAGA
12 SEPTEMBER 2006**



**DEPARTEMEN KIMIA FMIPA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**



**HIMPUNAN KIMIA INDONESIA
CABANG JAWA BARAT DAN BANTEN**

BOGOR

2006

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN KIMIA INDONESIA 2006

**AUDITORIUM REKTORAT IPB DRAMAGA
12 SEPTEMBER 2006**

Peranan Kimia Memacu Kemajuan Industri

Penyunting:

Budi Arifin
Tuti Wukirsari
Steven Gunawan
Wulan Tri Wahyuni

Diterbitkan oleh
Departemen Kimia FMIPA Institut Pertanian Bogor
bekerja sama dengan
Himpunan Kimia Indonesia Cabang Jawa Barat dan Banten

dalam rangka
Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia 2006
Bogor, 12 September 2006

ISBN No.: 978-979-25-0984-7

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mencetak dan menerbitkan sebagian atau seluruh isi buku dengan cara atau bentuk apapun tanpa seizin penerbit.

PRAKATA

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga *Prosiding Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia 2006* ini akhirnya berhasil diterbitkan. Prosiding ini merupakan kumpulan sambutan dan makalah yang disajikan dalam Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia yang diselenggarakan tanggal 12 September 2006. Dalam seminar tersebut, Menteri Perindustrian RI hadir sebagai pembicara kunci, dan sebanyak 6 orang pembicara utama yang berasal dari kalangan perguruan tinggi, lembaga penelitian, dan industri hadir memaparkan presentasinya.

Tujuan seminar ini ialah menghimpun para ilmuwan yang berkecimpung dalam bidang kimia dan bidang ilmu lain yang terkait dari berbagai lembaga pendidikan, penelitian, dan industri di Indonesia, untuk bertukar informasi dan pengalaman tentang hasil-hasil penelitian mutakhir yang telah dilaksanakan. Telah terhimpun sebanyak 32 makalah yang dipresentasikan secara oral dan 22 makalah lainnya yang disajikan dalam bentuk poster.

Terima kasih kami kepada semua penulis yang telah menyumbangkan makalahnya untuk dikompilasikan dalam prosiding ini. Terima kasih pula kepada seluruh dosen dan mahasiswa Departemen Kimia FMIPA IPB yang telah terlibat dalam perencanaan dan penyelenggaraan seminar. Terima kasih secara khusus bagi Tuti Wukirsari dan Riki Ariwanda yang telah bekerja keras merapikan prosiding ini, baik dari segi naskah agar memenuhi kaidah penulisan ilmiah dan ejaan bahasa Indonesia yang disempurnakan maupun dari segi tampilan format dan gambar-gambar yang ada agar seragam dan tersaji dengan apik.

Akhir kata, tak ada gading yang tak retak, kami mohon maaf atas segala kesalahan yang disengaja ataupun tidak, selama penyuntingan naskah prosiding ini. Kami juga mohon maaf atas keterlambatan dalam penerbitan prosiding ini. Semoga prosiding ini bermanfaat.

Budi Arifin

Tuti Wukirsari

Steven Gunawan

Wulan Tri Wahyuni

Oktober 2007

DAFTAR ISI

Daftar Isi

Sambutan Ketua Panitia Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia 2006	1
Sambutan Ketua Departemen Kimia Institut Pertanian Bogor	2
Sambutan Rektor Institut Pertanian Bogor	3
Sambutan Kunci Menteri Perindustrian Republik Indonesia	5

Makalah Pembicara Utama

1. Pengkajian Teknologi Proses dalam Lingkup Agroindustri dan Bioteknologi untuk Meningkatkan Daya Saing Industri di Indonesia <i>Wahono Sumaryono – Deputi Bidang Teknologi Agroindustri dan Bioteknologi BPPT</i>	8
2. 2010 Challenges for Chemical Society in Indonesia <i>M Saleh – Ketua Himpunan Kimia Indonesia Pusat</i>	23
3. Challenges and Opportunities in Applying Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.) for Industrial Oral Care Products <i>Jae-Kwan Hwang, Yaya Rukayadi – Department of Biotechnology, Yonsei University, Seoul</i>	25
4. Peranan Kimia Komputasi dalam Desain Senyawa Baru dan Optimalisasi Proses Industri <i>Harno Dwi Pranowo – Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Gajah Mada</i>	33
5. Kinetic Study of Enzymatic Hydrolysis of Starch Granules and Crystalline Cellulose <i>Hirosuke Tatsumi – Department of Bioscience, Fukui Prefectural University, Jepang</i>	40
6. Kimia dalam Industri Berbasis Minyak Nabati. Kasus: Konversi Asam Lemak ke Aditif Pelumasan Batas <i>Zainal Alim Mas'ud – Departemen Kimia, FMIPA, Institut Pertanian Bogor</i>	44

Makalah Presentasi Oral

1. Kinerja Fenil α -Naftilamina pada Penghambatan Oksidasi Ester Poligliserol-Estolida Asam Oleat <i>Dicky Dermawan, Arry Kusnadi, Ilowati Kurniawan</i>	49
2. Alkaloid Eritrina yang Bersifat Anthelmintik dari Biji Dadap Ayam (<i>Erythrina variegata</i>) <i>Tati Herlina, Unang Supratman, Anas Subarnas, Supriyatna Sutardjo, Hideo Hayashi</i>	55
3. Antibiotika Baru dari <i>Actinomycetes</i> dan Jamur <i>Desak Gede Sri Andayani, Linar ZU, LBS Kardono, M Hanafi</i>	59
4. Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Rizoma Tumbuhan Spesies Zingiberaceae <i>Jasril</i>	66
5. The Effect of Ce^{3+} on The Crystallinity of Nano-Sized Yttrium Aluminum Garnet <i>Enrico F. Joland, I Made Joni, Camellia Panatarani</i>	70

6. Keterkaitan Kadar Logam-logam Transisi dengan Variasi Warna Batu Merah (Studi Eksploratif Pigmen Anorganik Alami dari Batu Merah di Desa Tajun, Kabupaten Buleleng, Bali)
I Wayan Karyasa 73
7. Pengaruh Kandungan Silika Terhadap Sifat Termal Membran Hibrida Poli(metil metakrilat)/SiO₂
Muhammad Ali Zulfikar, Abdul Wahab Mohammad, Amir H. Khadum 79
8. The Crystal Structure of An Octahedral Niobium Oxychloride Cluster Compound, Cs₂GdNb₆Cl₁₅O₃ (Abstract)
Fakhili Gulo 86
9. Sintesis Itrium Aluminium Garnet (YAG)-Ce³⁺ dengan Metode Sol-Gel
Loli Yusastri, I Made Joni, Camellia Panatarani 87
10. Adsorpsi Zn(II) dan Cd(II) pada Hibrid Amino-Silika dari Abu Sekam Padi
Nuryono, L Dewi, MR Kurniasari, Narsito 90
11. Prakonsentrasi dan Analisis Kelumit Selektif Spesies Cr(VI) Berdasarkan Teknik Analisis Injeksi Alir
Ni Luh Gede Ratna Juliasih, Muhammad Bachri Amran 101
12. Pemisahan Selektif Pr(III) dan Nd(III) dari Larutan Encer Menggunakan Resin Terimpregnasi yang Mengandung Asam Di-2-etilheksilfosfat
Ibnu Khaldun, Buchari, Muhammad Bachri Amran, Aminuddin Sulaeman 108
13. Penerapan Metode Spektrofotometer Serapan Atom Nyala-Pembangkitan Hidrida untuk Penentuan Sn(II) pada Level ng dalam Larutan
A. Sentosa Panggabean, Muhammad Bachri Amran, Buchari, Sadiyah Achmad 115
14. Alumina-Asam Termodifikasi untuk Prakonsentrasi dan Analisis Kelumit Timbel Berbasis Analisis Injeksi Alir
Muhammad Iqbal, Muhammad Bachri Amran 122
15. Prakonsentrasi dan Analisis Kelumit Selektif Ion Timbel Berbasis Analisis Injeksi Alir Menggunakan Resin XAD Termodifikasi
Muhammad Bachri Amran 132
16. Isolasi dan Analisis Senyawa Antioksidan Spons *Petrosia* sp. dan Beberapa *Soft Coral* dari Perairan Kepulauan Seribu
Ifah Munifah, Thamrin Wikanta, Hedi Indra Januar 140
17. Penggunaan Kitosan untuk Meningkatkan Permeabilitas (Fluks) dan Permselektivitas (Koefisien Rejeksi) Membran Selulosa Asetat
Maria Erna, T Ariful Amri, Resti Yevira 149

18. Studi Pendahuluan: Penggunaan Berulang Larutan Natrium Hidroksida dalam Pembuatan Kitosan
Ariyanti Suhita Dewi, Yusro Nuri Fawzya 154
19. The Effect of Cinnamon on Bacterial Growth, Protein Degradation, and Amino Acid and Fatty Acid Contents of Milks at Storage
Tatik Khusniati, Yantyati Widyastuti 162
20. Pengaruh pH dan Konsentrasi Awal pada Proses Ozonisasi Limbah Pabrik Asam Tereftalat Murni
Indar Kustiningsih, Yeyen Maryani, Devi Sri Grahayu, Qoriatun Hasanah 171
21. Pentadekanal, Senyawa Antimikrob Hasil Sekresi Kimia Pertahanan Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren (Isoptera: Rhinotermitidae)
Farah Diba 177
22. Isolasi dan Identifikasi Steroid dari Tumbuhan Ciplukan (*Physalis angulata*)
Susilawati, Herdini, Lusia Wilza 183
23. *In Vitro* Antifungal Activity of Xanthorrhizol Isolates from *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. Against Pathogenic *Candida*, Opportunistic Filamentous Fungi and *Malassezia*
Yaya Rukayadi, Jae-Kwan Hwang 191
24. Keladi Tikus (*Typhonium flagelliforme*) sebagai Antikanker: Mekanisme Inhibisi Ekstrak Etanol dan Ekstrak Air terhadap Aktivitas Enzim Tirosin Kinase (Abstrak)
Dyah Iswantini, Gustini Syahbirin, Yusuf Affandi 203
25. Uji Aktivitas Antibakteri Propolis Lebah Madu *Trigona* spp.
AE Zainal Hasan, I Made Artika, Kasno, AD Anggraini 204
26. Pengolahan Limbah Fotografi Menggunakan Pirolisis Semprot Nyala
Arif Jumari, Sperisa Distantina, A Purwanto 216
27. Analisis Spesies Boron dalam Cairan Floem Tanaman Jarak (*Ricinus communis* L.) dengan Metode PNC PAGE-ICP MS
Noor Fitri, Björn Thiele, Klaus Günther, Buchari 223
28. Ekstraksi Xilan dari Tongkol Jagung untuk Medium Pertumbuhan *Bacillus pumilus* RXAIII-5 Penghasil-Xilanase
Nur Richana, Tun Tedja Irawadi, M Anwar Nur, Illah Sailah, Khaswar Syamsu, Yandra Arkenan 229
29. Beberapa Senyawa Heterosiklik yang Berpotensi sebagai Inhibitor Korosi pada Baja Karbon dalam Larutan NaCl 1%
Deana Wahyuningrum, Sadjah Ahmad, Yana Maolana Syah, Buchari, Bambang Ariwahjoedi 237

30. Peningkatan Kandungan Unsur Hara Kalium dan pH Tanah Gambut Menggunakan *Dregs* (Limbah Bagian *Recauticizing* Pabrik Pulp)
Roza Linda, Rini, Admin Alif, Teguh Budi Santoso, Akmal Mukhtar 246
31. Pemanfaatan Kertas Bekas sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Etanol
Agus Rochmat, Indar Kustiningsih, Dedik Dermady, Asih Suharsih 252
32. Sintesis dan Pencirian Surfaktan Berbasis-inyak Sawit dan Karbohidrat untuk Aditif Produk Pangan dan Detergen
Komar Sutriah, Tun Tedja Irawadi, M Farid, M Khotib, Betty M. Soebrata, Henny Purwaningsih 259

Makalah Penyaji Poster

1. Senyawa Difenil Eter Terpolibrominasi dari Spons *Microciona* sp. dari Mentawai, Sumatera Barat
Irmanida Batubara, Latifah K Darusman, Anggia Murni, Ekowaty Chasanah 271
2. Perbandingan Sistem Ekstraksi dalam Penentuan Kadar Xantorizol Temulawak
Irmanida Batubara, Latifah K Darusman, Sri Wahyuni Nur 279
3. Identifikasi Fraksi Daging Buah Picung (*Pangium edule* Reinw.) yang Aktif sebagai Insektisida Botani terhadap Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F. [Lepidoptera: Noctuidae])
Zulhan Arief, Elly Suradikusumah, Irmanida Batubara 288
4. Uji Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Air Biji Jengkol (*Pithecellobium jiringa* [Jack] Prain ex King [Leguminosae]) pada Tikus Putih
Irma R Kartika, Muktiningsih Nurjayadi, Fera Kurniadewi, Dwianantyo Setyadi 298
5. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Mahkota Dewa, Temu Putih, Sambiloto, dan Keladi Tikus Secara *In Vitro* (Abstrak)
Dyah Iswantini, Dedy Irawan, Gustini Syahbirin 303
6. Kajian Teknik Ekstraksi dan Identifikasi DHA, Sterol, dan Kuinon dalam Minyak *Schizochytrium* sp. Galur SR21
Tri Marwati 304
7. Spektrofotometri Derivatif Ultraviolet untuk Analisis Kuantitatif Kuinin dalam Tablet Obat
M Rafi, E Suradikusumah, I Batubara, E Daryadi 311
8. Konversi Eugenol dari Minyak Daun Cengkeh Menjadi Isoeugenol dengan Pemanasan Gelombang Mikro
Tatang Hidayat, Edy Mulyono 316
9. Daya Inhibisi Ekstrak Kasar Flavonoid Sambiloto (*Andrographis paniculata* [Burm. F] Ness) dan Temu Putih (*Curcuma zedoaria* Roscoe) terhadap Aktivitas Tirosin Kinase secara *In Vitro*
Gustini Syahbirin, Dyah Iswantini Pradono, Tri Rahayu 323

10. Perbandingan Metode Ekstraksi Daging Biji Picung (*Pangium edule* Reinw.) dan Uji Toksisitas terhadap *Artemia salina* Leach.
Tuti Setiawati Sudjana, Eti Rohaeti, Filia Candra Yunita 330
11. Adsorption of Amine Species on Nano-Ball Allophane and Its Molecular Orbital Mechanism (Abstract)
Zaenal Abidin, Naoto Matsue, Henmi Teruo 334
12. Pemanfaatan Zeolit Alam Cikalong sebagai Adsorben Kromium Limbah Cair Proses Penyamakan Kulit
Eti Rohaeti, Muhammad Sri Saeni, Astiana Sastiono 335
13. Teknik Separasi dan Aplikasinya pada Industri Agro
Edy Mulyono, Tri Marwati 340
14. Pengaruh Kapur terhadap Pelepasan Gas H₂S dan Unsur Hara pada Manur Ayam Petelur
Charlena, Irma H Suparto, Aldi Eka Praja 348
15. Pengaruh Penambahan Kapur terhadap Pelepasan Gas NH₃ pada Manur Ayam Petelur
Charlena, Irma H Suparto, M Farid Humaidi 361
16. Adsorpsi Karbon Aktif Termodifikasi-Zink Klorida terhadap Surfaktan Anionik pada Berbagai pH
Tetty Kemala, Ahmad Sjachriza, Dyah Pratama Puspitasari 372
17. Kajian Tanaman Anting-anting (*Acalypha indica* L.) sebagai Penurun Glukosa Darah (Abstrak)
Purwantiningsih Sugita, Latifah K Darusman, Abadi Soetisna, Nurlaila, Danang Widya Wardhana 379
18. Sintesis dan Optimalisasi Gel Kitosan-Karboksimetil Selulosa
Purwantiningsih Sugita, Achmad Sjachriza, Rachmanita 380
19. Pencirian Membran Selulosa dari Kulit Nanas Menggunakan SEM, FTIR, dan Nilai Fluks
Betty Marita Soebrata, Sri Mulijani, Tya Prawesti Diana Putri 387
20. Modifikasi Kulit Singkong sebagai *Bioremoval* Logam Pb(II) dan Cd(II)
Betty Marita Soebrata, Muhammad Sri Saeni, Indiah Ratna Dewi 398
21. Potensi Beberapa Pakan Ikan Laut Alami dalam Pengadaan Asam Lemak Esensial pada Ikan Baronang (*Siganus canaliculatus*)
Anna Priangani Roswiem 407
22. Efek Androgenik dan Anabolik Madu pada Anak Ayam Jantan (Tidak ada naskah)
Anna Priangani Roswiem 413

SAMBUTAN KETUA PANITIA SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN KIMIA INDONESIA 2006

Assalamualaikum wr.wb.

Puji syukur alhamdulillah kita panjatkan ke hadirat Allah Yang Mahaesa, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia 2006 ini dapat berlangsung sesuai dengan tempat dan waktu yang telah direncanakan. Seminar nasional ini dapat terselenggara atas kerja sama Departemen Kimia FMIPA IPB dengan Himpunan Kimia Indonesia (HKI) Cabang Jawa Barat dan Banten, sebagai salah satu acara dalam rangkaian peringatan Dies Natalis IPB ke-43 sekaligus sebagai bagian dari Program Hibah Kompetensi A2 Departemen Kimia IPB. Adapun tema yang diangkat dalam seminar nasional ini ialah *Peranan Kimia Memacu Kemajuan Industri*.

Pada kesempatan yang baik ini kami menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Menteri Perindustrian RI, Bapak Rektor IPB, para pembicara tamu, Ketua Departemen Kimia IPB, Ketua HKI Cabang Jabar dan Banten, para donatur dan sponsor, serta seluruh peserta seminar dan para undangan, atas segala partisipasi dan bantuannya. Rasa bangga dan terima kasih juga kami haturkan kepada seluruh anggota panitia dan Himpunan Profesi Imasika yang telah bekerja keras dan bahu-membahu demi suksesnya acara ini. Akhirnya kami ucapkan selamat mengikuti seluruh rangkaian kegiatan seminar ini. Semoga bermanfaat.

Wassallamu'alaikum wr. wb.

Bogor, 12 September 2006
Panitia Pelaksana,

Dr. Purwantiningsih S, MS

SAMBUTAN KETUA DEPARTEMEN KIMIA INSTITUT PERTANIAN BOGOR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh
Selamat pagi dan salam sejahtera

Yang terhormat Bapak Menteri Perindustrian RI, Bapak Rektor IPB, Bapak Ketua HKI Cabang Jabar dan Banten, para pembicara tamu, serta undangan sekalian.

Pertama-tama, marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Ilahi karena atas perkenan-Nya kita boleh bertemu dan berkumpul pada kegiatan Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia 2006 ini dalam keadaan sehat walafiat.

Sehubungan dengan tema yang diangkat dalam seminar nasional ini, yaitu *Peranan Kimia Memacu Kemajuan Industri*, sebagai Ketua Departemen Kimia, saya berharap tema ini bermanfaat bukan hanya bagi kalangan dosen dan peneliti kimia, melainkan juga bagi masyarakat dan para pelaku industri. Melalui penelitian, pengembangan, dan penerapan ilmu kimia, bidang industri dapat mengeksplorasi proses yang lebih efektif dan efisien dan menghasilkan produk baru yang bernilai jual tinggi, sehingga dapat menciptakan lapangan kerja baru dan juga menarik minat investor, yang pada akhirnya dapat meningkatkan perekonomian Indonesia.

Untuk itu, saya menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada panitia penyelenggara atas segala usaha dan upaya yang telah dilakukan. Saya sangat berharap seminar ini tidak hanya ditindaklanjuti dengan penelitian lanjutan, tetapi yang terpenting ialah untuk pengembangan industri baik industri besar maupun usaha kecil dan menengah.

Pada kesempatan ini saya juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Menteri Perindustrian RI yang berkenan hadir sebagai pembicara kunci, dan kepada Bapak Rektor, saya mohon berkenan memberi sambutan dan secara resmi membuka acara Seminar Nasional HKI 2006.

Demikian sambutan saya, mudah-mudahan seminar nasional ini berjalan baik dan lancar. Selamat mengikuti seminar nasional, semoga bermanfaat.

Wassalamu'alaikum warrahmatullahi wabarokaatuh.
Ketua Departemen Kimia
FMIPA IPB

Prof. Dr. Tun Tedja Irawadi, MS.



**SAMBUTAN REKTOR
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
PADA SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN KIMIA INDONESIA**

Selasa, 12 September 2006

Yang terhormat,
Menteri Perindustrian
Saudara sekalian peserta seminar yang berbahagia,

Assalamu'alaikum Wr.Wb., Selamat pagi dan

Salam sejahtera.

Segala puji dan syukur marilah kita panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang, atas izin-Nya, sehingga kita semua dapat berkumpul untuk bersama-sama mengikuti acara yang penting bagi kita semua, yaitu *Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia*, dengan tema *Peranan Kimia Memacu Kemajuan Industri*. Pada hari ini juga akan dilakukan Pelantikan DPP Himpunan Kimia Indonesia periode 2006–2009 dan Pemilihan Ketua Himpunan Kimia Indonesia Cabang Jawa Barat dan Banten periode 2006–2009.

Mewakili sivitas akademika IPB, saya mengucapkan terima kasih atas kepercayaannya menjadikan IPB sebagai tuan rumah pada acara yang penting ini. Saya ucapkan selamat datang kepada seluruh peserta seminar di Kampus IPB Darmaga, Bogor. Pada bulan September 2006 ini IPB sedang merayakan Dies Natalisnya yang ke-43. Dalam rangka Dies Natalis tersebut, selama satu bulan penuh diselenggarakan berbagai macam kegiatan seperti seminar, ekspos hasil-hasil penelitian, orasi guru besar, pesta sains, *open house*, berbagai aksi pelayanan dan pemberdayaan masyarakat, serta kegiatan penunjang seperti pertandingan olah raga, lomba-lomba, dan atraksi kesenian. Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia yang diselenggarakan di IPB ini telah turut serta mengisi dan memeriahkan kegiatan Dies Natalis IPB ke-43 tersebut.

Saudara sekalian yang saya hormati

Indonesia dikenal sebagai negara yang mempunyai potensi sumber daya alam hayati dan non hayati yang sangat besar dan beragam untuk digali serta dikembangkan ke arah pengembangan produksi industri kimia. Seperti kita ketahui bahwa sumber daya alam Indonesia sangat kaya, baik dalam jumlah maupun jenisnya, termasuk aneka ragam produk pertanian. Salah satu sumber daya alam yang berpotensi besar untuk dikembangkan dan digali adalah laut. Indonesia dengan luas lautan yang mencakup hampir 2/3 luas wilayahnya seharusnya bisa memanfaatkannya sebagai bahan baku untuk kebutuhan industri kimia dasar.

Pengelolaan dan pemanfaatan produk tersebut sampai saat ini masih belum optimal, karena masih dipasarkan dalam bentuk bahan mentah yang nilai tambahnya sangat rendah. Salah satu cara yang andal dalam meningkatkan nilai tambah produk tersebut adalah mengembangkan industri kimia.

Sebagai contoh nilai tambah produk kelapa sawit di Indonesia masih relatif lebih rendah dibandingkan dengan di Malaysia. Melalui teknologi kimia sederhana sebenarnya CPO dapat dijadikan bahan baku untuk menghasilkan turunan-turunannya yang dapat menghasilkan nilai tambah lebih tinggi.

Saudara sekalian yang saya hormati.

Industri kimia dan farmasi adalah salah satu sektor yang diminati oleh investor. Dengan cakupan yang sangat luas, industri ini diramalkan akan terus berkembang pesat di Indonesia pada masa-masa mendatang. Sementara itu, industri kimia ini ke depan akan semakin kompleks dibandingkan dengan sebelumnya, karena mencakup berbagai proses kimia yang lebih kompleks dalam berbagai skala dan kombinasi serta diatur dengan undang-undang, termasuk masalah keselamatan kerja. Persaingan global yang makin tinggi membuat konsumen menuntut kualitas produk terbaik dengan harga yang terjangkau. Untuk itu, teknologi kimia yang *feasible* harus terus-menerus dikembangkan agar produk-produk yang dihasilkan dapat bersaing di pasar internasional.

Untuk itu peran pemerintah, akademisi/ perguruan tinggi, dan industri sangat penting dalam meningkatkan peran kimia dalam menunjang industrialisasi di Indonesia. Ketiga pihak tersebut harus bersinergi sesuai dengan perannya. IPB sebagai salah satu perguruan tinggi di Indonesia akan selalu mendukung penuh berbagai upaya peningkatan peran kimia terutama melalui penyediaan SDM yang berkualitas dan teknologi yang andal.

Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia yang diselenggarakan pada hari ini adalah salah satu cara untuk meningkatkan peran tersebut. Seminar ini diharapkan dapat menjadi wahana untuk berinteraksi, melakukan pertukaran informasi hasil penelitian antara ilmuwan dan *stakeholder* dalam rangka pemberdayaan potensi kimiawi bahan hayati dan non hayati di Indonesia. Melalui fokus penelitian dan pengembangan yang baik, berbagai masalah yang ada dapat diselesaikan dengan tuntas. Untuk itu perlu kerja sama dengan berbagai pihak. Saya berharap agar seminar ini dapat memfasilitasi tumbuhnya jejaring antara pemerintah, perguruan tinggi/akademisi, dan industri, serta *stakeholder* lainnya baik di dalam maupun di luar negeri.

Mudah-mudahan Seminar Nasional ini dapat berjalan dengan sukses sesuai dengan tujuan dan sasaran yang diinginkan. Semoga Allah SWT merestui dan selalu menunjukkan jalan yang terbaik bagi kita semua.

Terima kasih atas perhatiannya,

Billahi taufik wal hidayah,
Wassalamu'alaikum wr.wb.

Rektor IPB

Prof. Dr. Ir. H. Ahmad Ansori Mattjik, MSc



Menteri Perindustrian Republik Indonesia

**SAMBUTAN KUNCI
MENTERI PERINDUSTRIAN RI
PADA SEMINAR NASIONAL HIMPUNAN KIMIA INDONESIA
DENGAN TEMA
PERANAN KIMIA MEMACU KEMAJUAN INDUSTRI**

Bogor, 12 September 2006

Assalamu'alaikum Wr. Wb
Salam sejahtera bagi kita semua.

Hadirin yang terhormat,

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga hari ini kita dapat berkumpul bersama untuk menghadiri acara Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia. Kegiatan ini bertujuan sebagai usaha bersama untuk memberikan kontribusi dan pemikiran berharga bagi perkembangan industri nasional, khususnya dalam peningkatan peranan kimia memacu kemajuan industri.

Dalam kesempatan ini saya sampaikan apresiasi kepada Himpunan Kimia Indonesia dan Institut Pertanian Bogor serta semua pihak yang telah bekerja keras sehingga acara Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia 2006 ini dapat terselenggara dengan baik.

Saudara-saudara yang terhormat

Seperti yang kita ketahui bersama bahwa Ilmu kimia sangat berperan dalam kehidupan umat manusia. Penerapan ilmu kimia secara nyata diwujudkan dengan adanya berbagai macam produk yang dikembangkan oleh industri kimia. Dalam kehidupan sehari-hari, umat manusia tidak lepas dari penggunaan produk kimia dengan volume yang sangat besar, mulai dari sandang, pangan, dan papan tidak lepas dari proses kimia. Oleh karena itu, ilmu kimia mempunyai nilai ekonomi yang sangat besar dan potensinya sangat strategis untuk dikembangkan di Indonesia. Bahkan, kualitas, kuantitas, dan nilai ekonomi penggunaan produk kimia dapat dijadikan sebagai tolok ukur kemandirian suatu bangsa dalam percaturan dunia.

Ilmu kimia dapat dikategorikan sebagai ilmu yang dinamis dan berkembang menyesuaikan perkembangan kualitas serta kuantitas kehidupan umat manusia. Peningkatan jumlah penduduk dan kesejahteraan masyarakat Indonesia mendorong perkembangan ilmu kimia nasional ke arah yang mutakhir. Dalam hal ini, peneliti dan praktisi ilmu kimia nasional harus berperan sebagai ujung tombak dari perkembangan ilmu kimia di Indonesia. Hal tersebut merupakan tantangan bagi peneliti dan praktisi kimia nasional agar selalu berkarya dengan performa yang unggul. Peneliti atau praktisi

kimia harus mempunyai keterkaitan yang kuat dengan praktisi industri agar mempunyai keterpaduan yang erat dalam pemanfaatan ilmu kimia di industri nasional.

Perkembangan industri khususnya kimia sangat bertumpu pada keberhasilan peneliti dan praktisi kimia dalam mengembangkan ilmu dan produk kimia. Dengan kata lain, ilmu kimia adalah landasan bagi konsep perancangan/*conceptual design* bagi industri kimia. Pola penelitian ilmu kimia diupayakan dapat memenuhi kebutuhan peningkatan teknologi industri kimia nasional. Pola yang dapat dikembangkan meliputi rekayasa inovasi produk, optimalisasi proses reaksi kimia, pengembangan alur proses baru, akurasi analisis produk kimia, pemanfaatan limbah industri, serta integrasi teknologi komputasi dan informasi dalam ilmu kimia. Tentunya, peningkatan kualitas penelitian ilmu kimia tidak lepas dari keterkaitannya dengan ilmu alam lainnya seperti ilmu fisika, matematika, bioteknologi, dan teknologi informasi. Peneliti dan praktisi kimia diharapkan membuka wawasan terhadap perkembangan ilmu-ilmu alam tersebut serta memadukannya dalam rangkaian keilmuan yang harmonis. Dengan demikian, kehadiran terobosan ilmu kimia dapat memberikan solusi dalam perkembangan industri kimia nasional khususnya yang berorientasi pasar komersial.

Hadirin sekalian,

Pemerintah berharap bahwa peneliti kimia nasional hendaknya melakukan penelitian yang saling mendukung dan menguntungkan antara peneliti dan sektor industri nasional. Kriteria mendukung dan menguntungkan berbeda-beda bergantung pada sisi *stakeholder* penelitian dan pengembangan kimia nasional. Dilihat dari sisi peneliti, angka kredit dan finansial dapat dijadikan sebagai motivasi agar terus berkarya dengan performa prima. Dari sisi industri, penelitian dan pengembangan kimia nasional diharapkan dapat menemukan inovasi baru yang dapat menjawab perkembangan zaman. Sementara dari sisi pemerintah, penelitian yang menguntungkan berarti mendongkrak taraf hidup masyarakat, menggerakkan sektor perekonomian, dan memperluas penguasaan teknologi dan kualitas SDM.

Penelitian dan pengembangan ilmu kimia diharapkan dapat menghasilkan produk dan teknologi unggul yang dapat diterapkan di industri nasional. Kriteria unggul berarti mengandung terobosan baru sekaligus bernilai ekonomi tinggi dan bermanfaat bagi kemajuan masyarakat. Dengan demikian, investor dapat tertarik untuk membeli lisensi teknologi dan mengembangkannya melalui investasi di bidang tersebut. Dengan masuknya investasi industri berbasis pengetahuan (*knowledge-based industry*), maka sektor penelitian dan pengembangan produk dan teknologi bidang ilmu kimia menjadi garda terdepan dalam perindustrian nasional. Selain itu, upaya ini dapat mengurangi kebergantungan nasional pada lisensi produk dan teknologi dari luar negeri.

Dalam melahirkan inovasi dan terobosan baru dalam industri nasional, peneliti kimia harus selalu melihat perkembangan industri dan hendaknya disesuaikan dengan skala prioritas yang sedang dibutuhkan oleh industri nasional. Penentuan skala prioritas ini bertujuan sebagai pengaturan agar hasil penelitian dapat langsung diterapkan untuk menjawab kebutuhan aktual sektor industri. Pemerintah bertugas sebagai fasilitator dalam penentuan skala prioritas penelitian bekerja sama dengan pihak-pihak terkait. Dalam menentukan skala prioritas tersebut, pemerintah menggunakan dasar kebijakan pengembangan industri nasional yang tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah.

Pemerintah telah menetapkan kebijakan pengembangan industri nasional dengan pendekatan klaster. Pengertian klaster adalah sebagai aglomerasi industri inti, pendukung, dan penyedia layanan secara terintegrasi di lingkungan kawasan tertentu. Pemerintah telah menetapkan 7 fokus klaster yang akan dikembangkan di bidang industri agro dan kimia. Fokus tersebut adalah industri makanan dan minuman, hasil taut, kelapa sawit, kayu, karet, pulp dan kertas, petrokimia, dan pengolahan bahan galian non logam. Kontribusi aktif peneliti dan praktisi kimia nasional dalam pengembangan fokus klaster tersebut sangat dinantikan oleh pemerintah sebagai fasilitator klaster dan sektor swasta sebagai pelaku usaha.

Hadirin yang saya hormati,

Pertemuan yang membahas tentang peranan kimia dalam memacu industri nasional seperti ini sangat penting dalam menunjang industrialisasi Indonesia, khususnya industri kimia. Pokok pikiran dan bahasan yang akan dikaji dalam pertemuan ini hendaknya disesuaikan dengan perkembangan terkini dan isu aktual yang berkembang, terutama di bidang produk kimia yang akhir-akhir ini mengemuka. Sebagai contoh saat ini pemerintah gencar menggalakkan pemakaian energi alternatif pengganti BBM (*biofuel*) seperti biodiesel, bioetanol, *biooil*, dan biomassa. Praktisi kimia hendaknya memandang ini sebagai peluang berkontribusi melalui penelitian yang inovatif dan menguntungkan. Bidang yang dapat dikaji mendalam meliputi sistem produksi *biofuel*, pemanfaatan limbah industri *biofuel*, hingga peningkatan keekonomian *biofuel* melalui inovasi pengembangan produk samping *biofuel* seperti gliserol. Analog dengan bidang *biofuel*, tidak menutup kemungkinan pengembangan bidang industri kimia lainnya seperti industri berbasis CPO, karet, dan kakao. Sektor industri tersebut menunggu langkah nyata dari peneliti dan praktisi kimia nasional untuk berkontribusi melalui penelitian ilmu kimia yang inovatif dan menguntungkan.

Pemerintah menyambut baik usaha-usaha yang dilakukan pihak-pihak terkait dalam memacu industri nasional melalui penelitian di bidang ilmu kimia. Dalam hal itu, pemerintah mengharapkan agar selalu menempatkan segi teknologi, ekonomi, dan lingkungan dalam menentukan langkah penelitian ilmu kimia. Pertemuan ini diharapkan dapat menghasilkan sinergi yang menguntungkan, khususnya bagi peneliti dan praktisi kimia dan praktisi industri kimia nasional. Selain itu, pemerintah mengharapkan pertemuan ini dapat digunakan sebagai momen untuk membuka saluran komunikasi antara peneliti, praktisi kimia, praktisi industri kimia, pihak perguruan tinggi, pihak pemerintah maupun swasta yang selama ini dirasakan belum berjalan secara optimal. Pertemuan ini diharapkan juga memberikan kesadaran akan pematenan hasil penelitian dan pengembangan kimia agar tidak terjadi penjiplakan bahkan pengakuan hasil penelitian oleh pihak-pihak yang tidak seharusnya mematenkan hasil penelitian. Bagaimanapun juga, kesadaran atas Hak atas Kekayaan Intelektual (HaKI) harus ditanamkan dengan baik oleh para peneliti dan praktisi kimia nasional.

Hadirin yang saya hormati,

Dalam kesempatan ini saya mengharapkan kepada seluruh peserta seminar untuk memberikan dukungan yang penuh dan sumbang saran yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu kimia dalam memacu kemajuan industri nasional. Manfaatkanlah acara Seminar Himpunan Kimia Indonesia ini sebagai ajang berkumpul, berdiskusi, dan mengkaji bersama tentang terobosan inovasi dan teknologi kimia nasional. Pada kesempatan ini pula, saya mengharapkan agar seminar ini berjalan dengan lancar dan menghasilkan berbagai pemikiran serta langkah-langkah nyata dalam memacu kemajuan industri kimia nasional.

Akhirnya dengan mengucapkan "Bismillahirrohmanirrohim" acara Seminar Himpunan Kimia Indonesia ini, resmi saya buka dan selamat berseminar

Sekian dan terima kasih
Wassalamualaikum Wr.Wb

MENTERI PERINDUSTRIAN

FAHMI IDRIS

SINTESIS DAN OPTIMALISASI GEL KITOSAN-KARBOKSIMETIL SELULOSA

Purwantiningsih Sugita, Achmad Sjachriza, Rachmanita

Departemen Kimia, FMIPA, IPB

ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis dan optimalisasi gel kitosan-karboksimetil selulosa (CMC) pada beragam konsentrasi glutaraldehida dan hidrokoloid alami CMC untuk memperbaiki sistem pengantaran obat. Gel dibuat dengan ragam konsentrasi glutaraldehida 4, 5, dan 6% (v/v) dan konsentrasi CMC 0.00, 0.25, 0.50, dan 1.00% (b/v). Berdasarkan optimalisasi dengan perangkat lunak Modde 5, matriks gel kitosan-CMC dengan konsentrasi kitosan 2.5% (b/v) optimum pada konsentrasi glutaraldehida 6% dan CMC 1%. Sifat reologi kekuatan, titik pecah, ketegaran, pembengkakan, dan pengerutan gel yang terukur berturut-turut ialah $738.923 \text{ g cm}^{-2}$, 1.0685 cm, 3.5095 g cm^{-1} , 5.3373 g, dan 1.2084 g.

Kata kunci: kitosan-karboksimetil selulosa, sifat reologi.

PENDAHULUAN

Udang merupakan komoditas ekspor penting dari hasil perikanan. Harga maupun permintaan pasaran luar negeri terhadap udang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Ekspor udang ke Amerika Serikat pada triwulan pertama tahun 2005 mencapai 14 ribu ton. Volume ini melonjak 117 persen dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun 2004, yaitu 6 ribu ton (Kustiani 2005). Menurut Sudibyo (1991), sekitar 80–90% ekspor udang Indonesia dilakukan dalam bentuk udang beku tanpa kulit dan kepala yang bobotnya mencapai 25–30% dari bobot udang utuh. Limbah kulit dan kepala ini menimbulkan pencemaran lingkungan, terutama baunya yang tidak sedap.

Selama ini, limbah udang dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan campuran pakan ternak. Bertambahnya limbah dari tahun ke tahun mendorong perlunya diversifikasi untuk meningkatkan nilai tambah limbah tersebut. Pembuatan kitin dan kitosan merupakan salah satu bentuk diversifikasi yang bermanfaat di berbagai bidang seperti farmasi, fotografi, kosmetika, fungisida, industri kertas, industri pangan, dan industri tekstil. Secara khusus untuk obat-obatan dan kesehatan, kitosan biasanya dibuat dalam bentuk hidrogel.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, modifikasi kimia kitosan menjadi gel kitosan dapat meningkatkan kemampuan dan kapasitas adsorpsinya terhadap ion logam berat (Guibal *et al.* 1997). Hal ini disebabkan oleh volume pori bentuk gel yang lebih besar dibandingkan dengan bentuk serpihan. Daya adsorpsi gel kitosan ini dipengaruhi oleh kestabilan sifat gel yang terbentuk. Penambahan polivinil alkohol pada saat pembentukan gel kitosan dapat memperbaiki sifat matriks gel dengan cara menurunkan waktu gelasi dan meningkatkan kekuatan mekanik gel (Wang *et al.* 2004). Cardenas *et al.* (2003) juga telah meneliti modifikasi membran kitosan dengan penambahan alginat. Alginat bermanfaat dalam memperbaiki struktur dasar makromolekul kitosan karena dapat membentuk ikatan silang pada proses gelasi sehingga gel lebih kuat. Kitosan-alginat berguna untuk bidang pangan, kosmetik, dan industri farmasi.

Hidrokoloid alami lainnya seperti gom xantan, CMC, dan gom guar dapat digunakan untuk memperbaiki kekuatan matriks dari gel kitosan. Gel kitosan-termodifikasi hidrokoloid alami mempunyai

banyak kegunaan. Sugita *et al.* (2006a dan b) telah mensintesis gel kitosan-gom guar yang dioptimalisasi dengan Modde 5 ke arah penerapannya untuk memperbaiki sistem pengantaran obat, dan kitosan-alginat yang juga dioptimalisasi dengan Modde 5 ke arah penerapannya sebagai adsorben ion logam Cu(II).

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi gel kitosan dengan menambahkan glutaraldehid sebagai bahan pembentuk ikatan silang dan CMC sebagai *interpenetrating polymer network* (IPN) *agent*. CMC dipilih karena dapat digunakan dalam kisaran konsentrasi yang lebih beragam dibandingkan dengan polimer larut air lainnya (Nussinovitch 1997). Selain itu, CMC juga mampu berikatan dengan air sehingga meminimumkan pengerutan.

Penelitian ini bertujuan mensintesis gel kitosan-CMC dan melakukan optimalisasi gel tersebut berdasarkan sifat reologinya. Sintesis dilakukan dengan beragam konsentrasi glutaraldehid dan CMC pada konsentrasi kitosan yang tetap. Pembentukan gel kitosan-termodifikasi CMC diharapkan dapat memperbaiki sifat reologi gel yang akan diterapkan untuk memperbaiki sistem pengantaran obat.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Departemen Kimia, FMIPA, IPB. Bahan-bahan yang digunakan adalah kitosan (hasil isolasi limbah kulit udang pancet yang berasal dari Muara Angke, Jakarta), akuades, bufer asetat pH 4, bufer fosfat pH 7, CH₃COOH, glutaraldehid, dan CMC. Sifat reologi gel diukur dengan penganalisis tekstur Stevens LFRA di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, Pusat Antar Universitas (PAU), IPB.

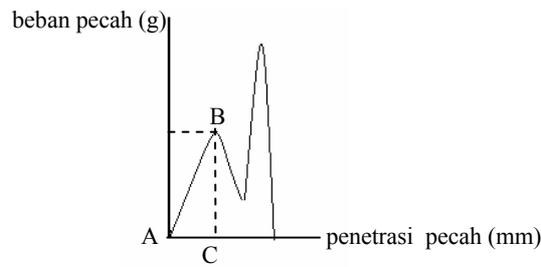
Pembuatan Gel Kitosan-CMC (modifikasi Kurniati 1999 dan Wang *et al.* 2004)

Sebanyak 30 ml larutan kitosan 2.5% (b/v) dalam asam asetat 1% (v/v) ditambahkan 2 ml larutan CMC yang nilai pH-nya telah diatur menjadi 4. Ragam konsentrasi larutan CMC yang digunakan ialah 0.00, 0.25, 0.50, dan 1.00% (b/v). Kemudian campuran diaduk dengan pengaduk magnet sampai homogen. Sebanyak 1 ml glutaraldehid dengan ragam konsentrasi 4.00, 5.00, dan 6.00% (v/v) ditambahkan ke dalam campuran tersebut tetes demi tetes sambil terus diaduk, lalu larutan didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam. Gel kitosan-CMC yang diperoleh masing-masing diukur sifat reologinya yang meliputi kekuatan, titik pecah, dan ketegaran dengan menggunakan penganalisis tekstur. Sifat reologi lain yang diukur ialah kemampuan gel untuk menyerap air (pembengkakan) dan melepaskan air (pengerutan).

Pengukuran Sifat Reologi

(modifikasi Kurniati 1999, Cardenas *et al.* 2003, dan Rohindra *et al.* 2003)

Parameter kekuatan, titik pecah, dan ketegaran gel diukur dengan menggunakan penganalisis tekstur (Gambar 1). Penganalisis tekstur yang dipakai memiliki luas bidang *probe* 0.1923 cm², beban *probe* 96–97 g, dan jarak *probe* ke gel 2.525–2.575 cm. Pembengkakan dilakukan dengan merendam sekitar 1 g gel dalam larutan bufer asetat pH 4 selama 24 jam pada suhu kamar. Selama proses pembengkakan, wadah ditutup untuk mencegah penguapan larutan bufer. Setelah 24 jam, gel ditimbang kembali untuk mengetahui bobot air yang terserap. Pengerutan dilakukan dengan merendam sekitar 2 g gel dalam larutan bufer fosfat pH 7 selama 24 jam pada suhu 10 °C. Setelah itu, gel ditimbang untuk mengetahui bobot air yang dilepaskan.



Gambar 1 Kurva penetrasi pecah (mm) terhadap beban pecah (g).

Perhitungan untuk menetapkan kekuatan, titik pecah, dan ketegaran gel ialah sebagai berikut:

$$\text{Kekuatan gel (g/cm}^2\text{)} = \frac{\text{beban pecah (BC)}}{\text{luas bidang probe}} \times \text{nilai kalibrasi}$$

$$\text{Nilai kalibrasi} = \frac{\text{beban probe}}{\text{jarak probe ke gel}}$$

$$\text{Titik pecah (cm)} = \text{penetrasi pecah (AC)}$$

$$\text{Ketegaran (g/cm)} = \frac{\text{beban pecah (BC)}}{\text{penetrasi pecah (AC)}}$$

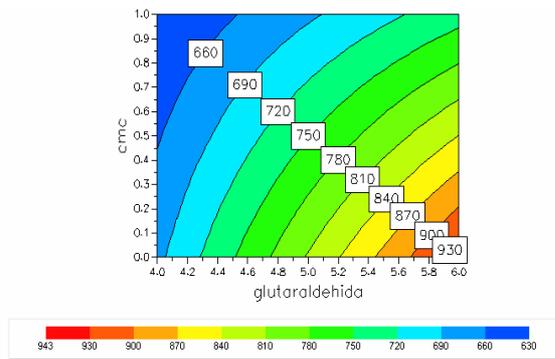
Rancangan Percobaan

Hasil penelitian diolah dengan menggunakan perangkat lunak Modde 5 untuk melihat pengaruh perubahan konsentrasi CMC dan glutaraldehida terhadap kekuatan, titik pecah, ketegaran, pembengkakan, dan pengerutan, serta mengetahui konsentrasi CMC dan glutaraldehida (glu) yang optimum untuk memperbaiki sistem pengantaran obat. Persamaan yang dimodelkan berpengaruh nyata terhadap respons jika reologi gel memiliki nilai $P < 0.05$ yang berarti bahwa perbedaan konsentrasi CMC, glu, dan $\text{glu} \times \text{CMC}$ memengaruhi respons.

HASIL DAN PEMBAHASAN

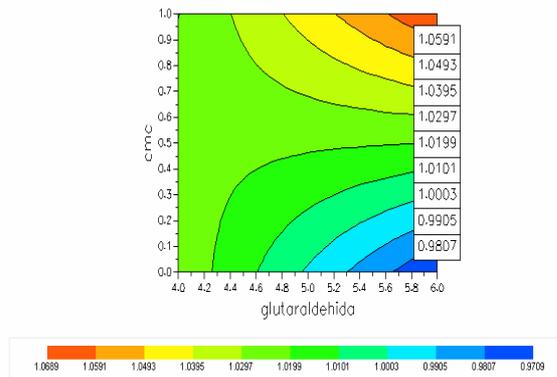
Analisis Sifat Reologi Gel Kitosan-CMC

Gambar 2 menjelaskan bahwa matriks gel semakin kuat dengan meningkatnya konsentrasi glutaraldehida. Rohindra *et al.* (2003) menyatakan bahwa adanya ikatan silang antara kitosan dan glutaraldehida akan meningkatkan kekuatan mekanik matriks gel. Sebaliknya, kekuatan matriks gel menurun jika CMC ditambahkan dalam jumlah banyak, walaupun konsentrasi glutaraldehida juga tinggi. Meskipun ikatan yang terbentuk semakin rapat dengan bertambah tingginya konsentrasi glutaraldehida, kemungkinan ada gugus $-\text{NH}_2$ kitosan yang tidak berikatan silang dengan glutaraldehida. Akibatnya, antargugus tersebut terjadi tolakan kuat yang menurunkan kekuatan matriks gel.



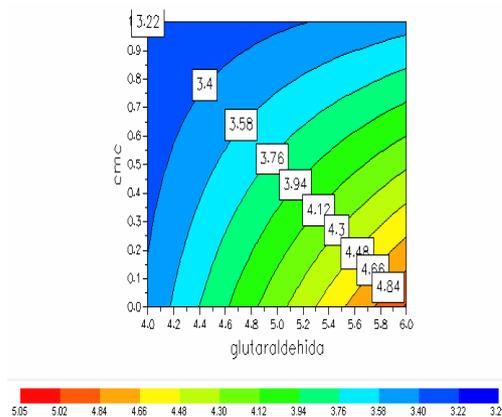
Gambar 2 Kurva pengaruh konsentrasi CMC dan glutaraldehida terhadap kekuatan gel.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa titik pecah matriks gel semakin kecil dengan naiknya konsentrasi glutaraldehida. Pada konsentrasi glutaraldehida yang tinggi, ikatan silang matriks semakin rapat sehingga kedalaman penetrasi pada saat gel pecah menjadi kecil. Kurva tersebut juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi CMC pada konsentrasi glutaraldehida yang rendah, nilai titik pecahnya 1.0199–1.0297 cm. Jadi, peningkatan konsentrasi CMC tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap titik pecah jika konsentrasi glutaraldehidanya rendah. Hal ini mungkin dikarenakan nilai titik pecah dapat berubah-ubah bergantung pada kondisi ikatan.



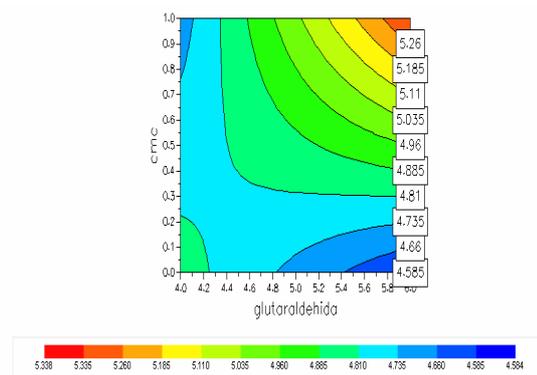
Gambar 3 Kurva pengaruh konsentrasi CMC dan glutaraldehida terhadap titik pecah gel.

Gambar 4 menunjukkan bahwa ketegaran matriks naik jika konsentrasi glutaraldehida juga naik. Sebaliknya, kenaikan konsentrasi CMC akan menurunkan ketegaran matriksnya. Penambahan CMC menyebabkan gel semakin elastis. Ketegaran merupakan nisbah antara beban pada saat gel pecah (g) dan kedalaman penetrasi (Fry & Hudson 1983, diacu dalam Kurniati 1999). Ketegaran berbanding terbalik dengan kedalaman penetrasi.



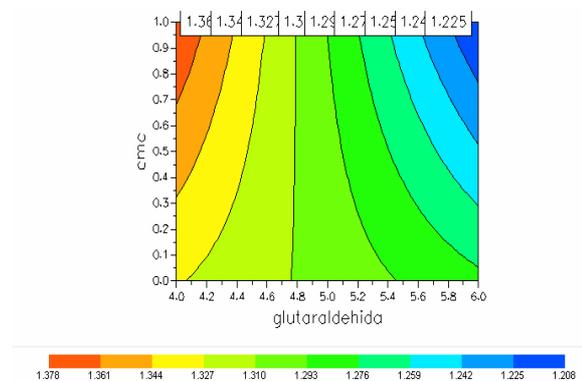
Gambar 4 Kurva pengaruh konsentrasi CMC dan glutaraldehida terhadap ketegaran gel.

Gambar 5 menunjukkan bahwa pembengkakan matriks gel berbanding terbalik dengan konsentrasi glutaraldehida. Matriks gel diperkirakan menjadi lebih kompak oleh bertambahnya ikatan silang, sehingga ruang untuk masuknya air ke dalam gel menjadi semakin sempit. Rohindra *et al.* (2003) dan Berger *et al.* (2004) menyatakan bahwa pembengkakan menurun dengan meningkatnya derajat ikatan silang. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi CMC meningkatkan pembengkakan. CMC berfungsi sebagai IPN yang tidak bereaksi dengan kitosan. Kenaikan jumlah CMC di dalam matriks gel menyebabkan ikatan silang mejadi kurang rapat dan gel semakin elastis, sehingga kemampuan hidrogel untuk membengkak juga semakin besar. Selain itu, CMC bersifat menarik air yang turut meningkatkan pembengkakan. Pembengkakan juga diduga karena tidak semua gugus $-NH_2$ kitosan berikatan silang dengan glutaraldehida. Pada pH 4, gugus ini akan berinteraksi dengan H^+ dari larutan bufer asetat membentuk NH_3^+ . Interaksi antargugus tersebut menyebabkan gaya tolak yang tinggi sehingga memperlebar pori-pori matriks gel dan air akan lebih mudah masuk ke dalam struktur gel.



Gambar 5 Kurva pengaruh konsentrasi CMC dan glutaraldehida terhadap pembengkakan gel.

Pengerutan gel berbanding lurus dengan konsentrasi CMC dan berbanding terbalik dengan konsentrasi glutaraldehida (Gambar 6). Peningkatan konsentrasi glutaraldehida memperbanyak ikatan silang sehingga keluarnya molekul air dari gel semakin sulit. Pengerutan yang makin tinggi dengan meningkatnya konsentrasi CMC dikarenakan kurang larutnya CMC dalam kondisi asam. Menurut Fardiaz (1989), CMC dapat mencegah pengerutan karena dapat mengikat air. Namun, bufer yang digunakan dalam proses pengerutan ialah bufer fosfat yang memiliki ukuran molekul lebih besar daripada air dan asam asetat yang merupakan cairan yang ada di dalam matriks gel. Besarnya ukuran molekul fosfat ini diduga dapat mendesak molekul air keluar dari pori-pori matriks gel. Pengerutan juga dibantu dengan adanya gugus $-NH_2$ pada kitosan yang tidak bereaksi dengan glutaraldehida. Gugus tersebut membentuk ikatan hidrogen antarmolekul kitosan dalam matriks gel sehingga matriks gel makin rapat dan air akan terperas keluar matriks gel.



Gambar 6 Kurva pengaruh konsentrasi CMC dan glutaraldehida terhadap pengerutan gel.

Analisis keragaman atau Anova menghasilkan persamaan-persamaan yang menghubungkan glutaraldehida, CMC, dan interaksi keduanya dengan respons yang diukur, yaitu kekuatan, titik pecah, ketegaran, pembengkakan, dan pengerutan gel (Tabel). Menurut Lindblad (2003), gel yang baik bersifat elastis, lembut, dan mudah membengkak di dalam air. Nilai optimum yang memenuhi syarat gel untuk memperbaiki sistem pengantaran obat adalah kekuatan, titik pecah, dan pembengkakan yang maksimum, serta ketegaran dan pengerutan yang minimum. Dari penelitian ini, gel kitosan-CMC optimum diperoleh pada konsentrasi glutaraldehida dan CMC berturut-turut 6.00 % dan 1.00%.

Tabel 1 Persamaan glutaraldehida, CMC, dan interaksi keduanya terhadap respons

Respons	Persamaan
Kekuatan gel (kg)	$758.229 - 82.5364 \text{ glu} - 44.969 \text{ CMC} - 22.7282 \text{ glu*CMC}$
Titik pecah (tp)	$1.01748 - 0.00574671 \text{ glu} + 0.0156179 \text{ CMC} + 0.0157211 \text{ glu*CMC}$
Ketegaran (rg)	$3.87092 + 0.446066 \text{ glu} - 0.307666 \text{ CMC} - 0.196016 \text{ glu*CMC}$
Pembengkakan (sw)	$4.83542 + 0.0435835 \text{ glu} + 0.104994 \text{ CMC} - 0.133768 \text{ glu*CMC}$
Pengerutan (sn)	$1.3008 - 0.0404519 \text{ glu} - 0.0356983 \text{ CMC} - 0.0178578 \text{ glu*CMC}$

Validasi

Berdasarkan data hasil percobaan, kondisi gel optimum memberikan nilai kekuatan, titik pecah, ketegaran, pembengkakan, dan pengerutan gel berturut-turut 738.923 g cm⁻², 1.0685 cm, 3.5095 g cm⁻¹, 5.3373 g, dan 1.2084 g. Validasi hanya dilakukan terhadap nilai pembengkakan dan pengerutan karena hanya kedua respons itu yang modelnya sesuai dengan percobaan. Hasil validasi pembengkakan sebesar 5.3422 g masuk dalam kisaran nilai 4.8036–5.8710 g. Demikian pula hasil validasi pengerutan sebesar 1.2534 g masuk dalam kisaran 1.0876–1.3292 g.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa matriks gel kitosan-CMC optimum pada konsentrasi kitosan 2.5% terjadi pada konsentrasi glutaraldehida 6% dan CMC 1%. Hasil optimalisasi dengan perangkat lunak Modde 5 untuk memperbaiki sistem pengantaran obat memberikan nilai kekuatan, titik pecah, ketegaran, pembengkakan, dan pengerutan gel berturut-turut sebesar 738.923 g cm⁻², 1.0685 cm, 3.5095 g cm⁻¹, 5.3373 g, dan 1.2084 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Berger J *et al.* 2004. Structure and interactions in covalently and ionically crosslinked chitosan hydrogels for biomedical applications. *Eur J Pharm Biopharm* 57:19-34.
- Cardenas A, Monal WA, Goycoolea FM, Ciapara IH, Peniche C. 2003. Diffusion through membranes of the polyelectrolyte complex of chitosan and alginate. *Macromol Biosci* 3:535-539.
- Fardiaz D. 1989. *Hidrokoloid*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Guibal E, Milot C, Roussy J. 1997. Chitosan gel beads for metal ion recovery. Perancis: European Chitin Society.
- Kurniati I. 1999. Mempelajari pengaruh pH, penambahan MnCl₂ dan CMC terhadap karakteristik gel cinau hijau (*Cyclea barbata* L. Miers) [skripsi]. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Kustiani R. 25 Jun 2005. Sebelas eksportir udang diperiksa Amerika. *Koran Tempo*.
- Nussinovitch A. 1997. *Hydrocolloid Applications*. Israel: Chapman & Hall.

- Rohindra DR, Nand AV, Khurma JR. 2003. Swelling properties of chitosan hydrogels. [terhubung berkala]. www.usp.ac.fj/spjns/volume22/rohindra.pdf<<http://www.usp.ac.fj/spjns/volume22/rohindra.pdf>>[7 Agu 2005].
- Sudibyo A. 1991. Meraih devisa melalui industri pengolahan kitin dan kitosan. *Bul Ekonomi Bapindo* 16:55-62.
- Sugita P, Sjachriza A, Lestari SI. 2006a. Sintesis dan optimalisasi gel kitosan-gom guar. *J Nat, in press*.
- Sugita P, Sjachriza A, Wahyono D. 2006b. Sintesis dan optimalisasi gel kitosan-alginat. *J Sains Teknol Indones, in press*.
- Wang T, Turhan M, Gunasekaram S. 2004. Selected properties of pH-sensitive, biodegradable chitosan-poly(vinyl alcohol) hydrogel. *Polym Int* 53:911-918.