

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA



TEMA:

Peran Kimia, Pendidikan Kimia, Dan Industri Kimia
Dalam Pembangunan Yang Berwawasan Lingkungan
Yogyakarta, 18 November 2006

ISBN: 979-98117-4-0

Diselenggarakan dalam rangka
Dies Natalis ke - 50
Jurdik Kimia - FMIPA
UNY

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2006

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL KIMIA 2006**

Diterbitkan oleh
Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY
Kampus Karangmalang, Sleman, Yogyakarta
Desain Sampul dan Isi : Sukisman Purtadi

Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNY, 2006

Cetakan ke – 1
Terbitan Tahun 2006

Katalog dalam Terbitan (KDT)

Seminar Nasional Kimia (2006 November 18: Yogyakarta)
Prosiding/ Penyunting Indyah Sulistyو Arty
Indyah Sulistyو Arty [et.al] – Yogyakarta: FMIPA
Universitas Negeri Yogyakarta, 2006
...jil

1. Chemistry Congresses
I. Judul II. Indyah Sulistyو Arty
Universitas Negeri Yogyakarta, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Penyuntingan semua tulisan dalam prosiding ini dilakukan oleh Tim Penyunting
Seminar Nasional Kimia 2006 dari Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL KIMIA 2006**

**TEMA : Peran Kimia, Pendidikan Kimia, dan Industri Kimia pada Pembangunan Berwawasan Lingkungan
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY,
Yogyakarta, 18 November 2006**

**Diselenggarakan oleh:
Jurusan Pendidikan Kimia
FMIPA UNY
Dalam rangka dies natalis ke – 50**

Tim Penyunting Prosiding Seminar Nasional Kimia

Editor

**Dr. Indyah Sulistyo Arty
KH. Sugiyarto, Ph.D.
Dr.Phil. Hari Sutrisno
Dr. Endang Widjayanti L.
Siti Sulastri, M.Si**

Pelaksana

**Dr. Eli Rohaeti
Sukisman Purtadi, M.Pd
Antuni Wiyarsi, S.Pd.Si
Suwardi, M.Si.**

**Alamat Tim Penyunting
Jurusan Pendidikan Kimia, Kampus FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta**



"Peran Kimia, Pendidikan Kimia, dan Industri Kimia
pada Pembangunan Berwawasan Lingkungan"

Prosiding Seminar Nasional
Kimia dan Pendidikan Kimia 2006
ISBN: 979-98-1174-0
www.kimia.uny.ac.id

SUSUNAN PANITIA

Pelindung	: Sukirman, M.Pd. (Dekan FMIPA UNY)
Penanggungjawab	: Suharto, M.Si (Kajurdik. Kimia FMIPA UNY) Endang Dwi S, M.T. (Kaprodik. Kimia FMIPA UNY) Crys Fajar P, M.Si (Kaprodik. Dik. Kimia FMIPA UNY)
Pengarah	: 1. Prof. Dr. Sukardjo 2. Prof. Dr. Nurfina Adznam 3. Prof. AK. Prodjosantoso, Ph.D
Ketua	: Dr. Suyanta
Wakil Ketua	: Dr. Senam
Sekretaris	: 1. Kun Sri Budiasih, M.Si. 2. Retno Arianingrum, M.Si.
Bendahara	: 1. Dr. Sri Atun 2. Erfan Priyambodo, S.Pd Si.
Sie Acara/Persidangan	: Jaslin Ikhsan, Ph.D Heru Pratomo Al, M.Si C. Budi Marwanti, M.Si Regina T.P., M.Si
Sie Ilmiah dan F.ditor Prosiding	: Dr. Indyah Sulistyoy Arty KH. Sugiyarto, Ph.D. Dr.Phil. Hari Sutrisno Dr. Endang Widjayanti L. Siti Sulastri, M.Si
Sie Prosiding	: Dr. Eli Rohaeti Suwardi, M.Si. Sukisman Purtadi, M.Pd. Antuni Wiyarsi, S.Pd Si
Sie Dana	: Amanatie, M.Pd., M.Si. Cahyorini Kusumawardani, M.Si. Sri Handayani, M.Si
Sie Konsumsi	: Susila Kristianingrum, M.Si Lis Permana Sari, M.Si Dewi Yuanita Lestari, S.Si.
Sie Humas	: Pranjoto Utomo, M.Si. Supono, A.Md.
Sie Tempat/Perlengkapan	: Sunarto, M.Si. Suparmanto Taufik Kelik Ismail
Sie PDD	: Ali Murtono, A.Md. Eko Marsono, ST

KATA PENGANTAR

Puji syukur tak henti kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT karena hanya dengan segala rahmat dan karunia-NYA penyusunan Prosiding Seminar Nasional Kimia 2006 dapat terlaksana dengan baik. Seminar ini diselenggarakan dalam rangka Dies Natalis Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY ke-50 dengan tema "Peran Kimia, Pendidikan Kimia, dan Industri Kimia dalam Pembangunan yang Berwawasan Lingkungan."

Satu semangat yang coba diusung bersama dalam rangka ulang tahun emas adalah menjadikan usia 50 tahun sebagai satu titik introspeksi atas segala yang telah dilakukan selama 50 tahun. Emas dipandang sebagai satu kesempatan untuk berbuat yang lebih baik dari kemarin. Hembusan semangat ini merasuk dalam seminar yang menampilkan karya-karya terbaik yang telah disajikan dalam satu tahun dan berani menerima saran untuk berkarya lebih baik lagi.

Seminar Nasional kali ini diikuti kurang lebih sebanyak 200 orang yang terdiri dari 66 pemakalah dari berbagai Perguruan Tinggi dan instansi (ITB, UNSRI, STT Tekstil Bandung, UGM, UNESA, UNAIR, UNEJ, UNS, UNHAS, BATAN, serta UNY), 30 guru kimia, 70 mahasiswa serta 40 dosen dan karyawan Jurdik Kimia UNY.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada penyaji makalah, pihak sponsor, dan peserta seminar atas kerjasama dan partisipasinya dalam kegiatan seminar ini. Semoga seminar ini bermanfaat.

Yogyakarta, 18 November 2006

Tim Penyunting

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Assalamu'alaikum wr.wb.

Puji syukur kita haturkan ke Hadirat Allah SWT, atas segala rahmat, hidayahNya, sehingga kita bisa hadir di tempat ini untuk mengikuti suatu kegiatan akademik, Seminar Nasional Kimia tahun 2006 dan temu alumni dalam rangka Dies Natalis Jurusan Pendidikan Kimia FMPA UNY yang ke 50 (setengah abad) dan dalam rangka purna tugas Bapak kami yang tercinta Prof. Dr. Sukardjo.

Selanjutnya kami mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta Seminar Nasional Kimia tahun 2006 dan para alumni di kampus UNY. Semoga dengan kedatangan bapak, ibu dan saudara semua akan membawa keberkahan dan peningkatan bidang kimia.

Pada seminar kali ini kami mengambil tema "Peran Pendidikan Kimia, Kimia dan Industri Kimia dalam Pembangunan yang Berwawasan Lingkungan". Untuk membahas masalah ini telah hadir tiga narasumber yaitu Ibu Dr. Sumiyati dari Puskur Depdiknas Jakarta, Bapak Prof. Dr. H. Buchari dari kalangan Perguruan Tinggi (ITB) dan Bapak H. Sudarsono, SH (dari Kementrian Lingkungan Hidup Wilayah Regional Jawa). Selain 3 makalah utama tersebut pada seminar kali ini juga akan dipresentasikan 73 makalah, baik di bidang kimia maupun pendidikan kimia dari peserta yang berasal dari berbagai propinsi di Indonesia.

Seminar Nasional kali ini diikuti sebanyak 200 orang yang terdiri dari 66 pemakalah dari berbagai Perguruan Tinggi dan instansi (ITB, UNSRI, STT Tekstil Bandung, UGM, UNESA, UNAIR, UNEJ, UNS, UNHAS, BATAN, serta UNY), 30 guru kimia, 70 mahasiswa serta 40 dosen dan karyawan Jurdik Kimia UNY.

Kegiatan Seminar Nasional tahun 2006 ini dapat terselenggara berkat bantuan berbagai pihak. Oleh sebab itu kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Rektor UNY, Bapak Dekan FMIPA, Kajurdik Kimia, Ketua IKAKA, para sponsor (CV. Purna Wira Abadi, UD. Multi Kimia, Global Net, An Nuur, dan BPD DIY), serta pihak-pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu. Sebagai ketua panitia saya menghaturkan penghargaan kepada teman-teman panitia yang telah bekerja keras demi suksesnya pelaksanaan kegiatan ini.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyelenggaraan seminar kali ini masih terdapat kekurangan ataupun kesalahan, baik dalam penyajian acara akademis maupun pelayanan administrasi serta keterbatasan fasilitas. Oleh sebab itu kami sungguh mohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga kegiatan ini bisa kita tingkatkan di masa yang akan datang.

Akhirnya kami mengucapkan selamat berseminar, semoga dapat memberikan manfaat bagi pengembangan kita bersama.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Ketua Panitia

Dr. Suyanta

SAMBUTAN KETUA JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA

Assalamu'alaikum wr.wb.

Puji syukur kita haturkan ke Hadirat Allah SWT, atas segala rahmat, hidayahNya, yang senantiasa dilimpahkan kepada kita semua, segenap civitas akademika, para alumni, segenap peserta seminar, sehingga kita bisa hadir di tempat ini untuk mengikuti suatu kegiatan akademik, Seminar Nasional Kimia tahun 2006 dan temu alumni dalam rangka Dies Natalis Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY yang ke 50 (setengah abad) dan dalam rangka purna tugas staf kami Prof. Dr. Sukardjo.

Diulang tahun yang ke 50 (ulang tahun emas) ini jurusan pendidikan kimia, jika dipandang dari segi umur 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.

Pada kesermpatan ini jurusan sangat berterima kasih kepada bapak Prof.Dr. Sukardjo yang purna tugas atas segala pengabdian dan pengorbanan selama lebih dari 40 tahun di jurusan ini. Kami merasa kehilangan sosok pendiri dan perintis jurusan kimia yang mempunyai etos kerja yang cukup tinggi. Semoga segala amal dan kebajikannya dicatat sebagai amal baik oleh Tuhan yang Maha Esa. Amin.

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.

Pada kegiatan seminar tahun ini juga akan dilaksanakan kegiatan temu alumni yang akan dilaksanakan pada akhir seminar nanti. Kami berharap kegiatan ini dapat memberikan nuansa pencerahan diantara kita dan sekaligus bisa memberikan sumbang saran terhadap jurusan pendidikan kimia.

Jurusan pendidikan kimia saat ini memiliki 45 orang dosen dengan rincian: 3 orang guru besar, 12 orang bergelar doktor, 28 orang bergelar master dan 5 orang sarjana. Saat ini 3 orang sedang menempuh studi S3 dan 3 orang sedang studi S2. Jumlah mahasiswa jurusan pendidikan kimia yang terdiri dari prodi pendidikan kimia dan prodi kimia adalah 863 orang dengan 660 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.

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

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Kajurdik Kimia

SAMBUTAN PEMBANTU REKTOR I UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Assalamua'laikum Wr Wb

Dengan memanjatkan puji syukur alhamdulillah atas nikmat yang telah diberikan oleh Allah swt, kepada kita sekalian, terutama keluarga besar Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) sehingga peringatan tahun kelahiran yang ke 50 Jurusan Pendidikan Kimia dan penyambutan akhir masa pengabdian Prof. Dr. Sukardjo, melalui Seminar tentang "Peran Kimia Pendidikan Kimia dan Industri Kimia Dalam Pembangunan yang Berwawasan Lingkungan" dapat berjalan dengan lancar.

Pertama-tama, perkenankanlah saya menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Jurusan Pendidikan Kimia FMIP UNY yang telah memasuki usia setengah abad, suatu usia yang cukup matang sebagai institusi, sehingga telah mampu memberikan sumbangan yang berarti dalam menghasilkan SDM baik sebagai pendidik maupun ahli di bidang Kimia yang berguna bagi kehidupan masyarakat.

Kedua, dengan segala kerendahan hati perkenankan saya menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Prof. Dr. Sukardjo yang telah memberikan pengabdian dirinya untuk membesarkan jurusan Pendidikan Kimia, baik sebagai pimpinan di Jurusan, Fakultas maupun sebagai sekretaris senat serta ahli bidang Pendidikan Kimia sehingga membawa nama baik UNY di tingkat nasional, sepanjang masa pengabdianya. Semoga beliau menjadi teladan bagi generasi penerusnya, dan ilmu yang telah diamalkan menjadi ilmu yang bermanfaat yang diterima oleh Allah Swt. Amiin.

Ketiga, saya sangat *appreciate* terhadap tema seminar pada kesempatan ini, yaitu "Peran Kimia Pendidikan Kimia dan Industri Kimia Dalam Pembangunan yang Berwawasan Lingkungan" yang merupakan tema yang sangat bermakna bagi masyarakat pendidikan dan masyarakat pada umumnya. Melalui seminar ini saya harap dapat mencerahkan kita sehingga dapat menghadirkan Kimia, Pendidikan Kimia dan Industri Kimia yang mampu menyejahterakan, bukan merugikan kehidupan manusia dan lingkungannya.

Demikianlah beberapa hal penting yang dapat kami sampaikan, semoga dapat bermanfaat. Akhirnya kami sampaikan selamat ber-Dies Natalis dan seminar, Semoga sukses. Amin.

Yogyakarta 18 November 2006
Pembantu Rektor I UNY

Dr. Rochmat Wahab, MA.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SUSUNAN PANITIA	iv
KATA PENGANTAR	v
SAMBUTAN KETUA PANITIA SEMINAR NASIONAL KIMIA 2006	vi
SAMBUTAN KETUA JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA FMIPA UNY	vii
SAMBUTAN REKTOR UNY	viii
DAFTAR ISI	ix
MAKALAH-MAKALAH	
Bidang Kimia Analitik	
Abd. Wahid Wahab	1
Optimalisasi Komposisi Membran Berbasis PVC Dengan Menggunakan Ionofor DBDA18C6 Untuk Pembuatan Esi-Cd(II) Dan Esi-Hg(II)	
Abdul Haris Watoni, Suryo Gandasmita, Indra Noviandri, Buchari	7
Elektropolimerisasi Voltametri Siklik Polipirol Menggunakan Elektrolit Pendukung Garam-garam Halida	
Endang Tri Wahyuni	13
Pengaruh pH dan Penambahan Gas N ₂ dan O ₂ Terhadap Efektivitas Detoksi Ion Cr(VI) dengan Metode Fotoreduksi Terkatalisis Oleh FeO-Zeolit	
Ganden S, Miratul Kh, Usreg Sri H, Alfa A.W, Rahma NDR, Ratih A.	21
Aplikasi Ekstraksi Tetapan Mikro pada Analisis Etinil Estradiol dengan HPLC	
Kun Sri Budiasih	29
Transport Spesies Krom (VI) dan krom (III) dalam Membran Emulsi Air/Kerosen	
Miratul Kh, Bambang K, M. Indrayanto, Vinny AA.	37
Ekstraksi ion Cr(III) dengan Teknik Membran Cair Emulsi menggunakan Asam Oleat dan Asam Stearat sebagai Pengompleks	
Muzakky, Agus Taftazani, Sukirno	47
Distribusi Logam Berat di Sepanjang Sungai Code, Sleman-Bantul Yogyakarta	
Nurlaelah, Sunarto	55
Pemisahan Ion Logam Cr(III) dalam Limbah Industri Tekstil Secara Emulsi Membran Cair	
Regina Tutik P	63
Kajian Tentang Pemisahan ion Logam Kromium Dalam Limbah Cair Industri Makanan	
Risa Retno Indriyarni, Regina Tutik P.	69
Pemisahan Ion Logam Kadmium(II) dalam Limbah Industri Tekstil Secara Emulsi Membran Cair	
Suherman, Endang Tri Wahyuni, Eni Kartika Sari, Norwita Ariany	75
Kajian Pengaruh Perlakuan Termal Terhadap Kristalinitas Zeolit Alam dan Kapasitas Adsorpsinya untuk Ion Logam Pb	
Sunarto	83
Aplikasi Konstanta Kestabilan Kompleks pada Analisis Spektrofotometri Serapan Atom	

Susila Kristianingrum	89
Metode Alternatif untuk Mengurangi Pencemaran Logam Berat dalam Lingkungan	
Usreg Sri Handajani, Miratul Khasanah, Ganden Supriyanto, Nurul Masitah, Yanuar Raharjo	95
Ekstraksi Tetes Mikro pada Penentuan di-(2-etilheksil)flalat dengan HPLC Bidang Kimia Anorganik	
Agus Purwadi, Purwoto, Widdi Usada	103
Aplikasi Teknologi Ozon untuk Pengawetan Sayuran Pasca Panen dan Susu Sapi Segar	
Agus Purwadi, Widdi Usada, Isyuniarto	111
Prospek Teknologi Ozon dalam Penyimpanan Konvensional Komoditi Pangan	
Dwi Suhariyanto, Leny Yuanita	121
Aktivasi Arang Kulit Kacang Tanah (<i>Arachis hypogea</i>) dengan Asam Fosfat	
Dwi Suhariyanto, Leny Yuanita	127
Pengaruh pH dan Konsentrasi Terhadap Adsorpsi Cu (II) dengan Menggunakan Adsorben Arang Aktif Kulit Kacang tanah (<i>Arachis hypogea</i>)	
Eko Sri Kunarti, Endang Tri Wahyuni, Sri Juari Santosa	135
Studi Tentang Pengaruh Templat, Waktu dan Katalis dalam Sintesis Hibrida Organosilikat Nanotube	
Elly Koesnaely, Noerati, Agus Suprpto	143
Proses Degumming Sutera dan Sifat Termal	
Hari Sutrisno	151
Penentuan Struktur Kristal Secara “Ab-initio” dari Pola Difraksi Sinar-X Powder	
Isyuniarto, Widdi Usada, Agus Purwadi	169
Pengaruh Penambahan Kapur dan Ozon Terhadap Nilai BOD, COD, dan TSS pada Limbah Rumah Sakit (Studi Kasus Limbah Cair RSUD Kota Yogyakarta)	
Isyuniarto, Widdi Usada, Agus Purwadi	175
Pengaruh pH dan Waktu Ozonisasi Terhadap Kadar Minyak/Lemak, Sulfida dan TSS Limbah Pabrik Gula	
Kristian H. Sugiyarto	181
Structural Elucidation of Tris(3,5-bis(pyridin-2-yl)-1,2,4-triazole)nickel(II) by Calorimetry and EXAFS Spectrometry	
M.A. Zulfikar, C.L.Radiman, P. Jayatri and S.Gandasmita	193
The Organic-Inorganic Hybrid Membranes of Poly(methyl methacrylate)/SiO ₂ Synthesized by Sol-Gel and Phase Inversion Processes	
Noerati Kemal, C.L Radiman, S. Ahmad, B. Ariwahyudi	199
Pengaruh Jenis Karbohidrat Pada Sintesis Khitosan Karbohidrat Terhadap Sifat Kelarutan dalam Air dan Sifat Termal	
Nuryono, Tri Suharsih, Endang Astuti	205
Keasaman Silika Gel Hasil Sintetis dari Abu Sekam Padi	
Paulina Taba	213
Adsorpsi surfaktan oleh Silika Mesopori, MCM-41 dan MCM41-TMCS	

Metode Alternatif untuk Mengurangi Pencemaran Logam Berat dalam Lingkungan

Susila Kristianingrum
Jurdik Kimia FMIPA UNY

ABSTRAK

Umumnya pengolahan limbah cair dilakukan dengan menggunakan cara biologi dengan memanfaatkan mikrobiologi untuk mengurangi kandungan senyawa-senyawa kimia, dan cara fisika atau kimia untuk memisahkan kandungan senyawa kimia dari air. Perubahan peraturan dan standar baku mutu pembuangan air limbah industri cenderung semakin ketat. Hal ini berakibat pengolahan air limbah banyak diabaikan oleh kalangan industri.

Menyadari ancaman yang begitu besar dari pencemaran logam berat, maka berbagai metode alternatif telah banyak digunakan seperti mengurangi konsentrasi logam berat yang akan dibuang ke perairan, tetapi dalam jangka panjang (lama) perlakuan tersebut dapat merusak lingkungan akibat dari akumulasi logam berat yang tidak sebanding dengan masa "*recovery* (perbaikan)" dari lingkungan tersebut. Metode yang baik tentunya dengan cara penetralan logam berat yang aktif tersebut menjadi senyawa yang kurang aktif dengan menambahkan senyawa-senyawa tertentu, kemudian baru dilepas ke lingkungan perairan. Meskipun sampai saat ini belum ada satu metode yang benar-benar bagus dengan segala kelebihanannya, karena masing-masing metode itu mempunyai karakteristik sendiri-sendiri dan mempunyai kelemahan.

Penggunaan mikroorganisme sebagai metode alternatif sangat baik diterapkan, karena metode tersebut tidak memerlukan biaya yang tinggi dan peralatan yang canggih, akan tetapi hanya memanfaatkan mikroorganisme selektif yang mampu *recovery* logam berat menjadi logam yang aman dan ramah terhadap lingkungan (*green chemistry*).

Kata Kunci: metode alternatif, *recovery* logam berat, *green chemistr*, *bioremoval*, pencemaran

PENDAHULUAN

Upaya pemanfaatan wilayah pantai hingga saat ini telah menunjukkan peningkatan yang tinggi dalam rangka menunjang ekonomi negara dan kesejahteraan masyarakat. Upaya-upaya ini di antaranya dilakukan melalui kegiatan perikanan, budidaya pertanian, perdagangan, pemukiman, pariwisata, jasa transportasi laut, industri dan pertambangan (Prartono dkk., 1999). Di satu sisi, di beberapa daerah pantai telah menunjukkan adanya gejala kerusakan lingkungan sebagai akibat dari berbagai aktivitas manusia dalam upaya pemanfaatan sumberdaya wilayah pantai. Salah satunya adalah pencemaran wilayah pantai yang ditandai dengan menurunnya kualitas dan produktivitas perairan. Pencemaran air di kawasan kota-kota besar di Indonesia juga sangat besar Berdasarkan data statistik BPS (Badan Pusat Statistik) DKI Jakarta 1998 sekitar 50% rumah tangga menggunakan air ledeng (PDAM), air tanah dengan menggunakan pompa sebesar 42,67%, sumur gali 3,16% dan lainnya 0,63%. Permasalahan mulai muncul pada produk kualitas air minum, karena kualitas air sungai dan air tanah kurang memenuhi syarat (<http://www.mediaindo.co.id>).

Logam berat jika masuk ke dalam tubuh maka tidak dapat dihancurkan, tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Demikian pula terjadi bila suatu lingkungan terutama perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit dilakukan. Kontaminasi

Disampaikan dalam Seminar Nasional Kimia dengan tema "*Peran Kimia, Pendidikan Kimia dan Industri Kimia pada Pembangunan Berwawasan Lingkungan*" yang diselenggarakan oleh Jurdik Kimia FMIPA UNY pada tanggal 18 November 2006 di Yogyakarta

logam berat ini dapat berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan atau faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga.

Menurut Vouk (1986) yang dikutip oleh Sinly Evan Putra dan Johan Angga Putra (2004) terdapat 80 jenis logam yang teridentifikasi sebagai logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat inidapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat non esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr, dan lain-lain. Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab terjadinya alergi, mutagen, teratogen atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya dapat melalui kulit, pernapasan dan pencernaan.

Menyadari ancaman yang begitu besar dari pencemaran logam berat, maka berbagai metode alternatif telah banyak digunakan seperti mengurangi konsentrasi logam berat yang akan dibuang ke perairan, tetapi dalam jangka panjang (lama) perlakuan tersebut dapat merusak lingkungan akibat dari akumulasi logam berat yang tidak sebanding dengan masa "*recovery* (perbaikan)" dari lingkungan tersebut. Metode yang baik tentunya dengan cara penetralan logam berat yang aktif tersebut menjadi senyawa yang kurang aktif dengan menambahkan senyawa-senyawa tertentu, kemudian baru dilepas ke lingkungan perairan. Namun demikian pembuangan logam berat non aktif ini juga menjadi masalah, oleh karena dapat dengan mudah mengalami degradasi oleh lingkungan menjadi senyawa yang dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu dalam makalah ini dikaji berbagai metode alternatif untuk menangani pencemaran logam berat tersebut. Meskipun sampai saat ini belum ada satu metode yang benar-benar bagus dengan segala kelebihanannya, karena masing-masing metode itu mempunyai karakteristik sendiri-sendiri dan mempunyai kelemahan (Willard, Merit, dan Dean; 1974).

PEMBAHASAN

Daur Ulang Air Limbah

Pengolahan limbah cair umumnya dilakukan dengan menggunakan cara biologi dengan memanfaatkan mikrobiologi untuk mengurangi kandungan senyawa-senyawa kimia, dan cara fisika atau kimia untuk memisahkan kandungan senyawa kimia dari air. Proses daur ulang ini sangat sulit dilakukan karena banyak komponen kimia yang dihasilkan selama proses manufaktur menuntut metode pengolahan yang berbeda, terlalu sulit dan mahal untuk diolah dengan metode pengolahan limbah tersebut. Selain itu perubahan peraturan dan standar baku mutu pembuangan air limbah industri cenderung semakin ketat. Hal ini berakibat pengolahan air limbah banyak diabaikan oleh kalangan industri.

Saat ini, telah diperkenalkan teknologi bersih pengolahan air limbah, yang lebih dikenal dengan metode AOP (*Advanced Oxidation Processes*). Metode ini diperkenalkan pada awal tahun 1990, dan seiring perkembangannya maka AOP ini sudah dapat diaplikasikan di industri dengan kemampuan yang lebih maju dibandingkan dengan metode pengolahan air limbah yang ada. AOP adalah satu atau kombinasi dari beberapa proses seperti ozon, hidrogen peroksida, sinar ultraviolet, titanium oksida, fotokatalis,

sonolisis, plasma serta beberapa proses lain yang menghasilkan radikal hidroksil. Kombinasi ozon dan sinar ultraviolet sangat potensial untuk mengoksidasi berbagai senyawa organik dan bakteri yang mungkin ada dalam limbah cair (Anto Tri Sugiarto, 2005).

Teknologi Bersih

Dewasa ini penelitian yang terkait dengan AOP meningkat pesat, karena radikal hidroksil tidak hanya memiliki kemampuan untuk menguraikan senyawa-senyawa organik, namun sekaligus dapat menghilangkan kandungan senyawa-senyawa turunan yang mungkin terbentuk selama proses oksidasi berlangsung. Hal ini ditunjukkan dengan adanya CO₂ dan H₂O saja sebagai hasil akhir dari proses oksidasi dengan AOP, sehingga air hasil proses AOP ini dapat dipergunakan kembali sebagai air baku dalam proses manufaktur. Sedangkan untuk kandungan logam berat yang mungkin terkandung di dalam senyawa organik dapat teroksidasi sehingga dapat dengan mudah dilakukan proses pemisahan dari air yang telah diproses. Selanjutnya logam berat tersebut akan dapat didaur ulang kembali dengan menggunakan proses selanjutnya.

Metode AOP dengan kombinasi ozon dan sinar ultraviolet memiliki beberapa keunggulan di antaranya adalah

1. Areal instalasi pengolahan air limbah yang dibutuhkan tidak luas
2. Waktu pengolahan cepat
3. Penggunaan bahan kimia sedikit
4. Penguraian senyawa organik efektif
5. Keluaran (*output*) limbah yang berupa lumpur (*sludge*) sedikit
6. Air hasil pengolahan dapat dipergunakan kembali

Metode AOP dengan kombinasi ozon dan sinar ultraviolet ini radikal hidroksilnya sangat efektif dalam menghilangkan warna dan bau yang terkandung dalam limbah cair (Anto Tri Sugiarto, 2005).

Teknologi Plasma

Berbagai kasus pencemaran limbah beracun berbahaya (B3) dari penambangan minyak di Indonesia, hingga saat ini belum pernah ditangani dengan serius. Kasus pencemaran akibat *oil sludge* atau endapan pada tangki penyimpanan minyak industri perminyakan, seperti di Tarakan (Kalimantan Timur), Riau, Sorong (Papua), dan terakhir kasus pencemaran di Indramayu sudah seharusnya menjadi catatan penting bagi para pengelola penambangan minyak akan pentingnya pengolahan limbah *oil sludge*. Salah satu metode/teknik pengolahan limbah yang banyak diterapkan untuk mengolah limbah *oil sludge* adalah teknologi plasma. Di Negara maju seperti Jepang plasma dipergunakan untuk mengolah logam atau limbah domestik pada insinerator dan sekaligus dapat mendaur ulang limbah logam berat seperti timbal (Pb), dan seng (Zn) yang terkandung dalam limbah tersebut.

Dewasa ini, teknologi plasma juga dapat diterapkan dalam mengolah limbah *oil sludge*. Plasma tidak hanya dapat mengolah *oil sludge*, tetapi sekaligus dapat mendaur ulang limbah yang umumnya mengandung sekitar 40% minyak. Dengan mengolah *oil sludge* akan menghasilkan *light oil* seperti minyak diesel yang siap pakai, dan residu dari proses pengolahan siap dan aman untuk dibuang. Proses pengolahan dengan plasma ini lebih efektif jika diaplikasikan pada limbah *oil sludge* yang memiliki kandungan hidrokarbon di atas 10%, dan selanjutnya kandungan hidrokarbon pada residu yang dihasilkan berkisar di bawah 0,01% dari total hidrokarbon (<http://www.plasmatech-indonesia.ws/anto>).

Reverse Osmosis (RO)

Metode *Reverse Osmosis* (RO) adalah proses pemisahan logam berat oleh membran semipermeabel dengan menggunakan perbedaan tekanan luar dengan tekanan

osmotik dari limbah. Kelemahan metode ini adalah biaya yang mahal sehingga sulit terjangkau oleh industri di Indonesia.

Elektrodialisis

Metode elektrodialisis menggunakan membran ion selektif permeabel berdasarkan perbedaan potensial antara 2 elektroda yang menyebabkan perpindahan kation dan anion. Kelemahan metode ini adalah terbentuknya senyawa logam-hidroksi yang menutupi membran

Ultrafiltrasi

Metode ultrafiltrasi yaitu penyaringan dengan tekanan tinggi melalui membran berpori. Kelemahan metode ini adalah dapat menimbulkan banyak *sludge* (lumpur).

Penukar Ion

Metode ini berprinsip pada gaya elektrostatis di mana ion yang terdapat pada resin ditukar oleh ion logam dari limbah. Kelemahan metode ini adalah biaya yang besar dan menimbulkan ion yang *ter-remove* sebagian.

Metode penukar ion mempunyai berbagai pemakaian di antaranya untuk deionisasi, penentuan konsentrasi garam secara total, pengeluaran ion-ion pengganggu dengan muatan berlawanan dalam larutan, pemisahan anion dan untuk analisis kualitatif anorganik. Pemakaian yang paling penting adalah untuk pemisahan logam (S.M.Khopkar, 1990).

Berdasarkan pada berbagai kelemahan yang dimiliki oleh berbagai metode di atas maka dicari suatu metode alternatif lain. Salah satunya adalah penggunaan mikroorganisme untuk mengabsorpsi logam berat atau biasa dikenal dengan istilah *bioremoval*. Keuntungan penggunaan mikroorganisme sebagai *bioremoval* menurut Kratochvil dan Voleski (1998) yang dikutip oleh (Sinly Evan Putra dan Johan Angga Putra, 2004) adalah:

1. Biaya murah
2. Efisiensi tinggi
3. Biosorben dapat diregenerasi
4. Tidak memerlukan nutrisi tambahan
5. Kemampuannya dalam *recovery* logam tinggi
6. *Sludge* yang dihasilkan sangat sedikit

Berdasarkan keuntungan tersebut maka akan dibahas lebih lanjut mengenai *bioremoval*.

Bioremoval dan Bioabsorpsi

Istilah *bioabsorpsi* tidak terlepas dari istilah *bioremoval*, karena *bioabsorpsi* merupakan bagian dari *bioremoval*. *Bioremoval* dapat diartikan sebagai terkonsentrasi dan terakumulasinya bahan penyebab polusi atau polutan dalam suatu perairan oleh material biologi. Material biologi tersebut dapat *recovery* polutan sehingga dapat dibuang dan ramah terhadap lingkungan. Berdasarkan kemampuannya untuk membentuk ikatan antara logam berat dengan mikroorganisme, maka *bioabsorpsi* merupakan kemampuan material biologi untuk mengakumulasi logam berat melalui media metabolisme. Proses *bioabsorpsi* ini dapat terjadi karena adanya material biologi yang disebut biosorben dan adanya larutan yang mengandung logam berat (dengan afinitas yang tinggi), sehingga mudah terikat pada biosorben. Beberapa jenis mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan *bioabsorpsi* terutama adalah dari golongan alga dari divisi *Phaeophyta*, *Rhodophyta*, dan *Chlorophyta*. Logam-logam yang dapat diabsorpsi/diremove seperti ditunjukkan dalam tabel 1.

Mekanisme Proses Bioabsorpsi

Mekanisme pembersihan logam berat oleh mikroorganisme adalah proses pertukaran ion yang mirip pertukaran ion pada resin. Mekanisme pertukaran ion ini dapat dirumuskan sebagai:



Tabel 1. Selektivitas mikroorganisme terhadap logam berat

No	Mikroorganisme	Logam Berat yang <i>di</i> remove
1	<i>Mucor mucedo</i>	Cu
2	<i>Rhizopus stolonifer</i>	Cu, Cd, Zn, U, Pb
3	<i>Aspergillus orizae</i>	Cu
4	<i>Penecillium chrysogenum</i>	Cu
5	<i>Ecklonia radiata</i>	Cu, Pb, Cd, Cr
6	<i>Saccharomyces cereviceae</i>	Cu, Pb, Cd, Ni
7	<i>Chlorella vulgaris</i>	Pb, As
8	<i>Phellinus badius</i>	Pb, Cd
9	<i>Pinus radiata</i>	Pb, Cd
10	<i>Sargassum sp</i>	Cu, Cr, Fe
11	<i>Durvillea potatorum</i>	Zn
12	<i>Myriophyllum spicatum</i>	Pb, Zn, Cu
13	<i>Chiarella vulgaris</i>	Cu
14	<i>Ganoderma lucidum</i>	Cr, Cu
15	<i>Aspergillus niger</i>	Cr, Cu
16	<i>Pseudomonas syringae</i>	Hg, Zn, Cd
17	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	Cu, Cr, Pb, Ni, Zn
18	<i>Phanerochaete chrysosporium</i>	Ni, Cu, Pb
19	<i>Absidia sp</i>	Pb, U, Cu

Sumber: Sinly Evan Putra dan Johan Angga Putra (2004)

Berdasarkan pada metabolisme sel, mekanisme tersebut dapat dibagi atas 2 tahapan yaitu:

1. Proses yang bergantung pada metabolisme sel
2. Proses yang tidak bergantung pada metabolisme sel.

Berdasarkan posisi logam berat yang *di*remove maka dibedakan atas:

1. Akumulasi ekstraseluler (presipitasi)
2. Akumulasi intraseluler
3. Penyerapan oleh permukaan sel.

Berdasarkan cara pengambilan (absorpsi) logam berat dapat dibagi dua yaitu:

1. Pasif *uptake*

Proses terjadi ketika ion logam berat terikat pada dinding sel biosorben. Mekanisme ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pertukaran ion (ion pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat) dan cara pembentukan senyawa kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, thiol, hidroksi, fosfat, dan hidroksi-karboksil secara bolak-balik dan cepat. Contoh penggunaan cara *passive uptake* adalah pada *Sargassum sp* dan *Ecklonia sp* dengan logam berat kromium (Cr). Cr(VI) mengalami reaksi reduksi pada pH rendah menjadi Cr(III) dan Cr(III) *di*remove melalui proses pertukaran ion.

2. Aktif *uptake*

Mekanisme masuknya logam berat melalui membran sel sama dengan proses masuknya logam esensial melalui transport membran, hal ini disebabkan adanya kemiripan sifat antara logam berat dengan logam esensial dalam hal sifat fisika-kimia secara keseluruhan.

Pada cara ini proses mikroorganisme dapat terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan dan akumulasi intraseluler ion logam.

Untuk mengetahui jumlah logam berat yang mengalami proses bioabsorpsi oleh mikroorganisme dapat dihitung dengan pendekatan konstanta Langmuir yaitu:

$$Q = \frac{Q_{\max} \times b \times C_{\text{eq}}}{1 + b \times C_{\text{eq}}}$$

Keterangan:

Q = milligram logam yang diakumulasi per gram

C_{eq} = besar konsentrasi logam pada larutan

Q_{\max} = maksimum serapan spesifik dari biosorben

b = rasio bioabsorpsi

Perhitungan di atas berlaku pada pH konstan dan untuk satu jenis logam saja. Aplikasi dari pendekatan di atas telah digunakan untuk menghitung penyerapan logam berat Cd, Cu, dan Uranium (U) dengan menggunakan 3 jenis *Sargassum sp* yaitu *Sargassum vulgare*, *Sargassum filipendula*, dan *Sargassum fluitans*. Penyerapan Cd terjadi pada pH 4,5 sebesar 87 mg Cd/g untuk *Sargassum vulgare*, 80 mg Cd/g untuk *Sargassum fluitans*, dan 74 mg Cd/g untuk *Sargassum filipendula*. Sedangkan untuk penyerapan Cu pada *Sargassum vulgare* adalah 59 mg Cu/g, *Sargassum filipendula* 56 mg Cu/g, dan *Sargassum fluitans* 51 mg Cu/g. Penyerapan Uranium (U) oleh *Sargassum* adalah > 500 mg U/g (Sinly Evan Putra dan Johan Angga Putra, 2004).

PENUTUP

Penggunaan mikroorganisme sebagai metode alternatif sangat baik diterapkan, karena metode tersebut tidak memerlukan biaya yang tinggi dan peralatan yang canggih, akan tetapi hanya memanfaatkan mikroorganisme selektif yang mampu merecovery logam berat menjadi logam yang aman dan ramah lingkungan. Meskipun ada berbagai jenis spesies mikroorganisme yang telah teridentifikasi sebagai biosorben, namun sangat sedikit di antaranya yang mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap pengaruh toksisitas suatu ion logam berat. Antisipasi ke depan, perlu upaya pencarian metode penanganan limbah yang efektif dan ramah terhadap lingkungan (*green chemistry*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anto Tri Sugiarto. (2005). *Teknologi Bersih Pengolahan Air Limbah*. Pusat Penelitian KIM-LIPI, Puspiptek Serpong.
- Anto Tri Sugiarto. (2004). *Teknologi Plasma untuk Daur Ulang Limbah Oil Sludge*. <http://www.plasmatech-indonesia.ws/anto>.
- Prariono, T., E.M. Adiwilaga., E. Kaswadji., S. Harijadi., A.B.S. Harahap. dan Khairuzzaman. (1999). *Penentuan Metode dan Sumber Identifikasi dalam Rangka Penyusunan Peta Tingkat Pencemaran Wilayah Perairan Perikanan*. Bogor: Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB.
- S.M.Khopkar. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Penerbit Universitas Indonesia.
- Sinly Evan Putra dan Johan Angga Putra (2004). *Bioremoval, Metode Alternatif untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat*. BPP.IKHMI
- Siswono. (2005). *Air Bersih Bebas Bakteri dan Zat Kimia*. <http://www.mediaindo.co.id>
- Willard, Merit, and Dean. (1974). *Instrumental Methods of Analysis*. New York: Van Nostran Company.



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA

SEBRJJJKAS
(2867/J.35.13/PP/2006)

Diberikan kepada:

Susila Kristianingrum, M.Si

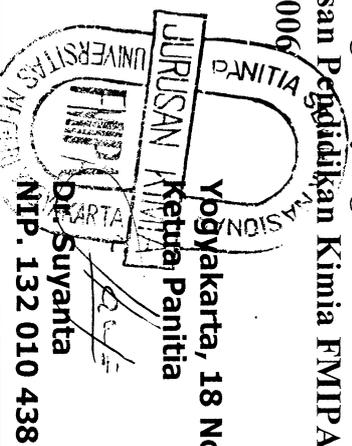
Atas partisipasinya sebagai :

Pemakalah

Pada kegiatan " Seminar Nasional Kimia" dengan tema
Peran Kimia, Pendidikan Kimia, dan Industri Kimia dalam Pembangunan yang Berwawasan Lingkungan
yang diselenggarakan dalam rangka Dies Natalis Ke-50 Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY
Pada tanggal 18 November 2006



Mengetahui:
Dekan FMIPA UNY
Sukirman, M.Pd.
NIP. 130 340 113



Yogyakarta, 18 November 2006
Ketua Panitia
Dr. Suyanta
NIP. 132 010 438