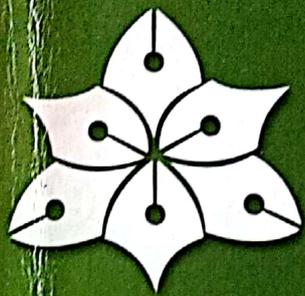


Mawardi (UNP)



BKS PTN-BMIPA

2012

mti

Prosiding

**BIDANG
KIMIA**

SEMINAR & RAPAT TAHUNAN

BKS-PTN B Tahun 2012

BIDANG ILMU MIPA

Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri
Wilayah Barat

Tema :

*Peran MIPA dalam Pengembangan
SDM dan SDA*

Hotel Madani Medan

11 - 12 Mei 2012



Penyelenggara
FMIPA
UNIVERSITAS
NEGERI MEDAN



Jl. Willem Iskandar, Psr V Medan 20221

Telp. (061) 6625970 Medan

www.semirataunimed.com Email: semiratabks2012@yahoo.co.id

Mawardi (GAR)

ISBN:978-602-9115-24-6

PROSIDING

**SEMINAR NASIONAL DALAM RANGKA SEMIRATA
BKS-PTN WILAYAH BARAT BIDANG MIPA
TAHUN 2012**

Thema: Peran MIPA Dalam Peningkatan Kualitas SDM dan SDA

KIMIA

Editor :

Prof.Dr.Ramlan Silaban,MS
Prof.Drs.Manihar Situmorang,MSc.,PhD
Dr.Marham Sitorus,MSi
Drs.Rahmat Nauli,MSi
Dra.Ani Sutiani,MSi



Penerbit

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Medan**

**SUSUNAN PANITIA
SEMINAR DAN RAPAT TAHUNAN BADAN KERJASAMA PERGURUAN TINGGI
NEGERI WILAYAH BARAT (SEMIRATA BKS-PTN B)
BIDANG MIPA TAHUN 2012**

Pelindung

Prof. Dr. Ibnu Hadjar, M.Si (Rektor Unimed)
Gatot Pujo Nugroho, ST (Plt. Gubernur Sumatera Utara)
Drs. Rahudman Harahap, MM (Walikota Medan)

Penasehat

Prof. Dr. Emriadi (Ketua BKS-PTN B)
Prof. Dr. Khairil Ansari, M.Si (PR I Unimed)
Drs. Khairul Azmi, M.Pd (PR II Unimed)
Prof. Dr. Biner Ambarita, M.Pd (PR III Unimed)
Prof. Dr. Berlin Sibarani, M.Pd (PR IV Unimed)

Penanggung jawab

Prof. Drs. Motlan, M.Sc, P.hD (Dekan FMIPA Unimed)

Pengarah

Prof. Drs. Manihar Situmorang, M.Sc, P.hD
Drs. Asrin Lubis, M.Pd
Drs. Eidi Sihombing, MS

Ketua: Drs. P. Maulim Silitonga, MS

Ketua 1 : Dr. Marham Sitorus, M.Si

Ketua 2 : Dr. Edi Syahputra, M.Pd

Sekretaris : Alkhafi Maas Siregar, S.Si.,M.Si

Wakil Sekretaris : Juniastel Rajagukguk, S.Si.,M.Si

Bendahara : Dra. Martina Restuati, M.Si

Wakil Bendahara : Dra. Ani Sutiani, M.Si

Koordinator Sekretariat: Drs. M. Yusuf Nasution. MS

Koordinator Makalah/Prosiding :Prof. Dr. Herbert Sipahutar, M.Sc

Koordinator Persidangan : Dr. Nurdin Bukit, M.Si

Koordinator Penerima Tamu : Dra. Nerli Khaerani, M.Si

Koordinator Acara/Protokol: Dra. Melva Silitonga, M.Si

Koordinator Informasi/Humas/Dokumentasi: Drs. Eddiyanto,Ph.D

Koordinator Transportasi, Akomodasi & Rekreasi: Drs. Rahmat Nauli, M.Si

Koordinator Dana : Purwanto, S.Si.,M.Pd

Koordinator Perlengkapan : Yon Rinaldi, S.E.,M.Si

SEMINAR &
RAPAT TAHUNAN
BKS-PTN B Tahun 2012



BIDANG ILMU MIPA
Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat
FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
Jl. Willem Iskandar, Psr V Medan 20221 Telp. (061) 6625970 Medan
www.semirataunimed.com Email: semiratabks2012@yahoo.co.id

PENGANTAR DARI TIM EDITOR

Seminar dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN B) Bidang Ilmu MIPA yang ke 25 telah diselenggarakan oleh FMIPA Universitas Negeri Medan tanggal 11-12 Mei 2012 bertempat di Hotel Madani-Medan. Dalam SEMIRATA ini dilaksanakan 2 jenis kegiatan yaitu Seminar Nasional dan Rapat tahunan Dekan, Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi. Seminar Nasional diberi tema: **Peran MIPA dalam Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia (SDM) dan Sumber Daya Alam (SDA)** diikuti oleh sekitar 600 orang peserta yang berasal dari 18 perguruan tinggi negeri, 3 perguruan tinggi swasta dan 1 Lembaga/Badan yang berada di wilayah Indonesia bagian barat. Jumlah peserta yang menjadi pemakalah pada kegiatan SEMIRATA 2012 sebanyak 556 orang yang dikelompokkan kedalam 5 bidang yaitu bidang Matematika, Fisika, Kimia, Biologi dan bidang Pendidikan MIPA. Setelah meneliti persyaratan yang harus dipenuhi pemakalah, maka panitia menetapkan jumlah makalah yang dapat diterbitkan dalam prosiding adalah 430. Makalah-makalah tersebut disusun dalam 5 (lima) buah buku Prosiding yang diantaranya adalah **Prosiding Bidang Matematika** terdiri dari 53 makalah, **Prosiding Bidang Fisika** (68) makalah, **Prosiding Bidang Kimia** (83) makalah, **Prosiding Bidang Biologi** (100) makalah dan **Prosiding Pendidikan MIPA** memuat 126 makalah. Keseluruhan makalah tersebut diserahkan oleh panitia kepada Tim Editor untuk proses pengeditan.

Tim editor telah bekerja sesuai dengan ketentuan dan hanya bertugas mengedit makalah yang telah diseleksi sebelumnya oleh Panitia. Dalam hal ini, Tim editor lebih banyak mengkonsentrasikan diri dalam menyeragamkan format dan gaya penulisan makalah. Pengubahan kalimat dilakukan jika dipandang perlu tanpa mengubah maksud kalimat tersebut. Isi dan konteks pembahasan diusahakan untuk tidak diubah, dengan demikian segala konsekuensi yang mungkin timbul akibat penerbitan Prosiding ini tetap berada pada penulis makalah. Meski telah diupayakan untuk bisa tampil sebaik mungkin, namun tidak mustahil prosiding ini masih belum memuaskan semua pihak, untuk itu kami mohon maaf semoga pada kesempatan lain akan dapat diterbitkan karya ilmiah dengan bentuk dan isi yang lebih baik. Pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu terwujudnya prosiding ini khususnya kepada para mahasiswa FMIPA Unimed yang terlibat dalam pengerjaan prosiding ini.

Akhir kata, kami mengharapkan semoga prosiding ini dapat memberi manfaat sebesar-besarnya bagi kita semua dan untuk pengembangan kualitas Sumberdaya Manusia (SDM) dan pengelolaan Sumber Daya Alam (SDA) di negara kita di masa yang akan datang.

Medan, Mei 2012
Tim Editor.

**SEMINAR &
RAPAT TAHUNAN
BKS-PTN B Tahun 2012**



BIDANG ILMU MIPA
Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat
FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
Jl. Willem Iskandar, Psr V Medan 20221 Telp. (061) 6625970 Medan
www.semiraunimed.com Email: semiratabks2012@yahoo.co.id

**KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA
SEMINAR DAN RAPAT TAHUNAN BADAN KERJASAMA PERGURUAN TINGGI NEGERI
WILAYAH BARAT (SEMIRATA BKS-PTN B) BIDANG MIPA TAHUN 2012**

Puji dan syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan rahmatNya Seminar dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN B) Bidang Ilmu MIPA yang ke 25 dapat kita laksanakan pada hari ini. SEMIRATA ini berlangsung tanggal 11-12 Mei 2012 yang diselenggarakan oleh FMIPA Universitas Negeri Medan bertempat di Hotel Madani-Medan. Dalam kesempatan ini, kami mengucapkan **SELAMAT DATANG DI KOTA MEDAN** kepada seluruh peserta rapat tahunan, baik pimpinan Fakultas, Jurusan /Program Studi serta para peserta seminar nasional bidang MIPA.

Adalah suatu kehormatan bagi FMIPA Universitas Negeri Medan yang telah diberi kepercayaan sebagai penyelenggara SEMIRATA tahun ini dengan tema: "Peran MIPA dalam Peningkatan Sumberdaya Manusia (SDM) dan Sumber Daya Alam (SDA)". SEMIRATA tahun ini diikuti oleh sekitar 600 orang peserta yang berasal dari 18 perguruan tinggi negeri, 3 perguruan tinggi swasta dan 1 Lembaga/Badan yang berada di wilayah Indonesia bagian barat. Untuk membuka wawasan kita tentang tema SEMIRATA tahun ini, maka kegiatan diawali dengan penyajian makalah utama yang disajikan oleh dua orang *keynote speaker* yaitu Prof.Dr.Syawal Gultom,MPd (Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Penjaminan Mutu Pendidikan Kemdikbud RI) dan Prof.Dr.Chairil Anwar (Dosen Jurusan Kimia/ Dekan FMIPA UGM). Selanjutnya, dilakukan seminar paralel yang membahas sebanyak 556 makalah hasil-hasil penelitian yang dikelompokkan dalam 5 bidang, yang diantaranya bidang **Matematika (71)**, **Fisika (78)**, **Kimia (117)**, **Biologi (126)** dan **Pendidikan MIPA (164)**. Makalah yang memenuhi syarat untuk penerbitan telah disusun dalam bentuk Prosiding dan telah dapat diperoleh peserta pada akhir kegiatan ini. Rapat tahunan Dekan dan Ketua Jurusan/Ketua Program Studi akan membahas situasi terkini dalam bidang pendidikan serta menyusun program BKS-PTN B Bidang MIPA yang dapat meningkatkan kualitas SDM dan pengelolaan SDA di masa mendatang. Untuk menikmati keindahan alam Sumatera Utara, kepada peserta kami tawarkan Paket Tour Parapat /Danau Toba yang akan diadakan pada hari Minggu tanggal 13 Mei 2012.

Dalam kesempatan ini, kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya pada bapak Plt.Gubernur Sumatera Utara, Rektor Universitas Negeri Medan, Ketua BKS-PTN B Bidang MIPA dan pihak sponsor PT.Multi Teknindo Infotronika yang telah memberi dukungan dana sehingga SEMIRATA ini dapat terlaksana. Sebagai ketua panitia pelaksana,saya mengucapkan terimakasih kepada seluruh personil kepanitiaan yang telah bekerja keras, sehingga kegiatan ini dapat diselenggarakan.

Jika masih terdapat kekurangan dalam hal pelayanan maupun penyelenggaraan kegiatan ini, maka kami lebih dahulu mohon maaf yang sebesar-besarnya. Akhirnya, kami mengucapkan selamat mengikuti kegiatan SEMIRATA 2012 di Universitas Negeri Medan,semoga kegiatan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 11 Mei 2012
Ketua Panitia,

Drs.Pasar Maulim Silitonga,MS

SEMIRATA BKS-PTN B MIPA 2012
Hotel Madani-Universitas Negeri Medan 11-12 Mei 2012

**SEMINAR &
RAPAT TAHUNAN
BKS-PTN B Tahun 2012**



BIDANG ILMU MIPA
Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat
FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
Jl. Willem Iskandar, Psr V Medan 20221 Telp. (061) 6625970 Medan
www.semirataunimed.com Email: semiratabks2012@yahoo.co.id

**KATA SAMBUTAN KETUA BKS-PTN B BIDANG MIPA
PADA SEMINAR DAN RAPAT TAHUNAN BADAN KERJASAMA PERGURUAN TINGGI NEGERI
WILAYAH BARAT (SEMIRATA BKS-PTN B)
BIDANG MIPA TAHUN 2012**

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur marilah senantiasa kita panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Kuasa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya kita dapat mengikuti suatu kegiatan akademik Seminar Nasional dan Rapat Tahunan BKS PTN Bidang MIPA yang diselenggarakan di Fakultas MIPA Universitas Negeri Medan (UNIMED) Medan. Kami mengucapkan selamat datang kepada seluruh peserta seminar dan peserta rapat tahunan, baik Dekan maupun Ketua Jurusan/Program Studi. Semoga kegiatan ini memberikan dampak positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya bidang MIPA dan aplikasinya. Kegiatan ini juga merupakan suatu wadah bagi pimpinan jurusan/fakultas untuk saling bertukar pengalaman dalam pengelolaan jurusan/fakultas.

Seminar dan Rapat Tahunan Bidang Ilmu MIPA Badan Kerjasama PTN Wilayah Barat (SEMIRATA BKS-PTN B), merupakan kegiatan tahunan yang pada tahun ini dilaksanakan oleh FMIPA Universitas Negeri Medan. Kegiatan yang dilaksanakan adalah Seminar Nasional dengan Tema "**Peran MIPA dalam pengembangan SDM dan SDA**", dengan *keynote speaker* yang hadir adalah Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd (Kepala badan SDMP dan PMP Kemdikbud RI) dan Prof. Dr. Chairil Anwar.(Jurusan Kimia FMIPA UGM/Dekan FMIPA UGM). Dalam kegiatan ini, peserta seminar / dosen dan peneliti akan mempresentasikan hasil-hasil penelitiannya sehingga akan terjadi saling bertukar informasi sejauhmana hasil penelitian yang telah diperoleh di berbagai institusi. Peserta seminar sekitar 600 orang yang berasal dari 18 perguruan tinggi negeri, 3 perguruan tinggi swasta dan 1 Lembaga/Badan yang berada di wilayah Sumatera, Kalimantan dan Jawa. Rapat Tahunan juga dihadiri oleh Dekan FMIPA, FKIP, FST, Ketua Jurusan/Program Studi Fisika, Kimia, Biologi, Matematika dan Pendidikan MIPA. Kami selaku Ketua BKS-PTN Wilayah Barat bidang MIPA mengucapkan terimakasih yang besar-besarnya kepada seluruh personil kepanitiaan yang telah bekerja keras untuk terselenggaranya kegiatan SEMIRATA ini.

Akhir kata, dengan memohon kepada Allah SWT, semoga apa yang kita harapkan pada kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan ini dapat terwujud dan kami mengucapkan selamat melaksanakan Seminar dan Rapat tahunan Badan Kerjasama PTN Wilayah barat bidang MIPA.

Wassalam,

Prof.Dr. Emriadi
Ketua BKS-PTN.B Bidang MIPA

SEMIRATA BKS-PTN B MIPA 2012
Hotel Madani-Universitas Negeri Medan 11-12 Mei 2012

**SEMINAR &
RAPAT TAHUNAN
BKS-PTN B Tahun 2012**



BIDANG ILMU MIPA
Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat

FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Jl. Willem Iskandar, Psr V Medan 20221 Telp. (061) 6625970 Medan
www.semirataunimed.com Email: semiratabks2012@yahoo.co.id

**KATA SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
PADA SEMINAR DAN RAPAT TAHUNAN BADAN KERJASAMA PERGURUAN TINGGI NEGERI
WILAYAH BARAT (SEMIRATA BKS-PTN B)
BIDANG MIPA TAHUN 2012**

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur marilah senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya kita dapat hadir di tempat ini untuk mengikuti kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) Badan Kerjasama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS-PTN B) Bidang Ilmu MIPA tahun 2012 yang diselenggarakan oleh FMIPA Universitas Negeri Medan. Kami mengucapkan **Selamat datang** kepada seluruh peserta rapat tahunan, baik Dekan maupun Ketua Jurusan/ Ketua Program Studi, para peserta seminar dan hadirin sekalian.

Sebagai anggota BKS-PTN Wilayah Barat, Universitas Negeri Medan berpartisipasi aktif dalam menyelenggarakan program/ kegiatan yang dapat meningkatkan kualitas sumberdaya manusia dan pengelolaan sumber daya alam di masa yang akan datang. Pada SEMIRATA tahun ini dilakukan Seminar Nasional dengan tema "**Peran MIPA dalam Pengembangan SDM dan SDA**", dengan *keynote speaker* Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd (Kepala Badan SDMP dan PMP Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI) dan Prof. Dr. Chairil Anwar (Jurusan Kimia FMIPA UGM/Dekan FMIPA UGM). Dalam SEMIRATA ini juga dilakukan rapat tahunan Dekan dan Ketua Jurusan/Ketua Program Studi akan membahas berbagai program BKS-PTN B Bidang MIPA sekaligus merupakan wadah bagi Dekan, Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi untuk saling bertukar pengalaman dalam pengelolaan Fakultas dan Jurusan di institusi masing-masing.

Rektor Universitas Negeri Medan mendukung sepenuhnya pelaksanaan SEMIRATA ini serta mengucapkan terimakasih kepada seluruh personil kepanitiaan yang telah bekerja keras, sehingga kegiatan ini dapat diselenggarakan. Saya mengharapkan semoga kegiatan ini dapat memberi manfaat positif terhadap pengembangan kualitas SDM dan pengelolaan SDA di masa yang akan datang.

Akhir kata, jika masih terdapat kekurangan dalam penyelenggaraan kegiatan ini, atas nama civitas akademika Universitas Negeri Medan, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya. Saya mengucapkan selamat mengikuti kegiatan SEMIRATA 2012, dengan memohon kepada Allah SWT, semoga apa yang kita harapkan pada kegiatan seminar dan rapat tahunan ini dapat terwujud.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Prof. Dr. Ibnu Hajar, MSi
Rektor Universitas Negeri Medan

SEMIRATA BKS-PTN B MIPA 2012
Hotel Madani-Universitas Negeri Medan 11-12 Mei 2012

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar dari Editor	
Kata Sambutan Ketua Panitia	
Kata Sambutan Ketua BKS-PTN B Bidang MIPA	
Kata Sambutan Rektor Universitas Negeri Medan	
DAFTAR ISI	
Adil Ginting Sintesis 9-N-Pentoksi 10 –Hidroksi N –Pentil Stearat Dari Asam Oleat	1 - 4
Adlis Santoni Karakterisasi Dan Uji Antioksidan Santon Dari Kulit Buah Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L)	5 - 8
Admin Alif Pengaruh Frekuensi Pada Nilai Kapasitansi Resin Damar Mata Kucing (<i>Shorea Javanica</i>)	9 - 12
Afrizal Itam Aktifitas Ekstrak <i>Sonchus Arvensis</i> Terhadap Kalsium Oksalat Yang Merupakan Komponen Utama Batu Ginjal	13 - 16
Ahmad Budi Junaidi CHITOSAN COATING ON COTTON MATERIAL BY CELLULOSE OXYDATION METHOD	17 - 22
Amir Hamzah Siregar Pembuatan Dan Karakterisasi Termoplastik Elastomer Dari Polipropilena - Karet Etylen Propylene Diene Monomer-Abu Ban Bekas Dengan Penambahan Divinilbenzena	23 - 28
Amrin Ekstraksi Ion Besi (III) Mangan (II) Dalam Bijih Besi Yang Berasala Dari Solok Selatan Menggunakan Amonium Pirohildin Dithio Carbamat Sebagai Pengompleks	29 - 35
Andriayani sintesis material mesopori silika menggunakan natrium risinoleat sebagai template dengan variasi penundaan waktu penambahan tetraetil ortosilikat, waktu pengadukan dan temperatur	36 - 42
Budhi Oktavia Pengembangan Metode Analisis Sakarin dan Kafein dengan Fasa Gerak Metanol : Buffer Asetat Menggunakan HPCL	43 - 48
Buhani Adsorpsi-desorpsi Multilogam (Cd, Cu, Zn, Ag, dan Ca) pada Adsorben <i>Nannochloropsis</i> sp-silika Tercetak Ion Cd(II)	49 - 53
Bustanul Arifin isolasi triterpenoid dari fraksi yang aktif sebagai antibakteri dari buah senduduk (<i>melastoma malabathricum</i> l.)	54 - 57
Cut Fatimah Zuhra sintesis pati asetat melalui asetilasi pati buah sukun (<i>artocarpus altilis</i>) dengan asetat anhidrat menggunakan katalis asam sulfat	58 - 62
Darwin Yunus Nasution karakterisasi papan partikel yang terbuat dari bambu betung (<i>dendrocalamus</i>)	63 - 69
Dede Sukandar karakterisasi fraksi aktif antidiabetes ekstrak daun pandan wangi (<i>p. amaryllifolius</i> roxb.)	70 - 75
Desy Kurniawati Penentuan Kandungan Besi (Fe) Dan Magnesium (Mg) Dalam Bijih Mangan Secara Spektrofotometri Serapan Atom	76 - 80
Devi Silsia pemanfaatan zeolit alam sebagai adsorben untuk meningkatkan kualitas limbah cair pulp <i>biokraft</i>	81 - 85
Dian Herasari Pemurnian dan Karakterisasi Enzim Protease dari Isolat Bakteri Air Hutan Bakau	86 - 92
Diky Hidayat Sebaran Logam Berat Kromium (Cr) Pada Sedimen Di Muara Sungai Way Kuala Bandar Lampung	93 - 97
Djaswir Darwis Isolasi Dan Uji Bioaktifitas Kumarin Fraksi Etil Asetat Dari Seledri (<i>Apium graveolens</i> L.)	98 - 103

Kamisah D. Pandiangan	Uji Pendahuluan Transesterifikasi Minyak Kelapa Menggunakan Katalis Heterogen NiO/SiO ₂ - Dan Dimetil Sulfat Sebagai Donor Gugus Metil Non-Alkohol	193	-	197
Mai Efdi	Isolasi Kumarin Dan Uji Antioksidan dari Fraksi Etil Asetat Kulit Batang Kecapi (<i>Sandoricum koetjape</i>)	198	-	201
Manihar Situmorang	Pengembangan Biosensor Sebagai Intrusmen Analisis Untuk Penentuan Kolestrol Di Dalam Makanan Tradisional	202	-	206
Marham Sitorus	Produk CLA (Conjugated Linoleid Acid) dari Risinnoleat Minyak Jarak (Castor Oil)	207	-	219
Maria Erna	Sintesis, Interaksi dan Karakterisasi Karboksimetil kitosan dengan ion Fe	220	-	224
Marniati Salim	Pemanfaatan Umbi Talas (<i>Colocasiagigantea Hook F</i>) untuk Memproduksi Bioetanol UNTUK MEMPRODUKSI BIOETANOL	225	-	229
Mawardi	Sifat Pertukaran Ion Biomassa Alga Hijau <i>Cladophora fracta</i> Pada Biosorpsi Kation Pb ²⁺ dan Cd ²⁺ Dalam Larutan	230	-	234
Mimpin Ginting	Pembuatan dan karakterisasi Sabun natrium Polihidroksi Stearat Campuran Hasil Transformasi Asam Lemak Bebas hasil Sampingan Pengolahan Minyak Goreng dari Minyak Kelapa Sawit	235	-	240
Muhdarina	Isoterm Adsorpsi Cobalt (II) dari Media Air Oleh Lempung Alam Cengar Secara Batch	241	-	246
Ni Luh Gede Ratna Juliasih	Aplikasi Atomic Force Microscope (Afm) Untuk Analisa Lapisan Permukaan Pada Kemasan Makanan Kaleng	247	-	252
Noer Komari	Kajian Adsorpsi Pb Dan Zn Pada Biomassa <i>Imperata cylindrica</i>	253	-	259
Nora Susanti	Pengaruh Pembawa Hidroksipropil Metil selulosa Ftalat (HPMCP HP 55) Terhadap Profil Disolusi Ketoprofen Dalam Bentuk Dispersi Padat Pada Medium Lambung	260	-	263
Norman Ferdinal	PEMURNIAN CATECHIN DARI GAMBIR KOTO PANJANG, PESISIR SELATAN	264	-	268
Olly Norita Tetra	KINETIKA TRANSPOR FENOL DENGAN ZAT PEMBAWA N,N-DIMETILASETAMIDA MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH	269	-	273
P. Maulim Silitonga	Pengaruh Piridoksin dan Dosis Antigen Terhadap Biosintesis Immunoglobulin	274	-	282
Rahmiana Zein	Pemisahan Anion Dengan Kromatografi Ion Sistem Kapiler	283	-	287
Ramlan Silaban	Pengaruh Berat Molekul Kitosan Terhadap Aktivitas Enzim d-Alad Mencit <i>Mus musculus L.</i> strain BALBC Yang Dipapar Plumbum	289	-	300
Refilda	Pembuatan kompos dari tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan lumpur aktif pt. Coca-cola sebagai aktivator	301	-	306
Rini	Pemanfaatan Fly Ash Untuk Mengatasi Sifat Kering Tak Balik (Irreversibel Drying) Pada Tanah Gambut Rimbo Panjang Riau	307	-	312
Rudy Situmeang	Ni _x Co _y Fe _{1-x-y} O ₄ NANOCATALYST:- Preparation And Characterization	313	-	318
Sovia Lenny	Isolasi Senyawa Flavonoid Dari Daun Tumbuhan Iler (<i>Coleus atropurpureus Benth</i>)	319	-	323
Sri Benti Etika	SINTESA ASAM OKSALAT DARI SABUT PINANG (<i>Areca catechu L</i>)	324	-	327

SIFAT PERTUKARAN ION BIOMASSA ALGA HIJAU CLADOPHORA FRACTA PADA BIOSORPSI KATION Pb^{2+} DAN Ca^{2+} DALAM LARUTAN

Mawardi

Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang,
Padang 25131, Indonesia e-mail koresponden : mawardianwar@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat pertukaran ion biomassa alga hijau *Cladophora frakta* sebagai biosorbent pada biosorpsi kation Pb^{2+} dan Cd^{2+} dalam larutan. Juga dipelajari pengaruh pH dan pengaruh penggunaan larutan HNO_3 0,1 M dan H_2O untuk mendesorpsi masing-masing kation Pb^{2+} dan Ca^{2+} . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara selektif, lebih mudah terjadi pertukaran kation Ca^{2+} (asam keras) dengan kation Pb^{2+} (asam intermediate) dibandingkan pertukaran kation Pb^{2+} dengan Ca^{2+} . Biomassa alga hijau *C. frakta*, yang telah memuat kation Ca^{2+} sebesar 3,125 mg, setelah dielusi dengan larutan kation Pb^{2+} menyebabkan kation Ca^{2+} yang terdesorpsi sebesar 51,04%, perlakuan sebaliknya menyebabkan kation Pb^{2+} yang terdesorpsi hanya sebesar 17,98%. Elusi biomassa alga hijau *C. frakta* yang memuat kation Ca^{2+} dengan larutan HNO_3 0,1 M, menyebabkan terdesorpsinya kation Ca^{2+} sekitar 37,91%, sementara elusi biomassa alga yang memuat kation Pb^{2+} dengan larutan HNO_3 0,1 M, dapat mendesorpsi kation Pb^{2+} sekitar 28,10%.

Kata Kunci : biosorpsi, *Cladophora frakta*, pertukaran ion, desorpsi

ION EXCHANGE PROPERTIES OF THE GREEN ALGAE CLADOPHORA FRACTA BIOMASS AT BIOSORPTION OF CATIONS Ca^{2+} AND Pb^{2+} IN AQUEOUS SOLUTION

Mawardi

Laboratory of Analytical Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
State University of Padang, Padang 25 131, Indonesia
e-mail koresponden : mawardianwar@yahoo.com

ABSTRACT

This research aims to study the ion exchange properties of green algae *Cladophora frakta* biomass as a biosorbent in biosorption cations Pb^{2+} and Cd^{2+} in aqueous solution. Also studied the influence of pH and the effect of using a solution of HNO_3 0.1 M and H_2O remedy kation mendesorpsi each Pb^{2+} and Ca^{2+} . These results indicate that the selective, preferentially Ca^{2+} exchange cations (hard acids) with the cation Pb^{2+} (intermediate acid) cation exchange of Pb^{2+} compared with Ca^{2+} . Green algal biomass *C. frakta*, which already contained the Ca^{2+} cations of 3.125 mg, once eluted with a solution of Pb^{2+} cations causes Ca^{2+} cations are desorption of 51.04%, the treatment of Pb^{2+} cations in turn causes the desorbed only amounted to 17.98%. Elution of the green algal biomass *C. frakta* containing Ca^{2+} cations with 0.1 M HNO_3 solution, leading to Ca^{2+} cations desorbed approximately 37.91%, while the elution of algae biomass containing Pb^{2+} cations with 0.1 M HNO_3 solution, Pb^{2+} cations can desorbed approximately 28.10%.

Key Word : biosorpsi, *Cladophora frakta*, pertukaran ion, desorpsi

PENDAHULUAN

Logam-logam berat seperti timbal, krom, kadmium, merkuri, nikel, tembaga, dan arsen merupakan salah satu kandungan limbah cair industri yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap (Park, 2005; Kumar, 2006; Chergui, 2007). Selain secara kimia dan fisika yang telah umum digunakan, pada saat ini banyak dikembangkan pemisahan logam berat dari limbah cair dengan memanfaatkan kemampuan beberapa mikroorganisme, seperti alga, ragi, jamur dan bakteri, dalam menyerap logam-logam berat dari lingkungan eksternalnya secara efisien (Ahalya, 2005; Chergui, 2007; Mawardi, 1997; Maward, 2008; Mawardi 2011).

Alga hijau (Chlorophyta) diantaranya *Cladophora frakta sp.*, telah diteliti dan ditemukan, bersama 13 jenis alga lain dari kelompok Chlorophyta, di tiga sungai di Kota Padang (Afrizal, 1999). Menurut Pritchard dan Bradt (1984), dinding sel Chlorophyta disusun oleh lapisan selulosa yang mengandung polimer linier dari molekul-molekul glukosa, glikoprotein dan lapisan terluar yang mengandung pektin. Selubung sel disusun oleh polimer-polimer manosa atau ksilosa serta asam-asam amino, khususnya hidroksiprolin.

Biosorpsi adalah proses penyerapan logam secara *metabolism-independent*, terjadi pada sel hidup dan mati. Proses biosorpsi melibatkan interaksi ionik, polar, interaksi gabungan dan mineralisasi antara logam dengan biopolimer (makromolekul), diantaranya protein dan polisakarida, fosfomanan, chitin dan chitosan, sebagai sumber gugus fungsional yang berperan penting dalam mengikat ion logam. Gugus ligan yang tersedia merupakan gugus bermuatan negatif seperti gugus karboksilat, amina, tiolat, hidroksida, imidazol, sulfhidril,

fosfodiester, dan gugus fosfat, yang berkoordinasi dengan atom pusat logam melalui pasangan elektron bebas (Hughes dan Poole, 1990; Barros, dkk 2006)

Kemampuan ion logam membentuk senyawa koordinasi tergantung pada daya mempolarisasinya, yang ditentukan oleh perbandingan antara muatan dan jari-jari ion logam yang bersangkutan. Suatu kation dengan daya mempolarisasi tinggi "disenangi" oleh ligan sebagai pusat muatan positif berkepadatan tinggi, sehingga menghasilkan interaksi yang kuat. Sementara suatu ligan yang mempunyai atom donor dengan keelektronegatifan tinggi merupakan suatu basa keras, sedangkan ligan dengan atom donor yang mudah terpolarisasi adalah basa lunak (Wood dan Wang, 1993). Kation Pb^{2+} sebagai asam intermedial, sedangkan Cd^{2+} asam lunak (Pearson, 1983), kation yang bersifat asam kuat dan *intermediate* dapat berinteraksi relatif kuat dengan ligan, baik yang bersifat basa keras seperti fosfat, maupun yang bersifat basa lunak. Dengan demikian keberadaan suatu kation tertentu dalam larutan bersama-sama dengan kation lain diduga akan saling mempengaruhi penyerapan biomassa karena terjadi kompetisi dalam berikatan dengan gugus fungsi tertentu.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat pertukaran ion biomassa alga hijau *Chladophora fracta* sebagai biosorbent pada biosorpsi kation Pb^{2+} dan Ca^{2+} dalam larutan. Juga dipelajari pengaruh pH dan pengaruh penggunaan larutan HNO_3 0,1 M dan H_2O untuk mendesorpsi masing-masing kation Pb^{2+} dan Ca^{2+} .

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah : Peralatan gelas, Shaker, pH meter, Spektrofotometer serapan Atom (Analyst 100, Perkin Elmer). Bahan yang digunakan adalah : Alga hijau (*Chlorophyta*), kristal timbal nitrat ($Pb(NO_3)_2$), Kalsium nitrat ($Ca(NO_3)_2$), Asam nitrat (HNO_3) 65 %, Ammonia (NH_3) 25 % dan Aquades bebas ion.

Prosedur penelitian.

Penyiapan Biomassa. Biomassa alga hijau di peroleh dari perairan sungai Batang Air Dingin, Padang. Alga dicuci, dikeringkan di udara terbuka (tanpa kena cahaya matahari langsung), dicuci dengan larutan asam nitrat 1% sebanyak tiga kali kemudian dibilas sampai akuades hasil pencucian kembali netral, kembali dikeringkan dengan cara yang sama sampai diperoleh berat tetap. Biomassa disimpan dalam desikator dan siap digunakan sebagai biosorbent.

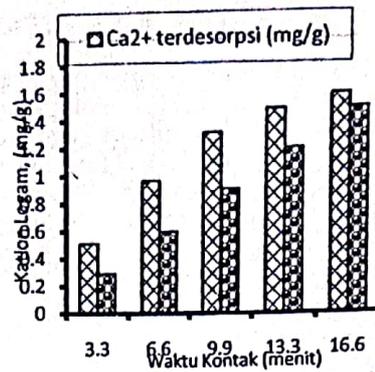
Mempelajari Karakter Pertukaran Ion Biomassa dan Pengaruh pH. Biomassa *C. fracta* murni disiapkan masing-masing sebanyak 1 gram dikontakkan masing-masing dengan 25 mL larutan Pb^{2+} 150 ppm pada pH 4 ke. Dishaker selama 1 jam dengan kecepatan 150 ppm, kemudian ditentukan konsentrasi kation Pb^{2+} yang terserap. Biomassa yang termuat kation Pb^{2+} dikemas dalam masing-masing kolom kerja kemudian dielusi dengan 25 mL larutan Ca^{2+} 130 ppm masing-masing dengan pH 3, 4 dan 5 serta 25 mL akuades dan 25 mL asam nitrat 0,1 M dengan laju alir 1,5 mL/menit. Eluet yang diperoleh ditentukan konsentrasi kation Pb^{2+} terdesorpsi dan Ca^{2+} yang teradsorpsi. Pekerjaan sebaliknya dilakukan dengan menggunakan kation Ca^{2+} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selektifitas dan Pertukaran Kation Ca^{2+} dan Pb^{2+} .

Selektifitas dan sifat pertukaran kation biomassa alga hijau *C. fracta* terhadap masing-masing kation Ca^{2+} dan Pb^{2+} terlihat pada Gambar 1. Hasil yang diperoleh memperlihatkan terjadinya pertukaran kation Ca^{2+} , yang bersifat asam keras dengan kation Pb^{2+} , yang merupakan unsur logam berat dan bersifat asam *intermediate*. Data juga memperlihatkan bahwa pertukaran kation Ca^{2+} (asam keras) dengan kation Pb^{2+} (asam *intermediate*) lebih mudah terjadi dibandingkan pertukaran sebaliknya.

Biomassa alga hijau *C. fracta*, yang telah memuat kation Ca^{2+} sebesar 3,125 mg, setelah dielusi dengan larutan kation Pb^{2+} 130 ppm (mengandung kation Pb^{2+} sekitar 3,25 mg) menyebabkan kation Ca^{2+} yang terdesorpsi sebesar 1,595 mg (sekitar 51,04%), sedangkan kation Pb^{2+} teradsorpsi sebesar 1,60 mg. Pertukaran sebaliknya, pada Gambar 1.b, dimana biomassa alga hijau *C. fracta* yang memuat kation Pb^{2+} sebesar 2,67 mg dielusi dengan larutan kation Ca^{2+} 130 ppm (mengandung sekitar 3,25 mg kation Ca^{2+}), menyebabkan kation Pb^{2+} yang terdesorpsi hanya sebesar 0,48 mg (sebesar 17,98 %), dan pada kondisi yang sama kation Ca^{2+} teradsorpsi sebesar 0,51 mg.



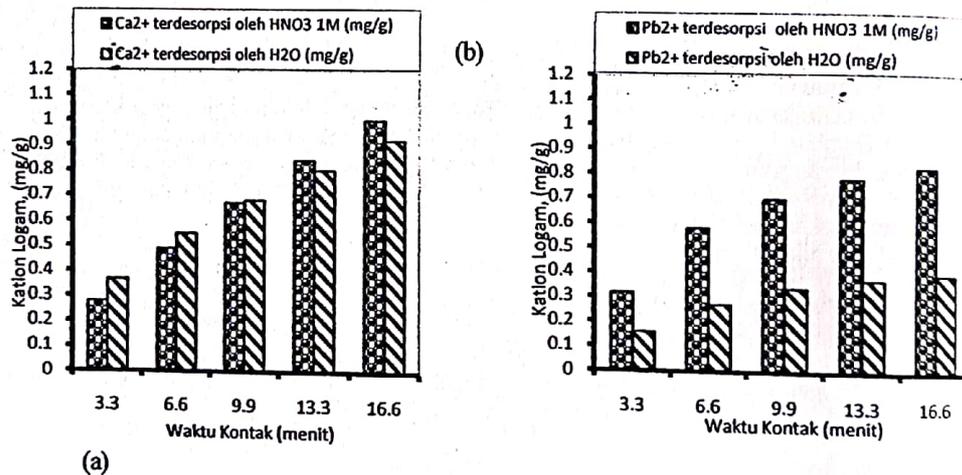
Gambar 1. Sifat selektifitas dan pertukaran kation biomassa alga hijau *C. Fracta* yang dimuat dengan kation Ca^{2+} kemudian dielusi dengan larutan kation Pb^{2+} (a) dan sebaliknya (b) (1,0 g biomassa, 25 ml larutan kation dengan konsentrasi 150 ppm, pH 4,0 dengan laju alir 1,5 mL/menit).

Analisis kuantitatif EDX terhadap biomassa alga hijau (*Chlorophyta*) diperoleh data bahwa unsur penyusun biomassa adalah karbon, nitrogen, oksigen masing-masing sekitar 8,76 %, 30,09 % dan 55,83 %, disamping juga terdapat unsur fosfor, belerang, silikon dan kalium masing-masing 1,21 %, 1,26 %, 0,73 % dan 1,73 %, sedangkan indentifikasi gugus-gugus fungsi yang terkandung dalam makromolekul penyusun biomassa alga hijau (*Chlorophyta*) mumi memperlihatkan bahwa dalam biomassa terkandung gugus-gugus karboksilat, amina, amida, amino, karbonil dan hidrosil, disamping adanya senyawa silikon, belerang dan fosfor. (Mawardi, 2008). Berdasarkan data ini maka diharapkan proses biosorpsi kation logam oleh biomassa akan melibatkan mekanisme pertukaran ion, disamping bentuk interaksi lain, seperti pembentukan kompleks yang secara keseluruhan melibatkan interaksi ionik, interaksi polar atau interaksi gabungan, antara kation logam dengan gugus fungsional. Menurut Volesky, (1995), pengikatan ion logam selama proses biosorpsi melibatkan proses yang kompleks, seperti pertukaran ion, kompleksasi, interaksi elektrostatik dan mikropresipitasi, sedangkan mekanisme pertukaran ion, terutama, terjadi dengan melibatkan gugus-gugus karboksil dan fosfat, disamping, sebagian kecil, juga melibatkan gugus hidrosil dan amina (Chojnacka, 2005).

Kation Pb^{2+} yang bersifat asam *intermediate* diharapkan dapat membentuk ikatan yang lebih kuat dengan gugus fungsi yang bersifat basa *intermediate* dalam biomassa seperti gugus amina dan amida, dibanding gugus karboksil dan hidrosil yang bersifat basa keras dan gugus karbonil yang bersifat basa lunak. Sementara kation Ca^{2+} , yang bersifat asam keras, diharapkan akan berikatan lebih kuat dengan gugus karboksil dan hidrosil yang bersifat basa keras dibandingkan dengan gugus amina dan amida, yang bersifat basa *intermediate*.

Karakterisasi Desorpsi Kation Ca^{2+} dan Pb^{2+} Dengan Larutan HNO_3 0,1 M dan H_2O .

Karakterisasi desorpsi untuk perolehan kembali kation logam yang telah termuat dalam biomassa alga hijau *C. fracta* dengan larutan asam nitrat, HNO_3 0,1 M dan air, H_2O , sebagai eluen, seperti terlihat pada



Gambar 2. Pertukaran kation Ca^{2+} (pH 4, konsentrasi 150 ppm) dengan HNO_3

1 M dan H₂O (1g biomassa / 25 ml larutan, waktu kontak 60 menit, dengan laju alir 1,5 ml/mnt).

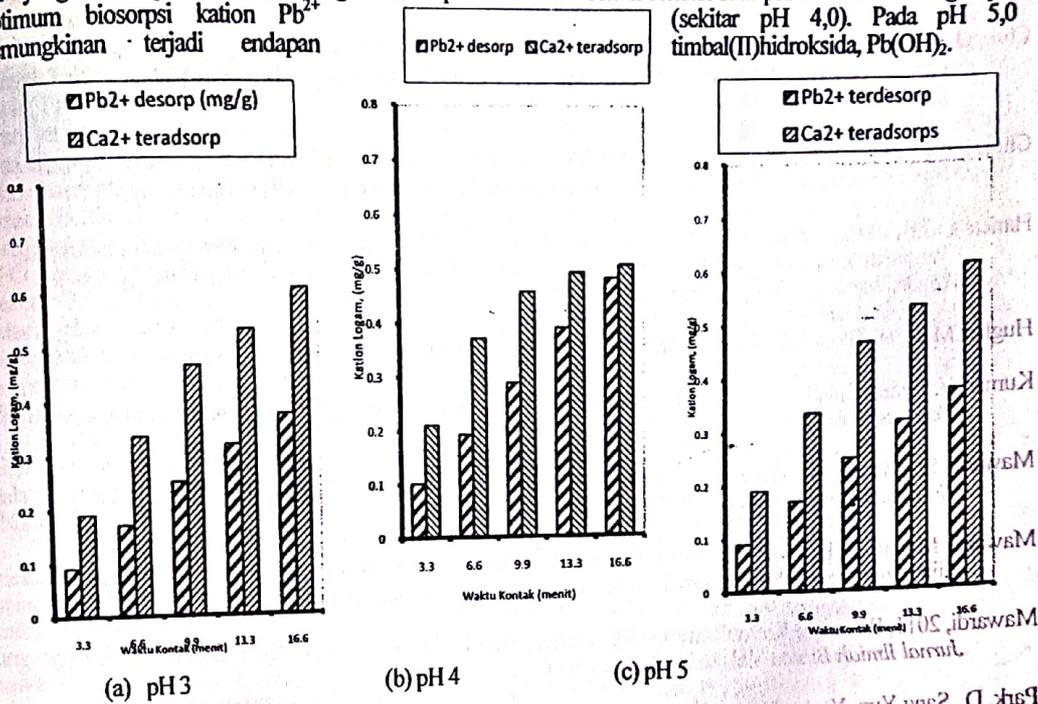
Data yang diperoleh memperlihatkan bahwa elusi biomassa alga hijau *C. frakta* yang memuat kation biomassa alga yang memuat kation Pb²⁺ dengan larutan HNO₃ 0,1 M, dapat mendesorpsi kation Pb²⁺ sekitar 28,10%. Elusi biomassa, masing-masing memuat kation Ca²⁺ dan kation Pb²⁺, dengan H₂O menyebabkan terdesorpsinya masing-masing kation sebesar 34,75% untuk kation Ca²⁺ dan hanya sekitar 15,56% untuk kation Pb²⁺.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa desorpsi kation Ca²⁺ dengan larutan HNO₃ dan H₂O relatif tidak berbeda (masing-masing 37,91% dan 34,75%), sedangkan desorpsi kation Pb²⁺ dengan larutan HNO₃ dan H₂O memperlihatkan hasil yang relatif berbeda (masing-masing 28,10% dan 15,56%), sehingga memperkuat kesimpulan bahwa interaksi antara kation Ca²⁺ (asam keras) dengan pusat aktif bersifat basa keras seperti gugus karboksilat, membentuk interaksi ionik, sehingga lebih mudah terionisasi, baik dalam pelarut H₂O atau larutan HNO₃ 0,1 M. Sedangkan kation Pb²⁺ (asam intermediate) akan berinteraksi lebih kuat dengan pusat aktif berupa gugus fungsi yang bersifat basa intermediate, seperti gugus amina dan amida, disamping dengan gugus fungsi yang bersifat basa keras, seperti gugus karboksil dan hidroksida, maupun gugus yang bersifat basa lemah, seperti gugus karbonil, membentuk senyawa kompleks, sehingga relatif sulit terdesorpsi dengan eluen H₂O dibanding eluen larutan HNO₃.

Pengaruh pH Eluen Terhadap Desorpsi Kation Pb²⁺

Pengaruh pH larutan kation Ca²⁺, sebagai eluen, terhadap desorpsi kation Pb²⁺, seperti terlihat pada Gambar 3 (a-c). Berdasarkan data yang diperoleh terlihat pH mempengaruhi proses adsorpsi maupun desorpsi masing-masing kation. Secara umum terlihat bahwa

semakin tinggi pH larutan eluen maka kation Pb²⁺ terdesorpsi semakin berkurang, sebaliknya kation Ca²⁺ yang teradsorpsi semakin meningkat. Desorpsi kation Pb²⁺ relatif rendah saat pH eluen sama dengan pH optimum biosorpsi kation Pb²⁺ kemungkinan terjadi endapan (II)hidroksida, Pb(OH)₂.



Gambar 3. Pengaruh pH larutan kation Ca²⁺, sebagai eluen, terhadap karakteristik desorpsi kation Pb²⁺ (1g biomassa / 25 ml larutan, waktu kontak 60 menit, dengan laju alir 1,5 ml/mnt).

Berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa peningkatan jumlah kation Ca^{2+} yang terserap, pada pH 4,0 dan 5,0 relatif tidak mempengaruhi jumlah kation Pb^{2+} yang terdesorpsi. Hal ini memperlihatkan bahwa gugus fungsi dalam biomassa alga hijau *C. fracta* yang terlibat dalam biosorpsi masing-masing kation bersifat spesifik dan selektif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses biosorpsi masing-masing kation Ca^{2+} dan Pb^{2+} dalam biomassa alga hijau *C. fracta* bersifat spesifik dan selektif.
2. Proses interaksi antara kation Ca^{2+} (asam keras) dan kation Pb^{2+} (asam *intermediate*) dengan pusat aktif (gugus fungsi) dalam biomassa *C. fracta* dapat terjadi melalui proses pertukaran kation.
3. Interaksi antara kation Ca^{2+} (asam keras) dengan biomassa membentuk interaksi ionik, sedangkan dengan kation Pb^{2+} (asam *intermediate*) membentuk kompleks, sehingga relatif sulit terdesorpsi dengan eluen H_2O dibanding eluen larutan HNO_3 .

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme proses biosorpsi melalui pembentukan senyawa kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal S., Chairul dan Suwirman. 1999, *Alga Mat dan Beberapa Aspek Ekologinya Pada Beberapa Sungai Dalam Kodya Padang*, Laporan Penelitian, FPMIPA UNAND, Padang.
- Barros, M.A.J, Prasad, S., Leite, V.D, Souza A.G, 2006, The Process Of Biosorption Of Heavy Metals In Bioreactors Loaded With Sanitary Sewage Sludge, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, Vol. 23, No. 02, 153-162
- Chergui, A, Bakhti, M.Z, Chahboub, A., Haddoum, S., Selatnia, A., and Junter, G.A, 2007, Simultaneous biosorption of Cu^{2+} , Zn^{2+} and Cr^{6+} from aqueous solution by *Streptomyces rimosus* biomass, *Desalination*, 206, 179-184
- Chojnacka, K., Chojnacki, A., and Gorecka, H., 2005, Biosorption of Cr^{3+} , Cd^{2+} dan Cu^{2+} ions by blue-green algae *Spirulina sp.*: kinetics, equilibrium and the mechanism of process, *Chemosphere*, 59, 75-84
- Hancock, J.C, 1996a, Novel Concepts in Bioremediation of Metal Pollution and in Biotreatment of Industrial Waste, in *Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation*, IUC Biotechnology Gadjah Mada University, Yogyakarta, September 18-20, 1996
- Hughes, M. N. and Poole, R. K., 1990, *Metals and Microorganism*, Chapman and Hill, London.
- Kumar, V.V., and Kaladharan, 2006, Biosorption of metals from contaminated water using seaweed, *Current Science*, Vol. 90, No. 9, 1263-1267
- Mawardi, Sugiharto, E.Mudjiran dan Prijambada, Irfan D., (1997), Biosorpsi Timbal(II) Oleh Biomassa *Saccharomyces cerevisiae*, *BPPS-UGM*, 10 (2C), 203-213.
- Mawardi, Munaf, E.; Kosela, S., Wibowo, W, 2008, Kajian Biosorpsi Kation Timbal(II) Oleh Biomassa Alga Hijau *Spirogyra subsalsa*, *Jurnal Ilmiah Saintek*, Vol X No.2. pp. 163-198
- Mawardi, 2011, Biosorpsi Kation Tembaga (II) dan Seng (II) oleh Biomassa Alga Hijau *Spirogyra subsalsa*, *Jurnal Ilmiah Biota*, Vol. 16 No.2, pp. 269-277
- Park, D., Sang Yun, Y., Jo, J.H., and Park, J.M., 2005, Mechanism of chromium removal by dead fungal biomass of *Aspergillus niger*, *Water Research*, 39, 533-540
- Pritchard, H. N and Bradt, P.T., 1984, *Nonvascular Plants*, Times Mirror Mosby College Publishing, Toronto.
- Volesky, B. and Hollan, Z. R., 1995, Biosorption of Heavy Metals, *Biotechnol. Prog.*, 11, 253-250.
- Wood, J.M dan Kang Wang, H., (1983), Microbial Resistance to Heavy Metals,