



# PROSIDING

## SEMIRATA 2014

### Bidang MIPA BKS-PTN-Barat

"Integrasi sains MIPA untuk mengatasi masalah pangan, energi, kesehatan, reklamasi, dan lingkungan"

IPB International Convention Center dan Kampus IPB Baranangsiang, 9-11 Mei 2014

**BUKU 5**

## KIMIA I (Sains, Integrasi dan Pendidikan)

Diterbitkan oleh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor



ISBN 978-602-70491-0-9

ISBN : 978-602-70... Editor dan Reviewer

## PROSIDING

### Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang MIPA 2014

#### Direktor Editor

- Drs. Ali Kusnanto, MSi.
- Dr. Heru Sukoco
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Auzi Asfarian, M.Kom
- Wulandari, S.Komp
- Dean Apriana Ramadhan, S.Komp

#### Editor Utama

- Dr. Rika Raffiudin
- Dr. Ence Darmo Jaya Supena
- Dr. Utut Widyastuti
- Prof. Dr. Purwantiningsih
- Dr. Tony Ibnu Sumaryada
- Dr. Imas Sukaesih Sitanggang
- Dr. Wisnu Ananta Kusuma
- Dr. drh. Sulistyani, MSc.
- Dr. Indahwati
- Dr. Sobri Effendi
- Drs. Ali Kusnanto, MSi.

#### Editor Pembantu

- Sodik Kirono

#### Reviewer

#### Bidang Kimia

- Prof.Dr. Purwantiningsih, MS
- Sri Sugiarti, P.hD
- Dr. M Rafi
- Dr. Novriyandi Hanif
- Dr. Irmanida Batubara
- Dr. Deden Saprudin, M.Si
- Prof.Dr.Dra. Dyah Iswanti, M.Agr
- Budi Arifin, S.Si, M.Si
- Dr. Eti Rohaeti, MS
- Prof.Dr.Ir. Tun Tedja Irawadi, MS
- Dr. Sri Mulijani, MS
- Prof. Ir. Suminar S. Achmadi, MSc, PhD
- Dr. Henny Purwaningsih, SSI, MSI

#### Bidang Biokimia

- Dr. Sulistyani
- Dr. Suryani, M.Sc
- Dr. Syamsul Falah, S.Hut, M.S

## Daftar Isi

	Halaman
Editor dan Reviewer .....	iv
DESAIN PRIMER INTERNAL UNTUK KLONING GEN XILANASE ASAL ISOLAT BAKTERI TERMOFILIK DARI SUMBER AIR PANAS TANJUNG SAKTI Henri Yohandini, Muharni .....	14
ISOLASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ASAM LAKTAT SEBAGAI AGENSI PROBIOTIK DARI FERMENTASI <i>PULP</i> KAKAO ( <i>Theobroma cacao</i> ) Riry Novianty, Sumaryati Syukur, Abdi Dharmha .....	19
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN <i>IN VIVO</i> EKSTRAK ETANOL BENALU CAMPURAN ( <i>Lorantaceae</i> ) PADA TANAMAN TEH Andal Yakinudin, Dessy Emalia, Sulistiyani .....	28
PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SARI TEBU-PEG-MDI TERHADAP SIFAT PEREKAT POLIURETAN Ani Sutiani .....	38
DEVELOPMENT OF POTENTIOMETRIC SENSOR-COATED WIRE CYANIDE ION SELECTIVE ELECTRODE BASED ALIQUAT336 MEMBRANES FOR CYANIDE DETERMINATION IN GADUNG ( <i>Dioscorea hispida Dennus</i> ) Atikah, Hermin Sulistyarti, Bambang Siswoyo, Atika Ayuningtyas .....	47
PEMANFAATAN KALENG MINUMAN BEKAS PAKAI SEBAGAI BAHAN DASAR KOAGULAN BERBASIS ALUMINIUM Betty Marita Soebrata, Adit Yuliansyah, Mohammad Khotib .....	55
ASPEK GEOKIMIA ORGANIK FRAKSI <i>MIDDLE OIL</i> PRODUK PENCAIRAN BATUBARA SUB-BITUMINOUS R. Y. Perry Burhan, Agus Wahyudi, Yulfi Zetra, Anggi Syahbana dan Suprpto .....	63
IDENTIFIKASI DAN PENENTUAN KADAR HIDROKARBON POLISIKLIK AROMATIK (PAH) PADA SEDIMEN SUNGAI CILIWUNG Rinawati, Hideshige Takada .....	73
DETERJEN DENGAN ZAT PEMBANGUN ZEOLIT 4A DARI ABU LAYANG BATUBARA UNTUK MENGATASI PENCEMARAN LINGKUNGAN Iis Siti Jahro, Tita Juwitaningsih .....	79
PENGOPTIMUMAM FASE GERAK KROMATOGRAFI CAIR KINERJA TINGGI UNTUK S:DIK JARI TEMU PUTIH ( <i>Curcuma zedoaria</i> ) Irmanida Batubara, Eti Rohaeti, Badrunanto .....	89
ISOLASI LEKTIN PADA BATANG TANAMAN <i>BETADIN</i> ( <i>Jatropha multifida Linn</i> ) DAN UJI HEMAGLUTINASI TERHADAP DARAH MANUSIA SEHAT GOLONGAN ABO Agus Sundaryono, Aceng Ruyani, Amir Hamzah .....	98
PRODUKSI SABUN DENGAN BAHAN BAKU MINYAK JARAK ( <i>CASTOR OIL</i> )	

Marham Sitorus, Hetty Haryaiti .....	107
IMPLEMENTATION OF DEMONSTRATION METHOD TO INCREASE STUDENT'S ACHIEVEMENT OF LEARNING ELECTROLYTE AND NONELECTROLYTE SOLUTION	
Dessy Ratna Sari.....	112
KEMAMPUAN PENALARAN LOGIS MATEMATIK MAHASISWA DALAM BEKERJA ILMIAH PADA PRAKTIKUM KIMIA DASAR BERBASIS INKUIRI	
Ida Farida Ch, Cucu Zenab Subarkah, Lia Sri Mulyati.....	119
THE EFFECTIVENESS OF COMPUTER-BASED MAP CONCEPT MEDIA TO INCREASE STUDENT'S ACHIEVEMENT IN TEACHING HYDROCARBON	
Rhone P Brocha Silalahi.....	127
THE EFFECTIVENESS OF COOPERATIVE LEARNING STRATEGY WITH JIGSAW METHOD TO INCREASE STUDENT'S ACHIEVEMENT IN TEACHING OF SALT HYDROLYSIS	
Ricki Marulitua Tampubolon.....	134
IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN MODEL INKUIRI TERBIMBING DENGAN TEKNIK <i>MIND MAP</i> UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MAHASISWA DALAM MATA KULIAH KIMIA DASAR II DI PROGRAM STUDI KIMIA FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS RIAU	
Rini, Miharty.....	140
PEMETAAN MUTU PEMBELAJARAN MATEMATIKA DAN IPA DI KABUPATEN MANDAILING NATAL SUMATERA UTARA	
Rahmat Nauli.....	148
EVALUASI ANTIOKSIDAN, SITOTOKSIK DAN KANDUNGAN FENOLIK DARI BERMACAM EKTRAK DAUN <i>Annona squamosa</i> , L	
Afrizal Itam, Intan Putri Alfi, Ayu Muthia, Mai Efdi dan Bustanul Arifin .....	155
PENENTUAN AKTIFITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK METANOL DAUN SINGKONG BIASA ( <i>Manihot esculenta</i> ) DAN DAUN SINGKONG KARET ( <i>Manihot glaziovii</i> Muell. Arg)	
Lusiana, Devi Ratnawati, Mona Pilia Sari .....	164
EKSTRAK ETANOL KULIT MELINJO ( <i>Gnetum gnemon</i> ) DAN APLIKASINYA SEBAGAI PEWARNA ALAMI DALAM PEMBUATAN SABUN	
Yusraini Dian Inayati Siregar, Lina Juliana Budiman.....	170
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN FRAKSI ETILASETAT DAN ELUSIDASI STRUKTUR SUATU TURUNAN ANTRAKUINON DARI DAUN <i>Cassia alata</i> Linn	
Adlis Santoni, Yunazar Manjang, Ismail.....	182
STUDI ORIENTASI SERAT SELULOSA BAKTERIAL YANG DIPRODUKSI PADA INTERFASE PADATAN/CAIRAN	
Ananda Putra.....	187
ISOLASI, KARAKTERISASI, DAN UJI POTENSI BAKTERI PENGHASIL BIOSURFAKTAN TERMOTOLERANT DARI SUMUR TUA ( <i>ABANDON WELL</i> ) DI BABAT TOMAN MUSI BANYUASIN SUMATERA SELATAN	

Bambang Yudono, Sri Pertiwi Estuningsih, Munawar.....	195
PENGARUH BERBAGAI EKSTRAK TANAMAN SIDUKUNG ANAK ( <i>Phyllanthus niruri</i> ) DAN KUMIS KUCING ( <i>Orthosiphon stamineus</i> ) TERHADAP KELARUTAN KALSIMUM OKSALAT.	
Bustanul Arifin, Afrizal Itam, Qori Fatma , Yosi Febriani.....	205
IDENTIFIKASI DAN UJI ANTIOKSIDAN SENYAWA ANTOSIANIN DARI BUNGA DADAP ( <i>Erythrina crista-galli</i> L) SERTA APLIKASI SEBAGAI PEWARNA ALAMI	
Djaswir Darwis, Adlis Santoni ,Nursabtria.....	211
PENAPISAN FITOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIBAKTERI TUMBUHAN TEMBESU ( <i>Fagraea fragrans</i> )	
Eliza, Dasril Basir, Angga WD Kartika.....	220
KOMPOSISI KIMIAWI PENYUSUN MINYAK BIJI ALKESA ( <i>Pouteria Campechiana</i> (Kunth.) Baehni)	
Greesla Anggera Jaya , Hartati Soetjipto , A. Ign. Kristijanto .....	226
STUDI ADSORPSI MOLEKUL NH <sub>3</sub> PADA SINGLE WALLED KARBON NANOTUBE(SWCNT(8,0))UJUNG TERBUKA DENGAN METODE AM1	
Imelda, Emdeniz,Putri Amanda.....	233
PEMBUATAN ELEKTRODA ION SELEKTIF MERKURI MENGGUNAKAN BAHAN AKTIF IONOFOR DTODC	
Jamalum Purba, Miska Likasina Tarigan, dan Manihar Situmorang .....	243
RANCANGBANGUN SENSOR FORMALDEHIDA MENGGUNAKAN PENGABSORBSI ASAM KROMATROPAT DALAM DETEKSI UV-VIS	
Marudut Sinaga, Herna Julin Simanjuntak, dan Manihar Situmorang .....	250
PRODUKSI ASAM ASETAT DARI LIMBAH KULIT BUAH KAKAO	
Mohammad Wijaya. M.....	257
PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI DALAM KROMATOGRAFI ION DAN APLIKASINYA PADA PENENTUAN ION OKSALAT DAN ION TIOSULFAT SERTA ANION LAINNYA DALAM SAMPEL AIR KEMIH DAN AIR LUDAH	
Muhammad Amin.....	264
TRANSESTERIFIKASI MINYAK GORENG BEKAS UNTUK PRODUKSI BIODISEL DENGAN KATALIS CaO DARI LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH ( <i>Anadara granosa</i> ) KALSINASI 800°C	
Nurhayati, Muhdarina dan Suci Asnibar.....	276
PENGARUH pH TERHADAP KINERJA SENSOR POTENSIOMETRI IODIDA BERBASIS KITOSAN	
Qonitah Fardiyah , Atikah , Debora Ekarieni N .....	283
PENGARUH BERBAGAI PERLAKUAN PADA EKSTRAKSI BUNGA ROSELLA ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> Linn) TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN	
Refilda, Diah Sulistiani, Yefrida .....	289
ISOLASI DAN ELUSIDASI STRUKTUR ALKALOID DARI JAMUR ENDOFIT PADA TUMBUHAN BROTOWALI( <i>Tinospora crispa</i> )	

M. Sanusi Ibrahim, Andria Agusta , Endi Febrianto .....	299
SINTESIS DAN KARAKTERISASI GRAFTING MANGAN KLORIDA PADA SILIKA MODIFIKASI	
Syukri, Emdeniz, Asda Munawan.....	308
KOMPOSIT BIOPLASTIK PATI TAPIOKA DAN LILIN LEBAH DENGAN TAMBAHAN NATRIUM ALGINAT SEBAGAI PENGEMULSI	
Tetty Kemala, Novian Darmawan, Noviyanti.....	316
ADSORPSI Fe <sup>2+</sup> MENGGUNAKAN KITIN DAN KITOSAN DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM	
Widia Purwaningrum, Fatma, Sisca Pratiwi .....	325
AMOBILISASI LIPASE DARI <i>Mucor miehei</i> DALAM Matriks ANORGANIK UNTUK SINTESIS BIOSURFAKTAN LAKTOSIL OLEAT	
Anna Roosdiana, Diah Mardiana, Arie Srihardyastutie, Suratmo Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam .....	334
HUBUNGAN INTENSITAS PHOTOLUMINESCENCE PADA LAPIS TIPIS Sn-DOPED TiO <sub>2</sub> DENGAN AKTIFITAS FOTOKATALITIKNYA DALAM MENDEGRADASI SENYAWA ASAM STEARAT SEBAGAI MODEL POLUTAN	
Diana V. Wellia, Tuti Mariana Lim, Timothy Thatt Yang Tan .....	341
ADSORPSI DAN INHIBISI KOROSI DARI EKSTRAK KULIT BUAH THEOBROMA CACAO PADA BAJA LUNAK DALAM MEDIUM ASAM SULFAT.	
Emriadi, Yeni Stiadi, Syafrina Yeni.....	347
EFEKTIFITAS TABIR SURIYA ALFA AMYRIN SINAMAT HASIL ISOLASI DARI DAUN TUMBUHAN TABAT BARITO ( <i>Ficus deltoideus</i> Jack)	
Suryati, Henny Lucida and Dachriyanus .....	356
PREDIKSI KEBERADAAN ASAM LEMAK DAN FLAVONOID FRAKSI TERLARUT ETIL ASETAT DARI EKSTRAK METANOL DAUN KETEPENG ( <i>Cassia alata</i> )	
Selvia Rahmawati, Purwantiningsih Sugita, Budi Arifin .....	364
SINTESIS DAN KARAKTERISASI NIKEL(II)KLORIDA YANG DIIMOBILISASI PADA SILIKA MODIFIKASI	
Admi, Syukri, Yesenia Shashi Anasta.....	373
KORELASI GEOKIMIA MOLEKULAR MINYAK BUMI BLOK LANGGAK DENGAN SUMUR MINYAK BUMI BARU DI PENDALIAN IV KOTO, ROKAN HULU, RIAU	
Darpis, Emrizal Mahidin Tamboesaj, A. Awaluddin .....	381
EVALUASI ANTIOKSIDAN, SITOTOKSIK DAN KANDUNGAN FENOLIK DARI BERMACAM EKTRAK DAUN <i>Annona squamosa</i> , L	
Afrizal Itam, Intan Putri Alfi, Ayu Muthia, Mai Efdi dan Bustanul Arifin .....	392
PENENTUAN AKTIFITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK METANOL DAUN SINGKONG BIASA ( <i>Manihot esculenta</i> ) DAN DAUN SINGKONG KARET ( <i>Manihot glaziovii</i> Muell. Arg)	
Lusiana, Devi Ratnawati, Mona Pilia Sari .....	401

EKSTRAK ETANOL KULIT MELINJO ( <i>Gnetum gnemon</i> ) DAN APLIKASINYA SEBAGAI PEWARNA ALAMI DALAM PEMBUATAN SABUN Yusraini Dian Inayati Siregar, Lina Juliana Budiman .....	407
PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SARI TEBU-PEG-MDI TERHADAP SIFAT PEREKAT POLIURETAN Ani Sutiani .....	418
AKTIVITAS AMILASE DARI KOLONIA <i>Aspergillus sp</i> YANG DIISOLASI DARI TANAH TEMPAT PEMBUANGAN LIMBAH TAPIOKA Elida Mardiah, Periajnadi .....	427
PENGARUH PENAMBAHAN LOGAM ALKALI ( K, Li, Na) DALAM KATALIS Cr-ARANG TERHADAP KONVERSI PERENKAHAN KATALITIK <i>CRUDE PALM OIL</i> (CPO) MENJADI BENSIN Abu Bakar, Ulyarti, Iis Sugiarti, Nazarudin .....	434
MODIFIKASI RESIN Ca-ALGINAT DENGAN ETILENA DIAMINA TETRAASETAT (EDTA) DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI MATERIAL PENGISI KOLOM PADA TAHAPAN PRAKONSENTRASI ION Cu(II) SECARA METODE <i>OFF-LINE</i> Aman Sentosa Panggabean, Subur P. Pasaribu, Deden Saprudin .....	442
PENGARUH SUBSTITUSI GANDUM UTUH ( <i>Triticum aestivum</i> L) VARIETAS DWR-162 TERHADAP DAYA CERNA PATI BISKUIT Anik Tri Haryani, Silvia Andini, Sri Hartini .....	452
SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI AKTIVITAS BIOLOGI SENYAWA MIRIP PROPOLIS DARI KAYU MANIS INDONESIA ( <i>Cinnamomum burmannii</i> ) MELALUI REAKSI PRENILASI Antonius Herry Cahyana, Aditya Pratama .....	461
BIOKONVERSI SENYAWA ALDEHIDA AROMATIK MENJADI ALKOHOL PRIMER MENGGUNAKAN <i>Daucus carota</i> LOKAL INDONESIA Bayu Ardiansah, Lina Mardiana, A. Herry Cahyana .....	468
APLIKASI SILIKA ALAM SEBAGAI FASA DIAM PADA KROMATOGRAFI CAIR (HPLC) Budhi Oktavia, Edi Nasra, Desy Kurniawati, Mardho Tilla, Mayora Primanelide, Ahmad Fauzi .....	473
MICROSTRUCTURE OF CONDUCTIVE CERAMICS $Al_2O_3 \cdot MnO_2 \cdot SiO_2$ IN VARIOUS CALCINATION TEMPERATURES Deski Beri, Rahmi Muthia, Ali Amran .....	483
PENENTUAN KLOORAMFENIKOL MENGGUNAKAN KROMATOGRAFI GAS/SPEKTROMETRI MASSA DENGAN PROSES DERIVATISASI Eka Dian Pusfitasari, Andreas .....	491
KAJIAN GEOKIMIA MOLEKULAR UNTUK MENENTUKAN KEMATANGAN TERMAL MINYAK BUMI DARI SUMUR MINYAK BUMI DURI DAN MINAS, RIAU Emrizal mahidin tamboesai .....	503
UJI AKTIVITAS ANTIJAMUR NANOPARTIKEL ZnO YANG DISINTESIS DALAM MEDIUM EKSTRAK AIR DAGING BUAH LERAK ( <i>Sapindus rarak</i> DC) TERHADAP <i>Candida albicans</i>	

Evi Maryanti, Yoni Cintya U, Salprima Yudha S, Heti Rais K, Morina Adfa .....	512
PEMURNIAN PARSIAL DAN KARAKTERISASI LIPASE ALKALI TERMOSTABIL DARI BAKTERI TERMOFILIK ISOLAT JABOI SABANG	
Febriani, Mildatul Ulya, Frida Oesman, T.M.Iqbalsyah .....	518
KOMPOSISI KIMIAWI PENYUSUN MINYAK BIJI ALKESA ( <i>Pouteria campechiana</i> )	
Greesla Anggera Jaya, Hartati Soetjipto, A. Ign. Kristijanto .....	528
ISOLASI DAN KARAKTERISASI FLAVONOID DARI TUMBUHAN SARANG SEMUT ( <i>Myrmecodia tuberosa</i> Jack)	
Mai Efdi, Adlis Santoni, Dian Fatriah .....	536
KARBOKSIMETIL KITOSAN SEBAGAI INHIBITOR KOROSI PADA BAJA LUNAK DALAM MEDIA H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
Maria Erna, Herdini, Abdullah dan Suharmin .....	541
INDUKSI DAN RESPON TANAMAN PISANG <i>CAVENDISH</i> DAN KULTIVAR KEPOK ( <i>MUSA BALBISIANA</i> ) OLEH BERBAGAI ISOLAT JAMUR	
Marniati Salim, Abdi Dharma, Matlal Fajri Alif, Rezky Lastinov Amza .....	550
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN Di-(2-ETILHEKSIL)FTALAT DARI MIKROBA ENDOFITIK <i>Penicillium</i> sp <i>Curcuma zedoaria</i> (Berg.) Roscoe	
Muharni, Fitriya, Milanti Okta Ruliza, Dwi Anjar Susanti, and Elfita .....	559
PEMBUATAN APATIT KARBONAT DARI KALSIMUM KARBONAT MELALUI METODE PRESIPITASI	
Novesar Jamarun, Sirly Yuwan .....	566
SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIRNESIT MENGGUNAKAN METODE KERAMIK	
Pepi Helza Yanti, Amir Awaluddin, Edwin .....	573
PENGARUH EKSTRAK BUAH PALASU ( <i>Mangifera cassia</i> Jack) TERHADAP KUALITAS IKAN NILA SEGAR ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	
Puji Ardiningsih, Tiara Larasaty, Risa Nofiani, dan Afghani Jayuska .....	579
APLIKASI FOTOKATALIS NANOKOMPOSIT MAGNETIK TiO <sub>2</sub> -NiFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> UNTUK DEGRADASI SENYAWA ORGANIK DALAM AIR DENGAN BANTUAN SINAR MATAHARI	
Rahmayeni, Zulhadjri, Admin Alif, Putri Rahmi Zulmi .....	588
FRAKSIONASI MINYAK ATSIRI DARI RIMPANG LENGKUAS MERAH ( <i>Alpina galangal</i> (L) Willd) SEBAGAI PELANGSING AROMATERAPI DIAMATI SECARA <i>IN VIVO</i>	
Rizki Damayanti, Irmanida Batubara, Irma Herawati Suparto .....	597
PENGARUH LAMA WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP RENDEMEN DAN KOMPOSISI KIMIAWI PENYUSUN MINYAK BIJI PETAI CINA	
Rizky Cahya Pradana, Hartati Soetjipto, A. Ign. Kristijanto .....	605
KARAKTERISASI SIFAT FISIkokimia GELATIN KULIT IKAN SAPU-SAPU ( <i>Hyposarcus pardalis</i> ) HASIL EKSTRAKSI ASAM	
Sandra Hermanto, M. Rafi Hudzaifah, Anna Muawanah .....	613

SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL ZnO DENGAN MENGGUNAKAN METODE YANG BERBEDA

Syukri Arief, Yosia Fanni, Nur Fitriani, dan Zulhadjri .....	622
PEMANFAATAN KITOSAN DAN ZEOLIT SEBAGAI BIOADSORBEN ION LOGAM KROMIUM (Cr) DAN ION LOGAM KADMIUM (Cd) PADA AIR PERMUKAAN KOTA BENGKULU .	
Wiwit, Hendra Irawan, M. Lutfi Firdaus .....	628
PEMANFAATAN ASAM PALMITAT SEBAGAI INHIBITOR KOROSI BAJA ASSAB 760 DALAM MEDIUM AIR LAUT DAN UDARA	
Yerimadesi, Bayharti, Sherly Kasuma Warda Ningsih, Roni Nazar.....	638
SINTESIS DAN ANALISIS STRUKTUR SENYAWA AURIVILLIUS BERLAPIS EMPAT, SrBi <sub>4</sub> -xLn <sub>x</sub> Ti <sub>4</sub> O <sub>15</sub> (Ln = La dan Nd)	
Zulhadjri, Sabri Ella Afni, Evi Adhelina, dan Syukri Arief .....	648
ISOLASI DAN KARAKTERISASI SUATU SENYAWA FLAVONOID DARI RIMPANG KUNYIT ( <i>Curcuma domestika</i> Val.)	
SRI BENTI ETIKA, ERDA SOFJENI, DESRI INDIKA RAHMI .....	656

**APLIKASI SILIKA ALAM SEBAGAI FASA DIAM PADA KROMATOGRAFI CAIR  
(HPLC)**

**APPLICATION OF NATURAL SILICA AS STATIONARY PHASE IN LIQUID  
CHROMATOGRAPHY (HPLC)**

Budhi Oktavia <sup>1\*</sup>, Edi Nasra<sup>2</sup>, Desy Kurniawati<sup>2</sup>, Mardho Tilla<sup>2</sup>, Mayora Primanelide<sup>2</sup>,  
Ahmad Fauzi<sup>3</sup>

Jurusan Kimia FMIPA UNP, Padang<sup>1\*</sup>  
budhiokt@fmipa.unp.ac.id; Jurusan Kimia, FMIPA, UNP, Jln. Hamka, Air Tawar Padang,  
Sumbar, HP 082388201924  
Jurusan Kimia FMIPA UNP, Padang<sup>2</sup>  
Jurusan Fisika FMIPA UNP, Padang<sup>3</sup>

**ABSTRACT**

Various natural mineral has the potential to be used as a stationary phase in chromatography column for analysis of cations, anions and other organic compounds. One of the natural minerals which are very widely available in Indonesia is silica. Natural silica have limitations when used directly as the stationary phase, for it prior to use as a stationary phase in chromatography columns required treatment first. This study has been carried out characterization, activation and modification of the silica so that the nature of the silica can be used as a filler column (stationary phase) on HPLC. Characterization is done by using XRD, XRF, FTIR and SEM. HCl and KOH activation is used while the use of PEG 4000 modifications. The column was used for the analysis of organic compounds and the results obtained have been compared with commercial silica column that shows the natural silica column performance is still not good.

Keywords: natural silica, stationary phase, liquid chromatography

**ABSTRAK**

Berbagai mineral alam berpotensi digunakan sebagai fasa diam pada kolom kromatografi untuk analisis kation, anion dan senyawa organik lainnya. Salah satu mineral alam yang sangat banyak terdapat di Indonesia adalah silika. Silika alam mempunyai keterbatasan jika digunakan langsung sebagai fasa diam, untuk itu sebelum digunakan sebagai fasa diam pada kolom kromatografi diperlukan perlakuan terlebih dahulu. Pada penelitian ini telah dilakukan karakterisasi dan aktifasi pada silika alam sehingga silika tersebut dapat digunakan sebagai pengisi kolom (fasa diam) pada HPLC. Karakterisasi dilakukan dengan XRD, XRF, FTIR dan SEM. Aktivasi silika alam menggunakan HCl dan KOH. Kolom yang diperoleh digunakan untuk analisis senyawa organik dan hasil yang diperoleh telah dibandingkan dengan kolom silika komersil yang menunjukkan kinerja kolom silika alam masih belum bagus.

Kata kunci: silika alam, fasa diam, kromatografi cair

## 1 PENDAHULUAN

Ilmu pemisahan memegang peranan yang sangat penting dalam aplikasi kimia analitik, teknik-teknik terbaru dan zat-zat yang berhubungan dengan teknik analisa tersebut terus berkembang [1]. Sejak mulai diperkenalkan pada tahun 1975, kromatografi ion telah menjadi metoda analisa yang dominan dalam penentuan ion-ion organik dan anorganik [2]. Penentuan ion-ion anorganik telah dilakukan tidak hanya menggunakan kolom penukar ion [3,4] tetapi juga dengan menggunakan fasa diam lainnya [5,6,7]. Teknik kromatografi merupakan teknik analisis yang mempunyai banyak keunggulan seperti dapat menentukan kandungan senyawa organik, anorganik, logam, asam-asam amino baik dalam sampel padat, cair maupun gas dalam satu kali pengukuran.

Kolom merupakan bagian yang sangat penting pada kromatografi, dapat juga disebut sebagai jantungnya kromatografi. Karena pada kolom inilah terjadinya pemisahan dari senyawa-senyawa atau unsur-unsur yang terdapat dalam sampel. Kolom berisi fasa diam (stationary phase) yang sesuai dengan zat yang akan dianalisis. Karena banyaknya analisis yang dilakukan atau tidak bagusnya kondisi sampel, sering terjadi kolom yang digunakan menjadi rusak, sedangkan harga kolom baru sangatlah mahal. Oleh sebab itu, perlu dikembangkan suatu kolom kromatografi yang bisa tersedia setiap saat yang dapat diregenerasi sendiri dengan bahan dasar dari alam Indonesia sehingga bisa digunakan dengan biaya yang lebih rendah daripada membeli kolom dengan fasa diam buatan pabrik.

Keberhasilan atau kegagalan suatu pemisahan sebagian besar bergantung pada pemilihan kolom. Pemilihan kolom merupakan langkah yang pertama dan utama untuk penggunaan kromatografi. Ketepatan dalam pemilihan kolom sangat berpengaruh terhadap performan kromatogram [8]. Pengisian kolom dapat dilakukan dengan memasukkan adsorben dalam bentuk campuran dengan pelarut (slurry), dan partikelnya dibiarkan mengendap. [9]

Bahan yang banyak digunakan sebagai pengisi kolom kromatografi adalah silika. Silika merupakan salah satu material oksida anorganik dengan pemanfaatan yang sangat luas, baik sebagai bahan baku pembuatan berbagai jenis material berbasis silika, misalnya keramik, zeolit sintesis, dan komposit organik-anorganik maupun sebagai bahan penunjang misalnya dalam pemurnian minyak sayur, produk farmasi, deterjen, adhesif, pengisi (fasa diam) kolom kromatografi, dan bahan pengisi (filler) polimer [10].

Sifat silika sangat mendukung penggunaannya sebagai fase diam dalam kromatografi, yaitu kombinasi dari struktur padatnya, kerangka zatnya, dan sistem rongganya. Sifat dari silika ini sesuai dengan dasar dari kromatografi [11]. Namun fase diam ini dapat pula diberi perlakuan pendahuluan dengan berbagai cara untuk mengubah sifat dan kapasitasnya, serta menjadikannya sebagai fase diam yang homogen. Aktivitas permukaan dari setiap fase diam berbeda pada sisi yang satu ke sisi yang lain. Perlakuan pendahuluan dapat menghilangkan perbedaan aktivitas tersebut [11].

Pada penelitian ini telah dilakukan karakterisasi dari silika alam, serta aktivasi silika alam menggunakan HCl dan NaOH sehingga diharapkan diperoleh silika yang dapat digunakan sebagai pengisi kolom kromatografi cair.

## 2 METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitis Kern tipe ABS 220-4, oven, desikator, FTIR PerkinElmer Spektrum Version 10.03.07, UV-Vis PG Instrumen Tipe T70, XRD Panalytical, XRF Epsilon 3, SEM, Spectrofotometer UV-Vis, HPLC Agilent 1020 dan peralatan gelas yang digunakan dalam analisis laboratorium. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah silika alam, HCl, KOH, etanol, heksan dan aquades.

Prosedur kerja yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### 2.1 Preparasi Sampel Silika Alam

Sampel silika alam berasal dari daerah Jawa Barat. Silika tersebut dihaluskan dan disaring dengan menggunakan ayakan ukuran 200, 270 dan 325 mesh.

### 2.2 Uji Fisika Silika Alam

Uji fisika silika, yaitu melihat struktur kristal dengan XRD, topografi dan komposisi permukaan dengan alat SEM.

### 2.3 Uji Kimia Silika Alam

Uji kimia silika, yaitu analisis kandungan silika dengan XRF dan FTIR.

### 2.4 Aktivasi Silika Alam

Silika alam diaktivasi dengan menggunakan HCl dengan variasi konsentrasi 0,01 M, 0,1 M, 1 M dan 2 M. Aktivasi juga dilakukan dengan KOH dengan variasi konsentrasi yang sama.

- Sampel silika alam ditimbang 50 g pada masing-masing 8 Erlenmeyer, ditambahkan pada masing-masing erlenmeyer 100 mL aktivator seperti diatas.
- Sampel silika alam yang direndam dengan aktivator distirer selama 24 jam
- Dinetralkan pH-nya dengan aquades dan dikeringkan dalam Oven kurang lebih 2 jam pada suhu 105<sup>o</sup> C.

### 2.5 Aplikasi Silika Alam Sebagai Fasa Diam pada HPLC

Silika alam yang telah diaktivasi selanjutnya dimasukkan ke dalam kolom HPLC 150 × 4,6 mm i.d. bekas yang sudah dibersihkan isi kolomnya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan fasa gerak metanol dan sampel heksan dengan detektor UV-Vis pada  $\lambda$  220 nm, hasil yang diperoleh dibandingkan dengan kolom HPLC ODS – Sil komersil ukuran yang sama dengan kolom silika alam yang diisi ulang.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Preparasi Sampel

Silika sebelum digunakan dihaluskan terlebih dahulu dengan alat mortar atau mesin penghalus hingga didapatkan silika dengan ukuran diameter partikel hingga satuan  $\mu\text{m}$ . Selanjutnya silika diayak menggunakan ayakan ukuran 200, 270 dan 325 mesh, untuk memperoleh adsorben dengan luas permukaan yang besar.

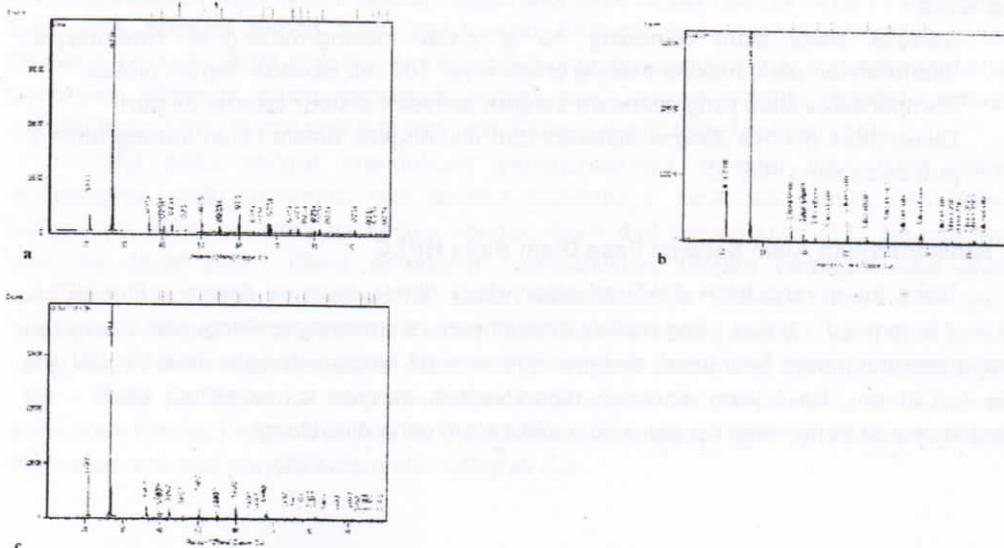
#### 3.2 Uji Fisika

Uji fisika dilakukan dengan alat XRD dan SEM. Analisa dengan XRD dilakukan untuk semua variasi aktivator. Kristalinitas silika alam dapat diidentifikasi dengan jumlah puncak yang muncul dalam spektra XRD, semakin sedikit puncak yang muncul dalam spektra maka semakin baik kristalinitas silika alam tersebut [12]. Jumlah puncak yang muncul setelah aktivasi dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Hasil Analisis XRD Terhadap Jumlah Puncak Dengan Variasi Aktivator

No	Aktivator	Jumlah Puncak
1	HCl 0,01 M	23
2	HCl 0,1 M	20
3	HCl 1 M	18
4	HCl 2 M	24
5	KOH 0,01 M	41
6	KOH 0,1 M	37
7	KOH 1 M	28
8	KOH 2 M	28

Dari Tabel 1 di atas dapat disimpulkan kristalinitas silika alam terbaik berdasarkan puncak spektra XRD adalah aktivator HCl 1 M. Beberapa data hasil analisis dengan XRD dapat dilihat Gambar 1, yaitu silika alam sebelum dimodifikasi dan silika alam setelah dimodifikasi dengan HCl 1 M dan KOH 1 M.

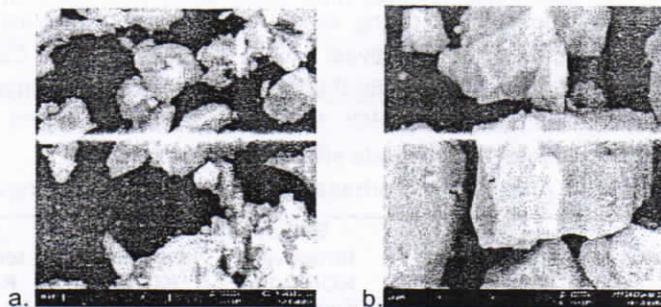


Gambar 1 Hasil analisa XRD silika alam. (a) silika alam sebelum diaktivasi, (b) silika alam diaktivasi dengan HCl 1 M, (c) silika alam diaktivasi dengan KOH 1 M.

Dengan menggunakan Persamaan Scherrer, juga dapat dihitung ukuran kristal dan ukuran butir rata-rata silika alam dimana semakin kecil ukuran butir maka semakin bagus kristalinitasnya. Untuk ukuran kristal dan ukuran butir silika alam dengan aktivator HCl 0,01 M; 0,1 M; 1 M dan 2 M berturut-turut adalah  $203,03 \text{ nm}-13,0115 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ;  $177,66 \text{ nm}-15,2351 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ;  $157,92 \text{ nm}-13,2836 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ;  $177,66 \text{ nm}-14,8812 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ . Dapat dilihat bahwa ukuran kristal terbaik terdapat pada aktivator HCl 1 M dan ukuran butir silika teraktivasi asam paling baik adalah silika teraktivasi HCl 0,01 M.

Ukuran kristal dan ukuran butir silika alam rata-rata dengan aktivator KOH 0,01 M; 0,1 M; 1 M dan 2 M berturut-turut adalah  $133,34 \text{ nm}-9,920 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ;  $133,34 \text{ nm}-10,0204 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ;  $133,34 \text{ nm}-11,0802 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ;  $134,35 \text{ nm}-10,635 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ . Dapat dilihat bahwa ukuran kristal dari semua silika teraktivasi basa hampir sama sedangkan ukuran butir silika teraktivasi basa paling baik adalah silika teraktivasi KOH 0,01 M.

Analisis dengan SEM menunjukkan bahwa silika alam tersebut ternyata mempunyai ukuran butir yang tidak seragam. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kisaran ukuran partikel terkecil setelah aktivasi  $2,5 \mu\text{m}$  dan yang terbesar adalah  $20 \mu\text{m}$ . Ukuran partikel yang sangat bervariasi ini akan menyebabkan *eddy diffusion* dimana salah satu akibatnya adalah terjadinya pelebaran puncak pada kromatogram.



Gambar 2 Hasil analisis SEM silika alam dengan pembesaran 10.000 kali. (a) silika alam sebelum diaktivasi, (b) silika alam diaktivasi dengan HCl 1 M.

### 3.3 Uji Kimia

Uji kimia dilakukan dengan menggunakan XRF, uji ini dilakukan untuk melengkapi data analisis dengan XRD. Analisis dengan XRF dilakukan terhadap 8 variasi aktivator, yaitu HCl 0,01 M, 0,1 M, 1 M, 2 M, serta KOH 0,01 M, 0,1 M, 1 M dan 2 M. Pada Tabel 2 berikut dapat dilihat hasil analisis XRF dengan aktivator HCl dan Tabel 3 hasil analisis dengan aktivator KOH 1 M.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Analisa XRF Terhadap Aktivasi Silika Alam Dengan HCl

Senyawa	Silika sebelum aktivasi Konsentrasi (%)	Silika teraktivasi HCl 0,01 M	Silika teraktivasi HCl 0,1 M	Silika teraktivasi HCl 1 M	Silika teraktivasi HCl 2 M
		Konsentrasi (%)	Konsentrasi (%)	Konsentrasi (%)	Konsentrasi (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,951	0,637	0,627	0,61	0,616
SiO <sub>2</sub>	97,993	98,808	98,893	98,893	98,924

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,261	0,246	0,26	0,309	0,27
K <sub>2</sub> O	0,081	0,027	0,026	0,021	0,025
CaO	0,079	0,052	0,051	0,054	0,05
TiO <sub>2</sub>	0,024	0,014	0,015	0,015	0,013
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,001	0,001	0,001	0	0,001
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,069	0,032	0,03	0,02	0,024
MnO	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,482	0,137	0,052	0,032	0,036
ZrO <sub>2</sub>	0,003	0,003	0,003	0,004	0,003
Ag <sub>2</sub> O	0,049	0,039	0,039	0,038	0,035
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0,004	0,001
WO <sub>3</sub>	0,003	0,001	0,001	-	0,001
Cl	0,002	0,002	0,002	0,001	0

Perbandingan data senyawa-senyawa yang terkandung dalam silika alam sebelum dan setelah diaktivasi dapat dilihat pada Tabel 2. Dari beberapa data yang telah dikalkulasikan, perbandingan konsentrasi masing-masing pengotor dari variasi konsentrasi ini tidak terlalu mencolok, namun konsentrasi SiO<sub>2</sub> paling tinggi didapatkan pada silika teraktivasi HCl 2 M yaitu 98,924%. Sedangkan konsentrasi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> paling kecil didapatkan pada silika teraktivasi HCl 1 M yaitu 0,61%.

Senyawa lainnya seperti P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> paling rendah pada silika teraktivasi HCl 0,01 M yaitu 0,246%, K<sub>2</sub>O terendah silika teraktivasi HCl 1 M yaitu 0,21%, CaO dan TiO<sub>2</sub> terendah pada silika teraktivasi HCl 2 M yaitu 0,05% dan 0,013%. Selanjutnya konsentrasi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terendah pada silika teraktivasi HCl 1 M yaitu 0,032%. Secara keseluruhan penurunan konsentrasi pengotor terbaik pada silika teraktivasi HCl 2 M.

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Analisa XRF Terhadap Aktivasi Silika Alam Dengan KOH

Silika sebelum aktivasi	Silika teraktivasi KOH 0,01 M	Silika teraktivasi KOH 0,1 M	Silika teraktivasi KOH 1 M	Silika teraktivasi KOH 2 M
Senyawa	Konsentrasi (%)	Konsentrasi (%)	Konsentrasi (%)	Konsentrasi (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,951	0,7	0,752	0,609
SiO <sub>2</sub>	97,993	98,686	98,361	98,755
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,261	0,258	0,434	0,25
K <sub>2</sub> O	0,081	0,05	0,053	0,044
CaO	0,079	0,058	0,073	0,06
TiO <sub>2</sub>	0,024	0,016	0,015	0,017
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,001	0	-	0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,069	0,023	0,026	0,021
MnO	0,002	0,002	0,002	0,002
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,482	0,171	0,21	0,191
ZrO <sub>2</sub>	0,003	0,003	0,015	0,003
Ag <sub>2</sub> O	0,049	0,027	0,058	0,037
In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0	0	0
WO <sub>3</sub>	0,003	0,001	0	0,001



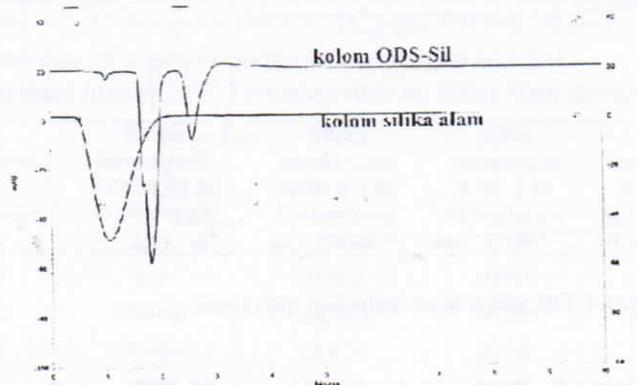
Gambar 4 Hasil analisis FTIR silika alam setelah diaktivasi dengan HCl 1 M.

Setelah silika alam diaktivasi dengan HCl 1 M terjadi pergeseran puncak diantaranya daerah regangan asimetri Si-O bergeser dari  $1058,84\text{ cm}^{-1}$  menjadi  $1036,48\text{ cm}^{-1}$  dan  $1162,51\text{ cm}^{-1}$  menjadi  $1163,98\text{ cm}^{-1}$ . Pada daerah regangan simetris Si-O, terjadi pergeseran dari puncak  $694,51\text{ cm}^{-1}$  menjadi  $693,35\text{ cm}^{-1}$ . Dari semua data tersebut dapat disimpulkan bahwa aktivasi dengan menggunakan HCl 1 M tidak merusak kristal dari sampel silika alam tersebut dan dapat dijadikan sebagai pengisi fasa diam pada kolom kromatografi.

### 3.3 Aplikasi Silika Alam Sebagai Fasa Diam

Silika alam yang telah diaktivasi dengan menggunakan HCl 1 M dimasukkan kedalam kolom HPLC sebagai fasa diam. Silika alam bersifat polar, berarti kolom yang dibentuk dapat difungsikan sebagai kromatografi sistim *Normal Phase* pada HPLC, yaitu fasa diam bersifat polar sedangkan fasa gerak lebih bersifat non polar.

Pada aplikasi ini dilakukan analisa terhadap n-heksan dengan menggunakan fasa gerak Metanol dengan flowrate 1 ml/menit dan detektor UV-Vis pada panjang gelombang 220 nm. Hasil analisa dibandingkan dengan kolom kromatografi ODS – Sil yang dijual secara komersial. Hasil analisa dengan HPLC terhadap kedua kolom tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Hasil analisis HPLC terhadap sampel n-heksan pada kolom ODS-Sil dan kolom silika alam yang telah diaktivasi dengan HCl 1 M.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kolom silika alam yang dibuat belum memberikan hasil yang cukup bagus. Puncak dari n-heksan pada kolom silika alam hasil aktivasi masih lebar yaitu 90 detik dibandingkan dengan puncak pada ODS-Sil (pembanding) sebesar 30 detik. Puncak n-heksan pada kolom silika alam memiliki waktu retensi lebih pendek, puncak keluar pada 1 menit lebih awal dibandingkan puncak kolom pembanding. Pelebaran puncak akan mengakibatkan puncak yang muncul akan tumpang

tindih dengan puncak dari senyawa lain apabila sistem kromatografi digunakan untuk pemisahan sampel berupa campuran.

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa silika alam dapat digunakan sebagai pengisi kolom kromatografi untuk analisa pada sistim *normal phase* setelah diaktivasi dengan HCL 1 M. Namun hasil yang diperoleh belum maksimal karena silika alam tersebut masih mempunyai ukuran dan bentuk partikel yang sangat beragam.

#### 5 UCAPAN TERIMAKASIH

Artikel ini merupakan bagian dari penelitian Hibah Bersaing oleh Budhi Oktavia dengan judul Desain dan Pengembangan Kolom Penukar Ion Untuk *Ion Chromatography (IC)* Dengan Bahan Dasar Mineral Alam tahun ke-2. Untuk itu disampaikan ucapan terimakasih kepada DIKTI yang telah memberikan dana untuk penelitian tersebut. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Ibu Dr. Ratna Wulan dari Jurusan Fisika UNP yang telah membantu dalam membahas data analisis dengan XRD.

#### 6 PUSTAKA

- [1] Sarzanini, C., Bruzzoniti, M. C. 2005. New materials: analytical and environmental applications in ion chromatography, *Anal. Chim. Acta* 540, 45-53.
- [2] Yan, Z., Haddad, P. R., Fritz, J. S. 2003. Ion chromatography on reversed-phase materials coated with mixed cationic and nonionic surfactants, *J. Chromatogr. A* 985, 359-365.
- [3] Amin, M., Lim, L. W., Takeuchi, T. 2007. Tunable separation of anions and cations by column switching in ion chromatography, *Talanta* 71, 1470.
- [4] Kaiser, E. J., Rohrer, S., Jensen, D., J. 2001. Determination of trace anions in high-nitrate matrices by ion chromatography, *J. Chromatogr. A* 920, 127-133.
- [5] Ito, K., Takayama, Y., Makabe, N., Mitsui, R., Hirokawa, T. 2005. Ion chromatography for determination of nitrite and nitrate in seawater using monolithic ODS columns, *J. Chromatogr. A* 1083, 63-67.
- [6] Rong, L., Takeuchi, T. 2004. Determination of iodide in seawater and edible salt by microcolumn liquid chromatography with poly(ethylene glycol) stationary phase. *J. Chromatogr. A* 1042: 131-135.
- [7] Connolly, D., Paull, B. 2002. Fast ion chromatography of common inorganic anions on a short ODS column permanently coated with didodecyldimethylammonium bromide, *J. Chromatogr. A* 953, 299-303.
- [8] Baari, Al. 2003. "Analisis Perbedaan Kolom pada Determinasi Karbohidrat Susu Fermentasi dengan Metode HPLC". *J. Indon. Trop. Anim. Agric.* 28(1).
- [9] Hayani, Eni. 2007. "Pemisahan Komponen Rimpang Temu Kunci Secara Kromatografi Kolom". *Buletin Teknik Pertanian*. 12(1).
- [10] Ginting Suka, Irwan dan Wasinton Simanjuntak. 2008. "Karakteristik Silika Sekam Padi Tergrafting 4-Vinil Piridin". *Jurnal Indo. J. Chem.* 8(1) : 25-30.

- [11] Santi. 2006. "Onggok Sagu Termodifikasi Sebagai Fase Diam dalam Kromatografi Kolom". *Skripsi*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- [12] Kartika, Dwi dkk. 2010. Kecepatan Aduk dan Waktu Kontak Optimum Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Molekul*, Vol 5 No. 1 : 33 – 40