

69

**LAPORAN AKHIR PENELITIAN RESEARCH GRANT  
TAHUN ANGGARAN 2011**



**JUDUL PENELITIAN**

**PENGEMBANGAN METODE ALIR MENGGUNAKAN SILIKA GEL  
DARI SEKAM PADI UNTUK MENGATASI LIMBAH CAIR INDUSTRI  
LOGAM**

**oleh:**

**Lisnawaty Simatupang, S. Si, M.Si**

**Ratna Sari Dewi, S.Si, M.Si**

**Nora Susanti, S.Si, Apt**

**DIBIYAI OLEH :**

**DANA PO UNIVERSITAS NEGERI MEDAN, SESUAI SURAT KEPUTUSAN  
REKTOR NO : 0486/UN33.I/KEP/2011 Tanggal 30 Mei 2011**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
NOVEMBER 2011**

**HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN AKHIR PENELITIAN  
RESEARCH GRANT TAHUN ANGGARAN 2011**

1. Judul	: Pengembangan Metode Alir Menggunakan Silika Gel Dari Sekam Padi Untuk Mengatasi Limbah Cair Industri Logam
2. Payung/ Tema Penelitian	: Konservasi sumber daya alam dan kesehatan lingkungan/Pengembangan model pengolahan sumber daya alam ramah lingkungan.
3. Ketua a. Nama Lengkap dan Gelar b. Pangkat, Golongan, NIP c. Jurusan/Fakultas d. Bidang Keahlian e. Alamat Rumah Nomor telepon/HP Email	: Lisnawaty Simatupang, S.Si, M.Si : Lektor/ IIIb, 19760719200312 : Kimia/MIPA : Kimia Anorganik : Jl. Murai batu No E-14 Medan : 061-8453149/081264762921 :
4. Nama Anggota	: 1. Ratna Sari Dewi. S.Si, M.Si 2. Nora Susanti, S.Si, Apt
5. Nama mahasiswa yang dilibatkan	: 1. Ema Clary Decyri 2. Preddy Wesly Tambunan
6. Waktu Pelaksanaan	April s/d November 2011
7. Biaya yang diperlukan a. Sumber dari Unimed b. Sumber lain c. Jumlah	Rp 10.000.000,- - Rp 10.000.000,-

Medan, November 2011

Ketua Jurusan

Ketua Peneliti,

Drs. Jamalum Purba, M.Si  
NIP. 196412071991031002

Lisnawaty Simatupang, S.Si, M.Si  
NIP. 197607192003122002

Menyetujui.

Ketua Lembaga Penelitian Unimed

Mengesahkan  
Dekan MIPA Unimed

Rizki Nurhidayati, M.Si  
NIP. 1988011002

Prof. Dr. M. Situmorang, M.Sc., Ph.D  
NIP. 19600804 198601 1 001



## RINGKASAN

Pencemaran lingkungan oleh logam berat merupakan permasalahan global multidimensional. Banyaknya limbah logam berat hasil industri di perairan yang bercampur satu sama lain memerlukan adsorben serta metode yang paling baik untuk menyerap logam berat tersebut secara efektif dan selektif dalam menunjang keberhasilan penyelesaian permasalahan yang ada di lingkungan. Sehingga penelitian ini bertujuan mengembangkan metode alir atau Ekstraksi Fase Padat (EFP) untuk meningkatkan efektivitas adsorben silika gel terhadap limbah cair logam ion divalen Mg(II), Ni(II), Zn(II) dan Cd(II) serta diperoleh adsorben silika gel yang selektif untuk menyerap limbah cair logam ion divalen Mg(II), Ni(II), Zn(II) dan Cd(II). Data analisis diperoleh dengan menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Ekstraksi Fase padat (EFP) diperoleh jumlah logam yang teradsorpsi pada silika gel terhadap logam Mg(II) 279,697  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 1) dan 855,545  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 2), logam Zn(II) 141,014  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 1) dan 158,363 (filtrat 2), logam Ni(II) 66,541  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 1) dan 140,569  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 2) serta logam Cd(II) 34,419  $\mu\text{mol/g}$  dan -456,631  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 2). Urutan logam yang teradsorpsi paling besar pada adsorben silika gel adalah Mg(II) > Zn(II) > Ni(II) > Cd(II). Metode EFP menggunakan adsorben silika gel sangat selektif dan efektif untuk menyerap ion logam Mg(II).

Kata kunci: Silika gel, Simultan logam divalen, EFP.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan yang maha Esa atas kasih dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Penelitian Research Grant dan Penulisan laporan Penelitian Research Grant ini. Adapun judul dari penelitian ini adalah Pengembangan Metode Alir Menggunakan Silika Gel dari Sekam Padi Untuk Mengatasi limbah Cair Industri Logam.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan bantuannya sehingga terlaksananya penelitian ini, diantaranya:

1. Bapak Rektor Unimed dan Ketua Lembaga Penelitian Bapak Dr. Ridwan Abd. Sani, M.Si. selaku penanggung jawab kegiatan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian ini melalui kegiatan Researh Grant tahun 2011.
2. Bapak Dekan FMIPA yang telah memberikan izin dan kemudahan dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Bapak Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan ijin, masukan serta bantuan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak dan Ibu staf Laboratorium Kimia yang telah memberikan ijin dan bantuan terutama untuk peralatan Laboratorium.
5. Serta rekan-rekan sejawat dan pihak-pihak lain yang tidak mungkin disebutkan namanya satu persatu.

Akhirnya kami berharap semoga Penelitian dan Laporan penelitian ini dapat bermanfaat dan menjadi informasi bagi penelitian selanjutnya. Kami meyakini bahwa laporan penelitian yang kami tulis ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kami mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan dimasa yang akan datang.

Hormat Kami

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	3
1.3.Tujuan penelitian	3
1.3.Manfaat penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
BABA III. METODE PENELITIAN	10
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2. Bahan dan Alat	10
3.3. Perlakuan dan Rencana Penelitian	10
3.4. Desain Penelitian	11
3.5. Prosedur Penelitian	12
3.6. Bagan kerja adsorpsi simultan ion logam Mg(II), Zn(II), Ni(II), dan Cd(II) dengan metode EFP	13
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	17
5.1. Kesimpulan	17
5.2. Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18

## DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1. Rencana Penelitian

10

Tabel 4.1. Hasil Kajian Adsorpsi Menggunakan Teknik Kolom EFP

14



## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Penataan $\text{SiO}_4$ tetrahedral pada silika gel	5
Gambar 2.2. Tahapan dalam ekstraksi fase padat	8
Gambar 3.1. Desain penelitian keseluruhan	11
Gambar 3.2. Kolom ekstraksi fase-padat (EFP)	12
Gambar 3.3. Bagan Alir Penelitian dengan Teknik EFP	13
Gambar 4.1. Grafik jumlah logam yang terserap dengan metode EFP	14



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Biodata Tim Peneliti	19
Lampiran 2. Rincian Biaya Penelitian	23
Lampiran 3. Jadwal Penelitian	24
Lampiran 4. Kurva kalibrasi Mg dan Hasil pengukuran Mg(II) dengan AAS	25
Lampiran 5. Kurva kalibrasi Zn dan Hasil pengukuran Zn(II) dengan AAS	27
Lampiran 6. Kurva kalibrasi Ni dan Hasil pengukuran Ni(II) dengan AAS	29
Lampiran 7. Kurva kalibrasi Cd dan Hasil pengukuran Cd(II) dengan AAS	31





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pencemaran lingkungan perairan khususnya oleh logam berat merupakan permasalahan global multidimensional. Hal ini semakin serius seiring dengan semakin meningkatnya penggunaan logam berat dalam bidang industri. Logam berat tersebut dapat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh sehingga akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia walaupun dalam jangka waktu yang cukup lama dan jauh dari sumber pencemar utamanya (Suhendrayatna, 2001).

Akhir-akhir ini kasus keracunan logam berat yang berasal dari bahan pangan semakin meningkat jumlahnya. Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan bahan tersebut oleh manusia.

Pencemaran lingkungan oleh logam berat dapat terjadi jika industri yang menggunakan logam tersebut tidak memperhatikan keselamatan lingkungan, terutama saat membuang limbahnya. Logam-logam tertentu dalam konsentrasi tinggi akan sangat berbahaya bila ditemukan di dalam lingkungan (air, tanah dan udara)  
<http://www.orienta.co.id/kesehatan/beritasehat/detail.php>.

Persoalan spesifik kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah besar dunia saat ini. Persoalan spesifik logam berat di lingkungan terutama karena akumulasinya sampai pada rantai makanan dan keberadaannya di alam, serta meningkatnya sejumlah logam berat yang menyebabkan keracunan terhadap tanah, udara dan air meningkat. Proses industri dan urbanisasi memegang peranan penting terhadap peningkatan kontaminasi tersebut dan suatu organisme akan kronis apabila produk yang dikonsumsi mengandung logam berat. (Suhendrayatna, 2001)

Pesatnya perkembangan industri di Sumatera Utara sangat berdampak terhadap kualitas lingkungan. sungai Deli yang merupakan muara dari aliran limbah berbagai industri di kota Medan, airnya hitam, sampah banyak dan berbau. Air sungai Deli mengandung akumulasi berbagai logam berat yang melewati batas ambang. Sebagai contoh logam tembaga yang terkandung dalam limbah pabrik pestisida, garmen, pabrik sabun dan sebagainya dapat diserap oleh tanaman dan masuk ke dalam rantai makanan. Dalam dosis

tinggi dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti : ginjal, hati, muntaber, pusing kepala, lemah, anemia, kram, shock, koma, dan dalam kadar yang berlebihan dapat menyebabkan kematian.

Usaha-usaha untuk menanggulangi pencemaran logam berat di Indonesia sampai saat ini belum banyak dilakukan. Hal ini terutama karena sebagian besar industri di Indonesia belum mempunyai sarana pengolahan limbah yang memadai. Untuk itu diperlukan komitmen dari pemerintah untuk membuat rencana pengembangan yang melibatkan perguruan tinggi terhadap penanganan limbah yang semakin meningkat ini agar dampak yang dihasilkan dapat diminimalkan.

Untuk itu penelitian ini penting dilakukan agar diperoleh adsorben yang efektif dan selektif terhadap logam-logam berat tersebut dan metode yang terbaik untuk penanganan limbah logam-logam berat yang dihasilkan oleh industri. Hal ini didasarkan pada pemahaman bahwa, dampak toksisitas logam terhadap kesehatan manusia berkembang seiring dengan kemampuan metode analisis yang tersedia untuk mendeteksi logam-logam toksik dalam sampel di lingkungan ataupun sampel-sampel biologis. Semakin rendah batas deteksi metode analisis yang tersedia, akan makin mendalam pemahaman terhadap toksisitas logam yang bisa diungkap.

Khusus untuk pencemaran air terutama air laut, ternyata kadar logam dalam air laut, khususnya logam-logam berat seperti Cu, Ni, Ag, Hg, dan Zn terdapat dalam kisaran  $\mu\text{g/L}$ , bahkan sebagian logam berat lain seperti Cd, Cr, Co, dan Pb tidak dapat terdeteksi pada kisaran  $\mu\text{g/L}$  yang berarti bahwa kadarnya dalam air laut berkisar  $\text{ng/L}$  (Radojevic dan Baskhin, 1999). Alat deteksi sekarang yang berbasis spektroskopis seperti Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), Spektrofotometri UV-Vis, Spektrofotometri Emisi Atom, Spektrofotometri Fluoresensi Sinar-X, dan lain-lain, umumnya baru mampu menganalisis pada batas  $\text{mg/L}$ . Sehingga diharapkan metode alir atau metode Ekstraksi Fase Padat (EFP) dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini

Penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan adsorben silika gel dari sekam padi. Pemilihan sekam padi sebagai sumber silika didasarkan pada kenyataan bahwa negara Indonesia yang merupakan negara agraris setiap tahun memproduksi 50 juta ton gabah kering. Di mana Propinsi Sumatera Utara merupakan salah satu propinsi yang memiliki lahan pertanian padi yang cukup melimpah, sehingga perlu membuat perencanaan untuk mengatasi hasil samping yang diperoleh dari produk utamanya. Dari 50 juta ton itu dapat

dihasilkan sekitar 1,3-3,0 juta ton abu. Berdasarkan komposisi kimianya maka komponen utama abu > 90% dan bersifat amorf sehingga sangat cocok diolah untuk dimanfaatkan sebagai adsorben (Narsito, dkk, 2006).

Adsorben silika gel dari sekam padi ini telah digunakan baik untuk adsorpsi logam Cu(II) (Sabar, 2011) maupun adsorpsi secara simultan ion logam divalen Mg(II), Ni(II), Zn(II) dan Cd(II) menggunakan metode *batch* (Lisnawaty, dkk., 2007). Hasil yang diperoleh menunjukkan daya adsorpsi adsorben terhadap ion logam divalen masih belum optimal dan selektivitas adsorben terhadap ion logam belum dapat ditentukan.

Sehingga dalam penelitian ini metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan menggunakan metode Ekstraksi Fase Padat (*Solid Phase Extraction*) dalam suatu kolom (*cartridge*).

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah dengan menggunakan metode alir atau Ekstraksi Fase Padat (EFP) dapat meningkatkan efektivitas adsorben silika gel terhadap limbah cair logam industri logam ion divalen Mg(II), Ni(II), Zn(II) dan Cd(II) di lihat dari kapasitas adsorpsinya.
2. Apakah dengan menggunakan metode alir atau Ekstraksi Fase Padat (EFP) akan diperoleh selektivitas adsorben silika gel terhadap limbah cair logam industri logam ion divalen Mg(II), Ni(II), Zn(II) dan Cd(II)

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka tujuan khusus yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Pengembangan metode alir atau Ekstraksi Fase Padat (EFP) untuk meningkatkan efektivitas adsorben silika gel terhadap limbah cair logam industri logam ion divalen Mg(II), Ni(II), Zn(II) dan Cd(II)
2. Diperoleh adsorben silika gel yang selektif untuk menyerap limbah cair logam industri logam ion divalen Mg(II), Ni(II), Zn(II) dan Cd(II)

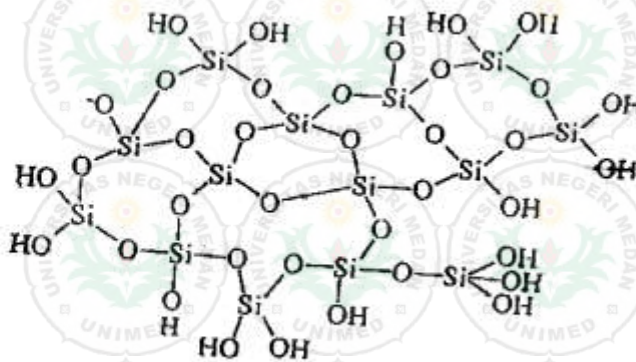
#### 1.4. Manfaat Penelitian

1. Secara spesifik manfaat penelitian ini adalah diharapkan diperolehnya suatu metode adsorpsi yang analisisnya lebih cepat karena tidak memerlukan pemekatan lagi dalam preparasi sampelnya sehingga dapat digunakan untuk menganalisa limbah logam-logam berat dalam kadar sangat kecil.
2. Lebih murah (ekonomis) karena adsorben yang digunakan merupakan pemanfaatan dari limbah sekam padi.
3. Memberikan informasi khususnya kepada dunia industri logam mengenai metode yang dapat digunakan dalam proses adsorpsi untuk menangani limbah logam-logam berat tersebut.
4. Memperkaya khasanah ilmu pengetahuan (Scientific word) dengan mempublikasikan hasil penelitian dalam jurnal ilmiah nasional dan bahan untuk buku ajar.

### BAB III TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu teknik pengolahan limbah yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam berlebihan pada lingkungan perairan dengan proses adsorpsi. Teknik ini mempunyai keunggulan dibandingkan dengan teknik lain. Keuntungan utamanya adalah biayanya sedikit serta tidak ada efek samping zat beracun (Blais dkk., 2000). Adsorpsi adalah proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul atau suatu akibat dari medan gaya pada permukaan padatan (adsorben) yang menarik molekul-molekul gas atau uap atau cairan (Oscik, 1982).

Padatan anorganik yang secara umum digunakan untuk adsorben adalah padatan yang memiliki pori dan sisi aktif permukaan karena adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada sisi aktif di dalam adsorben. Sifika gel merupakan salah satu padatan anorganik yang banyak digunakan untuk keperluan adsorpsi karena memiliki pori dan adanya sisi aktif yakni gugus silanol (Si-OH), dan siloksan (Si-O-Si). Adapun Rumus kimia silika gel secara umum adalah  $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ .



Gambar 2.1 Penataan  $\text{SiO}_4$  tetrahedral pada silika gel  
(Kaim dan Schwederski, 1994)

Silika gel yang mempunyai gugus silanol dan gugus siloksan dilaporkan dapat mengadsorpsi ion logam. Hal ini berkaitan dengan adanya pori dan atom O yang berperan sebagai situs aktifnya. silika gel merupakan spesies yang mempunyai ukuran yang relatif kecil dan polarisabilitas yang rendah sehingga kecenderungannya untuk berinteraksi dengan

logam berat yang pada umumnya mempunyai ukuran besar dan polarisabilitas tinggi secara teoritis relatif tidak begitu kuat.

Adsorpsi dengan sistem *batch* menunjukkan hasil bahwa penggunaan silika gel sebagai adsorben mampu untuk mengadsorpsi untuk logam Mg(II), Zn(II), Ni(II), tetapi tidak untuk Cd(II). Hanya saja dari nilai kapasitas adsorpsi dan energi efektifitas yang dilihat dari nilai kapasitas adsorpsi tidak signifikan dan juga selektivitas adsorben terhadap ion logam divalen belum dapat ditentukan (Lisnawaty dkk., 2007).

### Ekstraksi Fase Padat (EFP)

EFP adalah teknik preparasi sampel yang digunakan untuk mengisolasi (memurnikan) dan/atau mengkonsentrasikan analit (pengayaan unsur minor). *Range* dari isolat pada sorben kolom SPE bebas dari berbagai masalah yang sering nampak pada metode *batch* dan kondisi juga cukup sederhana. Preparasi sampel merupakan "*key procedure*" dalam analisis kimia modern. Aktivitas kerja dan biaya operasional sekitar 60-80% digunakan untuk preparasi sampel sebelum analisis. Ekstraksi fase padat merupakan teknik preparasi sampel yang paling banyak digunakan dalam analisis senyawa farmasi baru dan metabolit dalam darah, serum dan urine.

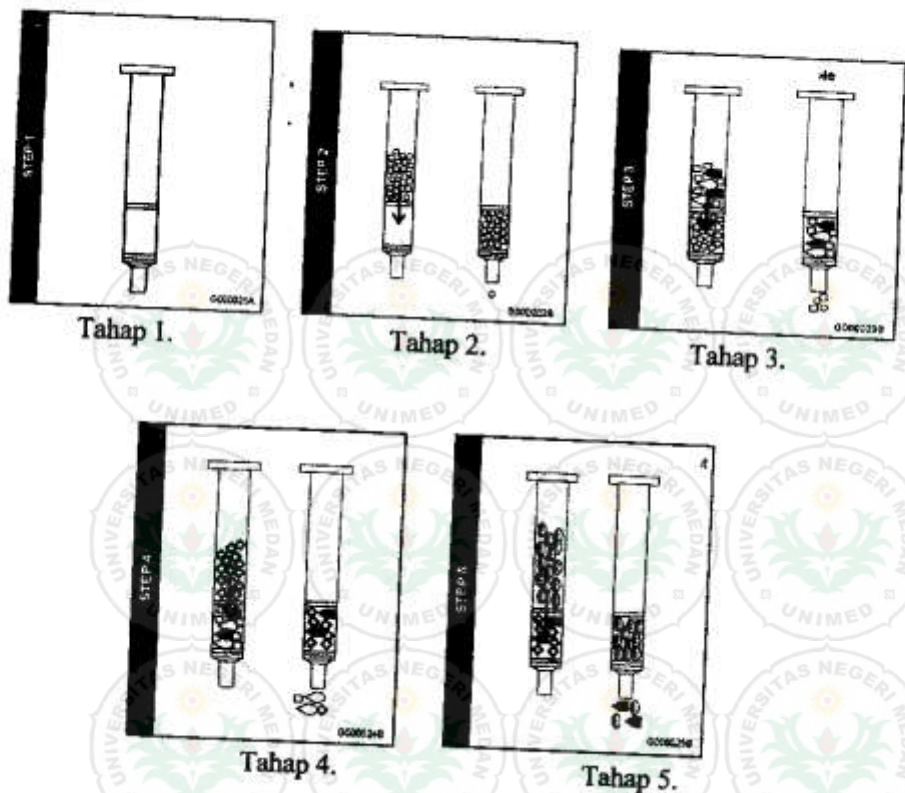
Spiakov dkk., (dalam Mujianti 2007) menjelaskan bahwa teknik kolom EFP merupakan cara yang efektif untuk prekonsentrasi senyawa dan pemisahan berbagai sampel. Silika gel sering digunakan dalam EFP karena mempunyai gugus hidroksil yang permukaannya dapat dimodifikasi sehingga dapat diaplikasikan untuk berbagai sampel. Dalam teknik EFP, fase padat memiliki daya tarik yang lebih besar untuk isolasi atau pemisahan pelarut. Ketika larutan sampel dilewatkan didalam kolom yang berisi adsorben, komponen analit yang akan dipisahkan akan tertahan disorben sedangkan pengotor atau komponen yang tidak diinginkan akan lolos melewati sorben. Teknik EFP sangat selektif menghasilkan isolat yang sangat bersih dan kepekatan dari analit dapat tercapai dengan memilih sorben yang sesuai.

Beberapa prosedur dari ekstraksi fase padat (EFP) yang harus diperhatikan adalah adalah laju alir, pada waktu kondisioning sampai dengan 25 mL/menit sedangkan loading sampel dibawah 10 mL/aliran. Kapasitas sampel berdasarkan cartridge normal atau reversed phase dapat mempunyai kapasitas sampai 100 mg untuk komponen yang tertahan yang sangat kuat. Strategi dalam EFP terbagi dua yaitu : *Unretained* (tidak ditahan), apabila matrik

pengganggu diserap. Umumnya hal tersebut terjadi pada analit dengan konsentrasi tinggi. Kedua adalah *retained* (ditahan), apabila matrik pengganggu dapat dihilangkan (*washed through*). Hal tersebut terjadi pada analit dengan konsentrasi rendah sehingga akan menghasilkan pengayaan unsur (*trace enrichment*).

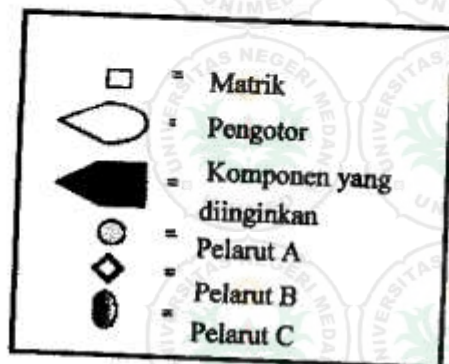
Proses ekstraksi fase padat terbagi menjadi empat tahap, yaitu :

1. Preparasi/pemilihan kolom EFP.  
Kolom EFP terbagi beberapa jenis baik itu kolom secara manual atau kolom yang menggunakan sistem vakum, yang dapat diaplikasikan untuk diatur laju aliran sampel yang dianalisa.
2. Kondisioning kolom EFP  
Dalam proses ini, terdapat berbagai kondisioning kolom EFP. Hal ini berkaitan dengan tipe-tipe fase yang terjadi. Fase terbalik (*reversed phase*) biasanya menggunakan pelarut organik yg larut-air seperti metanol dan dilanjutkan dengan air (akuades) atau larutan buffer. Fase normal dikondisioning dengan pelarut sampel (non-polar). Sedangkan kondisioning fase pertukaran ion menggunakan air bebas ion atau buffer. Prosedur kondisioning dilakukan dengan 6-10 x volume cartridge.
3. Larutan sampel dimasukkan ke kolom EFP.  
Laju aliran (*loading*) larutan sampel ke dalam kolom EFP dapat secara akurat dilakukan perlahan-lahan sesuai volume cartridge dengan menggunakan pipet atau mikropipet sampai dengan volume sampel yang diinginkan untuk dianalisa.
4. Pencucian kolom EFP  
Apabila komponen yang diinginkan tertahan pada sorben yang terdapat di kolom EFP, kemudian dilakukan pencucian untuk menghilangkan komponen-komponen yang tidak diinginkan. Pelarut yang digunakan air(akuades), atau pelarut lain yang tidak menyebabkan komponen yang diinginkan tersebut larut (berpindah). Umumnya volume pelarut yang digunakan mencuci tidak melebihi volume kolom, sekitar 5-10 mL per kolom EFP.
5. Elusi komponen yang diinginkan  
Proses elusi digunakan untuk memindahkan komponen yang diinginkan dan menahan pengotor-pengotor yang tidak berpindah sewaktu proses pencucian kolom EFP. Hasil dari elusi kemudian dikumpulkan untuk analisa sesuai yang diinginkan.



Gambar 2.2. Tahapan dalam ekstraksi fase padat

Keterangan :



Beberapa aplikasi teknik kolom EFP dapat dilihat pada beberapa penelitian sebelumnya. Tokman dkk (2003), mengkaji ekstraksi fase padat (EFP) logam Bi (II), Pb(II) dan Ni(II) menggunakan silika gel yang dimodifikasi dengan 3-aminopropiletoksisilan yang ditempatkan pada kolom syring EFP. Dari penelitian tersebut, dihasilkan pemisahan logam



Bi (II), Pb(II) dan Ni(II) dengan *recovery* berkisar antara 95-99 % dan setelah diaplikasikan pada air laut yang juga mengandung logam-logam tersebut, *recovery*-nya (>95%).

Sardem (2004) juga melaporkan prekonsentrasi, pemisahan dan penentuan kromium baik itu Cr(III) dan Cr(VI) yang dilakukan dengan sistem kolom EFP yang melibatkan fase adsorpsi pada sistem tersebut dengan menggunakan beberapa adsorben yaitu amino sol-gel, amino silika-gel dan merkapto silika-gel.

Berdasarkan kajian adsorpsi secara multi logam yang telah dilakukan Mujiyanti (2007) terhadap logam Ag(I), Ni(II), Pb(II), Cu(II) dan Cr(III) dengan menggunakan adsorben Hibrid merkapto silika (HMS) dan Silika gel (SG), maka dalam penelitian ini peneliti mencoba mengembangkan metode Ekstraksi Fase Padat (EFP) untuk memperoleh tingkat efektivitas dan selektivitas yang terjadi antara adsorben silika gel terhadap simultan ion logam divalen Mg(II), Ni(II), Zn(II) dan Cd(II).



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini direncanakan mulai bulan Mei s/d November 2011. Penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Anorganik FMIPA Unimed dan untuk analisa logam dengan menggunakan alat Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dilakukan di Laboratorium Penelitian Universitas Sumatera Utara

### 3.2. Alat dan bahan

- Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk proses adsorpsi desorpsi meliputi:
- Peralatan penunjang meliputi : ayakan ukuran 200 mesh, timbangan analitik, alat penggerus (lumpang dan mortar), desikator, ultrasonik (*Braunsonic*), kolom EFP, pompa vakum, peralatan gelas dan peralatan plastik.
- Peralatan analisis meliputi Spektrometer Serapan Atom (SSA).
- Bahan- bahan yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah silika gel,  $\text{HNO}_3$  (E-merk),  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (E-merk).

### 3.3. Perlakuan dan Rencana Penelitian

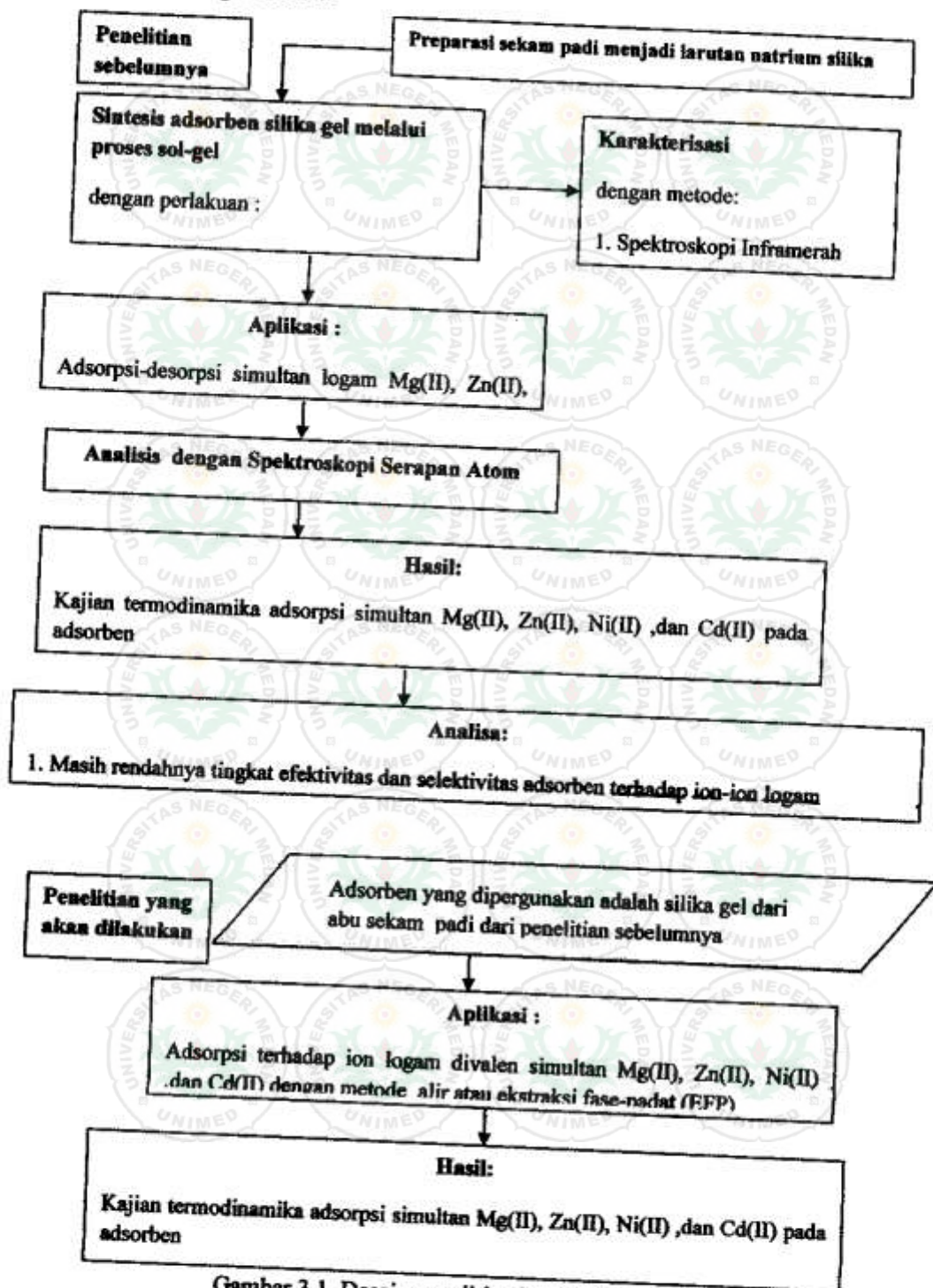
Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya. Adapun yang akan dilakukan pada penelitian ini serta apa yang sebelumnya sudah dilakukan tertera pada tabel berikut ini.

Tabel 3.1. Rencana Penelitian

Tahun	Yang dilakukan/dikerjakan	Hasil/Luaran
Yang sudah dilakukan	Sintesis dan karakterisasi silika gel dari abu sekam padi dan adsorpsi simultan ion logam divalen Mg(II), Zn(II), Ni(II), Cd(II) dalam sistem bath	Daya adsorpsi adsorben silika gel terhadap simultan ion logam divalen Mg(II), Zn(II), Ni(II) dan Cd (II) belum nampak signifikan
Yang akan dilakukan	Pengembangan metode Ekstraksi Fase Padat (EFP) untuk meningkatkan efektivitas dan selektivitas adsorben silika gel terhadap logam-logam divalen Mg(II), Zn(II), Ni(II) dan Cd (II)	Dihasilkan metode yang efektif dan selektif untuk mengatasi limbah cair khususnya logam-logam berat ion logam divalen Mg(II), Zn(II), Ni(II) dan Cd (II) secara simultan.

### 3.4. Desain Penelitian

Secara bagan alir, jalannya penelitian yang akan dilakukan secara keseluruhan dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.1. Desain penelitian keseluruhan

### 3.5. Prosedur Penelitian

#### Adsorpsi dengan metode Ekstraksi Fase Padat (EFP) untuk Efektivitas dan Selektivitas Adsorben Silika Gel.

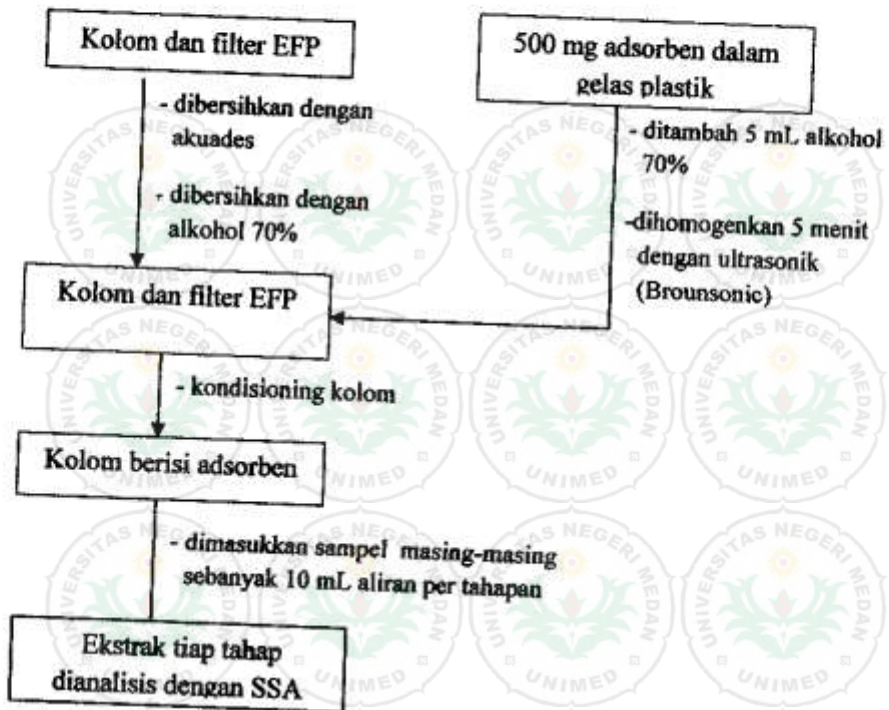
Di mulai dengan mempersiapkan kolom alir adsorpsi yaitu kolom ekstraksi fase-padat (EFP) dan kedua filter yang ada di dalam kolom.. Kolom dan filter dibersihkan terlebih dahulu menggunakan akuades dan larutan alkohol 70 % sehingga bersih dan kering. Setelah itu dilakukan proses kondisioning kolom yaitu sebanyak 0,5 g silika gel ditempatkan ke dalam botol plastik dan ditambahkan 5 mL metanol 70 % kemudian dihomogenkan selama 5 menit. Setelah homogen, adsorben dimasukkan ke dalam kolom EFP sampai kondisi yang sesuai menempati kolom dan homogen.. Adapun kolom EFP dapat terlihat pada Gambar 3.2. berikut ini.



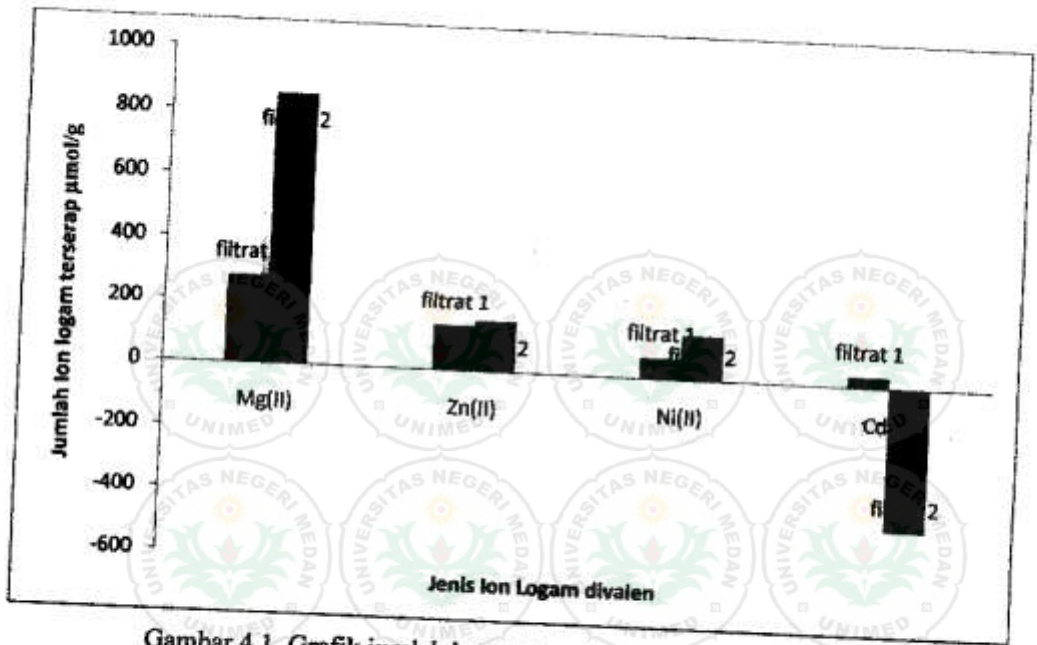
Gambar 3.2. Kolom ekstraksi fase-padat (EFP)

Selanjutnya proses *loading* sampel dimasukkan kedalam kolom EFP dengan tiga kali tahapan, masing-masing sebanyak 10 mL aliran per tahapan. Hasil larutan yang mengalir dari tiap-tiap tahapan ditampung masing-masing untuk dianalisis dengan metode spektroskopi serapan atom (SSA). Keseluruhan desain penelitian yang akan dilaksanakan dapat dilihat pada bagan penelitian di bawah ini.

### 3.6. Bagan kerja adsorpsi simultan ion logam Mg(II), Zn(II), Ni(II) ,dan Cd(II) dengan metode EFP



Gambar 3.3. Bagan Alir Penelitian dengan Teknik EFP



Gambar 4.1. Grafik jumlah logam yang terserap dengan metode EFP

Permukaan adsorben SG mempunyai pori-pori dan sejumlah tertentu situs aktif yaitu silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang sebanding dengan luas permukaan adsorben dan adsorpsi hanya terjadi pada *monolayer* saja. Adsorpsi tidak dimungkinkan terjadi pada adsorben yang telah terisi oleh molekul adsorbat, namun terjadi pada bagian yang kosong. Molekul adsorbat yang telah teradsorpsi hanya akan bervibrasi saja karena telah terikat dengan molekul adsorben. Apabila situs aktif belum jenuh dengan molekul adsorbat, maka kenaikan konsentrasi adsorbat selalu disertai dengan naiknya jumlah ion logam yang teradsorpsi. Sebaliknya, bila situs aktif adsorben sudah jenuh dengan molekul adsorbat maka kenaikan konsentrasi adsorbat relatif tidak meningkatkan jumlah logam yang teradsorpsi atau bahkan adsorpsi cenderung turun (Oscik, 1982).

Berdasarkan tabel 4.1., terlihat kecenderungan logam yang teradsorpsi pada adsorben untuk larutan simultan logam divalen terhadap SG makin kecil mengikuti urutan  $Mg(II) > Zn(II) > Ni(II) > Cd(II)$ . Hal ini terjadi disebabkan keempat ion logam divalen dalam medium air cenderung berada dalam kompleks akua oktahedral  $[M(H_2O)_6]^{2+}$ . Bila ditinjau dari ukuran kompleks akua maka ukuran kompleks  $Zn(II) < Mg(II) < Ni(II) < Cd(II)$ . Menurut martell dan hancock (1996) ukuran jari-jari kompleks  $[Cd(H_2O)_6]^{2+}$ ,  $[Mg(H_2O)_6]^{2+}$ ,  $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ ,  $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$  adalah 2,30 Å, 2,09 Å, 2,06 Å, 1,09 Å. Ukuran kompleks  $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$  yang lebih kecil semestinya Zn(II) yang teradsorpsi lebih besar dibandingkan dengan Mg(II). Tetapi dari keempat ion logam ini maka ikatan air dengan Mg(II) tidak sekuat pada kompleks Zn(II),

Ni(II) dan Cd(II), karena interaksi air dan Mg(II) merupakan interaksi ion-dipole (Stum dan Morgan, 1996). Akibatnya Mg(II) cenderung berada dalam bentuk ion dan mobilitasnya untuk menempati situs aktif pada adsorben menjadi lebih cepat. Hal inilah yang menyebabkan Mg(II) teradsorpsi lebih besar dibandingkan dengan ion logam lainnya.

Fenomena ini juga dapat dijelaskan dengan mengacu pada pernyataan Pearson dalam Atkins dkk (1990) dalam teori *Hard Soft Acids and Bases* (HSAB) bahwa kelompok asam-asam keras akan menyenangi kelompok basa-basa keras sedangkan kelompok asam-asam lunak akan menyenangi basa-basa lunak. Mg(II) adalah ion logam alkali tanah yang termasuk asam keras, Zn(II) dan Ni(II) merupakan ion logam transisi dalam kelompok logam menengah dan Cd(II) sebagai ion logam transisi termasuk dalam kelompok asam lunak. Gugus-gugus yang paling berperan aktif dalam proses adsorpsi adalah -OH yang merupakan situs basa keras. Oleh karena itu interaksi dengan Mg(II) lebih besar daripada Zn(II), Ni(II) dan Cd(II).

Seperti yang dikemukakan di atas bahwa proses adsorpsi yang dilakukan merupakan sistem simultan logam, sehingga pada saat interaksi dengan adsorben akan terjadi kompetisi diantara ion logam divalen tersebut untuk menempati situs aktif pada adsorben. Kemungkinan antara adsorben dan adsorbat cenderung membentuk lapisan-lapisan. Jumlah ion logam Mg(II) yang teradsorpsi lebih besar dibandingkan dengan Zn(II) ini diduga kemungkinan berada dilapisan luar kerangka adsorben.

Dari data di atas dapat dilihat pula terdapat peningkatan jumlah logam yang teradsorpsi untuk Mg(II), Zn(II), Ni(II) hasil filtrat 1 dan 2 dan yang paling signifikan peningkatannya adalah logam Mg(II), kecuali untuk logam Cd(II) hasil filtrat tempungan ke-2 terdapat fenomena penurunan adsorpsi dibandingkan dengan logam lainnya. Hal ini disebabkan dari semua logam yang berinteraksi dengan SG, Cd(II) merupakan logam yang bersifat paling besar. Akibatnya semua situs aktif adsorben sudah jenuh dengan molekul adsorbat lainnya maka pada saat pengaliran ke-2 jumlah logam yang teradsorpsi tidak mengalami peningkatan bahkan adsorpsinya cenderung menurun.

Hasil yang diperoleh ini ternyata sebanding dengan penelitian sebelumnya dengan menggunakan sistem *batch* yakni jumlah logam yang teradsorpsi untuk Mg(II) > Zn(II) > Ni(II) > Cd(II) (Simatupang, 2007). Hanya saja hasil yang diperoleh dengan menggunakan teknik kolom EFP lebih tinggi daya serapnya untuk logam Mg(II), tetapi untuk Zn(II), Ni(II) dan Cd(II) tidak mengalami peningkatan bahkan cenderung mengalami penurunan dibandingkan dengan sistem *batch*.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

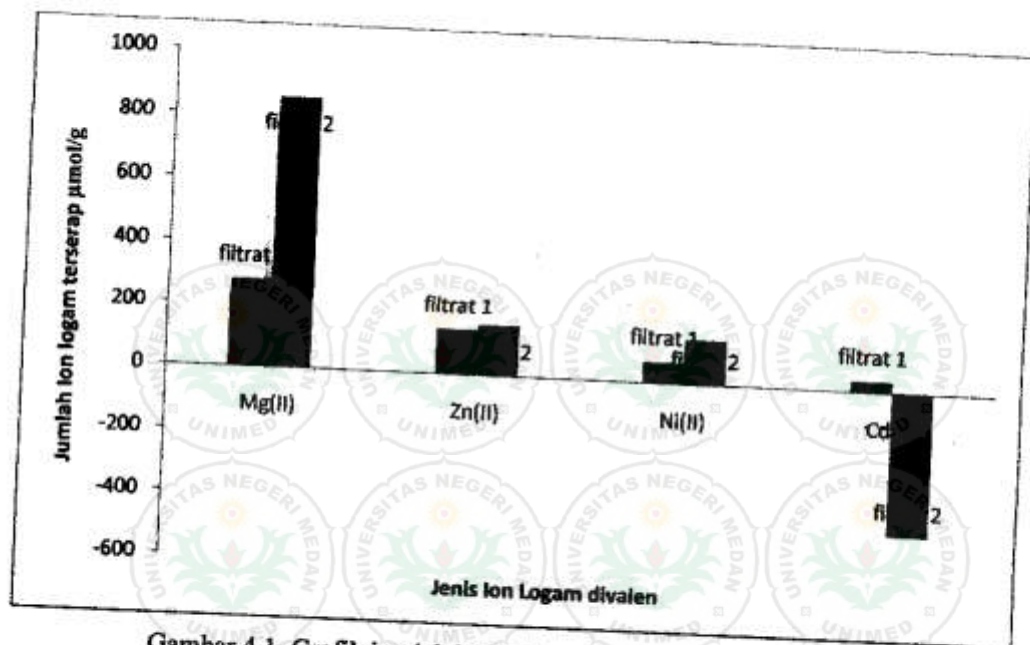
Dalam mempelajari kajian adsorpsi melalui teknik kolom Ekstraksi Fase Padat (EFP) menggunakan Silika Gel (SG) terhadap larutan simulatan logam Mg(II), Zn(II), Ni(II) dan Cd(II). Sebanyak 0,5 g adsorben yang telah dihomogenkan dimasukkan ke dalam kolom EFP kemudian dialirkan larutan sampel tiap-tiap aliran 10 mL sebanyak 2 kali. Dalam hal ini laju aliran tidak diatur, dibuat 2 kali pengaliran di dalam kolom untuk melihat perbandingan besarnya jumlah logam yang diserap untuk pengaliran yang pertama dan kedua. Filtrat dari tiap-tiap aliran sebanyak 10 mL tersebut kemudian ditampung dibotol plastik dan dianalisis menggunakan metode Atomic Absorption Spektrofotometri (AAS) sehingga diperoleh data jumlah logam teradsorp. Adapun data kajian analisis adsorpsi EPF menggunakan AAS dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1. Hasil Kajian Adsorpsi Menggunakan Teknik Kolom EFP

Ion Logam	C awal		C kesetimbangan		Jumlah Logam Teradsorp	
	mg/L	$\mu\text{mol/L}$	mg/L	$\mu\text{mol/L}$	mg/L	$\mu\text{mol/g}$
Mg(II)	493,700	20306,844	480,100	19747,450	13,600	279,697
	493,700	20306,844	452,100	18595,755	41,600	855,545
Zn(II)	505,900	4500,890	474,200	4218,361	31,7	141,014
	505,900	4500,890	470,300	4184,164	35,6	158,361
Ni(II)	515,200	8777,327	507,400	4645,425	7,8	66,451
	515,200	8777,327	498,700	8497,189	16,5	140,569
Cd(II)	514,200	7865,994	509,700	7797,155	4,500	34,419
	514,200	7865,994	573,900	8779,257	-59,700	-456,631

Data tabel di atas apabila dibuat dalam bentuk grafik batang akan tampak pada gambar 4.1 berikut ini.





Gambar 4.1. Grafik jumlah logam yang terserap dengan metode EFP

Permukaan adsorben SG mempunyai pori-pori dan sejumlah tertentu situs aktif yaitu silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si) yang sebanding dengan luas permukaan adsorben dan adsorpsi hanya terjadi pada *monolayer* saja. Adsorpsi tidak dimungkinkan terjadi pada adsorben yang telah terisi oleh molekul adsorbat, namun terjadi pada bagian yang kosong. Molekul adsorbat yang telah teradsorpsi hanya akan bervibrasi saja karena telah terikat dengan molekul adsorben. Apabila situs aktif belum jenuh dengan molekul adsorbat, maka kenaikan konsentrasi adsorbat selalu disertai dengan naiknya jumlah ion logam yang teradsorpsi. Sebaliknya, bila situs aktif adsorben sudah jenuh dengan molekul adsorbat maka kenaikan konsentrasi adsorbat relatif tidak meningkatkan jumlah logam yang teradsorpsi atau bahkan adsorpsi cenderung turun (Oscik, 1982).

Berdasarkan tabel 4.1., terlihat kecenderungan logam yang teradsorpsi pada adsorben untuk larutan simultan logam divalen terhadap SG makin kecil mengikuti urutan  $Mg(II) > Zn(II) > Ni(II) > Cd(II)$ . Hal ini terjadi disebabkan keempat ion logam divalen dalam medium air cenderung berada dalam kompleks akua oktahedral  $[M(H_2O)_6]^{2+}$ . Bila ditinjau dari ukuran kompleks akua maka ukuran kompleks  $Zn(II) < Mg(II) < Ni(II) < Cd(II)$ . Menurut martell dan hancock (1996) ukuran jari-jari kompleks  $[Cd(H_2O)_6]^{2+}$ ,  $[Mg(H_2O)_6]^{2+}$ ,  $[Ni(H_2O)_6]^{2+}$ ,  $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$  adalah 2,30 Å, 2,09 Å, 2,06 Å, 1,09 Å. Ukuran kompleks  $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$  yang lebih kecil semestinya Zn(II) yang teradsorpsi lebih besar dibandingkan dengan Mg(II). Tetapi dari keempat ion logam ini maka ikatan air dengan Mg(II) tidak sekuat pada kompleks Zn(II),

Ni(II) dan Cd(II), karena interaksi air dan Mg(II) merupakan interaksi ion-dipole (Stum dan Morgan, 1996). Akibatnya Mg(II) cenderung berada dalam bentuk ion dan mobilitasnya untuk menempati situs aktif pada adsorben menjadi lebih cepat. Hal inilah yang menyebabkan Mg(II) teradsorpsi lebih besar dibandingkan dengan ion logam lainnya.

Fenomena ini juga dapat dijelaskan dengan mengacu pada pernyataan Pearson dalam Atkins dkk (1990) dalam teori *Hard Soft Acids and Bases* (HSAB) bahwa kelompok asam-asam keras akan menyenangi kelompok basa-basa keras sedangkan kelompok asam-asam lunak akan menyenangi basa-basa lunak. Mg(II) adalah ion logam alkali tanah yang termasuk asam keras, Zn(II) dan Ni(II) merupakan ion logam transisi dalam kelompok logam menengah dan Cd(II) sebagai ion logam transisi termasuk dalam kelompok asam lunak. Gugus-gugus yang paling berperan aktif dalam proses adsorpsi adalah -OH yang merupakan situs basa keras. Oleh karena itu interaksi dengan Mg(II) lebih besar daripada Zn(II), Ni(II) dan Cd(II).

Seperti yang dikemukakan di atas bahwa proses adsorpsi yang dilakukan merupakan sistem simultan logam, sehingga pada saat interaksi dengan adsorben akan terjadi kompetisi diantara ion logam divalen tersebut untuk menempati situs aktif pada adsorben. Kemungkinan antara adsorben dan adsorbat cenderung membentuk lapisan-lapisan. Jumlah ion logam Mg(II) yang teradsorpsi lebih besar dibandingkan dengan Zn(II) ini diduga kemungkinan berada dilapisan luar kerangka adsorben.

Dari data di atas dapat dilihat pula terdapat peningkatan jumlah logam yang teradsorpsi untuk Mg(II), Zn(II), Ni(II) hasil filtrat 1 dan 2 dan yang paling signifikan peningkatannya adalah logam Mg(II), kecuali untuk logam Cd(II) hasil filtrat tempungan ke-2 terdapat fenomena penurunan adsorpsi dibandingkan dengan logam lainnya. Hal ini disebabkan dari semua logam yang berinteraksi dengan SG, Cd(II) merupakan logam yang bersifat paling besar. Akibatnya semua situs aktif adsorben sudah jenuh dengan molekul adsorbat lainnya maka pada saat pengaliran ke-2 jumlah logam yang teradsorpsi tidak mengalami peningkatan bahkan adsorpsinya cenderung menurun.

Hasil yang diperoleh ini ternyata sebanding dengan penelitian sebelumnya dengan menggunakan sistem *batch* yakni jumlah logam yang teradsorpsi untuk Mg(II) > Zn(II) > Ni(II) > Cd(II) (Simatupang, 2007). Hanya saja hasil yang diperoleh dengan menggunakan teknik kolom EFP lebih tinggi daya serapnya untuk logam Mg(II), tetapi untuk Zn(II), Ni(II) dan Cd(II) tidak mengalami peningkatan bahkan cenderung mengalami penurunan dibandingkan dengan sistem *batch*.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan metode Ekstaksi Fase padat (EFP) diperoleh jumlah logam yang teradsorpsi pada silika gel terhadap logam Mg(II) 279,697  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 1) dan 855,545  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 2), logam Zn(II) 141,014  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 1) dan 158,363 (filtrat 2), logam Ni(II) 66,541  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 1) dan 140,569  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 2) serta logam Cd(II) 34,419  $\mu\text{mol/g}$  dan 456,631  $\mu\text{mol/g}$  (filtrat 2)
2. Urutan logam yang teradsorpsi paling besar pada adsorben silika gel adalah Mg(II) > Zn(II) > Ni(II) > Cd(II)
3. Metode EFP menggunakan adsorben silika gel sangat selektif dan efektif untuk menyerap ion logam Mg(II).

#### 5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut terhadap sampel air yang mengandung limbah-limbah logam berat serta dilakukan pengaturan waktu alir pertahap agar diperoleh hasil yang optimal yakni pengaruh waktu alir terhadap efektivitas daya serap adsorben terhadap adsorbat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P.W., 1990, *Physical Chemistry*, 3<sup>rd</sup> edition, Oxford University Press,
- Blais, J.F., Dufresne, B. dan Mercier, G., 2000, State of The Art of Technologies for Metal Removal From Industrial Effluents, *Rev. Sci. Eau*, 12(4), 687-711.
- Ghoul, M., Bacquet, M., and Morcellet, M., Uptake of Heavy Metals from Synthetic Aqueous Solution using Modified PEI-Silica Gels, *Water Research*, 37, 729-734
- <http://www.orienta.co.id/kesehatan/beritasehat/detail.php>, Bahaya Logam Berat Dalam Makanan, diakses tanggal 18 April 2010
- Lisnawaty, Narsito, Nuryono, 2009, Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel Dan Hibrid Amino Silika (HAS) Dari Abu Sekam Padi, Disajikan Pada Seminar Nasional Pendidikan Kimia dan Kimia dan Workshop Pengembangan Penelitian Dan Publikasi Ilmiah Dalam Bidang Pendidikan Kimia, PHKI UNIMED, Medan.
- Lisnawaty, Narsito, Nuryono, 2007, Simultaneous Adsorption Of Mg(II), Zn(II), Ni(II) And Cd(II) On Amino-Silica Hybrid, Prosiding ICCS, Yogyakarta.
- Kaim, W., and Schwederski, B., 1994, *Biinorganic Chemistry : Inorganic Elements in The Chemistry of Life*, John Wiley, New York
- Martel, A.E., and Hancock, R.D., 1996, *Metal Complexes in Aqueous solution*, Plenum Press, New York
- Mujiyanti, D. W., 2007, Selektifitas Hibrida Merkupto-Silika Untuk Adsorpsi Multilogam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) DAN Ni(II), Tesis, FMIPA-UGM, Yogyakarta
- Narsito, Nuryono, dan Suyanta, 2004, Kinetika Adsorpsi Zn(II) dan Cd(II) pada Silika Gel Termodifikasi Hasil Pengolahan Abu Sekam Padi, Laporan Penelitian Dasar, Lembaga Penelitian UGM.
- Narsito, Nuryono, dan Suyanta, 2006, Imobilisasi Senyawa Amin Pada Silika gel Dari Abu Sekam Padi Melalui Proses Sol-Gel dan Kinetika Adsorpsi Ion Logam Divalen, Penelitian Fundamental Perguruan Tinggi, Lembaga Penelitian UGM.
- Oscik, J., 1982, *Adsorption*, Ellis Horwood Limited, England
- Radojevic, M., Bashkin, V.N., 1999, *Practical Environmental Analysis*, Royal Society
- Sitohang S., 2011, Efektivitas karbon aktif dan Silika gel dari Abu Sekam Padi Terhadap Logam Cu(II) , Skripsi, Kimia FMIPA Unimed, Medan.
- Stum, W., and Morgan, J.J., 1996, *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria in Natural Water*, 3<sup>rd</sup> ed, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Suhendrayatna, 2001, Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan, down load internet tanggal 25 April 2010

## LAMPIRAN I : Biodata Tim Peneliti

### Ketua Peneliti

#### I. Identitas Pribadi

Nama	: Lisnawaty Simatupang, S.Si, M.Si
NIP	: 197607192003122002
Jabatan fungsional	: Penata / III b
Perguruan Tinggi	: Universitas negeri Medan (UNIMED)
Status Dosen	: Dosen Tetap
Alamat Rumah	: Jl. Murai batu no E-14 Sunggal Medan
No. Telp/ HP	: (061)8453149/ 081264762921
Alamat Kantor	: Jurusan kimia – FMIPA UNIMED Jl. Willem Iskandar Pasar V, Medan 20221

#### 2. Riwayat Pendidikan

Sarjana	Bidang Ilmu	Institusi	Ijazah
S1	Kimia	Universitas Sumatera Utara (USU)	1999
S2	Kimia Anorganik	Universitas Gajah Mada (UGM)	2007

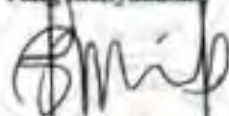
#### 3. Seminar/ Workshop/Publikasi/ Pengalaman Penelitian

- Studi Perbandingan Penggunaan Kitosan Sebagai Bahan Penyerap Logam Tembaga (Cu) Dengan Metode Pelarutan Dan Perendaman, ISSN, 2004.
- Interaksi Simultan Antara Mg(II), Zn(II), Ni(II), Cd(II) Dan 3-Aminopropiltrimetoksisilan Yang Diimobilisasikan Pada Silika Melalui Proses Sol-Gel, Tesis 2007.
- Simultaneous Adsorption Of Mg(II), Zn(II), Ni(II) And Cd(II) On Amino-Silica Hybrid, Prosiding, ICCS Yogyakarta 2007.
- Sintesis Dan Karakterisasi Silika Gel-Aminopropiltrimetoksisilan dari Tetraetoksiortosilan, ISSN 2007.
- Kajian Termodinamika Interaksi Simultan Antara Mg(II), Zn(II), Ni(II), Cd(II) dan Hibrida Amino-Silika dari Tetraetoksisilan, ISSN 2008.
- Penyusunan Program Pengabdian dalam rangka Penguatan Pengelolaan Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Medan (LPM – UNIMED) kerjasama dengan Dilitabnas Ditjen Depdiknas Jakarta di UNIMED, 2008.
- Pelatihan Pembelajaran Berbasis WEB SITE di UNIMED, 2008

- h. Perbaikan Pembelajaran Kuliah Kimia Anorganik Melalui Pengayaan Dan Penggunaan Alat Peraga Pada Pendekatan Pembelajaran Kooperatif Dengan bantuan Peta Konsep, Ketua Peneliti, Teaching Grant,PNBP FMIPA Unimed, 2009.
- i. Peningkatan Ketrampilan Intelektual dan Perkembangan Kognitif Mahasiswa dalam Kimia Anorganik Melalui Penerapan Pembelajaran Kolaboratif, Anggota, Teaching Grant, PHKI Batch I UNIMED
- j. Pengembangan Berpikir Kritis Dan Optimalisasi Penerapan Ketrampilan Proses Pada Pola Pelaksanaan Semi Riset Praktikum Kimia Anorganik I, Anggota, Teaching Grant, PHKI Batch I UNIMED .
- k. Buku ajar Kimia Anorganik I, ISBN 978-602-9115-13-0, Penerbit FMIPA Unimed, 2011

Medan, November 2011

Yang menyatakan,



Lisnawaty Simatupang, S.Si, M.Si

NIP. 197607192003122002

### Anggota I

**Nama Lengkap** : Ratna Sari Dewi, S.Si, M.Si  
**NIP** : 1978081220080812021  
**Tempat/ Tanggal Lahir** : Medan, 12 Agustus 1978  
**Pangkat/ Golongan** : Penata Muda Tk I / III b  
**Bidang Keahlian** : Kimia Anorganik  
**Alamat Rumah** : Jl. Garuda 2b no.49 Medan  
**Telp/ HP** : 081370786382

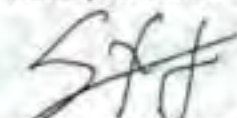
#### Riwayat Pendidikan

Sarjana	Bidang Ilmu	Institusi	Ijazah
S1	Kimia	Universitas Sumatera Utara (USU)	2001
S2	Kimia Anorganik	Universitas Sumatera Utara (USU)	2007
S3	-	-	-

#### Seminar/ Workshop/Publikasi/ Pengalaman Penelitian

1. Reaksi Aminasi Sorbitol dengan Gugus NH<sub>3</sub> Bertekanan Menggunakan Katalis Ni, Vol. 33, Jurnal Sains, 2009, ISSN 1978-3841
2. Perbaikan Pembelajaran Kuliah Kimia Anorganik Melalui Pengayaan Dan Penggunaan Alat Peraga Pada Pendekatan Pembelajaran Kooperatif Dengan bantuan Peta Konsep, Anggota Peneliti, Teaching Grant,PNBP FMIPA Unimed, 2009.

Medan, November 2011



Ratna Sari Dewi, S.Si, M.Si  
NIP. 1978081220080812021

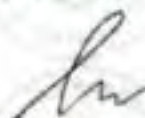
## Anggota 2

### Biodata

Nama Lengkap : Nora Susanti, S.Si.,Apt  
NIP : 197810222009122001  
Jabatan Fungsional : Asisten ahli / III-b  
Jurusan/ Fakultas : Kimia/ MIPA  
Perguruan tinggi : UNIMED  
Bidang Keahlian : Kimia Analitik  
Alamat Kantor/ Telp/Faks : Jln.Willem Iskandar Pasar V Medan/ 061-6733657/-  
Alamat Rumah/ HP/Email : Jln. Perkuat NO. 74 Helvetia Medan/ 08153043952/  
[nora\\_susanti\\_2@yahoo.com](mailto:nora_susanti_2@yahoo.com)

Sarjana	Bidang Ilmu	Institusi	Ijazah
S1	Farmasi	Universitas Sumatera Utara (USU)	1997
S2	Apoteker	Universitas Sumatera Utara (USU)	2008
S3	-	-	-

Medan, November 2011



Nora Susanti, S.Si., Apt  
NIP. 197810222009122001



## Lampiran 2. Rincian Biaya Penelitian

Rancangan anggaran biaya penelitian yang dibutuhkan untuk penelitian ini sebesar Rp. 10.000.000,- (Sepuluh juta rupiah). Rekapitulasi anggaran penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

JENIS PENGELUARAN	JUMLAH (Rp)
<b>1. Honorarium</b>	
a. Peneliti Utama : 1 x 6 bulan x Rp. 150.000,-	900.000,-
b. Anggota Peneliti : 2 x 6 bulan x Rp. 120.000,-	1.440.000,-
c. Transportasi Mahasiswa : 2 x 6 bulan x Rp 50.000,-	600.000,-
<b>2. Pengadaan Alat /Bahan</b>	
Bahan Kimia habis pakai:	
a. NaOH pa (E-Merck) 1 Kg	950.000,-
b. HCl 37% pa (E-Merck) 1 L	900.000,-
c. Aquadest 20 L	200.000,-
d. Silika gel 60 G 0,25Kg	500.000,-
e. CdCl <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O, ZnCl <sub>2</sub> (E-Merck) @ 100 g	800.000,-
f. MgCl.6H <sub>2</sub> O, NiCl.6H <sub>2</sub> O (E-Merck) @ 100 g	800.000,-
g. Metanol (E-Merck) 0,5L-	500.000,-
3. Biaya analisis AAS	1.000.000,-
4. Bahan habis pakai :	
ATK, tinta printer dan tissue gulung	300.000,-
5. Fotocopy jurnal, proposal, laporan kemajuan dan laporan penelitian	610.000,-
5. Diseminasi Internal/Evaluasi	500.000,-
<b>TOTAL</b>	<b>10.000.000,-</b>

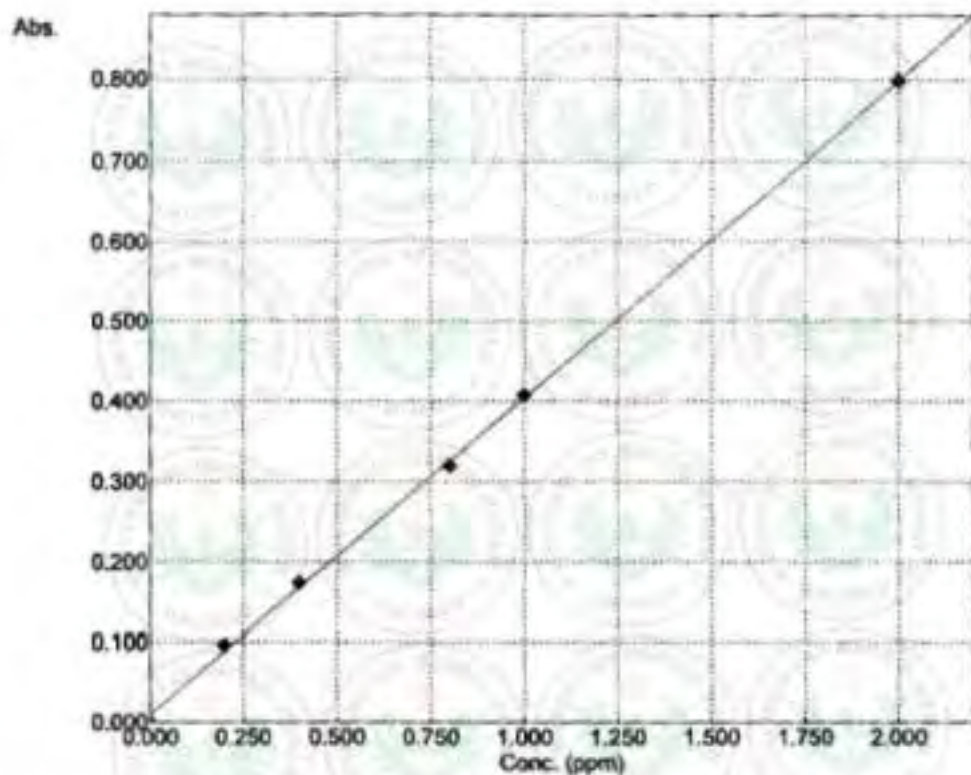
### Lampiran 3. Jadwal Penelitian

Usulan penelitian ini direncanakan akan dilakukan mulai bulan Mei s/d November dengan kegiatan seperti berikut ini:

Jadwal Penelitian

Kegiatan penelitian	Tahun 2011 pada bulan						
	5	6	7	8	9	10	11
Penelusuran pustaka berkaitan tentang penelitian yang akan dilakukan	■	■					
Persiapan penelitian, koordinasi dan pengaturan tugas anggota peneliti dan mahasiswa, penginderaan bahan kimia, bahan/material dan preparasi			■	■			
Pelaksanaan penelitian meliputi: - Preparasi sampel - Persiapan kolom EFP - Proses adsorpsi sampel - Analisis dengan SSA			■	■	■		
Mengkoordinir dan memantu kegiatan penelitian, berdiskusi antara tim peneliti untuk mengetahui perkembangan penelitian			■	■	■		
Mengolah data yang dihasilkan dari SSA sebagai kesimpulan						■	■
Penyusunan laporan kemajuan dan laporan akhir penelitian						■	■
Pemaparan hasil penelitian dalam forum seminar hasil penelitian di Lemlit						■	■
Penulisan draft untuk publikasi di jurnal terakreditasi						■	■

#### Lampiran 4. Kurva kalibrasi Mg dan Hasil pengukuran Mg(II) dengan AAS

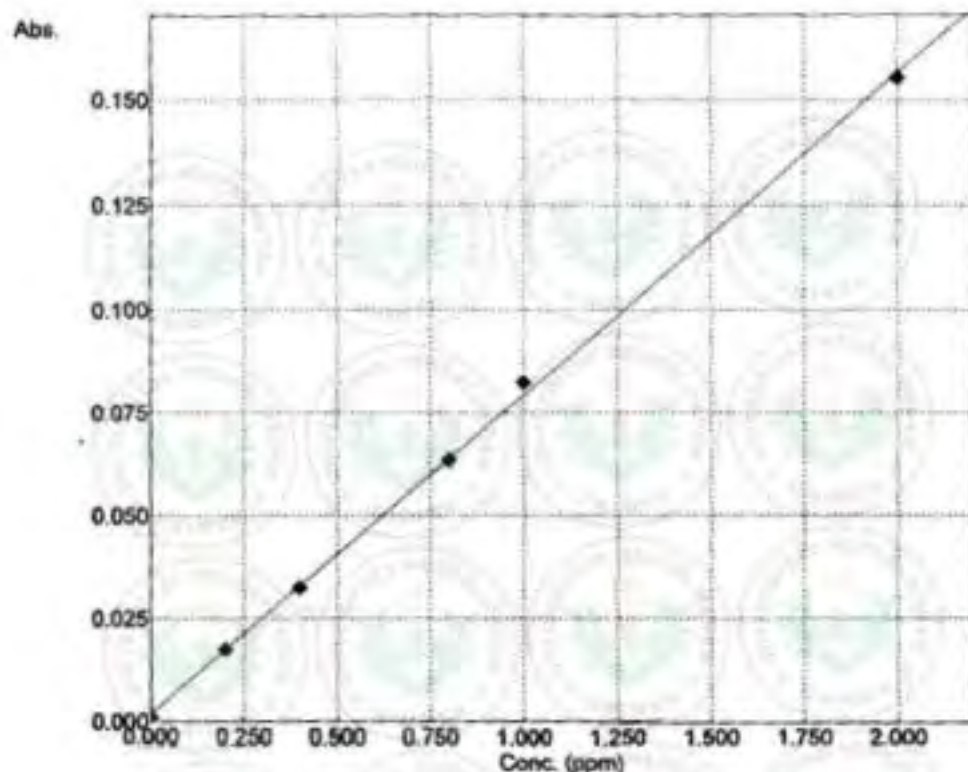


Abs. = 0.394654Conc + 0.00967015  
r = 0.9997

Conc.	Abs.
0.0000	0.0006
0.2000	0.0965
0.4000	0.1734
0.8000	0.3192
1.0000	0.4078
2.0000	0.7982

	Action	Sample ID	Curve ID	X	Area	SPD	Conc. (ppm)	Actual Conc.
1	AUTOZERO							
2	BLK				0.0013	0.0000		
3	STD	0.0000 ppm	1		-0.0012	0.0000	0.0000	
4	STD	0.0000 ppm	1		0.0004	0.0000	0.0000	
5	STD	0.0000 ppm	1		0.0008	0.0000	0.0000	
6	STD-AVG	0.0000 ppm	1		0.0006	0.0000	0.0000	
7	STD	0.2000 ppm	1		0.0664	0.0000	0.2000	
8	STD	0.2000 ppm	1		0.0665	0.0000	0.2000	
9	STD-AVG	0.2000 ppm	1		0.0666	0.0000	0.2000	
10	STD	0.4000 ppm	1		0.1735	0.0000	0.4000	
11	STD	0.4000 ppm	1		0.1733	0.0000	0.4000	
12	STD-AVG	0.4000 ppm	1		0.1734	0.0000	0.4000	
13	STD	0.6000 ppm	1		0.3194	0.0000	0.6000	
14	STD	0.6000 ppm	1		0.3191	0.0000	0.6000	
15	STD-AVG	0.6000 ppm	1		0.3193	0.0000	0.6000	
16	STD	1.0000 ppm	1		0.4078	0.0000	1.0000	
17	STD	1.0000 ppm	1		0.4077	0.0000	1.0000	
18	STD-AVG	1.0000 ppm	1		0.4075	0.0000	1.0000	
19	STD	2.0000 ppm	1		0.7990	0.0000	2.0000	
20	STD	2.0000 ppm	1		0.7984	0.0000	2.0000	
21	STD-AVG	2.0000 ppm	1		0.7983	0.0000	2.0000	
22	BLK				0.0000	0.0000		
23	UNK (1)	MACHETA	1		0.2047	0.0000	0.4937	0.4937
24	UNK (1)	MACHETA	1		0.2047	0.0000	0.4937	0.4937
25	UNK (1)-AVG	MACHETA	1		0.2047	0.0000	0.4937	0.4937
26	UNK (2)		1		0.1989	0.0000	0.4605	0.4605
27	UNK (2)		1		0.1982	0.0000	0.4797	0.4797
28	UNK (2)-AVG		1		0.1984	0.0000	0.4801	0.4801
29	UNK (3)		1		0.1884	0.0000	0.4524	0.4524
30	UNK (3)		1		0.1882	0.0000	0.4519	0.4519
31	UNK (3)-AVG		1		0.1883	0.0000	0.4521	0.4521

# Lampiran 5. Kurva kalibrasi Zn dan Hasil pengukuran Zn(II) dengan AAS



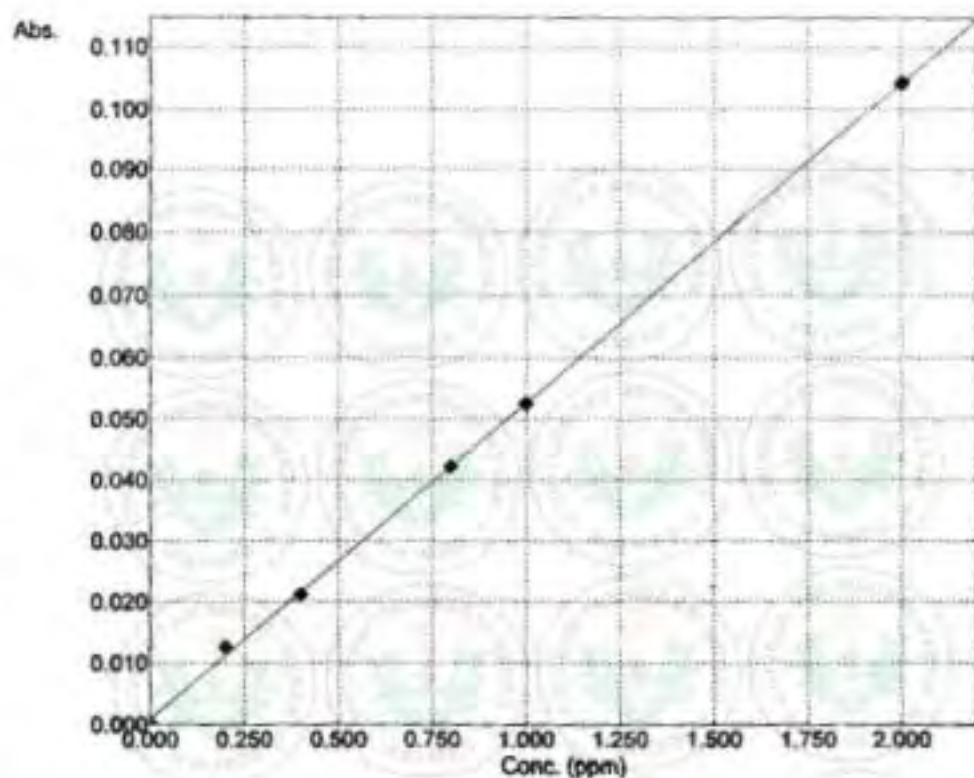
$$\text{Abs.} = 0.0772844 \text{Conc.} + 0.00199974$$

$r = 0.9996$

Conc.	Abs.
0.0000	0.0010
0.2000	0.0175
0.4000	0.0323
0.8000	0.0635
1.0000	0.0825
2.0000	0.1552

	Action	Sample ID	Curve ID	X	Adv.	BKG	Conc. (ppm)	Actual Conc.
1	AUTOCZERO							
2	BLK				0.0001	0.0000		
3	STD	0.0000 ppm	1		0.0000	0.0000	0.0000	
4	STD	0.0000 ppm	1		0.0012	0.0000	0.0000	
5	STD-AVG	0.0000 ppm	1		0.0010	0.0000	0.0000	
6	STD	0.2000 ppm	1		0.0114	0.0000	0.2000	
7	STD	0.2000 ppm	1		0.0176	0.0000	0.2000	
8	STD-AVG	0.2000 ppm	1		0.0175	0.0000	0.2000	
9	STD	0.4000 ppm	1		0.0223	0.0000	0.4000	
10	STD	0.4000 ppm	1		0.0324	0.0000	0.4000	
11	STD-AVG	0.4000 ppm	1		0.0274	0.0000	0.4000	
12	STD	0.6000 ppm	1		0.0333	0.0000	0.6000	
13	STD	0.6000 ppm	1		0.0427	0.0000	0.6000	
14	STD-AVG	0.6000 ppm	1		0.0426	0.0000	0.6000	
15	STD	1.0000 ppm	1		0.0626	0.0000	1.0000	
16	STD	1.0000 ppm	1		0.0624	0.0000	1.0000	
17	STD-AVG	1.0000 ppm	1		0.0625	0.0000	1.0000	
18	STD	2.0000 ppm	1		0.1261	0.0000	2.0000	
19	STD	2.0000 ppm	1		0.1363	0.0000	2.0000	
20	STD-AVG	2.0000 ppm	1		0.1362	0.0000	2.0000	
21	BLK				0.0004	0.0000		
22	BLK				0.0002	0.0000		
23	UPH (1)		1		-0.0005	0.0000	-0.0218	-0.0218
24	UPH (1)	ZINC	1		0.0410	0.0000	0.0046	0.0046
25	UPH (1)	ZINC	1		0.0412	0.0000	0.0072	0.0072
26	UPH (2)-AVG	ZINC	1		0.0411	0.0000	0.0059	0.0059
27	UPH (2)		1		0.0367	0.0000	0.4749	0.4749
28	UPH (2)		1		0.0396	0.0000	0.4729	0.4729
29	UPH (2)-AVG		1		0.0387	0.0000	0.4743	0.4743
30	UPH (3)		1		0.0380	0.0000	0.4723	0.4723
31	UPH (3)		1		0.0392	0.0000	0.4694	0.4694
32	UPH (3)-AVG		1		0.0384	0.0000	0.4703	0.4703

Lampiran 6. Kurva kalibrasi Ni dan Hasil pengukuran Ni(II) dengan AAS



Abs.=0.0516811Conc+0.00092551  
r=0.9998

Conc.	Abs.
0.0000	0.0001
0.2000	0.0126
0.4000	0.0212
0.8000	0.0422
1.0000	0.0526
2.0000	0.1043

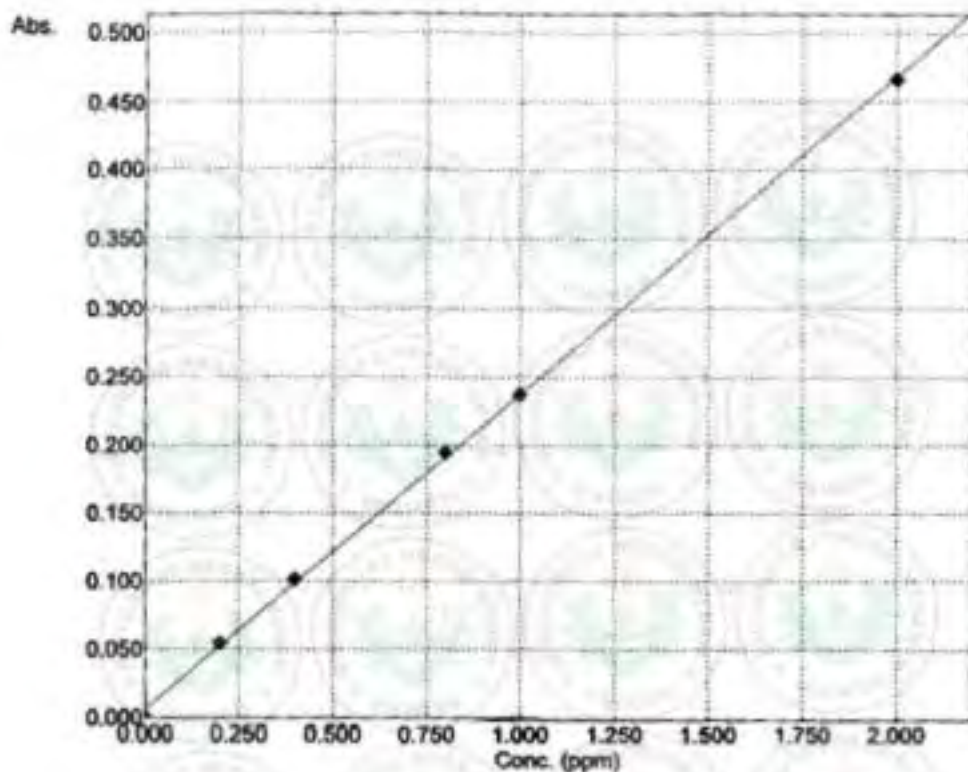
	Action	Estimate ID	Curve ID	X	Ass.	BRG	Cons. (ppm)	Actual Conc.
1	AUTOZERO							
2	SLA				0.0001	0.0000		
3	STD	0.0000 ppm	1		0.0002	0.0000	0.0000	
4	STD	0.0000 ppm	1		0.0001	0.0000	0.0000	
5	STD-AVG	0.0000 ppm	1		0.0003	0.0000	0.0000	
6	STD	0.2000 ppm	1		0.0123	0.0000	0.2000	
7	STD	0.2000 ppm	1		0.0127	0.0000	0.2000	
8	STD-AVG	0.2000 ppm	1		0.0126	0.0000	0.2000	
9	STD	0.4000 ppm	1		0.0210	0.0000	0.4000	
10	STD	0.4000 ppm	1		0.0213	0.0000	0.4000	
11	STD-AVG	0.4000 ppm	1		0.0213	0.0000	0.4000	
12	STD	0.8000 ppm	1		0.0421	0.0000	0.8000	
13	STD	0.8000 ppm	1		0.0423	0.0000	0.8000	
14	STD-AVG	0.8000 ppm	1		0.0422	0.0000	0.8000	
15	STD	1.0000 ppm	1		0.0524	0.0000	1.0000	
16	STD	1.0000 ppm	1		0.0527	0.0000	1.0000	
17	STD-AVG	1.0000 ppm	1		0.0526	0.0000	1.0000	
18	STD	2.0000 ppm	1		0.1041	0.0000	2.0000	
19	STD	2.0000 ppm	1		0.1043	0.0000	2.0000	
20	STD-AVG	2.0000 ppm	1		0.1042	0.0000	2.0000	
21	SLA				0.0002	0.0000		
22	LINK (1)	AMPCL	1		-0.0011	0.0000	-0.0782	-0.0782
23	LINK (1)	AMPCL	1		0.0277	0.0000	0.8181	0.8181
24	LINK (1)	AMPCL	1		0.0274	0.0000	0.8123	0.8123
25	LINK (1)-AVG	AMPCL	1		0.0279	0.0000	0.8152	0.8152
26	LINK (1)	1	1		0.0274	0.0000	0.8123	0.8123
27	LINK (1)	1	1		0.0289	0.0000	0.8026	0.8026
28	LINK (1)-AVG	1	1		0.0272	0.0000	0.8074	0.8074
29	LINK (2)	8	1		0.0286	0.0000	0.8068	0.8068
30	LINK (2)	8	1		0.0289	0.0000	0.8067	0.8067
31	LINK (2)-AVG	8	1		0.0287	0.0000	0.8067	0.8067



# Lampiran 7. Kurva kalibrasi Cd dan Hasil pengukuran Cd(II) dengan AAS

Cd Calibration Curve (Curve ID : 1)

Wednesday, November 09, 2011



$$\text{Abs.} = 0.231259 \text{Conc} + 0.00627678$$

$r = 0.9998$

Conc.	Abs.
0.0000	0.0004
0.2000	0.0544
0.4000	0.1014
0.8000	0.1949
1.0000	0.2374
2.0000	0.4667

	Action	Sample ID	Curve ID	X	Abs.	STD	Conc. (ppm)	Actual Conc.
1	ALTOZBIO							
2	BLK				0.0003	0.0000		
3	STD	0.0000 ppm	1		0.0000	0.0000	0.0000	
4	STD	0.0000 ppm	1		0.0002	0.0000	0.0000	
5	STD-AVG	0.0000 ppm	1		0.0004	0.0000	0.0000	
6	STD	0.2000 ppm	1		0.0543	0.0000	0.2000	
7	STD	0.2000 ppm	1		0.0544	0.0000	0.2000	
8	STD-AVG	0.2000 ppm	1		0.0543	0.0000	0.2000	
9	STD	0.4000 ppm	1		0.1013	0.0000	0.4000	
10	STD	0.4000 ppm	1		0.1013	0.0000	0.4000	
11	STD-AVG	0.4000 ppm	1		0.1014	0.0000	0.4000	
12	STD	0.6000 ppm	1		0.1480	0.0000	0.6000	
13	STD	0.6000 ppm	1		0.1482	0.0000	0.6000	
14	STD-AVG	0.6000 ppm	1		0.1480	0.0000	0.6000	
15	STD	1.0000 ppm	1		0.2373	0.0000	1.0000	
16	STD	1.0000 ppm	1		0.2375	0.0000	1.0000	
17	STD-AVG	1.0000 ppm	1		0.2374	0.0000	1.0000	
18	STD	2.0000 ppm	1		0.4698	0.0000	2.0000	
19	STD	2.0000 ppm	1		0.4698	0.0000	2.0000	
20	STD-AVG	2.0000 ppm	1		0.4697	0.0000	2.0000	
21	BLK				0.0004	0.0000		
22	UNK 10		1		0.0000	0.0000	-0.0271	-0.0271
23	UNK 11		1		0.0000	0.0000	-0.0271	-0.0271
24	UNK 10-AVG		1		0.0000	0.0000	-0.0271	-0.0271
25	UNK 20	CADMIUM	1		0.1251	0.0000	0.0158	0.0158
26	UNK 20	CADMIUM	1		0.1233	0.0000	0.0147	0.0147
27	UNK 20-AVG	CADMIUM	1		0.1262	0.0000	0.0142	0.0142
28	UNK 20		1		0.1240	0.0000	0.0091	0.0091
29	UNK 20		1		0.1243	0.0000	0.0104	0.0104
30	UNK 20-AVG		1		0.1242	0.0000	0.0097	0.0097
31	UNK 30		1		0.1280	0.0000	0.0236	0.0236
32	UNK 30		1		0.1281	0.0000	0.0243	0.0243
33	UNK 30-AVG		1		0.1280	0.0000	0.0239	0.0239

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN  
(STATE UNIVERSITY OF MEDAN)  
LEMBAGA PENELITIAN  
(RESEARCH INSTITUTE)**

Jl. W. Iskandar No. 1, Yankes Pk No 1202 Medan 20211 Telp. (061) 4626757, Fax. (061) 4626757, e-mail: 20111441388 Pse 1211 E-mail:  
Facilities.Unimed@Yahoo.com - website.unimed.ac.id.com

**SURAT PERJANJIAN PENGGUNAAN DANA (SP2D)  
No.: /P# /UN33.8/PL/2011**

Pada hari ini Rabu tanggal delapan bulan Juli tahun dua ribu sebelas, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Dr. Riawan Abd. Sari, M.Si : Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut **PIHAK PERTAMA**
2. Linaawaty Susantopang, S.Si, M.Si : Dosen PMIPA berprestasi sebagai Peneliti/Ketua pelaksana *Research Grant*, selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**

Kedua belah pihak secara bersama-sama wish sepakat mengadakan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) untuk melakukan kegiatan penelitian *Research/Teaching Grant* sebagai berikut :

**Paragraf 1**

Berdasarkan PO Unimed dan SK Rektor Nomor : 0446/UN33/L/KEP/2011 tanggal 30 Mei 2011, tentang kegiatan Penelitian *Research/Teaching Grant*, PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan/mengkoordinasikan pelaksanaan kegiatan *Research/Teaching Grant* tersebut).

"Pengembangan Metode ABR Menggunakan Simula Gel dari Sekam Padi untuk Mengatasi Limbah Cair Industri Logam"

yang berada di bawah tanggung jawab yang diketahui oleh : PIHAK KEDUA dengan masa kerja 5 (lima) bulan, terhitung sejak diterbitkannya SP2D ini ditandatangani,

**Paragraf 2**

1. PIHAK PERTAMA memberikan dana penelitian tersebut pada Paragraf 1 sebesar Rp. 10.000.000,- (Sepuluh juta Rupiah), secara bertahap.
2. Tahap pertama sebesar 40% yaitu Rp. 4.000.000,- (Empat juta Rupiah) dibayarkan se-waktu Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp. 3.000.000,- (Tiga juta Rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan kemajuan *Research/Teaching Grant* dan laporan penggunaan dana kepada PIHAK PERTAMA.
4. Tahap ketiga sebesar 30% yaitu Rp. 3.000.000,- (Tiga juta Rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan hasil *Research/Teaching Grant* kepada PIHAK PERTAMA.
5. PIHAK KEDUA dikenakan pajak (PPH) sebesar 15% dari jumlah dana kegiatan yang diterima dan diartikan ke kas negara.
6. Biaya material untuk SP2D dan lainnya yang berkaitan dengan administrasi kegiatan ditanggung oleh PIHAK KEDUA.

**Paragraf 3**

1. PIHAK KEDUA mengajukan/menyerahkan rincian anggaran biaya (RAB) pelaksanaan kegiatan sesuai dengan besarnya dana penelitian yang telah disetujui.
2. Semua kewajiban yang berkaitan dengan pengelolaan keuangan dan aset Negara termasuk kewajiban membayar dan menyerahkan pajak dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

**Paragraf 4**

1. PIHAK KEDUA harus menyelesaikan kegiatan serta menyerahkan laporan hasil kegiatan *Research/Teaching Grant* kepada PIHAK PERTAMA sebagaimana yang dimaksud dalam Paragraf 1 (selambat-lambatnya tanggal 12 Nopember 2011), sebanyak 8 (delapan) eksemplar, dalam bentuk "Hard Copy" disertai dengan 2 (dua) buah file elektronik "Soft Copy" yang berisi laporan hasil penelitian dan naskah artikel ilmiah hasil penelitian dalam bentuk compact disk (CD).
2. Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan PIHAK KEDUA melakukan diseminasi hasil kegiatan melalui forum yang dikondisikan oleh Lembaga Penelitian yang demony di bebaskan kepada pihak kedua.
3. Diseminasi kegiatan dilakukan di Unimed dengan mengundang dosen dan mahasiswa sebagai peserta.
4. Bukti pelaksanaan kegiatan menjadi arsip pada PIHAK KEDUA dan 1 (satu) rangkap diserahkan ke Lemlit Unimed dalam bentuk laporan penggunaan dana *Research/Teaching Grant* paling lambat tanggal 12 Nopember 2011.

Pasal 3

1. Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan kegiatan *Research/Teaching Grant* sesuai dengan Pasal 1 diatas, maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana kegiatan.
2. Apabila sampai batas waktu masa penelitian ini berakhir PIHAK KEDUA belum menyerahkan hasil kegiatan kepada PIHAK PERTAMA, maka PIHAK KEDUA dikenakan denda sebesar 1% perhari dan setinggi-tingginya 5% dari seluruh jumlah dana kegiatan yang diterima sesuai dengan Pasal 2.
3. Bagi dosen yang tidak dapat menyelesaikan kewajibannya dalam tahun anggaran berjalan dan proses pecairan biaya telah berakhir, maka seluruh dana yang belum cair yang belum sempat disalurkan dinyatakan hangus dan PIHAK KEDUA harus membayar denda sebagaimana tersebut diatas kepada Kas Negara.
4. Dalam hal PIHAK KEDUA tidak dapat memenuhi perjanjian pelaksanaan kegiatan *Research/Teaching Grant* PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana kegiatan yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya diestorikan kembali ke Kas Negara.

Pasal 5

Laporan hasil kegiatan *Research/Teaching Grant* yang tersebut dalam Pasal 4 harus memenuhi ketentuan sbb:

- a. Ukuran kertas kuarto
- b. Warna cover hijau
- c. Dibawah bagian kull/cover depan diletakkan dibayar oleh Dana PO Unswal SK. Raker No.0486/X/NS3.3/KEP/2011 tanggal 30 Mei 2011
- d. Pada bagian akhir laporan hasil penelitian dilampirkan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D)

Pasal 7

Hak cipta produk *Research/Teaching Grant* tersebut ada pada PIHAK KEDUA, sedangkan untuk pengandaan dan penyebaran laporan hasil kegiatan berada dalam PIHAK PERTAMA

Pasal 8

Surat perjanjian kerja ini dibuat rangkap 5 (lima) dimana 2 (dua) buah diantaranya dibubuhi materai sesuai dengan ketentuan yang berlaku yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA, satu rangkap untuk PIHAK PERTAMA satu rangkap untuk PIHAK KEDUA, dan selainnya akan digunakan bagi pihak yang berkepentingan untuk diketahui.

Hal-hal yang belum diatur dalam Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) ini akan ditetukan kemudian oleh dua belah pihak.



PIHAK KEDUA

Luvany Simatupang, S. Si, M. Si  
NIP. 19760719200312002