



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENGARUH ION LOGAM Cd(II) dan Zn (II) TERHADAP SISTEM TRANSPOR FENOL MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

SKRIPSI



RISSA YUSZALLY AKHMAD
07 132 073

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2012

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-NYA jua lah penulis dapat menyelesaikan penulisan makalah hasil ini yang merupakan salah satu syarat untuk Seminar Hasil pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.

Skripsi ini berjudul “ Pengaruh Ion Logam Cd(II) dan Zn(II) terhadap Sistem Transpor fenol Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah”, disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Elektrofotokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, Serta didukung oleh berbagai sumber literatur.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang memberikan motivasi dan dukungan moril.
2. Ibu Olly Norita Tetra, Msi sebagai Dosen Pembimbing I dan Prof. Dr. Admin Alif sebagai Dosen Pembimbing II yang memberikan pengarahan dan juga nasihat selama studi, penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Adlis Santoni selaku Ketua Jurusan Kimia
4. Bapak Dr. Mai Efdi selaku Koordinator Pendidikan Jurusan Kimia
5. Bapak Drs. Djufri Mustafa, Msc selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Staf Pengajar di Jurusan Kimia, Pegawai Jurusan Kimia, serta analis laboratorium Kimia atas petunjuk dan bimbingan nya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dimasa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Padang, Januari 2012

Penulis

ABSTRAK

Pengaruh Ion Logam Cd(II) Dan Zn(II) Terhadap Sistim Transpor Fenol Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Oleh :

RISSA YUSZALLY AKHMAD (07132073)

Dibimbing oleh : Olly Norita Tetra, Msi dan Prof. Dr. Admin Alif

Transpor fenol dilakukan dengan memakai teknik membran cair fasa ruah. Penelitian ini mengkaji keselektifan transpor fenol antar fasa dengan keberadaan ion logam Cd(II) dan Zn(II) yang terlarut di dalam fasa sumber. Sistem transpor dioperasikan dengan menggunakan 6 mL larutan fenol yang mengandung ion logam Cd(II) dan Zn(II) pada fasa sumber, 12 mL NaOH 0,1 M pada fasa penerima dan 30 ml kloroform sebagai fasa membran. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetik stirrer pada kecepatan 340 rpm dan waktu kesetimbangan 15 menit. Konsentrasi fenol dalam fasa penerima dan fasa sumber diukur dengan memakai metoda 4-aminoantipirin menggunakan spektrofotometer pada λ_{maks} 510 nm. Pengukuran konsentrasi ion logam yang terdapat didalam fasa sumber dan fasa penerima dilakukan dengan spektroskopi serapan atom. Dari hasil penelitian diperoleh persentase transpor fenol ke fasa penerima menurun seiring dengan penambahan konsentrasi ion logam Cd(II) dan Zn(II) di dalam fasa sumber. Persentase fenol menurun dari 95,11% menjadi 79,81% untuk penambahan ion logam Cd(II) dan dari 95,11% menjadi 76,15% untuk penambahan ion Zn(II). Berdasarkan uji statistik yang dilakukan didapatkan F hitung yang lebih besar dari F tabel, ini berarti keberadaan ion logam Cd(II) dan Zn(II) mengganggu proses transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF Cd(II) and Zn(II) TO THE SYSTEM TRANSPORT OF PHENOL THROUGH BULK LIQUID MEMBRANE

RISSA YUSZALLY AKHMAD (07132073)

Advised by: Olly Norita Tetra, Msi and Prof. Dr. Admin Alif

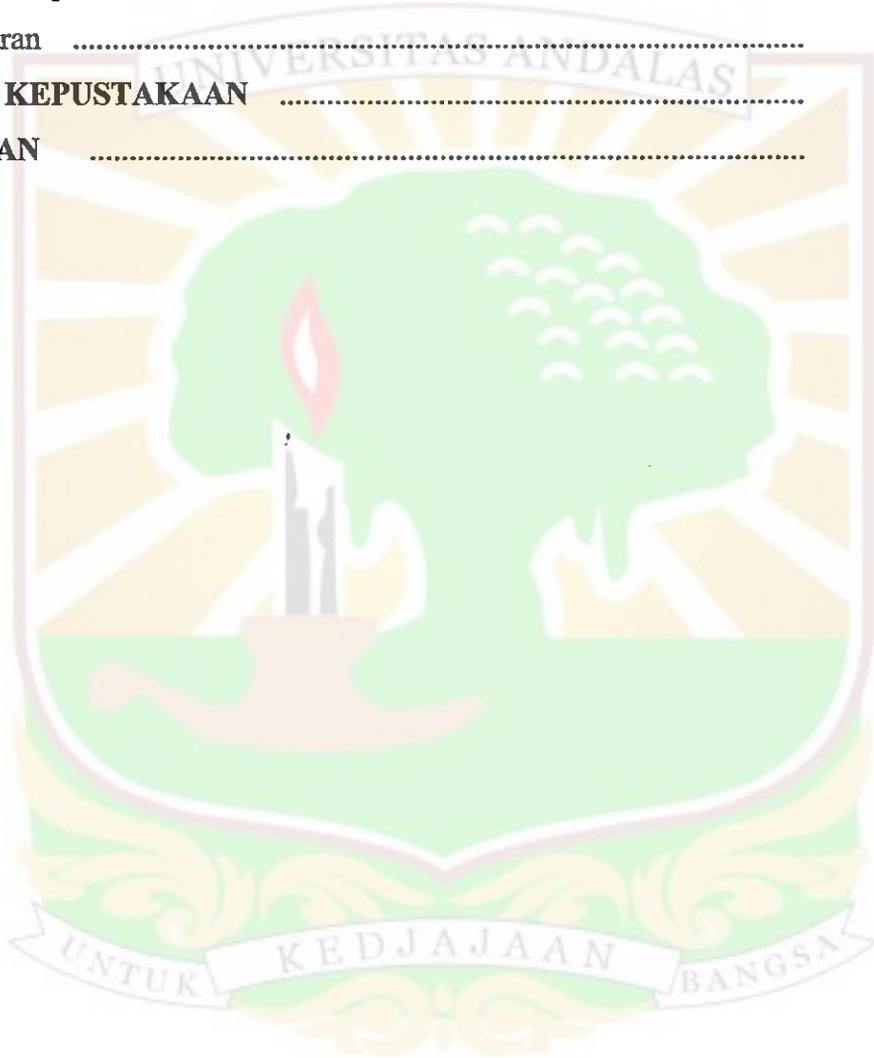
Fenol transport has been carried out using bulk liquid membrane technique. This research goal is to know fenol transport selectivity between phase with addition of ion Cd(II) and Zn(II) in resource phase. Transport System operated using ion Cd(II) and Zn(II) in 6 ml Fenol at resource phase, 12 ml NaOH 0,1M at receiving phase and 30 ml kloroform as membrane phase, respectively. Operation technique used by stirring at 340rpm and equilibrium time 15 minutes. Fenol concentration in resource and receiving phase calculated using 4-aminoantipirin method by spektrofotometer at λ_{maks} 510 nm. Metal ions concentration determined by Atom Absobstion spectroscopy. From the result, obtained that the percentage of fenol transport to receiving phase decreased with addition of metal ion concentration of Cd(II) and Zn(II) at resource phase. Final percentage was decreased from 95,11% to 79,81% with addition of Cd(II) and from 95,11% to 76,15% with addition of Zn(II), respectively. Statistic test showed that F count bigger than F table. It assumed that the addition of Cd(II) and Zn(II) metal ions influences fenol transport proses using bulk liquid membrane.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Karakterisasi Fenol	4
2.2 Seng (Zn)	5
2.3 Kadmium	6
2.4 Teknik Membran Cair Fasa Ruah	7
2.5 Metoda transpor fenol dengan teknik membran cair fasa ruah.....	9
2.6 SSA (Spektroskopi Serapan Atom)	10
2.7 Spektrofotometer UV-VIS	11
III. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.2.1 Alat yang digunakan	12
3.2.2 Bahan yang digunakan	12
3.3 Pembuatan Reagen	12
3.3.1 Pembuatan Larutan Fasa Sumber	12
3.3.2 Pembuatan Larutan Fasa Membran	13
3.3.3 Pembuatan Larutan Fasa Penerima	13

3.3.4 Pembuatan Reagen untuk Mengukur Konsentrasi Fenol	
dengan Metoda 4-aminoantipirin	13
3.3.4.1 Larutan NH_4OH 0,5 M	13
3.3.4.2 Larutan Buffer Fospat pH 6,8	13
3.3.4.3 Larutan 4-aminoantipirin 0,1M	13
3.4 Prosedur Kerja	14
3.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum	14
3.4.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi	14
3.4.3 Pengukuran Persentase Transpor fenol pada kondisi	
Optimum dengan teknik membran cair fasa ruah.....	14
3.4.4 Penentuan Transpor fenol dengan keberadaan ion Cd(II)	
dan Zn(II) melalui teknik membran cair fasa ruah.....	15
3.4.5 Uji Statistik	15
IV. HASIL DAN DISKUSI	17
4.1 Penentuan Panjang Gelombang Serapan maksimum untuk	
Pengukuran Konsentrasi fenol secara Spektrofotometri	17
4.2 Data Optimasi Transpor Fenol	18
4.3 Pengaruh penambahan Cd(II) kedalam fasa sumber terhadap	
tranpor fenol melalui membran cair fasa ruah.....	19
4.3.1 Pengaruh penambahan Cd(II) kedalam fasa sumber	
terhadap persentase fenol didalam fasa sumber	19
4.3.2 Pengaruh penambahan Cd(II) kedalam Fasa sumber	
terhadap persentase fenol didalam fasa penerima.....	20
4.3.3 Persentase Cd(II) dalam fasa sumber dan dalam	
fasa penerima pada proses transpor fenol	21
4.4 Pengaruh penambahan Zn(II) kedalam fasa sumber terhadap	
transpor fenol melalui membran cair fasa ruah.....	22
4.4.1 Pengaruh penambahan Zn(II) kedalam fasa sumber	
terhadap persentase fenol didalam fasa sumber.....	22
4.4.2 Pengaruh penambahan Zn(II) kedalam fasa sumber	
terhadap persentase fenol didalam fasa penerima.....	23

4.4.3 Persentase Zn(II) dalam fasa sumber dan dalam fasa penerima pada proses transpor fenol	23
4.5 Uji statistik transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah terhadap adanya ion Cd(II) dan Zn(II)	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR KEPUSTAKAAN	27
LAMPIRAN	29



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur Fenol.....	4
Gambar 2.	Reaksi Fenol dengan 4-aminoantipirin.....	5
Gambar 3.	Mekanisme transpor fenol	8
Gambar 4.	Model percobaan transpor fenol melalui TMCFR.....	9
Gambar 5.	Grafik penentuan panjang gelombang serapan maksimum untuk pengukuran konsentrasi fenol dengan metoda 4-aminoantipirin.	17
Gambar 6.	Pengaruh penambahan Cd(II) dalam fasa sumber terhadap transpor fenol.....	19
Gambar 7.	Persentase Cd(II) pada fasa sumber dan fasa penerima terhadap transpor fenol melalui TMCFR.....	21
Gambar 8.	Pengaruh penambahan Zn(II) dalam fasa sumber terhadap transpor fenol	22
Gambar 9.	Persentase Zn(II) pada fasa sumber dan pada fasa penerima terhadap transpor fenol melalui TMCFR	23
Gambar 10.	Kurva kalibrasi standar fenol pada panjang gelombang maksimum 510 nm.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penentuan ulang persentase transpor fenol antar fasa pada kondisi optimum melalui TMCFR	18
Tabel 2. Analisa statistik transpor fenol terhadap adanya keberadaan ion Cd(II) dan Zn(II)	24



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema kerja Penentuan Fenol dengan Metoda 4-aminoantipirin	29
Lampiran 2	Data penentuan panjang gelombang serapan	30
Lampiran 3	Data pembuatan persamaan regresi	31
Lampiran 4	Data pengaruh penambahan Cd(II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor fenol ke fasa penerima	32
Lampiran 5	Data penentuan persentase Cd(II) dengan menggunakan spektroskopi serapan atom	34
Lampiran 6	Data pengaruh penambahan Zn(II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor fenol ke fasa penerima	36
Lampiran 7	Data penentuan persentase Zn(II) dengan menggunakan spektroskopis serapan atom	38
Lampiran 8	Model analisa Varian (ANNOVA) untuk ion logam Cd(II).	40
Lampiran 9	Model analisa Varian (ANNOVA) untuk ion logam Zn(II).	44
Lampiran 10	Contoh perhitungan persentase fenol	48
Lampiran 11	Contoh perhitungan persentase ion Zn(II)	49
Lampiran 12	Contoh perhitungan persentase ion Cd(II).....	50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Teknologi membran cair fasa ruah merupakan salah metoda pemisahan yang telah berhasil memisahkan suatu ion dari campurannya. Sistem pemisahan dilakukan dengan cara mentranspor ion tersebut antar fasa melalui suatu membran cair. Keberhasilan proses transpor ion melintasi membran ditentukan dari jumlah maksimum ion yang sampai ke fasa penerima¹.

Dalam beberapa kasus, teknik membran cair fasa ruah telah digunakan untuk pemisahan dan pemurnian ion/anion tertentu dan memberikan hasil yang sangat akurat. Teknik ini juga sudah di aplikasikan untuk memisahkan senyawa fenol dalam air².

Fenol merupakan salah satu bahan baku industri yang berbahaya. Efek toksik fenol yang bersifat akut akan mempengaruhi sistem saraf pusat yang dapat menyebabkan kematian satu setengah jam setelah keracunan, gangguan pada sistem pencernaan (gastro intestinal), ginjal, paru-paru, kegagalan dalam sistem sirkulasi dan penyakit sawan. Dalam dosis tinggi fenol dapat terserap melalui kulit sehingga permukaan kulit menjadi putih³. Kadar fenol diperairan dan air limbah yang akan dibuang ke perairan perlu dikontrol. Batas maksimum fenol total dalam air minum maupun air bersih adalah 0,002 ppm⁴. Pada dasarnya senyawa fenol sering berada dalam air bersama-sama ion-ion lain seperti dalam limbah industri, limbah rumah sakit dan lain-lainnya. Untuk mendapatkan senyawa fenol dari campurannya dilakukan suatu pemisahan terhadap campuran tersebut. Metoda pemisahan senyawa fenol dari larutan air atau campurannya telah banyak dilakukan dan lazim digunakan adalah metoda ekstraksi pelarut. Metoda ini didasarkan pada pemisahan ion dengan cara mengekstraknya dari pelarut air ke dalam pelarut organik dan kemudian diekstraksi kembali ke dalam pelarut air⁵.

Teknik membran cair fasa ruah juga sudah di aplikasikan untuk pemisahan ion logam Cd(II) dan Zn(II)^{6,7}. Parinejad (2007) telah melakukan transpor ion logam Cd(II) dari larutan iodide dengan menggunakan rhodamin B sebagai carrier melalui teknik membran cair fasa ruah dengan jumlah ion logam Cd(II) yang tertranspor ke fasa penerima adalah 97,4% dan Eka (2008) melakukan transpor

ion logam Zn(II) dengan menggunakan ditizon sebagai carrier melalui teknik membran cair fasa ruah dengan jumlah ion logam Zn(II) yang tertranspor ke fasa penerima adalah 93%.

Ekstraksi senyawa fenol dari dalam air dengan menggunakan teknik membran cair fasa ruah telah berhasil dilakukan dimana Aziz (2010)², melakukan transpor fenol menggunakan teknik membran cair fasa ruah dengan jumlah fenol yang tertranspor ke fasa penerima adalah 93,07%. Melalui teknik ini fenol diekstraksi dengan menggunakan membran kloroform. Pada penelitian ini belum diteliti keefektifan sistem transpor fenol bila seandainya fenol berada dalam bentuk campuran dengan ion-ion logam. Untuk itu dilakukan penelitian terhadap ekstraksi senyawa fenol dari dalam air terhadap keberadaan Cd(II) dan Zn(II) dalam campuran dan dipelajari sejauh mana kedua ion ini mempengaruhi persentase fenol yang tertranspor ke fasa penerima.

1.2 Perumusan Masalah

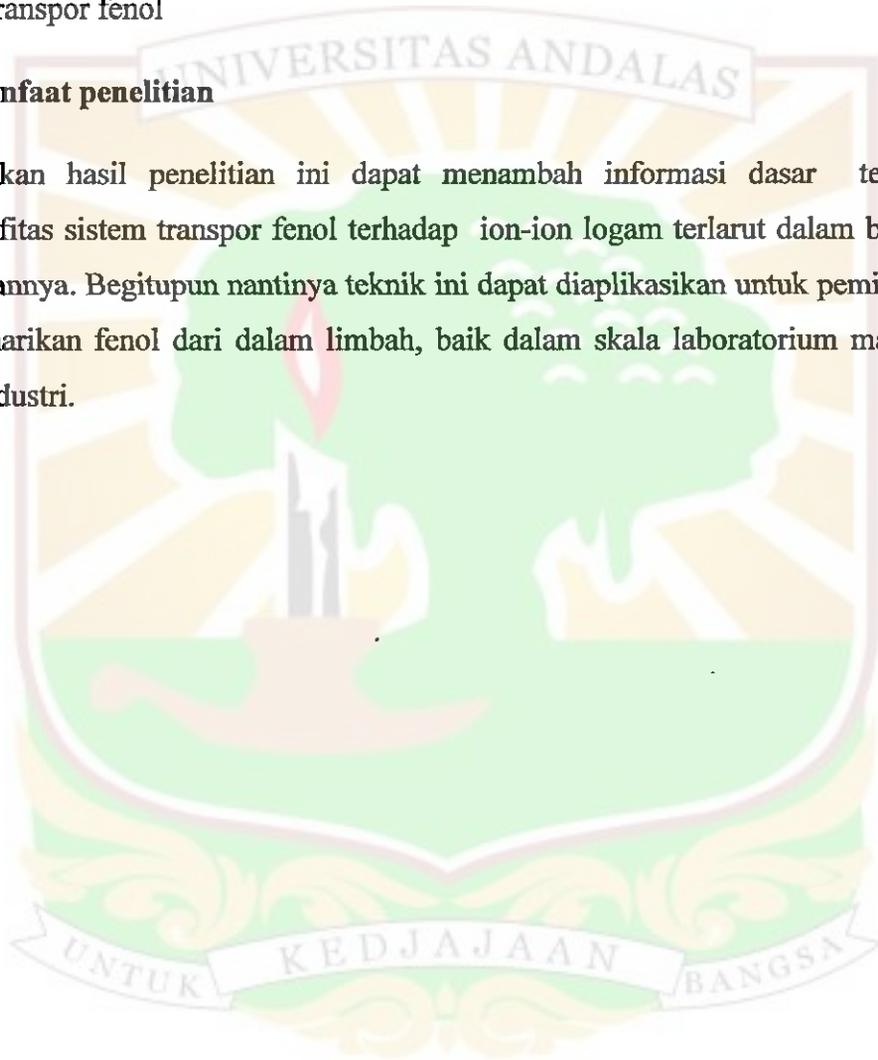
Keberhasilan Aziz (2010) menata ulang sistem teknik emulsi membran cair menjadi teknik membran cair fasa ruah untuk pemisahan fenol dari dalam air, memberikan informasi yang menarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut. Hal ini disebabkan karena jika di bandingkan dengan metoda pemisahan fenol yang lain, pemakaian teknik membran cair fasa ruah lebih praktis dan menguntungkan. Selain pembuatan membrannya lebih mudah dan lebih selektif, waktu transpornya juga relatif singkat karena proses transpor ke dalam membran dan ekstraksi balik (stripping) senyawa fenol ke fasa penerima berlangsung satu tahap. Pada dasarnya Aziz baru meneliti sebatas perolehan kondisi optimum untuk sistem transpor fenol. Penelitian belum dilakukan bila senyawa fenol ini berada dalam bentuk campuran dengan ion-ion logam seperti yang terjadi dalam polutannya dialam. Untuk itu dilakukan penelitian lanjut guna melihat keselektifan sistem transpor fenol ini terhadap keberadaan ion-ion Cd(II) begitupun Zn(II). Penelitian ini masih merupakan penelitian awal dimana kedua ion tersebut masing-masing masih berupa zat murni dicampurkan dengan fenol sebagai sampel dan kemudian dilihat sejauh mana pengaruh keberadaan masing-masing ion ini terhadap sistem transpor fenol.

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana Ion logam Cd(II), Zn(II) mempengaruhi persentase fenol yang tertransport ke fasa penerima melalui teknik membran cair fasa ruah. Penelitian dilakukan dengan melarutkan ion logam Cd(II) dan Zn(II) kedalam fasa sumber yang mengandung fenol. Parameter uji untuk menunjang penelitian ini adalah pengaruh konsentrasi Cd(II) dan Zn(II) terhadap proses transpor fenol

1.4 Manfaat penelitian

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menambah informasi dasar tentang keefektifitas sistem transpor fenol terhadap ion-ion logam terlarut dalam bentuk campurannya. Begitupun nantinya teknik ini dapat diaplikasikan untuk pemisahan dan penarikan fenol dari dalam limbah, baik dalam skala laboratorium maupun skala industri.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakterisasi Fenol

Sifat-sifat senyawa fenol terdiri dari sifat kimia dan sifat fisika⁸. Secara kimia fenol merupakan kelompok asam organik yang strukturnya memiliki gugus hidroksil yang tersubstitusi pada inti benzen. Senyawa ini mempunyai berat molekul 94,1 g/mol, dengan rumus kimia C₆H₅OH. Fenol bersifat asam lemah dan akan bereaksi dengan Natrium Hidroksida membentuk suatu garam. Dalam larutan encer fenol akan terdisosiasi karena fenol merupakan asam lemah, pKa dari senyawa fenol berkisar 9,89.



Secara fisika fenol umumnya berbentuk kristal berwarna putih dan berbau khas. Fenol bersifat higroskopis dan bersifat racun dan dapat merusak kulit. Apabila terjadi kontak antara kulit dan fenol maka fenol akan cepat diabsorpsi oleh kulit sehingga permukaan kulit akan melepuh. Pada bagian tertentu akan bereaksi dengan organ tubuh yang dapat menyebabkan kematian. Apabila fenol dibiarkan pada udara terbuka atau terkena cahaya, maka fenol akan berubah warnanya menjadi merah muda. Dalam keadaan murni fenol mempunyai titik leleh 40,85⁰C, titik didih 182⁰C, indeks bias pada 41⁰C adalah 1,5425.



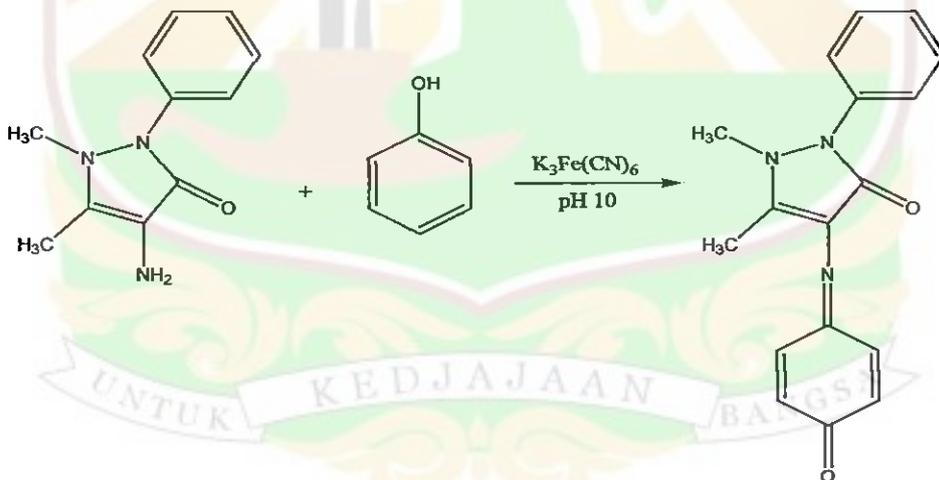
Gambar 1. Struktur Fenol

Kandungan senyawa fenol dalam air dapat dianalisis dengan metoda 4-aminoantipirin yang membentuk larutan berwarna. Reagen ini berupa bubuk kristal berwarna kuning yang mempunyai titik leleh 105⁰C. Reagen ini larut dalam air memberikan larutan kuning muda dan dengan adanya reagen pengoksidasi alkali akan berkondensasi dengan amina aromatik menyebabkan fenol menghasilkan warna merah.

Untuk senyawa fenol dengan konsentrasi lebih dari 1 ppm dilakukan analisa secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer UV/VIS pada panjang gelombang 510 nm⁴. Sedangkan untuk senyawa fenol dengan konsentrasi yang lebih kecil dari 1 ppm dilakukan analisa secara spektrofotometer UV pada panjang gelombang 325 nm.

Metoda 4-aminoantipirin yang digunakan dalam penentuan senyawa fenol dalam penelitian ini memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan metoda-metoda penentuan fenol yang lain yang selama ini sudah digunakan. Kelebihan metoda 4-aminoantipirin terutama dalam kepekaan analisa, penggunaan pereaksi yang mudah diperoleh maupun range konsentrasi yang dapat digunakan untuk menganalisa fenol dalam jumlah sedikit.

Reaksi yang terjadi antara senyawa fenol dalam pelarut air dengan pereaksi 4-aminoantipirin oleh adanya garam kalium ferisianida terjadi pada pH = 10. Dimana fenol dalam suasana basa akan dioksidasi oleh garam kalium ferisianida membentuk senyawa kuinoid. Selanjutnya senyawa kuinoid oleh adanya 4-aminoantipirin mengalami reaksi substitusi elektrofilik menghasilkan senyawa baru berupa antipirin berwarna kuning-kemerahan.



Gambar 2. Reaksi fenol dengan 4-aminoantipirin

2.2 Seng (Zn)

Seng merupakan logam golongan transisi, logam ini berwarna putih, mengkilap, mudah ditempa dan liat. Seng melebur pada 410°C serta mendidih pada 906°C dengan massa jenis 7,14 g/ml. Seng dengan nomor atom 30 termasuk

golongan II-B dengan massa atom relatif 65,37 g/mol. Oksidanya berwarna putih dan biasanya digunakan dalam karet dan pewarna^{9,10}.

Seng dan beberapa bentuk senyawanya digunakan dalam produksi logam campuran, misalnya: loyangan dan kuningan. Senyawa seng juga sering digunakan dalam pelapisan logam dan juga digunakan sebagai zat warna untuk cat, lampu, gelas, bahan keramik, peptisida, dan sebagainya. Dalam industri, seng mempunyai banyak kegunaan antara lain: melapisi besi atau baja untuk mencegah proses karat. Digunakan untuk bahan baterai, penyepuhan listrik dan metalurgi bubuk, seng dalam bentuk oksida digunakan untuk industri kosmetik, plastik, karet, sabun, pigmen dalam cat dan tinta, seng dalam bentuk sulfida digunakan untuk industri tabung televisi dan lampu pendar serta pada pertambangan logam, serta seng dalam bentuk klorida digunakan untuk pengawetan kayu. Dalam bahasa sehari-hari, seng juga dimaksudkan sebagai pelat seng yang digunakan sebagai bahan bangunan.

2.3 Kadmium

Kadmium adalah suatu logam putih, mudah dibentuk, lunak dan tahan korosi. Termasuk golongan II B dalam tabel periodik unsur dengan nomor atom 48, A_r 112,41, titik leleh 320,9 °C, dan titik didih 765 °C. Kadmium dan bentuk garamnya banyak digunakan pada beberapa jenis pabrik untuk proses produksinya. Industri pelapisan logam adalah pabrik yang paling banyak menggunakan kadmium murni sebagai pelapis, begitu juga pabrik yang membuat baterai Ni-Cd. Bentuk garam Cd banyak digunakan dalam proses fotografi, gelas, dan campuran perak, produksi foto-elektrik, foto-konduktor, dan fosforus. Kadmium asetat banyak digunakan pada proses industri porselen dan keramik. Merkuri (Hg) memiliki sifat yang mirip dengan kadmium, yaitu selain bersifat esensial juga toksik terhadap organisme. Oleh karena sifat tersebut, dalam berbagai penelitian logam berat, kedua jenis logam tersebut selalu mendapat prioritas untuk dianalisis dan dievaluasi^{10,11}.

Keberadaan Kadmium di alam berhubungan erat dengan hadirnya logam Pb dan Zn. Dalam industri pertambangan Pb dan Zn, proses pemurniannya akan selalu memperoleh hasil samping kadmium yang terbuang dalam lingkungan.

Dengan demikian, kadmium dapat ditemukan di dalam perairan baik di dalam sedimen maupun di dalam penyediaan air minum. Kadmium masuk ke dalam tubuh manusia terjadi melalui makanan minuman yang terkontaminasi. Bagi manusia, kadmium merupakan logam asing. Tubuh sama sekali tidak memerlukannya dalam proses metabolisme. Karenanya kadmium sangat beracun bagi manusia dan dapat diabsorpsi tubuh dalam jumlah yang tidak terbatas karena tidak adanya mekanisme tubuh yang dapat membatasinya. Apabila kadmium masuk ke dalam tubuh maka sebagian besar akan terkumpul di dalam ginjal, hati dan sebagian yang dikeluarkan lewat saluran pencernaan. Kadmium dapat mempengaruhi otot polos pembuluh darah secara langsung maupun tidak langsung lewat ginjal, sebagai akibatnya terjadi kenaikan tekanan darah.

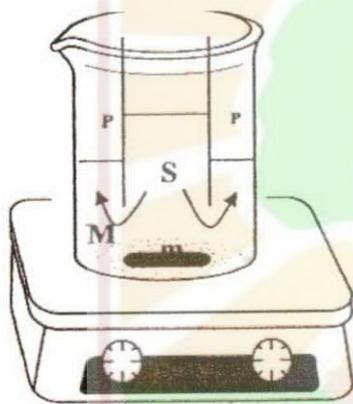
Kadmium terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit (renik) dan bersifat tidak larut dalam air. Cd dan bermacam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan perairan sebagai efek samping dari aktivitas manusia. Kadmium dalam konsentrasi berlebih dapat membawa sifat racun yang merugikan semua organisme hidup, bahkan berbahaya untuk manusia. Kadar Cd yang normal dalam air laut yaitu 0,11 ppb¹², dan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan untuk kepentingan biota laut adalah 0,001 ppm atau 1 ppb¹³.

2.4 Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Membran cair merupakan suatu fasa cair yang membatasi dua fasa cair lain yang saling melarutkan, sedangkan membran cair itu sendiri tidak dapat larut didalam kedua fasa cair yang dibatasinya. Membran cair dapat dibuat dari fasa cair hidrofobik yang memisahkan dua fasa cair hidrofilik atau sebaliknya. Spesifikasi dari membran cair semipermeabel yang mempunyai kemampuan untuk mentranspor suatu komponen antarfasa dapat diatur berdasarkan fisika dan kimia antara membran dan komponen yang diserap. Keselektifan utama dari membran cair untuk teknik pemisahan umumnya terjadi karena adanya perbedaan koefisien distribusi atau perbedaan kelarutan komponen di antarfasa permukaan membran. Keselektifan akan lebih tinggi dengan penambahan zat pembawa yang tepat ke dalam membran sebagai mediator, untuk memacu proses transpor ion logam antarfasa sehingga tidak terjadi reaksi balik^{1,14}.

2.5 Metoda Transpor Fenol dengan teknik Membran Cair fasa Ruah

Pada percobaan ini proses transpor dilakukan dalam suatu sel kaca silindris (diameter dalam 3,66 cm) yang diisi dengan pelarut organik sebagai fasa membran. Kemudian sebuah tabung kaca (diameter dalam 2,17 cm) dicelupkan kedalamnya dan diisi larutan senyawa fenol dengan ion logam (S). Di sekeliling kaca diatas fasa membran diisi dengan fasa penerima (P) yang saling melarutkan dengan fasa sumber di dalam tabung kaca. Fasa membran (M) ditempatkan pada dasar sel kaca dan membentang di bawah permukaan kedua fasa yang terpisah (S dan P) seperti pada Gambar 4 di bawah ini :



- S = fasa sumber berisi fenol dengan ion Cd (II) dan Zn (II).
- M = fasa membran berisi kloroform
- P = fasa penerima berisi NaOH 0,1M
- m = magnetik bar

Gambar 4. Model percobaan transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah

Sirkulasi dari proses transpor fenol dalam teknik ini diatur sedemikian rupa sehingga hanya berlangsung dari fasa sumber ke fasa penerima¹. Transportasi dipercepat dengan bantuan teknis pengaduk magnet selama selang waktu yang divariasikan agar proses transpor optimum.

2.6 SSA(Spektroskopi Serapan Atom)

Metoda Spektroskopi Serapan Atom merupakan metoda analisa kuantitatif untuk menentukan konsentrasi (ion) logam berdasarkan penyerapan energi sinar oleh atom- atom bebas dalam keadaan gas.

Metode Spektroskopi Serapan Atom berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom- atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu,

tergantung pada sifat unsur nya. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan Absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikan tingkat energi nya ke tingkat eksitasi⁵.

Setiap alat SSA terdiri atas tiga komponen:

1. Unit atomisasi
2. Sumber radiasi
3. Sistem pengukur fotometrik

Atomisasi dapat dilakukan baik dengan nyala maupun dengan tungku. Untuk mengubah unsur metalik menjadi uap atau hasil disosiasi diperlukan energi panas. Bahan bakar dan gas oksidator dimasukan dalam kamar pencampur kemudian dilewatkan melalui baffle menuju ke pembakar. Nyala akan dihasilkan. Sampel dihisap masuk ke kamar pencampur.

Seperangkat sumber yang dapat memberikan garis emisi yang tajam dari suatu unsur spesifik tertentu dikenal sebagai lampu pijar hollow cathode. Lampu ini memiliki dua elektroda, satu di antaranya berbentuk silinder dan terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang dianalisa. Lampu ini diisi dengan gas mulia bertekanan rendah. Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu, logma mulai memijar dan atom-atom logam katoda nya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu. Suatu garis yang diinginkan dapat diisolasi dengan monokromator⁵.

2.7 Spektrofotometri UV-VIS

Spektrofotometer UV-Vis (Ultra Violet-Visible) adalah salah satu instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia. Spektrofotometer adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi⁵. Spektrofotometri uv-vis adalah pengukuran serapan cahaya di daerah ultraviolet (200 – 350 nm) dan sinar tampak (350 – 800 nm) oleh suatu senyawa.

Serapan cahaya uv atau cahaya tampak mengakibatkan transisi elektronik, yaitu tereksitasinya elektron-elektron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi. Panjang gelombang cahaya uv atau cahaya tampak bergantung pada mudahnya eksitasi elektron. Molekul-molekul yang memerlukan lebih banyak energi untuk tereksitasi akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih pendek. Molekul yang memerlukan energi lebih sedikit akan menyerap pada panjang gelombang yang lebih panjang.



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Elektrofotokimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang dan Pengukuran SSA dilakukan di Kopertis Padang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Agustus s/d November 2011.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofotometer UV/VIS spektronik 20 D, Spektroskopi Serapan Atom SpectraAA, Sel membran cair fasa ruah, Neraca Analitik Ainsworth, magnetik stirrer, pH meter 420A, dan alat-alat gelas kimia lainnya.

3.2.2 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : Kloroform (CHCl_3), Fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), 4-aminoantipirin, NaOH, HCl 0,01 M, NH_4OH , buffer sitrat pH 2, buffer pH 6,8 (campuran K_2HPO_4 dan KH_2PO_4), $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ serta akuades.

3.3 Pembuatan Reagen

3.3.1 Pembuatan Larutan Fasa Sumber

Pembuatan fasa sumber yang mengandung Fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M dan Cd(II) $1,78 \times 10^{-5}$ M s/d $1,78 \times 10^{-4}$ M, masing-masing ditimbang sejumlah 0.01 g fenol ($M_r = 94$ g/mol) dan 0.003 s/d 0.03 g $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (308,47 g/mol), dilarutkan sedikit dengan akuades dalam labu 500 mL. kemudian ditambahkan HCl 0.01 M untuk mencapai pH 2 dan tambahkan 10 pipet larutan buffer sitrat (buffer pH 2) untuk menahan pH lalu encerkan dengan akuades dalam labu ukur 500 mL sampai tanda batas.

Hal yang sama untuk penambahan Zn(II) ke dalam fasa sumber, ditimbang 0.01 g fenol ($M_r = 94 \text{ g/mol}$) dan 0.003 s/d 0.03 g $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (219.37 g/mol) dan dilakukan tahap selanjutnya seperti diatas.

3.3.2 Pembuatan Fasa Membran

Fasa membran yang berupa kloroform yang dipipet sebanyak sebanyak 30 mL.

3.3.3 Pembuatan Larutan Fasa Penerima

Ditimbang sebanyak 0,4000 g NaOH dan dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 100 mL. Larutan fasa penerima yang diperoleh adalah NaOH dengan konsentrasi 0,1 M.

3.3.4 Pembuatan Reagen untuk Mengukur Konsentrasi Fenol dengan Metoda 4-aminoantipirin

3.3.4.1 Larutan NH_4OH 0,5 M

Dipipet 38 ml NH_4OH pekat dan diencerkan dalam labu 1000 ml sampai tanda batas.

3.3.4.2 Larutan Buffer Phospat pH 6,8

Ditimbang 10,4501 g K_2HPO_4 dan 7,2305 g KH_2PO_4 , kemudian dipindahkan ke labu ukur 100 ml dan dilarutkan dengan akuades sampai tanda batas.

3.3.4.3 Larutan 4-aminoantipirin 0,1 M

Ditimbang 2,0301 g 4-aminoantipirin dan larutkan dalam labu ukur 100 ml dengan akuades.

3.3.4.4 Larutan $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0,24 M

Ditimbang 7,8924 g $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ kemudian larutkan dalam labu ukur 100 ml dengan akuades.



3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum

Panjang gelombang serapan maksimum ditentukan dari larutan standar fenol pada konsentrasi tertentu dan dilakukan pengukuran absorban pada selang panjang gelombang yang diperkirakan akan menghasilkan serapan maksimum dengan metoda 4-aminoantipirin.

3.4.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Konsentrasi fenol didalam fasa sumber dan fasa penerima sesudah operasi ditentukan dengan menggunakan metoda 4-aminoantipirin. Sebanyak 10 ml larutan yang mengandung senyawa fenol ditambahkan 2 ml larutan buffer phosphat pH 6,8. Untuk mendapatkan larutan pH 10 ditambahkan 10 ml NH_4OH 0,5 M kedalam larutan tersebut. Hal ini dikarenakan metoda 4-aminoantipirin ini efektif pada pH larutan 10. Selanjutnya larutan dengan pH 10 ini (larutan A) direaksikan dengan 0,5 ml $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0,24 M dan ditambahkan pula 0,5 ml 4-aminoantipirin 0,1 M kemudian diaduk hingga homogen. Kompleks yang terbentuk berwarna kuning kemerahan (larutan B). Konsentrasi fenol yang ada dalam larutan B ditentukan secara spektrofotometri.

Kurva kalibrasi dibuat dari pengukuran absorban konsentrasi larutan standar fenol pada variasi konsentrasi 0; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; dan 18 ppm. Dari hasil pengukuran tersebut dibuat persamaan regresi linear larutan fenol. Dengan mensubstitusikan harga absorban dari sampel yang diukur pada kurva kalibrasi standar maka dapat diketahui konsentrasinya.

3.4.3 Pengukuran Persentase Transpor Fenol pada Kondisi Optimum dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Proses transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah seperti yang dilakukan oleh Azis (2010). Disiapkan beker gelas 50 mL (diameter dalam 3,66 cm) dan dimasukkan fasa membran yaitu 30 mL kloroform. Dalam larutan fasa membran ini dicelupkan sebuah tabung kaca silindris (diameter dalam 2,17 cm) dan dipipetkan ke dalamnya 6 mL larutan fasa sumber berupa fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M dengan pH 2. Di luar tabung gelas dimasukan 12 mL fasa penerima NaOH 0,1 M. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetik

stirer pada kecepatan 340 rpm selama 2 jam. Setelah pendiaman 15 menit, fasa penerima dan fasa sumber diambil untuk diukur jumlah konsentrasi fenol yang terkandung di dalamnya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada λ_{\max} 510 nm.

3.4.4 Penentuan Transpor Fenol dengan keberadaan ion Cd(II) dan Zn(II) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Larutan campuran fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M dengan pH optimum yang mengandung ion logam Cd(II) dan Zn(II) pada konsentrasi tertentu masing-masingnya dimasukkan kedalam fasa sumber sebanyak 6 mL. Campuran ini kemudian dioperasikan sama dengan Prosedurnya 3.4.3. Setelah percobaan selesai, fenol dan semua ion baik dalam fasa sumber maupun fasa penerima ditentukan konsentrasinya dengan dengan Spektrofotometer UV/VIS spektronik 20 D dan Spektroskopi Serapan Atom (SSA).

3.4.5 Uji statistik

Untuk melakukan uji statistik digunakan tabel ANOVA, yaitu melalui uji F dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Diketahui : } JK_a = \sum \frac{(T_{ij})^2}{n} - \frac{(T)^2}{N} \quad (JK_a = \text{Jumlah Kuadrat antar Kolom})$$

$$JK_T = \sum X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N} \quad (JK_T = \text{Jumlah Kuadrat Total})$$

$$\left(\frac{T^2}{N}\right) = \text{Faktor koreksi}$$

$$JK_d = JK_T - JK_a \quad (JK_d = \text{Jumlah Kuadrat dalam kolom})$$

$$MSK = \frac{JK_a}{J-1} \quad (MSK = \text{Rata-rata Kuadrat Kolom})$$

$$(J = \text{Jumlah Kolom})$$

$$MSKD = \frac{JK_d}{J(n-1)} \quad (MSKD = \text{Rata kuadrat dalam kolom})$$

$$(n = \text{Jumlah Ulangan})$$

$$(N = \text{Total } (n \times J))$$

$$F_{\text{hitung}} = \frac{MSK}{MSKD} \quad \text{DB antar kolom} = J - 1$$

$$\text{DB dalam Kolom} = N - J$$

$$\alpha = 0,01$$

$F_{\text{tabel}} (\alpha, \text{DB antar kolom}, \text{DB dalam kolom})$

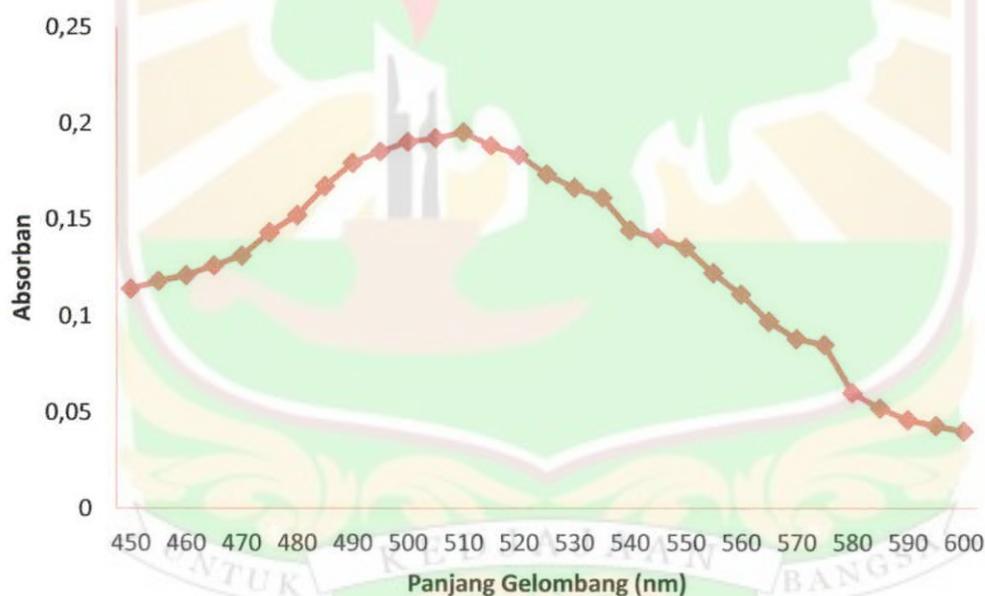
$F_{\text{hitung}} > F_{\text{Tabel}} \longrightarrow \text{Berbeda Nyata}$



IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum untuk Pengukuran Konsentrasi Fenol Secara Spektrofotometri

Pengukuran konsentrasi fenol dalam larutan dilakukan dengan menggunakan metoda 4-aminoantipirin. Kompleks fenol yang terbentuk berwarna kuning kemerahan. Secara visual, munculnya warna kuning kemerahan menandakan bahwa spektrum serapan maksimum untuk pengukuran fenol berada pada range panjang gelombang 450-600 nm. Untuk membuktikan hal tersebut, dilakukan pengukuran konsentrasi fenol dengan spektrofotometer UV/VIS. Dari hasil percobaan didapatkan bahwa panjang gelombang maksimum untuk penentuan fenol dengan metoda 4-aminoantipirin adalah 510 nm (Lampiran 2).



Gambar 5. Grafik penentuan panjang gelombang serapan maksimum untuk pengukuran konsentrasi fenol dengan metoda 4-aminoantipirin secara spektrofotometri

Konsentrasi fenol dari proses transpor melalui teknik membran cair fasa ruah dihitung dengan menggunakan persamaan regresi fenol yang dibuat dengan menghubungkan antara konsentrasi standar fenol dengan absorbannya (Lampiran 3).

4.2 Data optimasi Transpor fenol

Penelitian ulang yang dilakukan berdasarkan data optimasi yang telah didapatkan oleh Aziz (2010) dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

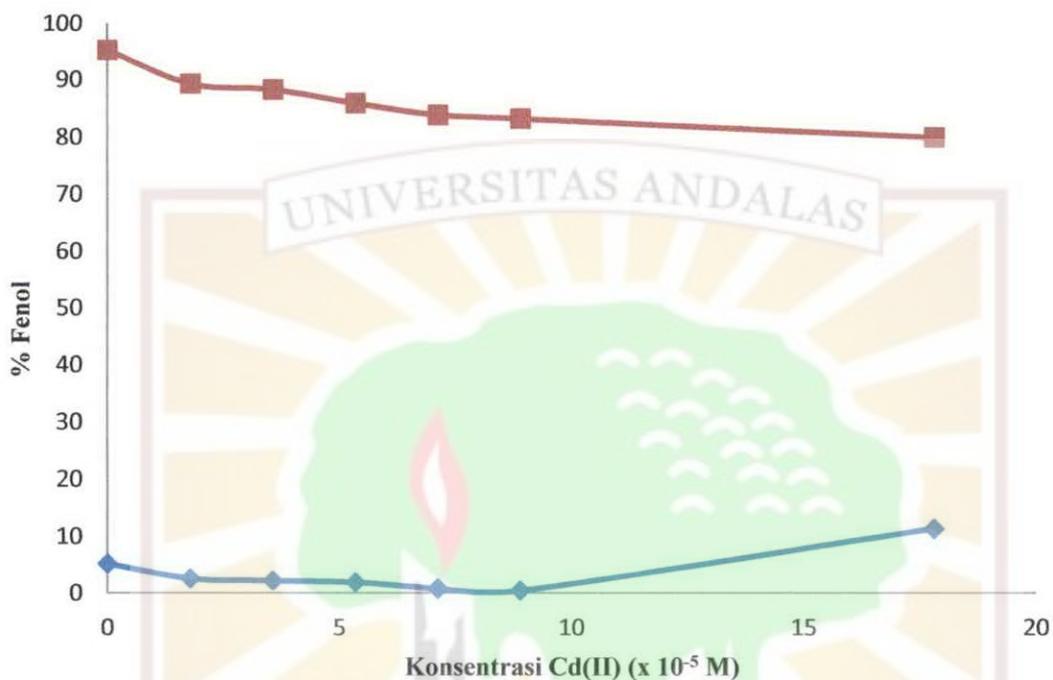
Tabel 1 : Penentuan ulang persentase transpor fenol antar fasa pada kondisi optimum melalui teknik membran cair fasa ruah

Parameter	Kondisi optimum sistem transpor	% Fenol di fasa penerima	% Fenol di fasa sumber
Konsentrasi fenol	2.13×10^{-4} M		
pH fasa sumber	2		
Konsentrasi Reagen Penerima NaOH	0.1 M	95,11	5,19
Waktu transpor	2 jam		
Waktu pendiaman	15. menit		

Hasil ulang persentase fenol yang tertranspor ke fasa penerima dan yang tersisa di fasa sumber ternyata tidak jauh berbeda dengan hasil yang didapatkan oleh Aziz (2010) yang mendapatkan persentase fenol yang tertranspor ke fasa penerima sebesar 93,07%. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi optimum sistem transpor fenol tanpa zat pembawa melalui teknik membran cair fasa ruah ini cukup efektif. Oleh sebab itu kondisi optimum inilah yang dipakai untuk penelitian lebih lanjut.

4.3 Pengaruh penambahan Cd(II) kedalam fasa sumber terhadap transpor fenol melalui membran cair fasa ruah.

4.3.1 Pengaruh penambahan Cd (II) kedalam fasa sumber terhadap persentase fenol di dalam Fasa sumber.



Gambar 6. Pengaruh penambahan Cd(II) dalam fasa sumber terhadap % transpor fenol ke fasa penerima (-■-), dan % fenol sisa dalam fasa sumber (-◆-).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M pH 2 + variasi konsentrasi Cd(II) dan fasa membran 30 ml kloroform , fasa penerima 12 ml NaOH 0,1 M, waktu kesetimbangan 15 menit, waktu transpor 2 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Berdasarkan pada hasil optimasi maka dilanjutkan dengan melihat pengaruh penambahan ion logam Cd(II) ke dalam fasa sumber. Dalam hal ini, dilakukan penambahan Cd(II) dengan variasi konsentrasi dari $1,78 \times 10^{-5}$ M s/d $17,8 \times 10^{-5}$ M. Fenol dalam larutan air cenderung berdisosiasi menjadi PhO^- . Pada kondisi ini, fenol akan sulit terdifusi ke fasa membran dan memudahkan Cd(II) untuk membentuk kompleks dengan fenol ini dan masuk ke fasa membran.

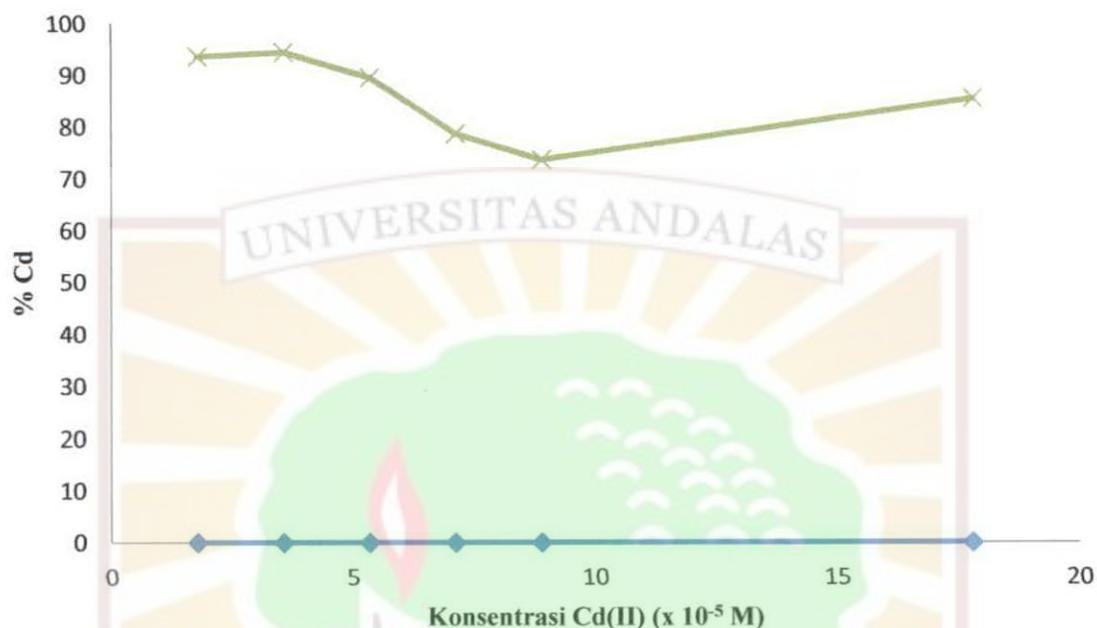
Pada Gambar 6 diatas dapat dilihat bahwa tanpa adanya Cd(II) dalam fasa sumber, fenol yang tersisa di fasa sumber sekitar 5,19%. Penambahan Cd (II) sampai dengan $8,9 \times 10^{-5}$ M (10 ppm) ternyata mampu menurunkan persen fenol di fasa sumber sampai dengan 0,83%. Ini dikarenakan pada konsentrasi ini,

Cd(II) mampu mengikat fenol yang terdisosiasi dalam fasa sumber membentuk Cadmium-fenolat yang tidak bermuatan dan menyebabkannya lebih tertarik ke fasa membran. Akan tetapi, dengan adanya penambahan Cd(II) sebesar $17,8 \times 10^{-5}$ M (20 ppm) menyebabkan persentase fenol di fasa sumber meningkat hingga 11,3%. Hal ini terjadi karena penambahan ion logam Cd(II) yang berlebihan pada fasa sumber menyebabkan fenol yang dalam bentuk molekul juga membentuk kompleks bermuatan dengan ion logam Cd(II) yang cenderung larut dalam fasa sumber dan ini terlihat dari persentase fenol dan persentase ion logam Cd(II) yang banyak bersisa dalam fasa sumber.

4.3.2 Pengaruh penambahan Cd (II) kedalam fasa sumber terhadap persentase fenol di dalam Fasa penerima.

Pada Gambar 6 juga dapat dilihat tanpa adanya Cd(II) dalam fasa sumber, persentase fenol yang tertransport ke fasa penerima mencapai 95,11%. Sedangkan dengan penambahan Cd(II) sampai dengan konsentrasi $17,8 \times 10^{-5}$ M (20 ppm), persentase transport fenol yang sampai di fasa penerima mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi ion logam Cd(II) sampai dengan 79,81%. Hal ini disebabkan karena selain fenol masuk ke membran dalam bentuk molekuler tapi juga sebagian dalam bentuk kompleks dengan Cd(II) yang cenderung stabil dalam fasa membran sehingga yang tertransport ke fasa penerima semakin menurun.

4.3.3 Persentase Cd(II) dalam Fasa sumber dan dalam Fasa penerima pada proses transpor fenol.



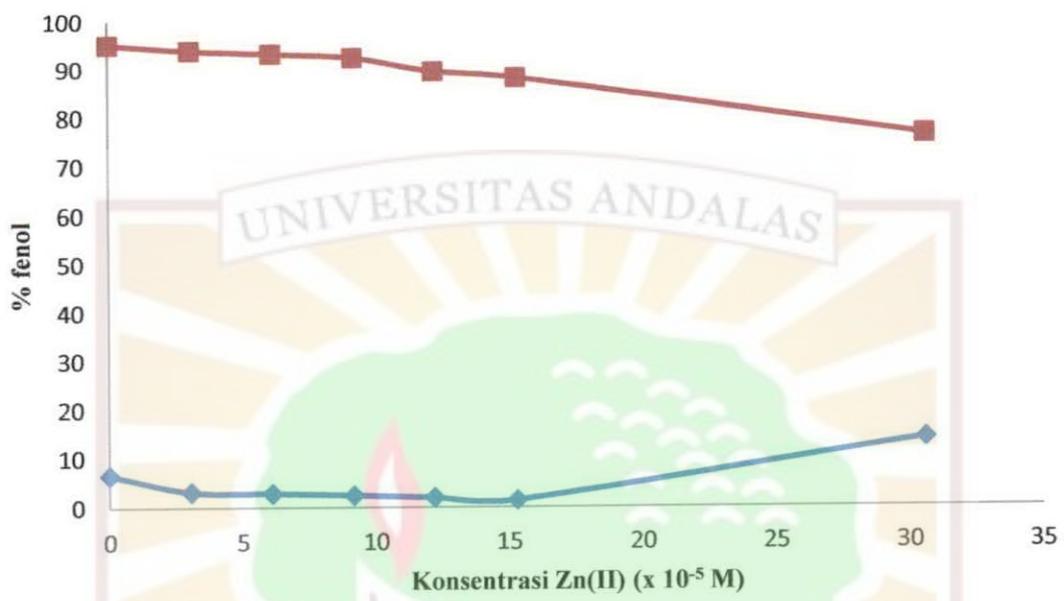
Gambar 7. Persentase Cd(II) pada fasa sumber (-x-) dan pada fasa penerima (-◆-) terhadap transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah.

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M pH 2 + variasi konsentrasi Cd(II) dan fasa membran 30 ml kloroform , fasa penerima 12 ml NaOH 0,1 M, waktu kesetimbangan 15 menit, waktu transpor 2 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Konsentrasi Cd(II) pada masing-masing fasa dapat dilihat pada Gambar 7. Secara umum, Cd(II) cenderung akan tertahan pada fasa sumber dan sisa nya terperangkap di fasa membran. Komplek Cd-fenolat yang terbentuk cenderung kuat dan tidak tertanspor ke fasa penerima. Hal ini dibuktikan dari semakin tinggi konsentrasi ion logam Cd(II) dalam fasa sumber maka semakin banyak ion logam tersebut tertranspor ke fasa membran sampai penambahan konsentrasi ion logam Cd(II) $8,9 \times 10^{-5}$ M (10 ppm). Apabila konsentrasi ion logam di fasa sumber ditingkatkan lagi sampai $17,8 \times 10^{-5}$ M (20 ppm) maka terjadi peningkatan persentase ion logam Cd(II) dalam fasa sumber, karena jumlah fenol yang terikat dengan Cd(II) membentuk kompleks yang bermuatan semakin besar, ini dapat dilihat dari jumlah fenol dan ion logam dalam fasa sumber yang semakin meningkat.

4.4 Pengaruh penambahan Zn(II) kedalam fasa sumber terhadap transpor fenol melalui membran cair fasa ruah.

4.4.1 Pengaruh penambahan Zn(II) kedalam fasa sumber terhadap persentase fenol di dalam Fasa sumber.



Gambar 8 Pengaruh penambahan Zn(II) dalam fasa sumber terhadap transpor fenol ke fasa penerima (-■-), dan sisa fenol dalam fasa sumber (-◆-).

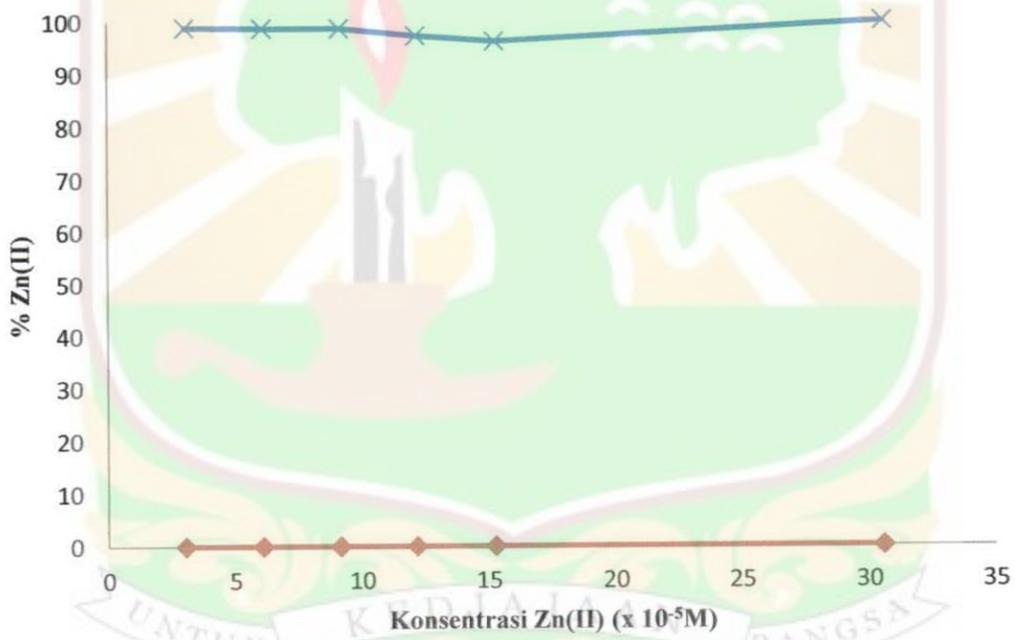
Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M pH 2 + variasi konsentrasi Zn(II) dan fasa membran 30 ml kloroform , fasa penerima 12 ml NaOH 0,1 M, waktu kesetimbangan 15 menit, waktu transpor 2 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Gambar 8 memperlihatkan bahwa tanpa adanya Zn(II) dalam fasa sumber, sisa fenol di fasa sumber 5,19%. Penambahan Zn(II) ke dalam fasa sumber ternyata menurunkan persentase fenol di fasa sumber. Penambahan Zn(II) sampai dengan $15,3 \times 10^{-5}$ M (10 ppm) menurunkan persentase fenol di fasa sumber sampai dengan 1,43%. Tidak terlalu berbeda dari penambahan ion Cd(II) pada konsentrasi yang sama yaitu 10 ppm. Tetapi jika penambahan Zn(II) terlalu besar akan menyebabkan kenaikan persentase fenol sisa di fasa sumber. Ini dapat dijelaskan pada Gambar 8, dimana dengan penambahan Zn(II) sebesar $30,6 \times 10^{-5}$ M (20 ppm) menyebabkan persentase fenol yang tersisa di fasa sumber meningkat sampai dengan 13,94%. Hal ini disebabkan karena pada fasa sumber fenol dalam bentuk molekul dapat berikatan dengan Zn(II) membentuk kompleks bermuatan yang larut dalam fasa sumber.

4.4.2 Pengaruh penambahan Zn(II) kedalam fasa sumber terhadap persentase fenol di dalam Fasa penerima.

Pada Gambar 8 terlihat tanpa adanya Zn(II) dalam fasa sumber, fenol yang tertransport ke fasa penerima mencapai 95,11%. Sedangkan dengan penambahan Zn(II) sampai dengan konsentrasi $30,6 \times 10^{-5}$ M, transport yang sampai di fasa penerima mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi ion logam sampai dengan 76,15%. Hasilnya tidak terlalu berbeda dari penambahan ion Cd(II) pada konsentrasi yang sama.

4.4.3 Persentase Zn(II) dalam Fasa sumber dan dalam Fasa penerima pada proses transport fenol.



Gambar 9. Persentase Zn(II) pada fasa sumber (-x-) dan pada fasa penerima (-◆-) terhadap transport fenol melalui teknik membran cair fasa ruah.

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M pH 2 + variasi konsentrasi Zn(II), fasa membran 30 ml kloroform, fasa penerima 12 ml NaOH 0,1 M, waktu kesetimbangan 15 menit, waktu transport 2 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Persentase Zn(II) pada masing-masing fasa dapat dilihat pada Gambar 9, dimana tidak jauh berbeda dengan Cd(II), Zn(II) cenderung akan tertahan pada

fasa sumber dan hanya sedikit sekali yang masuk ke fasa membran. Sedangkan kompleks Zn dengan fenol akan cenderung stabil dalam fasa membran sehingga Zn(II) tidak tertransport ke fasa penerima. Pada konsentrasi ion Zn(II) $30,6 \times 10^{-5}$ M (20 ppm), Zn(II) hampir sebagian besar tertahan difasa sumber, hal ini disebabkan karena semakin banyaknya ion Zn(II) dalam fasa sumber membuatnya lebih cenderung berikatan kompleks dengan fenol dalam fasa sumber. Hal ini bisa terlihat dari persentase fenol yang semakin banyak di fasa sumber.

4.5 Uji statistik transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah terhadap adanya ion Cd(II) dan Zn(II).

Uji Selektifitas transpor fenol dengan adanya ion Cd(II) dan Zn(II) dipelajari dengan menggunakan cara analisa statistik dengan model analisis varian (ANOVA), seperti yang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisa statistik transpor fenol terhadap adanya keberadaan ion Cd(II) dan Zn(II)

Perbandingan Konsentrasi (ppm) Fenol : Ion Logam	% fenol ke fasa penerima dengan adanya ion-ion lain	
	Cd(II)	Zn (II)
20 : 0	95,77	95,77
	95,77	95,77
	93,80	93,80
20 : 2	88,07	93,9
	88,73	93,9
	90,8	93,7
20 : 4	87,7	93,71
	87,32	93,52
	89,48	92,11

20 : 6	85,73	93,52
	86,10	93,11
	89,48	90,14
20 : 8	83,47	92,96
	84,13	88,92
	83,94	88,17
20 : 10	83,47	88,92
	83,75	87,7
	81,7	87,14
20 : 20	79,34	76,52
	79,90	74,74
	80,19	77,18
F hitung	82,81	63,7
F tabel	4,32	4,32
Keterangan	Berbeda nyata	Berbeda nyata

Harga F tabel untuk masing masing sumber variasi adalah terlihat pada Lampiran 8 dan 9. Tabel transpor fenol secara statistik berbeda nyata, dimana F hitung besar dari F tabel, artinya keberadaan ion Cd(II) dan Zn(II) mempengaruhi transpor fenol ke fasa penerima.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa transpor fenol dengan adanya ion logam Cd(II) untuk batasan 1,78 s/d $17,8 \times 10^{-5}$ M menurunkan transpor fenol ke fasa penerima dari 95,11 % menjadi 79,81%. Sedangkan transpor fenol dengan adanya ion logam Zn(II) untuk batasan 3,06 s/d $30,06 \times 10^{-5}$ M menurunkan persen transpor fenol ke fasa penerima dari 95,11% menjadi 76,15%.

Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa keberadaan ion Cd(II) dan Zn(II) memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap transpor fenol ke fasa penerima, dimana F hitungnya lebih besar dari F tabel. Artinya secara statistika keberadaan ion Cd(II) dan Zn(II) dalam fasa sumber mengganggu proses transpor fenol antar fasa melalui Teknik membran cair fasa ruah. Dalam hal ini, masing-masing ion logam tidak ikut tertranspor ke fasa penerima setelah proses transpor fenol dilakukan

5.2. Saran

Untuk meningkatkan keefektifan transpor fenol dengan adanya ion logam Cd(II) dan Zn(II), maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan surfaktan guna untuk meningkatkan transpor fenol ke fasa penerima melalui teknik membran cair fasa ruah, juga disarankan untuk menguji keberadaan sisa ion logam dan fenol yang berada di fasa membran.

DAFTAR PUSTAKA

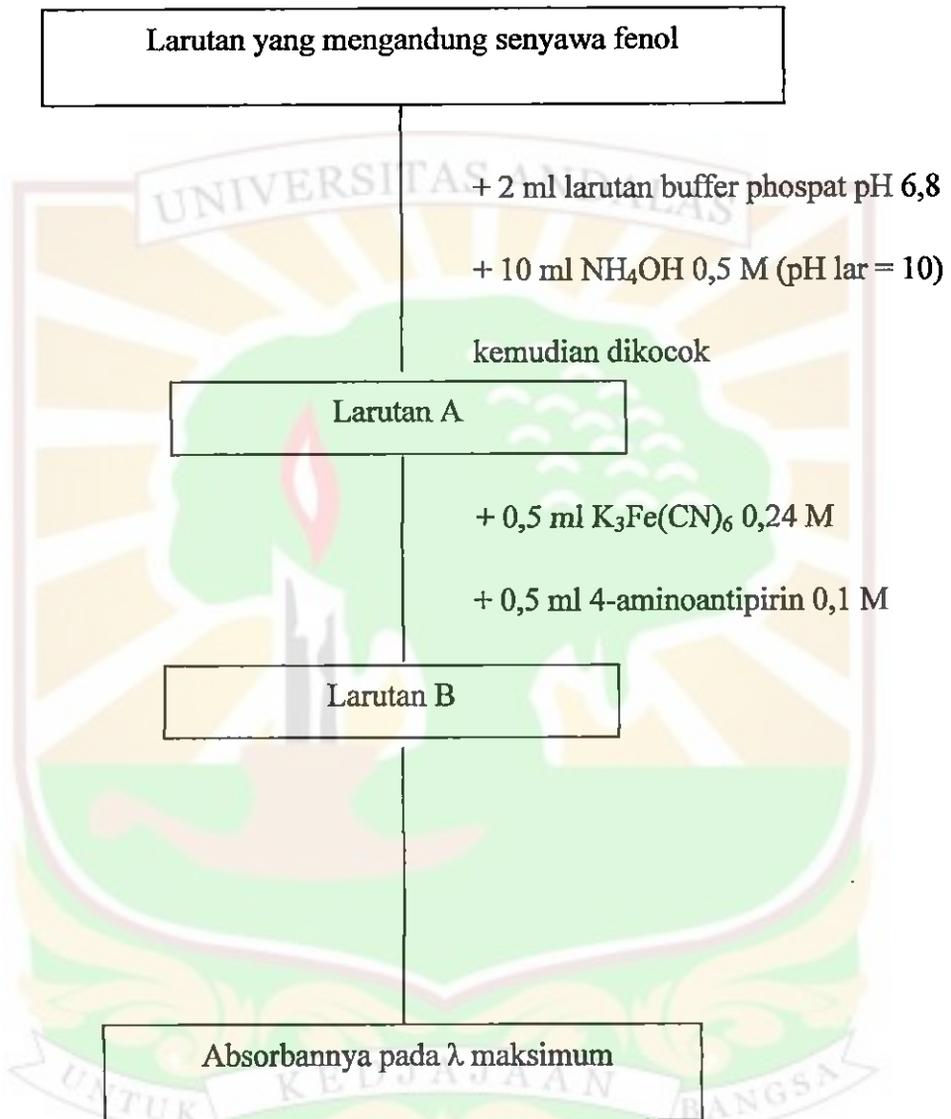
1. Mulder, M. *Basic Principle of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. pp. 244 -259 (1991).
2. Aziz, M. *Optimasi Transpor Fenol melalui Membran Kloroform Dalam Teknik Membran Cair Fasa Ruah*. Skripsi Sarjana Kimia Universitas Andalas. Hal 16-22 (2010).
3. Manahan, S.E., *Environmental Chemistry*, 6 Ed., Lewis Publisher, USA, pp 688-689 (1994).
4. Mulyasuryani A,dkk. *Metoda Sederhana untuk Monitoring Senyawa-senyawa Fenol di Perairan*. J. Penelitian Ilmu-ilmu Teknik (engineering) 9, 2, Hal 107-125 (1997).
5. Khopkar, S.M. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. Hal 71-83, 225, 288-296 (1990).
6. Parinejad,M.,Nasira,H.,Yaftian,M. *Selective uphill transport of anionic cadmium complexes from iodide solutions through bulk liquid membrane containing rhodamine B as an anion carrier*. *J.Canadian journal of Analytical Sciences and Spectroscopy* (2007).
7. Kurniawaty, Eka. *Optimalisasi Transpor Zn(II) dengan Zat pembawa Ditizon melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah*. Skripsi Sarjana Kimia Universitas Andalas. Hal 15-21 (2008).
8. Xiao,M., Zhou, J. and Yuanhua. *Treatment of Highly-Concentrated Phenol Wastewater with an Extractive Membrane Reactor Using Silicone Rubber*. *J. Membr.Scie*. Hal 281-293 (2006).
9. Arsyad, M. Natsir. *Kamus Kimia Arti dan Penjelasan Ilmiah*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal : 150-151, 179-180, 301-302 (2001).
10. A, Cotton, G. Wilkinson. *Advance Inorganic Chemistry A Comprehensive text*. Interscience Publisher. London. Hal 397-403 (1996).
11. Taufiq Andrianto T. *Audit Lingkungan*. Global Pustaka Utama Yogyakarta (2002).
12. M, Waldichuck. *Pollution and Psysiology of Marine Organism*. Academic Press. London (1974).

13. Kantor Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. Kep-51/2004 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut, Jakarta (2004).
14. Coelho, I. M., Crespo, J. P. S. G., Carrondo, M. J. T. *Kinetics of Liquid Membrane extraction in System with Variable Distribution Coefficient*. J. Membr, Sci. 127 : 141-152 (1997).
15. Richard, A. B. *Chemical Separation with Liquid Membrans*. ACS Symposium Series 642. Eds. American Chemical Society. Washington DC.. Pp. 1-202 (1996).



LAMPIRAN 1

Skema Kerja Penentuan Fenol dengan Metoda 4-Aminoantipirin



LAMPIRAN 2

Data Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Pengukuran Konsentrasi Fenol secara Spektrofotometri

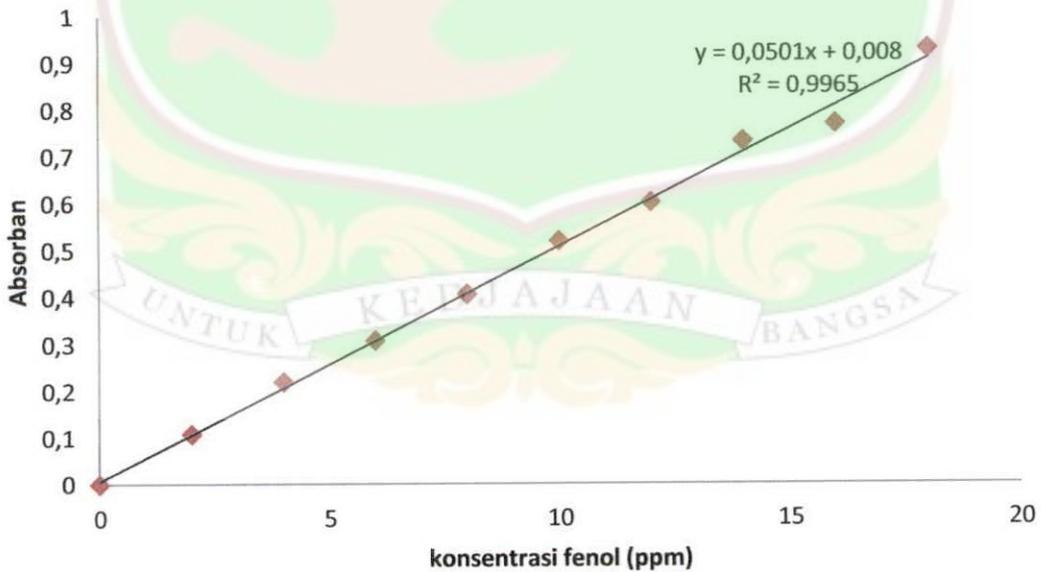
Panjang gelombang (nm)	Absorban	Panjang gelombang (nm)	Absorban
450	0,114	530	0,166
455	0,118	535	0,161
460	0,121	540	0,144
465	0,126	545	0,140
470	0,131	550	0,135
475	0,143	555	0,122
480	0,152	560	0,111
485	0,167	565	0,097
490	0,179	570	0,088
495	0,185	575	0,085
500	0,190	580	0,060
505	0,192	585	0,052
510	0,195	590	0,046
515	0,188	595	0,043
520	0,183	600	0,040
525	0,173		

LAMPIRAN 3

Data Pembuatan Persamaan Regresi

Hubungan absorban dengan konsentrasi fenol

Konsentrasi (ppm)	Absorban (A)
0	0
2	0,108
4	0,220
6	0,308
8	0,406
10	0,519
12	0,601
14	0,732
16	0,769
18	0,930



Gambar 10 : Kurva kalibrasi standar fenol pada panjang gelombang maksimum 510 nm.

LAMPIRAN 4

Data pengaruh penambahan Cd(II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor fenol ke fasa penerima.

[Cd] (x 10 ⁻⁵ M)	[Fenol] _s (x 10 ⁻⁵ M)	[Fenol] _p (x 10 ⁻⁵ M)	[Fenol] _s (%)	[Fenol] _p (%)	Δ[Fenol] _s (%)	Δ[Fenol] _p (%)
0	1,10	10,2	5,16	95,77	5,19	95,11
	0,69	10,2	3,24	95,77		
	1,53	9,99	7,18	93,80		
1,78	0,45	9,38	2,11	88,07	2,50	89,2
	0,49	9,45	2,30	88,73		
	0,66	9,67	3,1	90,8		
3,56	0,38	9,34	1,78	87,7	2,07	88,17
	0,43	9,30	2,02	87,32		
	0,51	9,53	2,4	89,48		
5,34	0,34	9,13	1,6	85,73	1,74	85,76
	0,38	9,17	1,78	86,10		
	0,39	9,10	1,83	85,45		
7,12	0,21	8,89	0,98	83,47	0,92	83,85
	0,11	8,96	0,52	84,13		
	0,27	8,94	1,27	83,94		

8,90	0,11	8,89	0,52	83,47	0,83	82,97
	0,15	8,92	0,70	83,75		
	0,27	8,70	1,27	81,70		
17,8	2,36	8,45	11,08	79,34	11,3	79,81
	2,40	8,54	11,27	80,19		
	2,46	8,51	11,55	79,90		

Keterangan :

[Cd] = Konsentrasi Cd(II) awal yang ditambahkan ke fasa sumber

[Fenol]_s = Konsentrasi sisa fenol dalam fasa sumber setelah transpor

[Fenol]_p = Konsentrasi fenol dalam fasa penerima setelah transpor

% Fenol_s = Persentase transpor fenol sisa dalam fasa sumber

% Fenol_p = Persentase transpor fenol dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 6 ml fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M pada pH 2

2. Fasa Membran : 30 ml kloroform

3. Fasa Penerima : 12 ml NaOH 0,1 M

4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm

5. Lama Pengadukan : 120 menit

6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit

LAMPIRAN 5

Data penentuan persentase Cd(II) dengan menggunakan spektroskopi serapan atom.

[Cd] ($\times 10^{-5}$ M)	[Cd]s ($\times 10^{-5}$ M)	[Cd]p ($\times 10^{-5}$ M)	[Cd]s (%)	[Cd]p (%)	Δ [Cd]s (%)	Δ [Cd]p (%)
0	0	0	0	0	0	0
1,78	1,65	*	92,70	*	93,45	*
	1,68	*	94,38	*		
	1,66	*	93,26	*		
3,56	3,36	*	94,38	*	94,28	*
	3,38	*	94,94	*		
	3,33	*	93,54	*		
5,34	4,73	*	88,58	*	89,39	*
	4,80	*	89,88	*		
	4,79	*	89,70	*		
7,12	5,60	*	78,65	*	78,60	*
	5,60	*	78,65	*		
	5,59	*	78,51	*		
8,90	6,53	*	73,37	*	73,63	*
	6,58	*	73,93	*		
	6,55	*	73,60	*		

17,8	15,2	*	85,39	*	85,20	*
	15,2	*	85,39	*		
	15,1	*	84,83	*		

*Tidak terdeteksi

Keterangan :

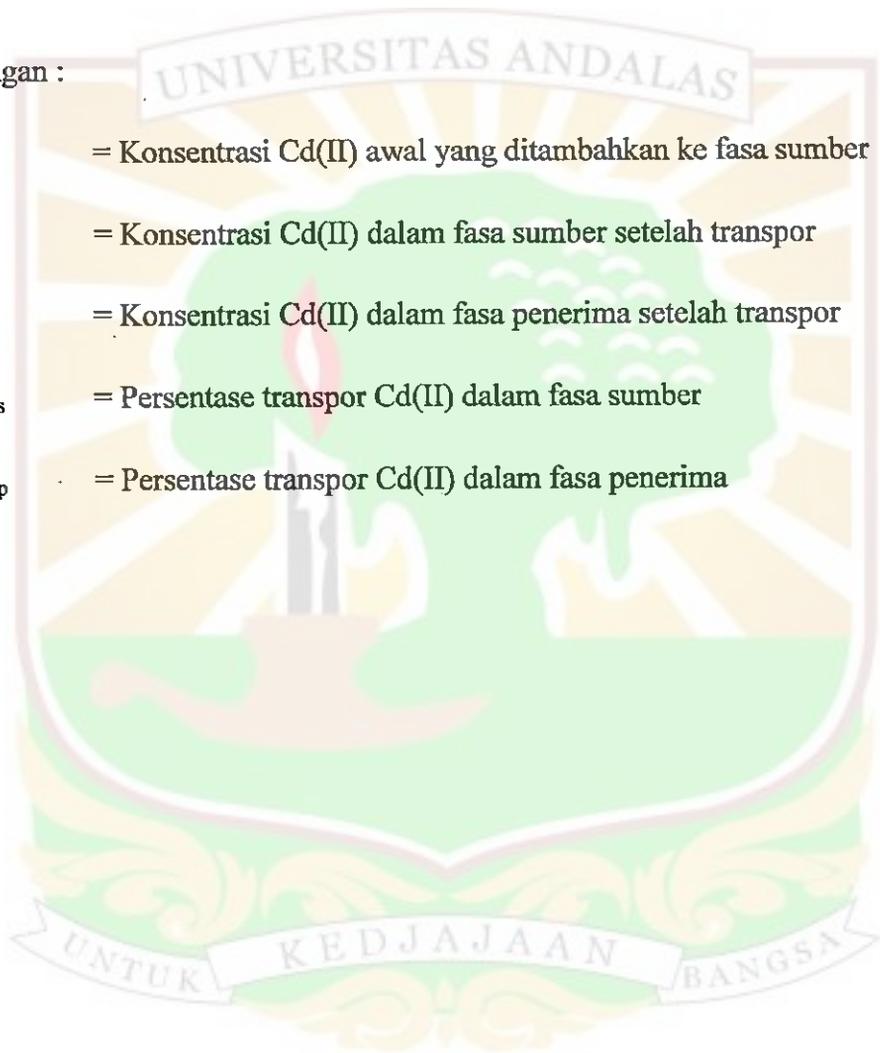
[Cd] = Konsentrasi Cd(II) awal yang ditambahkan ke fasa sumber

[Cd]_s = Konsentrasi Cd(II) dalam fasa sumber setelah transpor

[Cd]_p = Konsentrasi Cd(II) dalam fasa penerima setelah transpor

% [Cd]_s = Persentase transpor Cd(II) dalam fasa sumber

% [Cd]_p = Persentase transpor Cd(II) dalam fasa penerima



LAMPIRAN 6

Data pengaruh penambahan Zn(II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor fenol ke fasa penerima.

Zn(II) (x 10 ⁻⁵ M)	[Fenol]s (x 10 ⁻⁵ M)	[Fenol]p (x 10 ⁻⁵ M)	[Fenol]s (%)	[Fenol]p (%)	Δ[Fenol]s (%)	Δ[Fenol]p (%)
0	1,10	10,2	5,16	95,77	5,19	95,11
	0,69	10,2	3,24	95,77		
	1,53	9,99	7,18	93,80		
3,06	0,55	10	2,6	93,9	3,16	93,83
	0,59	10	2,8	93,9		
	0,87	9,98	4,08	93,70		
6,11	0,55	9,98	2,6	93,71	2,83	93,11
	0,57	9,96	2,7	93,52		
	0,67	9,81	3,2	92,11		
9,17	0,51	9,96	2,4	93,52	2,43	92,25
	0,46	9,92	2,2	93,11		
	0,57	9,6	2,7	90,14		
12,2	0,45	9,68	2,1	90,89	1,97	89,33
	0,34	9,47	1,6	88,92		
	0,46	9,39	2,2	88,17		

15,3	0,34	9,47	1,6	88,92	1,43	87,92
	0,32	9,34	1,5	87,7		
	0,42	9,28	1,2	87,14		
30,6	2,87	8,15	13,47	76,52	13,94	76,15
	3,02	7,96	14,18	74,74		
	3,02	8,22	14,18	77,18		

Keterangan :

[Zn] = Konsentrasi Zn(II) awal yang ditambahkan ke fasa sumber

[Fenol]_s = Konsentrasi sisa fenol dalam fasa sumber setelah transpor

[Fenol]_p = Konsentrasi fenol dalam fasa penerima setelah transpor

% Fenol_s = Persentase transpor fenol sisa dalam fasa sumber

% Fenol_p = Persentase transpor fenol dalam fasa penerima

LAMPIRAN 7

Data penentuan persentase Zn(II) dengan menggunakan spektroskopi serapan atom.

[Zn] ($\times 10^{-5}$ M)	[Zn]s ($\times 10^{-5}$ M)	[Zn]p ($\times 10^{-5}$ M)	[Zn]s (%)	[Zn]p (%)	Δ [Zn]s (%)	Δ [Zn]p (%)
0	0	0	0	0	0	0
3,06	4,28	*	139,87**	*	98,85	*
	3,05	*	99,67	*		
	3,00	*	98,03	*		
6,11	6,30	*	103,11**	*	98,69	*
	6,08	*	99,5	*		
	5,98	*	97,87	*		
9,17	9,09	*	99,13	*	98,62	*
	9,14	*	99,67	*		
	8,90	*	97,05	*		
12,2	11,87	0,003	97,29	0,02	97,18	0
	11,83	0,002	96,97	0,01		
	11,87	0,002	97,29	0,01		
15,3	14,8	0,002	96,73	0,01	96,07	0
	14,7	0,003	96,07	0,02		
	14,6	0,002	95,42	0,01		

30,6	30,5	*	99,67	*	99,65	*
	30,58	*	99,93	*		
	30,4	*	99,35	*		

* Tidak terdeteksi

** Data tidak dipakai

Keterangan :

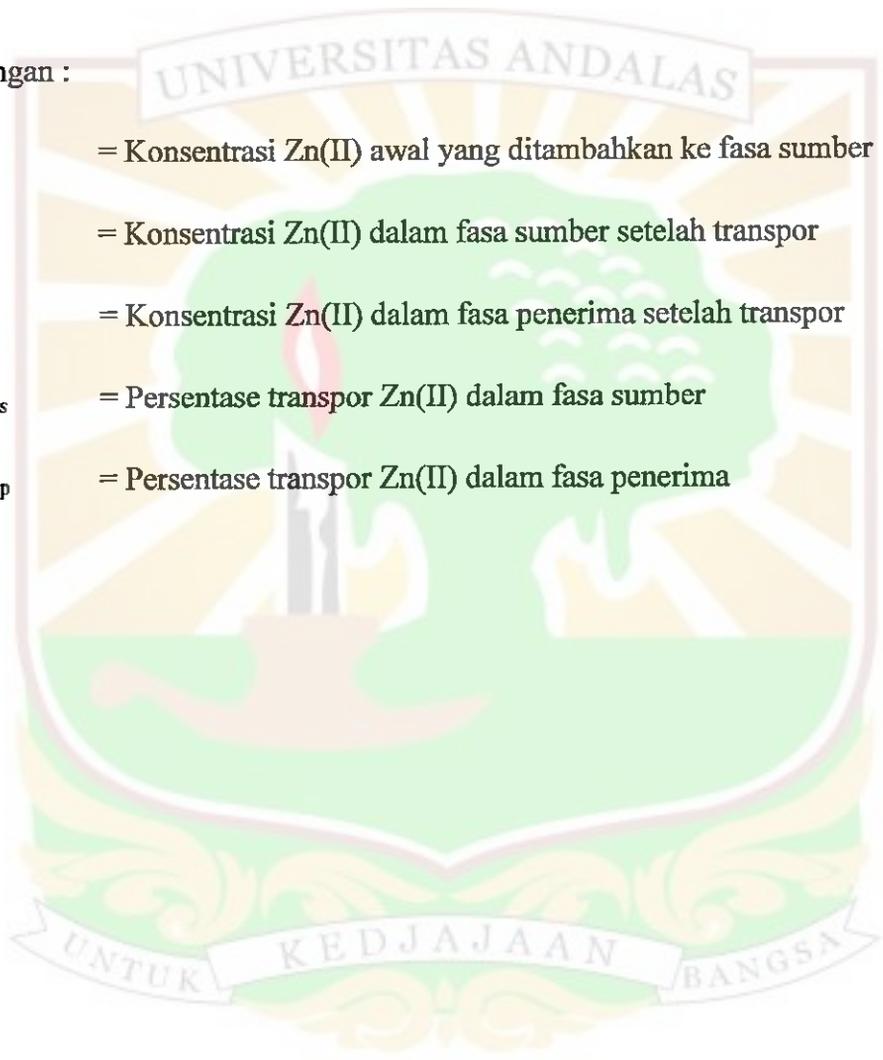
[Zn] = Konsentrasi Zn(II) awal yang ditambahkan ke fasa sumber

[Zn]_s = Konsentrasi Zn(II) dalam fasa sumber setelah transpor

[Zn]_p = Konsentrasi Zn(II) dalam fasa penerima setelah transpor

% [Zn]_s = Persentase transpor Zn(II) dalam fasa sumber

% [Zn]_p = Persentase transpor Zn(II) dalam fasa penerima



LAMPIRAN 8

Model Analisis Varian (ANNOVA) untuk ion logam Cd(II).

ULANGAN	20:0	20:2	20:4	20:6	20:8	20:10	20:20
1	95,77	88,07	87,7	85,73	83,47	83,47	79,34
2	95,77	88,73	87,32	86,10	84,13	83,75	79,90
3	93,80	90,8	89,48	85,45	83,94	81,7	80,19

$$\text{TOTAL} = 1814,61$$

$$\begin{aligned} \text{JKt} &= \text{Jumlah kuadrat total} \\ &= (95,77^2 + 95,77^2 + \dots + 80,19^2) - (1814,61^2/21) \\ &= 157259,9883 - 156800,4501 \\ &= 459,5382 \end{aligned}$$

$$\text{JKa} = \text{Jumlah Kuadrat antar kolom}$$

$$\begin{aligned} &\frac{285,34^2}{3} + \frac{267,6^2}{3} + \frac{264,5^2}{3} + \frac{257,28^2}{3} + \frac{251,54^2}{3} + \\ &\frac{248,92^2}{3} + \frac{239,43^2}{3} - 156800,4501 \\ &= 157247,3956 - 156800,4501 \\ &= 446,9455 \end{aligned}$$

$$\text{JKd} = \text{Jumlah Kuadrat dalam Kolom}$$

$$= \text{JKt} - \text{JKa}$$

$$= 459,5382 - 446,9455$$

$$= 12,5927$$

$$\text{DB antar kolom} = \text{Jumlah kolom} - 1$$

DB dalam kolom = Jumlah data – jumlah kolom

$$KT = \frac{JK}{DB}$$

TABEL ANOVA Cd(II)

Sumber	JK	DB	KT	Rata-rata kuadrat yang diharapkan
Antar Kolom	JKa = 446,9455	6	74,4909 MSK	$\sigma^2 + 3 \sigma c^2$
Dalam Kolom	JKd = 12,5927	14	0,8995 MSKd	σ^2

$$F_{hitung} = \frac{74,4909}{0,8995} = 82,81$$

$$F_{tabel} = 4,32$$

$F_{hit} > F_{tabel}$, Berbeda nyata (perbedaan signifikan)

UJI DUNCANT

Rata-rata kuadrat yang diharapkan.

1. Dalam Kolom

$$\sigma^2 = 0,8995$$

$$\sigma = \sqrt{0,8995}$$

$$\sigma = 0,9484$$

2. Antar kolom

$$\sigma^2 + 3 \sigma c^2 = 74,4909$$

$$0,8995 + 3 \sigma c^2 = 74,4909$$

$$3 \sigma c^2 = 73,5914381$$

$$\sigma c^2 = 24,53047937$$

$$\sigma c = 4,952825392$$

$$SP = \frac{0,948408441}{\sqrt{3}} = 0,547563868$$

$$DB = 14$$

Tabel 10A pada $\alpha = 0,05$

	2	3	4	5	6	7
SR	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39
(SR x SP)	1,65911852	1,7412531	1,790533848	1,82338768	1,845290235	1,856241513

Nilai rata-rata diurutkan mulai dari yang terkecil sampai besar:

Konsentrasi	20	10	8	6	4	2	0
Rata-rata	79,81	82,973	83,847	85,76	88,1667	89,2	95,11

Bandingkan:

$$0 - 20 = 15,3033 \text{ VS } 1,856241513 = S$$

$$0 - 10 = 12,1403 \text{ VS } 1,845290235 = S$$

$$0 - 8 = 11,2663 \text{ VS } 1,82338768 = S$$

$$0 - 6 = 9,3533 \text{ VS } 1,790533848 = S$$

$$0 - 4 = 6,9466 \text{ VS } 1,7412531 = S$$

$$0 - 2 = 5,9133 \text{ VS } 1,65911852 = S$$

$$2 - 20 = 9,39 \text{ VS } 1,845290235 = S$$

$$2 - 10 = 6,227 \text{ VS } 1,82338768 = S$$

$$2 - 8 = 5,353 \text{ VS } 1,790533848 = S$$

$$2 - 6 = 3,44 \text{ VS } 1,7412531 = S$$

$$2 - 4 = 1,0333 \text{ VS } 1,65911852 = NS$$

$$4 - 20 = 8,3567 \text{ VS } 1,82338768 = S$$

$$4 - 10 = 5,1937 \text{ VS } 1,790533848 = S$$

$$4 - 8 = 4,3197 \text{ VS } 1,7412531 = S$$

$$4 - 6 = 2,4067 \text{ VS } 1,65911852 = S$$

$$6 - 20 = 5,95 \text{ VS } 1,790533848 = S$$

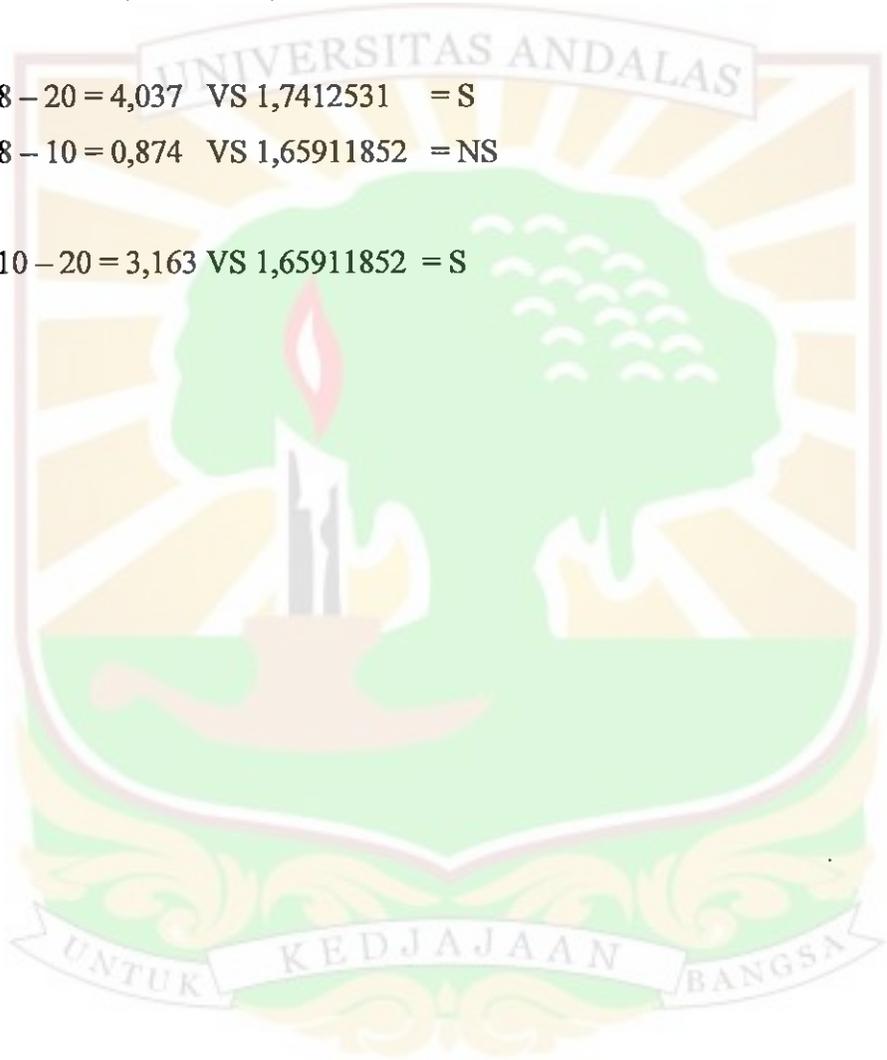
$$6 - 10 = 2,787 \text{ VS } 1,7412531 = S$$

$$6 - 8 = 1,913 \text{ VS } 1,65911852 = S$$

$$8 - 20 = 4,037 \text{ VS } 1,7412531 = S$$

$$8 - 10 = 0,874 \text{ VS } 1,65911852 = NS$$

$$10 - 20 = 3,163 \text{ VS } 1,65911852 = S$$



LAMPIRAN 9

Model Analisis Varian (ANNOVA) untuk ion logam Zn(II)

ULANGAN	20:0	20:2	20:4	20:6	20:8	20:10	20:20
1	95,77	93,9	93,71	93,52	90,89	88,92	76,52
2	95,77	93,9	93,52	93,11	88,92	87,7	74,74
3	93,80	93,7	92,11	90,14	88,17	87,14	77,18

TOTAL = 1883,13

JKt = Jumlah kuadrat total

$$= (95,77^2 + 95,77^2 + \dots + 77,18^2) - (1883,13^2/21)$$

$$= 169640,0983 - 168865,6475$$

$$= 774,4508$$

JKa = Jumlah Kuadrat antar kolom

$$\begin{aligned} &= \frac{285,34^2}{3} + \frac{281,5^2}{3} + \frac{279,34^2}{3} + \frac{276,77^2}{3} + \frac{267,98^2}{3} + \\ &\quad \frac{263,76^2}{3} + \frac{228,44^2}{3} - 168865,6475 \end{aligned}$$

$$= 169612,7534 - 168865,6475$$

$$= 747,105866$$

JKd = Jumlah Kuadrat dalam Kolom

$$= JKt - JKa$$

$$= 774,4508 - 747,105866$$

$$= 27,344934$$

DB antar kolom = Jumlah kolom - 1

DB dalam kolom = Jumlah data – jumlah kolom

$$KT = \frac{JK}{DB}$$

TABEL ANOVA Zn(II)

Sumber	JK	DB	KT	Rata-rata kuadrat yang diharapkan
Antar Kolom	JKa = 747,105866	6	124,5176 MSK	$\sigma^2 + 3 \sigma c^2$
Dalam Kolom	JKd = 27,344934	14	1,9532 MSKd	σ^2

$$F_{hitung} = \frac{124,5176}{1,9532} = 63,7$$

$$F_{tabel} = 4,32$$

$F_{hitung} > F_{tabel}$, berbeda nyata

UJI DUNCANT

Rata-rata kuadrat yang diharapkan

1. Dalam Kolom

$$\sigma^2 = 1,953209571$$

$$\sigma = 1,397572743$$

2. Antar Kolom

$$\sigma^2 + 3 \sigma c^2 = 124,5176443$$

$$1,953209571 + 3 \sigma c^2 = 124,5176443$$

$$\sigma c^2 = 40,85481158$$

$$\sigma c = 6,391776872$$

$$SP = \frac{1,397572743}{\sqrt{3}} = 3,690294097$$

Nilai rata-rata diurutkan mulai dari yang terkecil sampai besar:

Konsentrasi	20	10	8	6	4	2	0
Rata-rata	76,15	87,92	89,33	92,25	93,11	93,83	95,11

Bandingkan:

$$0 - 20 = 18,96 \text{ VS } 12,5109699 = S$$

$$0 - 10 = 7,19 \text{ VS } 12,43629111 = NS$$

$$0 - 8 = 5,78 \text{ VS } 12,28867934 = NS$$

$$0 - 6 = 2,86 \text{ VS } 12,0672617 = NS$$

$$0 - 4 = 2 \text{ VS } 11,73513523 = NS$$

$$0 - 2 = 1,28 \text{ VS } 11,18159112 = NS$$

$$2 - 20 = 17,68 \text{ VS } 12,43629111 = S$$

$$2 - 10 = 5,91 \text{ VS } 12,28867934 = NS$$

$$2 - 8 = 4,5 \text{ VS } 12,0672617 = NS$$

$$2 - 6 = 1,58 \text{ VS } 11,7351352 = NS$$

$$2 - 4 = 0,72 \text{ VS } 11,1815911 = NS$$

$$4 - 20 = 16,15 \text{ VS } 12,28867934 = S$$

$$4 - 10 = 5,19 \text{ VS } 12,0672617 = NS$$

$$4 - 8 = 3,78 \text{ VS } 11,7351352 = NS$$

$$4 - 6 = 0,86 \text{ VS } 11,18159112 = NS$$

$$6 - 20 = 16,1 \text{ VS } 12,0672617 = S$$

$$6 - 10 = 4,33 \text{ VS } 11,73513523 = NS$$

$$6 - 8 = 2,92 \text{ VS } 11,18159112 = NS$$

8 – 20 = 13,18 VS 11,73513523 = S

8 – 10 = 1,41 VS 11,18159112 = NS

10 – 20 = 11,77 VS 11,18159112 = S



LAMPIRAN 10

Contoh Perhitungan Persentase Fenol

Absorban fasa sumber = 0,490

Absorban fasa penerima = 0,060

1. Persentase fenol dalam fasa sumber

$$\begin{aligned}\% fs &= \frac{[fenol]_s}{[fenol]_o} \times 100\% \\ &= \frac{1,10 \times 10^{-5}}{2,13 \times 10^{-4}} \times 100\% \\ &= 5,16 \%\end{aligned}$$

2. Persentase fenol dalam fasa penerima

$$\begin{aligned}\% fp &= \frac{[fenol]_p}{[fenol]_o} \times \frac{V_P}{v_s} \times 100\% \\ &= \frac{10,2 \times 10^{-5}}{2,13 \times 10^{-4}} \times \frac{12 \text{ ml}}{6 \text{ ml}} \times 100\% \\ &= 95,77 \%\end{aligned}$$

3. Persentase fenol dalam fasa membran

$$\begin{aligned}\% \text{ fenol di membran} &= 100 - (\% fs + \% fp) \\ &= 100 - (5,16 + 95,77)\% \\ &= * \%\end{aligned}$$

LAMPIRAN 11

Contoh Perhitungan Persentase ion Zn(II)

Persamaan Regresi kurva kalibrasi ion logam Zn(II)

$$y = 0,49773x + 0,04124$$

Absorban Fasa sumber = 0,5370

Absorban Fasa penerima = 0,0387

1. Persentase ion Zn(II) dalam fasa sumber

$$\begin{aligned} \% fs &= \frac{[Zn(II)]_s}{[Zn(II)]_o} \times 100\% \\ &= \frac{30,5 \times 10^{-5}}{30,6 \times 10^{-5}} \times 100\% \\ &= 99,67\% \end{aligned}$$

2. Persentase ion Zn(II) dalam fasa penerima

$$\begin{aligned} \% fp &= \frac{[Zn(II)]_p}{[Zn(II)]_o} \times \frac{V_p}{v_s} \times 100\% \\ &= \frac{-0,005}{30,6 \times 10^{-5}} \times \frac{12 \text{ ml}}{6 \text{ ml}} \times 100\% \\ &= * \end{aligned}$$

3. Persentase ion Zn(II) dalam fasa membran

$$\begin{aligned} \% Zn(II) \text{ di membran} &= 100 - (\% fs + \% fp) \\ &= 100 - (99,67 + 0)\% \\ &= 0,33\% \end{aligned}$$

*tidak terdeteksi

LAMPIRAN 12

Contoh Perhitungan Persentase ion Cd(II)

Persamaan Regresi kurva kalibrasi ion logam Cd(II)

$$y = 0,423x - 0,0040$$

Absorban Fasa sumber = 0,3589

Absorban Fasa penerima = -0,0022

1. Persentase ion Cd(II) dalam fasa sumber

$$\begin{aligned} \% fs &= \frac{[Cd(II)]_s}{[Cd(II)]_o} \times 100\% \\ &= \frac{15,2 \times 10^{-5}}{17,8 \times 10^{-5}} \times 100\% \\ &= 85,39\% \end{aligned}$$

2. Persentase ion Cd(II) dalam fasa penerima

$$\begin{aligned} \% fp &= \frac{[Cd(II)]_p}{[Cd(II)]_o} \times \frac{V_P}{v_s} \times 100\% \\ &= \frac{-0,01}{17,8 \times 10^{-5}} \times \frac{12 \text{ ml}}{6 \text{ ml}} \times 100\% \\ &= * \end{aligned}$$

3. Persentase ion Cd(II) dalam fasa membran

$$\begin{aligned} \% Cd(II) \text{ di membran} &= 100 - (\% fs + \% fp) \\ &= 100 - (85,39 + 0)\% \\ &= 14,61\% \end{aligned}$$