



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 KEBERADAAN ION Ca (II) DAN Mg (II) TERHADAP
TRANSFOR FENOL MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA
RUAH**

SKRIPSI



**DESNI WATI
07132060**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

**PENGARUH KEBERADAAN ION Ca (II) DAN Mg (II)
TERHADAP TRANSPOR FENOL MELALUI
TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH**

Skripsi Sarjana Kimia

Oleh :

Desni Wati

07132060

Skripsi diajukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA & ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2012**

OH

Bersama kalian..
Ku mampu selesaikan satu lagi tahapan dalam
hidupku..
Untuk melangkah lebih jauh lagi..
Dan melompat lebih tinggi lagi..

Setiap tawa dan air mata yang tercipta..
Saat kita merangkai kepingan cita-cita..
Tak kan ku lupa selamanya..

Sekarang ku tapaki titik ini..
Bukan titik tuk mengakhiri..
Melainkan awal dari perjuangan sesungguhnya..

Jalan di depan mungkin lebih berliku..
Tapi seperti hari-hari kemarin..
Kalian genggam tangan ini tanpa ragu..
Yang memberikanku satu keyakinan..
Bersama kalian..
Hari-hari tersulit sekalipun..
Kan mampu ku jalani, dengan senyuman pasti..

Terima kasih..

ya Allah, terima kasih atas rahmat dan hidayah-Mu kepadaku

Ku persembahkan karya kecil ini untuk..

Ayah dan ibu tercinta yang tak pernah letih menyayangi dan berjuang untuk ku, yang doanya selalu mengiringi setiap helaan nafas ku..

untuk uda andi, da eri, ni tia dan adik ku nisa yang tak bosan memberikan senyuman terbaik saat tersulit dalam hidup ku. Terima kasih untuk dukungan dan semangat yang kalian berikan..

Rasa terima kasih dan penghormatan yang terdalam ini persembahkan untuk buk. olly norita tetra M.Si dan ibu refinel M.Si yang tak letih membimbing dan mengarahkan ini selama ini..

untuk cinta yang selama ini menjadi sandaran bagi ini saat sedih n saat senang, terima kasih karna udah menjadi penguat saat ini lemah.. Dan ini hadiahkan untuk sahabat-sahabat terbaik yang pernah tercipta.

untuk aamin terima kasih untuk semua dorongan, pengertian, serta semangat yang tak henti, dan terima kasih karna tak pernah melepaskan tangan ini bahkan disaat terburuk sekalipun.. suatu hari akan kita selesaikan kepingan cita-cita yang selama ini kita rangkai dan menjadikannya kenyataan terindah dalam hidup kita..
kita selamanya..

LEMBAR PENGESAHAN

Pengaruh Keberadaan Ion Ca (II) dan Mg (II) Pada Proses Transpor Fenol Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah, skripsi oleh Desni Wati (07132060) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S1) pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Olly Norita tetra, M.Si

NIP. 197312052005012001

Refinel, M.Si

NIP.19601007989032002

**Mengetahui
Ketua Jurusan Kimia**

**Dr. Adlis Santoni
NIP. 1962 1203 1988 111002**

ABSTRAK

PENGARUH KEBERADAAN ION Ca (II) DAN Mg (II) TERHADAP TRANSPOR FENOL MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Oleh

Desni Wati (07132060)

Dibimbing oleh : Olly Norita Tetra, M.Si dan Refinel, M.Si

Penelitian tentang transpor fenol antar fasa dengan penambahan ion Ca (II) dan Mg (II) telah dilakukan. Sistem transpor dioperasikan dengan menggunakan 6 mL fenol sebagai fasa sumber, 30 mL kloroform sebagai fasa membran, dan 12 mL NaOH 0,1 M sebagai fasa penerima. Pengoperasian sistem dilakukan selama 120 menit dengan kecepatan pengadukan 340 rpm, dan waktu kesetimbangan 15 menit. Penentuan konsentrasi fenol yang tertranspor ke fasa penerima dideteksi dengan menggunakan metoda 4-aminoantipirin. Dari hasil penelitian diperoleh, persentase fenol yang tertranspor ke fasa penerima dengan adanya ion Ca (II) pada konsentrasi $0,5 \times 10^{-4}$ M mengalami penurunan persen transpor dari 92,60% (tanpa adanya Ca (II)) menjadi 76,26 %, penambahan konsentrasi Ca (II) sampai $5,0 \times 10^{-4}$ M tidak mempengaruhi persentase transpor fenol ke fasa penerima secara signifikan. Penambahan Mg (II) sebesar $0,823 \times 10^{-4}$ M juga mengalami penurunan transpor fenol dari 92,60% (tanpa adanya Mg (II)) menjadi 79,75 %, penambahan konsentrasi Mg (II) sampai $8,229 \times 10^{-4}$ M menurunkan transpor fenol ke fasa penerima menjadi 73,56%. Dari data penelitian ditemukan bahwa Ca (II) dan Mg (II) tidak tertranspor ke fasa penerima. Analisa varian didapatkan F hitung > F tabel yang menunjukkan bahwa keberadaan Ca (II) dan Mg (II) mempengaruhi persentase fenol yang tertranspor ke fasa penerima. Dari uji T didapatkan t hitung < t tabel yang menunjukkan pengaruh yang diberikan oleh keberadaan Ca (II) dan Mg (II) di fasa sumber terhadap transpor fenol adalah sama.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF Ca (II) AND Mg (II) ON PHENOL TRANSPORT THROUGH BULK LIQUID MEMBRANE TECHNIQUE

by

Desni Wati (07132060)

Supervised by: Olly Tetra Norita, M.Si and Refinel, M.Si

Research on transport the phenol between phase by addition of Ca (II) and Mg (II) ions have been done. Transport system is operated using 6 ml of phenol as the source phase, 30 mL of chloroform as membrane phase, and 12 mL of NaOH 0,1 M as the receiver phase. Operation of the system carried out for 120 minutes with stirring speed of 340 rpm, and equilibrium time of 15 minutes. Determination of phenol concentrations to receiver phase detection using 4-aminoantipirin method. From the results obtained, the percentage of phenol to the receiver phase in the presence of Ca (II) at a concentration of 0.5×10^{-4} M decreased transport percentage of 92.60% (in the absence of Ca (II)) to 76.26%, the addition concentrations of Ca (II) to 5.0×10^{-4} M did not affect the percentage transport of phenol into the receiving phase significantly. The addition of Mg (II) of 0.823×10^{-4} M phenol transport also decreased from 92.60% (in the absence of Mg (II)) to 79.75%, increasing concentrations of Mg (II) to 8.229×10^{-4} M lowered transport phenol into the receiving phase to 73.56%. From the research data found that Ca (II) and Mg (II) does not into to the receiver phase. Analysis of variance obtained t calculated > t table which shows that the presence of Ca (II) and Mg (II) affect the percentage of phenol to the recipient phase. from T test obtained F calculated < F table showing the influence exerted by the presence of Ca (II) and Mg (II) in the source phase on the transport of phenol is the same.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul ***“Pengaruh Keberadaan Ion Ca (II) dan Mg (II) Terhadap Transpor Fenol Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah”***.

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia, Universitas Andalas Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan dorongan moril dan materil.
2. Ibu Olly Norita Tetra, M.Si sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Ibu Refinel, M.Si sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta waktunya selama ini.
4. Bapak Dr. Adlis Santoni selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Andalas.
5. Bapak Mai Efdi selaku Koordinator Pendidikan jurusan Kimia.
6. Bapak dan Ibu staf pengajar Jurusan Kimia Universitas Andalas.
7. Bapak dan Ibuk pegawai Jurusan Kimia, serta analis laboratorium kimia.

Akhir kata penulis mohon maaf bila ada kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu penulis menerima kritikan dan saran yang bermanfaat bagi perbaikan skripsi ini.

Padang, Januari 2012

Desni Wati

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Karakterisasi Fenol.....	4
2.2. Karakterisasi logam	6
2.2.1. Kalsium	6
2.2.2. Magnesium.....	7
2.3. Teknologi Membran Cair fasa Ruah.....	8
2.5. Metoda Pemisahan dan Transpor Fenol Dengan adanya Ion Ca (II) dan Mg (II) Melalui Membran Cair Fasa Ruah	9
2.5. Spektroskopi Serapan Atom (SSA).....	10
2.6. Spektrofotometri	10
2.7. Statistik	11
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2. Alat dan Bahan.....	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 Buffer Sitrat.....	13
3.3.5. Pembuatan Larutan Asam Klorida.....	13
3.3.6. Pembuatan Reagen Untuk Mengukur Konsentrasi Fenol dengan Metoda 4-aminoantipirin	13
3.4. Prosedur Kerja.....	13
3.4.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Percobaan.....	13
3.4.2. Pembuatan kurva kalibrasi	14
3.4.3. Pengukuran persentase transpor fenol pada kondisi optimum melalui teknik membran cair fasa ruah.....	14
3.4.4. Penentuan transpor fenol dengan keberadaan ion Ca (II) dan Mg (II) melalui teknik membran cair fasa ruah	15
3.4.5. Uji Statistik	15

IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1. Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum untuk Pengukuran Konsentrasi Fenol secara Spektrofotometri	16
4.2. Data optimasi transpor fenol	17
4.3. Pengaruh penambahan Ca (II) dalam fasa sumber terhadap transpor fenol melalui TMCFR	17
4.3.1. Pengaruh Pada Fasa Sumber	17
4.3.2. Pengaruh Pada Fasa Penerima.....	19
4.3.3. Persentase Ca (II) dalam fasa sumber dan fasa penerima pada proses transpor fenol	19
4.3. Pengaruh penambahan Mg (II) dalam fasa sumber terhadap transpor fenol melalui TMCFR	20
4.3.1. Pengaruh Pada Fasa Sumber	20
4.3.2. Pengaruh Pada Fasa Penerima.....	21
4.3.3. Persentase Mg (II) dalam fasa sumber dan fasa penerima pada proses transpor fenol	21
4.5. Uji Statistik	22

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan 24

5.2. Saran..... 24

DAFTAR PUSTAKA 25

LAMPIRAN..... 27

DAFTAR TABEL

Tabel 1 . Penentuan ulang persentase transpor fenol antar fasa pada kondisi optimum melalui teknik membran cair fasa ruah	17
Tabel 2 . Analisa statistik transpor fenol melalui membran cair fasa ruah terhadap adanya ion Ca (II) dan Mg (II)	23
Tabel 3 . Hubungan Panjang Gelombang Dengan Absorban Pada Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Fenol Secara Spektrofotometri	28
Tabel 4 . Hubungan Antara Konsentrasi Fenol Dan Absorban Pada Penentuan Kurva Kalibrasi Fenol.....	29
Tabel 5 . Hubungan Antara Konsentrasi Ca (II) Dan Absorban Pada Penentuan Kurva Kalibrasi Ca (II).....	30
Tabel 6 . Hubungan Antara Konsentrasi Mg (II) Dan Absorban Pada Penentuan Kurva Kalibrasi Mg (II)	31
Tabel 7 . Pengaruh penambahan Ca(II) pada fasa sumber terhadap persentase transport fenol ke fasa penerima.....	32
Tabel 8 . Pengaruh penambahan Ca(II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor Ca(II).	34
Tabel 9 . Pengaruh penambahan Mg(II) pada fasa sumber terhadap persentase transport fenol ke fasa penerima	35
Tabel 10. Pengaruh penambahan Mg(II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor Mg (II).	37
Tabel 11. Analisis Varian (ANNOVA) untuk Ca (II).....	38
Tabel 12. Analisis Varian (ANNOVA) untuk Mg (II).....	41
Tabel 13. Data Perbandingan Dua Harga Variansi	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 . Struktur fenol	5
Gambar 2 . Reaksi fenol dengan 4-aminoantipirin	5
Gambar 3 . Model percobaan transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah.....	9
Gambar 4 . Grafik penentuan panjang gelombang serapan maksimum untuk penentuan konsentrasi fenol secara spektrofotometri	16
Gambar 5 . Pengaruh penambahan Ca (II) ke fasa sumber terhadap persentase transpor fenol.....	18
Gambar 6 . Persentase Ca (II) dalam fasa sumber dan fasa penerima terhadap transpor fenol melalui TMCFR.....	19
Gambar 7 . Pengaruh penambahan Mg (II) ke fasa sumber terhadap persentase transpor fenol.....	20
Gambar 8 . Persentase Ca (II) dalam fasa sumber dan fasa penerima terhadap transpor fenol melalui TMCFR.....	22
Gambar 9. Kurva kalibrasi standar fenol pada panjang gelombang 510 nm	29
Gambar 10. Kurva kalibrasi standar Ca (II) pada panjang gelombang 239,9 nm.....	30
Gambar 11. Kurva kalibrasi standar Mg (II) pada panjang gelombang 285,2 nm.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 . Skema kerja penentuan fenol dengan metoda 4-aminoantipirin ..	27
Lampiran 2 . Data penentuan panjang gelombang serapan maksimum pengukuran konsentrasi fenol secara spektrofotometri.....	28
Lampiran 3 . Data pembuatan persamaan regres fenol	29
Lampiran 4 . Data pembuatan persamaan regresi Ca (II)	30
Lampiran 5 . Data pembuatan persamaan regresi Mg (II)	31
Lampiran 6 . Data pengaruh penambahan Ca (II) ke fasa sumber terhadap persentase transpor fenol ke fasa penerima.....	32
Lampiran 7 . Data persentase ion Ca (II) sisa di fasa sumber dan yang tertranspor ke fasa penerima.	34
Lampiran 8 . Data pengaruh penambahan Mg (II) ke fasa sumber terhadap persentase transpor fenol ke fasa penerima.....	35
Lampiran 9 . Data persentase ion Ca (II) sisa di fasa sumber dan yang tertranspor ke fasa penerima.	37
Lampiran 10 . Model Analisis Varian untuk ion Ca (II).	38
Lampiran 11 . Model Analisis Varian untuk ion Mg (II).	41
Lampiran 12 . Data perbandingan dua harga rata-rata.....	44
Lampiran 13 . Perhitungan persentase fenol.....	45
Lampiran 14 . Perhitungan persentase Ca (II)	46
Lampiran 15 . Perhitungan persentase Mg (II)	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Fenol merupakan salah satu senyawa kimia bahan baku industri yang termasuk golongan senyawa beracun dan berbahaya, efek toksik fenol yang bersifat akut akan mempengaruhi sistem saraf pusat yang dapat menyebabkan kematian. Sifat karsinogenik fenol dalam tubuh dapat menimbulkan gangguan pada sistem pencernaan, ginjal, paru-paru, kegagalan dalam sistem sirkulasi dan penyakit sawan. Dalam perairan jumlah fenol yang tinggi dapat dianggap sebagai polutan karena mengurangi kadar oksigen terlarut. Pada dasarnya senyawa fenol sering berada dalam air bersama-sama ion-ion lain seperti dalam limbah industri, limbah rumah sakit dan lain-lainnya. Oleh sebab itu kadar fenol dalam air maupun dalam limbah harus dikontrol karena batas maksimum fenol dalam air adalah 0,002 ppm¹. Untuk itu diperlukan sekali suatu teknik pemisahan agar dapat memisahkan senyawa fenol dalam air, baik itu dalam air limbah sebagai buangan industri ataupun pencemaran lingkungan lainnya.

Pemisahan fenol dari persenyawaannya bisa dilakukan dengan metoda yang sederhana, seperti metoda ekstraksi pelarut dimana prinsip dari metoda ini adalah pendistribusian larutan atau senyawa dalam dua pelarut yang saling tidak bercampur. Namun demikian metoda ini memiliki banyak kelemahan diantaranya, penggunaan pelarut dalam jumlah besar dan juga memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, dikembangkan suatu teknik yang lebih efektif dan efisien yang dikenal dengan teknik membran cair fasa ruah. Teknik ini merupakan aplikasi dari ekstraksi kembali karena prinsip kerjanya sama, bedanya proses ekstraksi pelarut dan proses pelepasan kembali (“stripping”) digabung dan diatur sedemikian rupa sehingga pemindahan zat terlarut berjalan secara kontinu dan satu tahap. Teknik ini pelaksanaannya sangat praktis, ekonomis dan selektif yang tinggi, disamping itu pemakaian bahan kimia relatif lebih sedikit². Bidang industri kimia analitik dan ilmu yang berkaitan dengan pemisahan telah memanfaatkan teknologi membran cair ini dan terus dikembangkan hingga

sekarang untuk pemisahan selektif suatu senyawa dari campuran ion dalam larutan.

Teknologi membran cair fasa ruah adalah salah satu tipe membran cair yang telah banyak di gunakan dalam berbagai pemisahan. Keberhasilan proses transpor melintasi membran ditentukan dari jumlah maksimum senyawa yang akan dipisahkan sampai ke fasa penerima, yaitu dengan mengatur teknik operasi difusi. Transpor senyawa yang akan dipisahkan melalui membran ke fasa penerima dapat dioptimalkan tanpa harus terjadi ekstraksi balik.

Optimasi terhadap senyawa fenol dengan menggunakan teknik membran cair fasa ruah sudah pernah dilakukan oleh Aziz (2010), dengan keberhasilan senyawa fenol yang tertranspor mencapai 93,07% dalam waktu 2 jam³. Noverma Sartika (2009) telah melakukan penelitian dengan metoda yang sama, tetapi menggunakan zat pembawa N,N-Dimetilasetamida dan surfaktan Span-60, dilaporkan bahwa transpor fenol ke fasa penerima sebanyak 98,70% dengan waktu transpor 2,5 jam⁴. Yulisa Lestari (2010), melaporkan bahwa dengan menggunakan N,N-Dimetilasetamida dan surfaktan Tween-80 terhadap teknik membran cair fasa ruah didapatkan fenol sebesar 96,5% dengan waktu transpor 2 jam⁵. Penelitian dilanjutkan dengan penambahan ion-ion lain pada fasa sumber. Pada proses ini terjadi beragam interaksi antara ion yang berkompetisi untuk dapat tertranspor ke fasa penerima. Penambahan ion-ion lain ini bertujuan melihat efektifitas dari proses transpor terhadap ion yang akan dipisahkan. Ion-ion yang ditambahkan adalah ion Ca (II) dan Mg (II). Keefektifitasan sistem transpor ini diuji melalui pengaturan komposisi gabungan fenol dengan ion-ion tersebut di fasa sumber dan keberadaan masing-masingnya setelah proses operasi diukur dengan menggunakan spektroskopi serapan atom dan spektrofotometer Visibel.

1.2 Perumusan Masalah

Pemisahan fenol dengan menggunakan teknik membran cair fasa ruah telah pernah dilakukan sebelumnya oleh Charlena (1995) dengan menggunakan teknik emulsi membran cair tanpa zat pembawa⁶. Pada dasarnya teknik emulsi membran cair cukup akurat dan dapat digunakan untuk pemisahan fenol. Keberhasilan teknik ini dibuktikana dengan didapatkannya efisiensi fenol

mencapai 97,12 %. Akan tetapi, ekstraksi senyawa fenol menggunakan teknik emulsi membran cair dalam pelaksanaannya cukup rumit yaitu dalam hal menjaga kestabilan emulsi. Untuk itu dicoba menata suatu sistem pemisahan fenol ke dalam metoda yang lebih sederhana salah satunya adalah teknik membran cair fasa ruah. Penelitian penentuan optimasi transpor fenol yang dilakukan oleh Aziz (2010) dengan persentase fenol yang tertranspor mencapai 93,07% dalam waktu 2 jam³. Maka pada penelitian ini dilakukan penambahan beberapa ion lain yaitu Ca (II) dan Mg (II) ke dalam fasa sumber untuk melihat bagaimana pengaruh keberadaan ion-ion logam tersebut terhadap sistem transpor melalui teknik membran cair fasa ruah.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang bertujuan untuk mempelajari dan meneliti sejauh mana pengaruh penambahan ion-ion yaitu ion Ca (II) dan Mg (II) pada fasa sumber terhadap keefektifan transpor senyawa fenol dengan menggunakan teknik membran cair fasa ruah. Parameter uji untuk menunjang penelitian ini adalah pengaruh perbandingan konsentrasi Mg (II) dan Ca (II) terhadap persentase fenol sisa dalam fasa sumber dan yang tertranspor ke fasa penerima dan kemudian dilakukan uji statistik terhadap pengaruh ion Mg (II) dan Ca (II) terhadap transpor fenol.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menambah informasi dasar mengenai pengaruh ion-ion logam terlarut terhadap efektifitas transpor fenol. Teknik ini dapat diaplikasikan untuk pemisahan dan penarikan fenol baik dalam skala laboratorium maupun skala industri.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakterisasi Fenol

Fenol merupakan salah satu senyawa kimia bahan baku industri yang termasuk golongan beracun dan berbahaya, bersifat karsinogenik dalam tubuh manusia. Dalam perairan jumlah fenol yang tinggi dapat menurunkan kadar oksigen terlarut sehingga fenol dapat di anggap sebagai polutan.

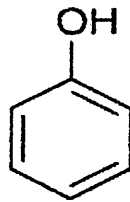
Fenol umumnya berbentuk kristal berwarna putih dan berbau khas. Rumus kimianya adalah C_6H_5OH dan strukturnya memiliki gugus hidroksil $-OH$ yang berikatan dengan cincin fenil. Fenol berfungsi dalam pembuatan obat-obatan (bagian dari produksi aspirin, pembasmi rumput liar, dan lainnya). Fenol terkonsentrasi dapat mengakibatkan pembakaran kimiawi pada kulit yang terbuka. 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 melepuh⁴.

Jika kandungan fenol besar dari 0,1 mg/L dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan. Batas konsentrasi fenol yang boleh ada dalam air minum maupun air bersih adalah 0,0002 mg/L¹. Gejala gangguan yang timbul akibat mengkonsumsi fenol ialah sakit, muntah, pecahnya pembuluh darah, sehingga pada akhirnya akan mempengaruhi sistim saraf, paru-paru, hati, kelenjer pankreas dan limpa.

Untuk mengatasi hal diatas perlu ditingkatkan cara pengolahan air minum agar senyawa fenol dapat dihilangkan dalam air dari hasil olahan tersebut dengan cara pengolahan teknik membran cair fasa ruah. Pada pemisahan senyawa fenol dengan teknik membran cair fasa ruah dilaksanakan dengan melarutkan fenol dalam air, fenol sedikit larut dalam air karena memiliki gugus hidroksil, bila berikatan dengan air akan membentuk ikatan hidrogen. Selanjutnya ditranspor melalui membran organik dan diekstrak kedalam fasa penerima yang berupa NaOH membentuk natrium fenolat sehingga tidak dapat lagi mengalami difusi balik.

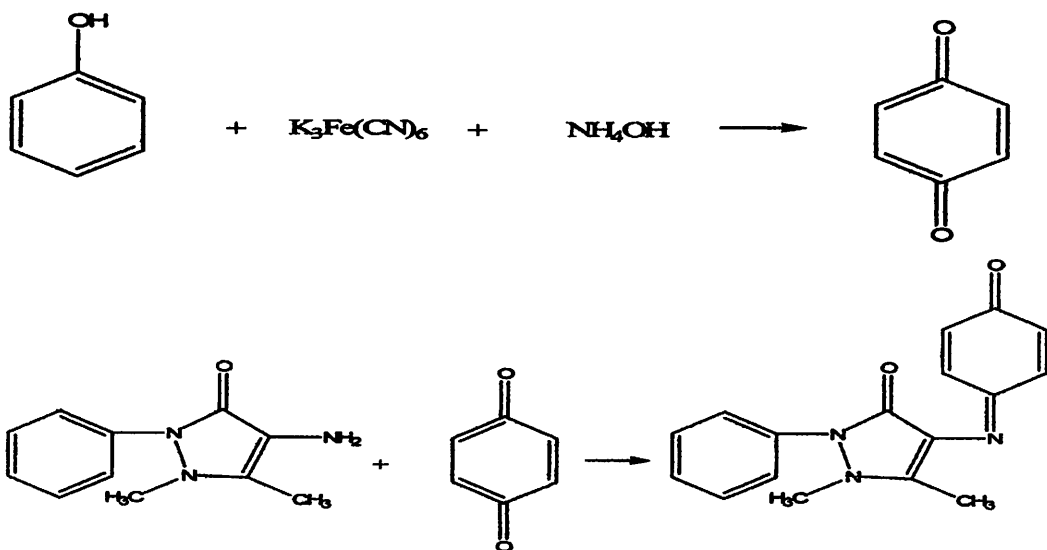


Struktur fenol dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Struktur fenol

Senyawa fenol dalam air dianalisis dengan metoda 4-aminoantipirin, agar membentuk larutan berwarna. Reagen ini berupa bubuk kristal berwarna kuning yang mempunyai titik leleh 105°C . Reagen ini larut dalam air memberikan larutan kuning muda. Kompleks ini terbentuk pada pH 10, untuk penentuan secara kuantitatif ditentukan dengan cara spektrofotometer^{1,8,9}. Mula-mula fenol dalam suasana basa akan dioksidasi oleh garam kalium ferisianida membentuk senyawa kuinon. Selanjutnya senyawa kuinon oleh adanya 4-aminoantipirin mengalami reaksi substitusi elektrofilik menghasilkan senyawa baru berupa antipirin berwarna kuning-kemerahan.



Gambar 2. Reaksi fenol dengan 4-aminoantipirin

Mekanisme transpor fenol melalui membran cair fasa ruah ini sangat mirip dengan model ekstraksi kembali dan ekstraksi pelarut¹⁰. Hanya saja pada sistem ekstraksi dilakukan secara bertahap-tahap tapi pada membran cair fasa ruah ini berlangsung secara kontinu dalam satu tahap dan jumlah pelarut organik yang digunakan sedikit¹¹.

2.2. Karakterisasi Logam

2.2.1. Kalsium

Unsur ini merupakan bahan baku utama dedaunan, tulang belulang, gigi dan kerang dan kulit telur. Kalsium tidak pernah ditemukan di alam tanpa terkombinasi dengan unsur lainnya. Di alam kalsium ditemukan dalam bentuk senyawa-senyawa seperti CaCO_3 dalam batu kalsit, pualam dan batu kapur, CaSO_4 dalam batu pualam putih atau gypsum (CaF_2) dalam fluorit, serta $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam batuan fosfat dan silikat. Sedangkan logam kalsium dapat dibuat dalam laboratorium melalui elektrolisis lelehan CaCl_2 . Kalsium berwarna putih keperakan dengan titik leleh 851°C dan titik didihnya 1440°C . Kalsium memiliki nomor atom 20 dan massa atom 40,08 dan jari-jari ionik $0,99 \text{ \AA}$ dan merupakan logam yang lunak diproduksi dengan elektrolisis garam kalsium klorida, CaCl_2 , leleh.

Logam ini digunakan sebagai agen pereduksi dalam mempersiapkan logam-logam lain semacam torium, uranium, zirkonium, dsb. Elemen ini juga digunakan sebagai agen pencampur logam aluminium, berilium, tembaga, timbal, dan campuran logam magnesium. CaO dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ digunakan dalam industri baja, CaSO_4 sebagai bahan semen, Kalsium karbonat (CaCO_3) sebagai bahan obat (antacid) dan bahan pengisi dan pelapis kertas. Kalsium dihidrogen posfat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$) digunakan sebagai bahan pupuk CaOCl_2 sebagai disinfektan, gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) digunakan dalam bidang kesehatan untuk penderita patah tulang dan untuk cetakan gigi, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ digunakan dalam pembuatan basa lain, sebagai serbuk pemutih dalam pemurnian gula dan kapur dinding, kalsium klorida (CaCl_2) sebagai pelebur es di jalan raya pada musim dingin dan untuk menurunkan titik beku pada musim dingin. Kapur mentah (CaO) merupakan basis untuk tempat penyaringan kimia dengan banyak kegunaan. Jika dicampur dengan pasir, ia akan mengeras menjadi campuran plester dengan mengambil karbon dioksida dari udara. Kalsium dari batu kapur juga merupakan unsur penting semen. Senyawa-senyawa penting lainnya adalah karbid, klorida, sianamida, hipoklorida, dan sulfida.

Kalsium merupakan unsur esensial bagi makhluk hidup. Pada manusia hampir 99% kalsium tubuh terdapat dalam rangka dan gigi, dimana kalsium ini

sebagian besar diendapkan dalam bentuk hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dan kalsium pospat ($\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$). Kalsium sangat penting peranannya dalam pembekuan darah, mempertahankan kepekaan normal jantung dan otot saraf¹².

2.2.2. Magnesium (Mg)

Magnesium merupakan unsur yang kedelapan paling berlimpah dan memenuhi 2% dari pada kandungan kerak Bumi dari segi berat, dan merupakan unsur ketiga terbanyak yang terlarut dalam air laut. Magnesium memiliki warna putih keperakan dengan titik leleh 637°C dan titik didihnya 760°C . Dalam sistim periodik, unsur magnesium terletak pada golongan IIA dengan nomor atom 12 dan nomor massa 24.305 dengan jari-jari ionk 065\AA ¹⁴. Magnesium diperoleh dengan beberapa cara salah satunya adalah dari batuan dolomite dan air laut, yang mengandung 0,13% Mg, pertama-tama dolomite dikalsinasi menjadi campuran CaO/MgO dari mana kalsium akan dihilangkan dengan penukar ion menggunakan air laut. Kesetimbangannya disukai karena kelarutan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ lebih rendah dari pada $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Proses yang paling penting untuk mendapatkan logam adalah pertama, elektrolisis leburan campuran halida (misalnya $\text{MgCl}_2 + \text{CaCl}_2 + \text{NaCl}$) dari logam yang paling kurang elektropositif, Mg, ditampung, kemudian reduksi MgO atau dolomite yang dikalsinasi ($\text{MgO}.\text{CaO}$). yang terakhir dipanaskan dengan ferrosilikon.

Beberapa manfaat magnesium seperti pada $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yaitu untuk mengobati penyakit maag dan menetralkan asam lambung, magnesium klorida ($\text{MgCl}_2.6\text{H}_2\text{O}$) digunakan dalam pembuatan kain katun, kertas, semen, dan keramik. Magnesium sulfat ($\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$) yang dikenal dengan garam Inggris (Epsom salt) dan magnesium oksida (MgO), digunakan pada pembuatan kosmetik dan obat pencuci perut. Sedangkan campuran magnesium, aluminium dan baja digunakan pada bahan pembuatan bagian-bagian pesawat, kaki atau tangan buatan, vacuum cleaner, alat-alat optik dan furnitur.

Sekitar 70% dari total magnesium dalam tubuh ditemukan dalam tulang dan sebagian ditemukan dalam jaringan lunak dan cairan jaringan. Pada tumbuhan unsur magnesium berfungsi sebagai penyusun klorofil oleh sebab itu sangat berperan penting dalam proses fotosintesa¹².

2.3. Teknologi 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 dalam kedua fasa cair yang dibatasi. Membran cair dapat dibuat dari fasa cair hidrofobik yang memisahkan dua fasa cair hidrofolik atau sebaliknya¹⁴. Karakterisasi dari membran cair dapat bersifat permiabel dan berperan sebagai lintasan transpor komponen antar fasa. Keselektifan utama dari membran cair untuk teknik pemisahan umumnya terjadi karena adanya perbedaan koefisien distribusi atau perbedaan kelarutan komponen diantar fasa permukaan membran¹⁵.

Membran mempunyai kemampuan untuk mentranspor suatu komponen dengan baik karena adanya sifat-sifat fisika dan kimia antar membran dan komponen yang diserap. Proses transpor melalui membran cair dari suatu fasa ke fasa lain terjadi karena adanya gaya pendorong yaitu perbedaan konsentrasi dan kelarutan fenol dalam pelarut organik dengan air serta faktor pengadukan yang dialami oleh komponen.

Mekanisme transpor melalui membran cair fasa ruah ini dapat dikategorikan sebagai aplikasi dari ekstraksi kembali karena prinsip dasar kerjanya juga memisahkan suatu ion dengan cara mengekstraknya dari pelarut air ke dalam pelarut organik. Kemudian diekstrak kembali ke dalam pelarut air. Bedanya metoda ini lebih praktis karena dapat dilakukan secara langsung tanpa harus melalui pemindahan-pemindahan larutan. Pada teknik membran cair fasa ruah, membran terletak membentang didasar kedua fasa yang akan dipisahkannya karena densitasnya lebih besar sehingga antarmuka dengan fasa yang dibatasi menjadi luas (fasa ruah). Seluruh permukaannya bertindak sebagai tempat terjadinya transpor fasa cair yang mengandung spesi yang ditentukan dinamakan fasa sumber sedangkan fasa cair penerima hasil transpor dinamakan fasa penerima².

Jumlah ion yang sampai ke fasa penerima dan yang tersisa di fasa sumber dapat dimonitor dengan spektrofotometer serapan atom (SSA). Persentase ion logam dapat dihitung melalui persamaan berikut :

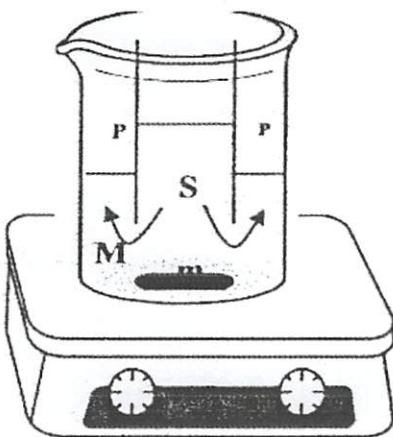
$$\% M^{n+} \text{ sisa dalam fasa sumber} = \frac{[M^{n+}]_s^t}{[M^{n+}]_s^o} \times 100\%$$

$$\% M^{n+} \text{ sisa dalam fasa penerima} = \frac{[M^{n+}]_p^t \times V_p}{[M^{n+}]_p^o \times V_s} \times 100\%$$

Dimana $[M^{n+}]_s^t$ dan $[M^{n+}]_s^o$ adalah konsentrasi ion setelah dan sebelum pemisahan. Sedangkan $[M^{n+}]_p^t$ merupakan konsentrasi ion logam dalam fasa penerima setelah pemisahan dan V_p dan V_s adalah volume fasa penerima dan fasa sumber.

2.4. Metoda Pemisahan dan Transpor Fenol Dengan adanya Ion Ca (II) dan Mg (II) Melalui Membran Cair Fasa Ruah

Pada penelitian ini proses transpor dilakukan dalam suatu sel kaca silindris yang diisi dengan pelarut organik sebagai fasa membran. Kemudian sebuah tabung kaca dicelupkan kedalamnya dan diisi dengan larutan ion yang akan ditranspor (S). Disekeliling kaca, diatas fasa membran diisi dengan fasa penerima (P) yang saling melarutkan dengan fasa sumber didalam tabung kaca. Fasa membran (M) ditempatkan pada dasar sel kaca dan membentang di bawah permukaan kedua fasa yang terpisah (S dan P), seperti gambar berikut :



- S = fasa sumber, fasa air yang berisi Fenol (2.13×10^{-4} M) dan Ion lain dengan konsentrasi tertentu
- M = fasa membran, kloroform sebanyak 30 mL
- P = fasa penerima, NaOH 0.1 M
- m = magnet pengaduk

Gambar 3. Model percobaan transpor fenol dalam teknik membran cair fasa ruah

Sirkulasi dari proses transpor fenol dengan adanya ion lain dalam teknik membran cair fasa ruah diatur sedemikian rupa, sehingga hanya berlangsung dari fasa sumber ke fasa penerima. Transportasi dipercepat dengan bantuan teknis

pengaduk magnet dan fasa penerima. Sebagai fasa membran dipakai kloroform sebagai pelarut organik. Dari fasa sumber fenol dengan adanya ion lain dengan konsentrasi yang telah ditentukan berdifusi masuk kedalam fasa membran, selanjutnya akan terjadi interaksi antar muka antara fasa membran dengan fasa penerima, sehingga fenol akan tertransportasi ke fasa penerima.

2.5. Spektroskopi Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom merupakan metode analisis secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas.

Metoda SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsumnya¹⁶. Apabila cahaya pada panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom logam yang berda dalam sel.

Larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur dalam sampel akan diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa diantara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber sinar.

2.6. Spektrofotometri

Spektrofotometri adalah analisis berdasarkan penyerapan cahaya. Dalam hal ini cahaya gelombang elektromagnetik yang merupakan spektrum lebar yang terdiri dari berbagai panjang gelombang.

Sumber cahaya yang memancarkan sederetan panjang gelombang yang sangat kecil, dan menyebabkan berkas cahaya yang diteruskan (yang panjang gelombang sama dengan yang masuk) mengenai alat fotoelektrik yang sesuai untuk mengukur intensitas dari cahaya yang diteruskan.

Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif, jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Aplikasi tersebut sesuai dengan hukum Lambert Beer yang melandasi penggunaan spektrofotometer, yaitu :

1. Hukum Lambert : bila suatu sumber sinar monokromatis melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.
2. Hukum Beer : intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut.

Dari kedua hukum tersebut diperoleh suatu persamaan :

$$I_t = I_0 \cdot e^{-(\epsilon bc)}, \text{ atau}$$

$$A = -\text{Log } I_t/I_0 = \epsilon bc$$

Dimana : I_0 = Intensitas sumber sinar

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan

ϵ = Absortifitas

b = Panjang medium

c = Konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar

A = Absorban

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa absorpsi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom¹⁷.

2.7. Statistik

Statistik adalah ilmu yang mempelajari tentang seluk beluk data dan juga suatu pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan bahan-bahan atau keterangan, pengolahan serta penganalisisannya, penarikan kesimpulan serta pembuatan keputusan yang beralasan berdasarkan penganalisisan yang dilakukan. Untuk menyimpulkan sesuatu persoalan diperlukan bahan atau keterangan yang dikumpulkan sebagian atau seluruhnya dari persoalan yang diselidiki. Biasanya bahan atau keterangan yang didapat dinyatakan dalam angka-angka. Bahan dan keterangan demikian, yang kebenarannya harus dipercaya atau dapat diandalkan disebut data statistik¹⁸.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektro/Fotokimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang dan pengukuran Spektroskopi Serapan Atom (SSA) dilakukan di Kopertis Wilayah Padang terhitung dari bulan Agustus sampai November 2011.

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat-alatnya adalah Spektrofotometer Visibel (Spektronik 20 D), Neraca analitik ainsworth, Sel membran cair fasa ruah, Spektroskopi Serapan Atom Spektra VARIAN AA240, dan alat-alat gelas kimia lainnya.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahannya yaitu Fenol (C_6H_5OH), Kloroform, NH_4OH 25%, Buffer Pospat pH 6.8 (campuran KH_2PO_4 dan K_2HPO_4), Buffer sitrat pH 2, NaOH, HCl 37%, 4-aminoantipirin, $K_3Fe(CN)_6$, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, dan Akuades.

3.3. Pembuatan Reagen Untuk Keperluan Analisis

3.3.1. Pembuatan Larutan Fasa Sumber

Pembuatan fasa sumber yang mengandung fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M dan Ca (II) $0,5 \times 10^{-4}$ s/d $5,0 \times 10^{-4}$ M, masing-masing ditimbang sejumlah 0,01 g fenol ($M_r = 94$ g/mol) dan 0,0036 s/d 0,036 g $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ($M_r = 145$ g/mol), dilarutkan sedikit dengan akuades dalam labu 500 mL. Kemudian ditambahkan HCl 0,01 M untuk mencapai pH 2 dan ditambahkan 10 mL 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 Mg (II) ke dalam fasa sumber, ditimbang 0,01 g fenol ($M_r = 94$ g/mol) dan 0,0084 g s/d 0,084 g $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ($M_r = 203,4$ g/mol) dan lakukan tahap selanjutnya seperti di atas.

3.3.2. Fasa Membran

Fasa membran berupa kloroform sebanyak 30 ml.

3.3.3. Pembuatan Larutan Fasa Penerima

Diambil sebanyak 0,4034 g NaOH dan dilarutkan dengan akuades sampai volume 100 mL. Larutan fasa penerima yang diperoleh berupa NaOH dengan konsentrasi 0,1 M.

3.3.4. Pembuatan Buffer Sitrat

Diambil sebanyak 1,0505 g asam sitrat dan tambahkan akuades sampai volume 50 mL. Kemudian tambahkan 3 mL natrium sitrat 0,1 M, campuran dilarutkan dalam labu 100 mL sampai tanda batas.

3.3.5. Pembuatan HCl 0,01 M

Dipipet sebanyak 0,4200 mL HCl 37% dan diencerkan dalam labu 500 mL sampai tanda batas.

3.3.6. Pembuatan reagen untuk mengukur konsentrasi fenol dengan metoda 4-aminoantipirin

3.3.4.1. Larutan NH₄OH 0.5 M

Dipipet 18,73 mL NH₄OH 25 % dan diencerkan dalam labu 100 mL sampai tanda batas.

3.3.4.2. Larutan buffer fosfat pH 6.8.

Ditimbang 10,4501 g K₂HPO₄ dan 7,2305 KH₂PO₄ 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 dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades.

3.3.4.4. Larutan K₃Fe(CN)₆ 0.24 M

Ditimbang 7,8924 g K₃Fe(CN)₆ kemudian dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades.

3.4. Prosedur Kerja

3.4.1. Penentuan panjang gelombang serapan maksimum

Panjang gelombang serapan maksimum dalam percobaan ditentukan dengan larutan standar pada konsentrasi $4,0 \times 10^{-4}$ M dan dilakukan pengukuran absorban

pada selang panjang gelombang yang diperkirakan dan 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 fosfat pH 6,8. Untuk mendapatkan larutan pH 10 ditambahkan 10 mL NH_4OH 0,5 M kedalam larutan tersebut. 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 Aziz (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 selinder (diameter 2,5 cm) dan di pipetkan kedalamnya 6 mL larutan fasa sumber berupa fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M dengan pH 2. Di luar tabung gelas dimasukkan 12 mL fasa penerima NaOH 0,1 M. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetik stirer dengan kecepatan 340 rpm selama 2 jam. Setelah pendiaman 15 menit, fasa penerima dan fasa sumber diambil untuk diukur jumlah konsentrasi fenol yang terkandung didalamnya dengan Spektrofotometer visibel pada panjang gelombang maksimum 510 nm.

3.4.4. Penentuan Transpor Fenol dengan Keberadaan Ion Ca (II) dan Mg (II) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Larutan campuran fenol $2,13 \times 10^{-4}$ M dengan pH optimum yang mengandung ion Ca (II) dan Mg (II) pada konsentrasi tertentu masing-masingnya dimasukkan ke dalam fasa sumber 6 mL. Campuran ini kemudian dioperasikan sama dengan prosedurnya 3.4.3. setelah percobaan selesai, fenol dan semua ion baik yang berada di fasa sumber maupun yang di fasa penerima ditentukan konsentrasinya dengan menggunakan Spektrofotometer Visibel spektronik 20D dan Spektroskopi Serapan Atom Spektra VARIAN AA240.

3.4.5. Uji Statistik

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

Diketahui :

$$JKt = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \quad (JKt = \text{Jumlah Kolom total})$$

$$JKa = \sum Jk j^2 - \frac{Jt^2}{n} \quad (JKa = \text{Jumlah Kuadrat kolom})$$

$$JKd = JKt - JKa \quad (JKd = \text{Jumlah Kolom Kuadrat Dalam})$$

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

(J = Jumlah Kolom)

$$MSKD = \frac{JKd}{J(n-1)} \quad (MSKD = \text{Rata-rata Kuadrat Dalam Kolom})$$

(n = Jumlah Ulangan)

(N = Total (n x J))

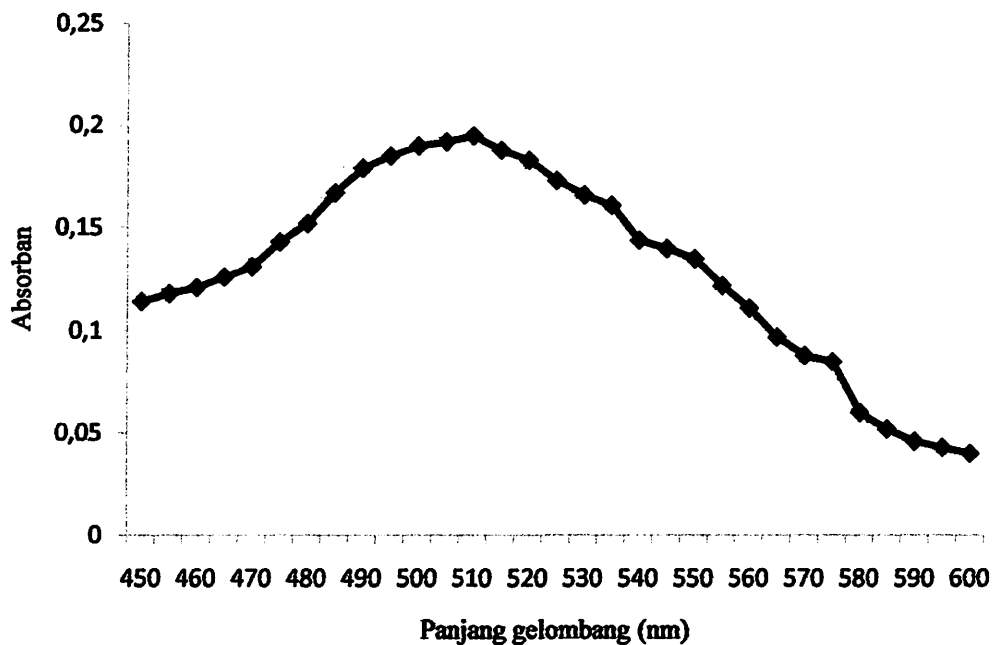
F tabel (α , $db_{\text{antar kolom}}$, $db_{\text{dalam kolom}}$)

$F_{\text{hit}} > F_{\text{tabel}} \longrightarrow$ berbeda nyata

BAB IV HASIL DAN DISKUSI

4.1. Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum untuk Pengukuran Konsentrasi Fenol dengan Metoda 4-Aminoantipirin secara Spektrofotometri

Pada penentuan panjang gelombang serapan maksimum untuk mengetahui konsentrasi fenol dengan Metoda 4-aminoantipirin (Lampiran 1) dilakukan pada range panjang gelombang 450-600 nm dengan konsentrasi fenol adalah $4,0 \times 10^{-4}$ M menggunakan spektrofotometer visibel. Dari hasil pengamatan kompleks fenol yang terbentuk menghasilkan warna kuning kemerahan. Hasil percobaan didapatkan panjang gelombang maksimum untuk senyawa fenol adalah 510 nm (Lampiran 2)



Gambar 4. Grafik penentuan panjang gelombang serapan maksimum fenol secara spektrofotometri

Persamaan regresi yang diperoleh dari hubungan antara variasi konsentrasi standar fenol dengan absorbannya digunakan untuk penentuan konsentrasi fenol yang tertransportasi menggunakan teknik membran cair fasa ruah (Lampiran 3)

4.2. Penentuan Ulang Persentase Transpor Fenol Antar Fasa pada Kondisi Optimum

Penentuan ulang persentase transpor fenol antar fasa dilakukan berdasarkan kondisi optimum oleh Aziz (2010)⁵, dapat di lihat pada Tabel 1.

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

Parameter	Kondisi Optimum Fenol	Konsentrasi Fenol pada Fasa Penerima (%)	Konsentrasi Fenol pada Fasa Sumber (%)
konsentrasi fenol	$2,13 \times 10^{-4}$ M	92,60	2,20
pH fasa sumber	2		
konsentrasi NaOH	0,1		
waktu transpor	2 jam		
waktu pendiaman	15 menit		

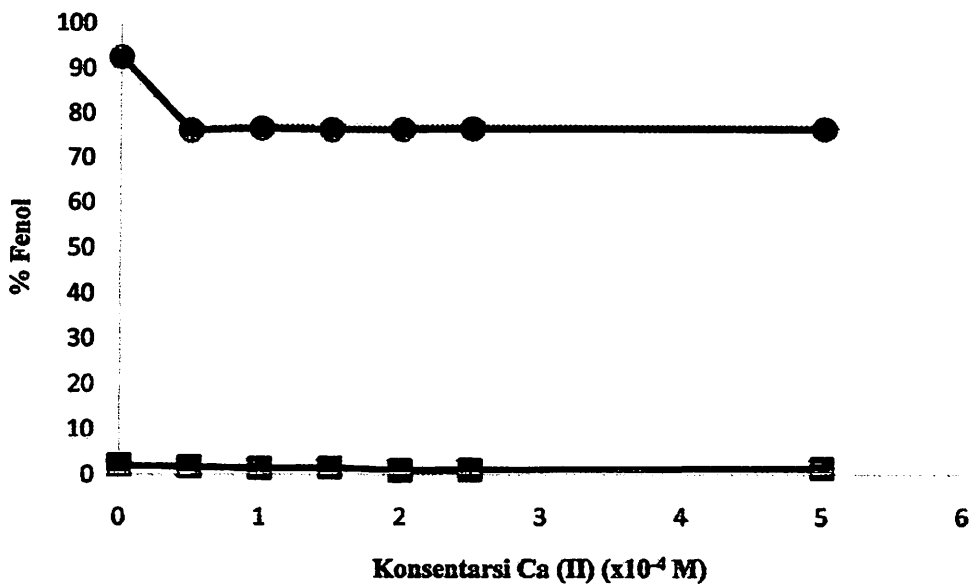
Nilai dari persentase optimasi ulangan yang dilakukan tidak jauh berbeda dengan persentase optimasi yang dilakukan oleh Aziz (2010), yang mendapatkan persentase fenol yang tertranspor sebesar 93,07%. Dengan demikian kondisi optimasi ulangan dapat dipakai untuk sistem transpor fenol melalui membran cair fasa ruah selanjutnya.

4.3. Pengaruh Penambahan Ca (II) ke dalam Fasa Sumber Terhadap Transpor Fenol Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah

4.3.1. Pengaruh penambahan Ca (II) ke dalam fasa sumber terhadap transpor fenol di dalam fasa sumber

Penelitian dilanjutkan dengan penambahan ion lain ke dalam fasa sumber. Dimana ion yang ditambahkan adalah ion Ca (II) dengan bervariasi konsentrasi ion tersebut dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Pada penelitian ini konsentrasi yang ditambahkan dalam rentang $5,0 \times 10^{-5}$ M s/d $5,0 \times 10^{-4}$ M.

Pengaruh penambahan ion Ca (II) terhadap transpor fenol ke fasa penerima dapat di lihat pada Gambar 6 dibawah ini :



Gambar 5. Pengaruh penambahan ion Ca (II) ke dalam fasa sumber terhadap sisa fenol di fasa sumber (-■-) dan persentase transpor fenol ke fasa penerima (-●-) melalui teknik membran cair fasa ruah

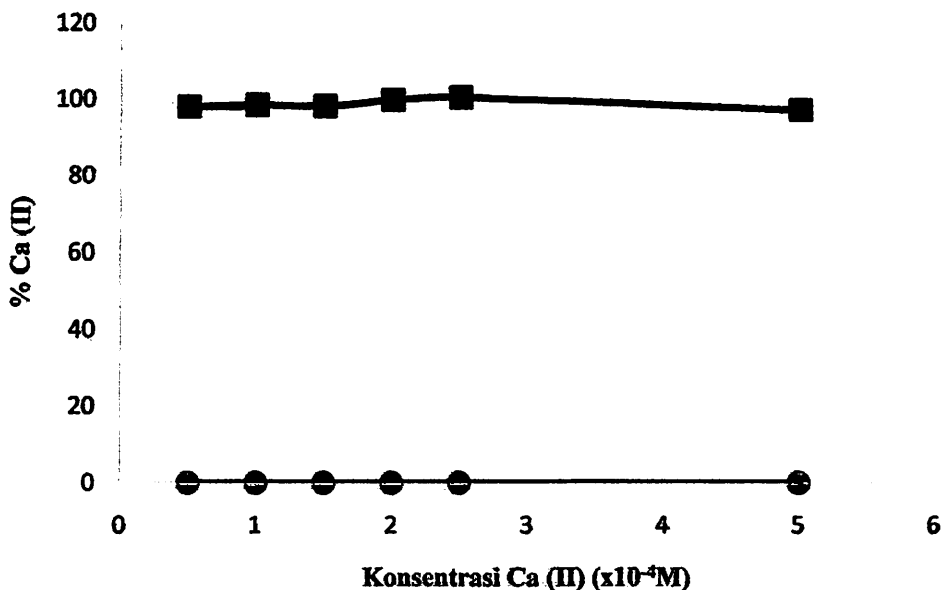
Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 mL fenol $2,13 \times 10^{-3}$ M pada pH 2, fasa membran 30 mL kloroform, fasa penerima 12 mL NaOH 0,1 M, waktu kesetimbangan 15 menit, lama pengadukan 2 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa tanpa adanya Ca (II) dalam fasa sumber, fenol yang bersisa di fasa sumber sekitar 2,20%. Penambahan Ca (II) sebesar $5,0 \times 10^{-5}$ M memberikan sedikit penurunan persentase fenol dalam fasa sumber sampai dengan 1,52%. Penelitian dilanjutkan dengan penambahan Ca (II) dalam fasa sumber secara berkala hingga konsentrasi Ca (II) dalam fasa sumber sampai dengan $5,0 \times 10^{-4}$ M. Dari data penelitian diperoleh bahwa penambahan Ca (II) dalam fasa sumber sampai dengan konsentrasi $5,00 \times 10^{-4}$ M tidak memberikan perbedaan yang signifikan terhadap persentase fenol yang masuk ke dalam fasa membran, hal ini dikarenakan tidak adanya interaksi antara Ca (II) dengan fenol dalam fasa sumber, tetapi adanya Ca (II) menyebabkan daya transpor ke fasa penerima menjadi menurun.

4.3.2. Pengaruh penambahan Ca (II) ke dalam fasa sumber terhadap persentase fenol di dalam fasa penerima

Pada Gambar 5 juga dapat dilihat tanpa adanya Ca (II) dalam fasa sumber, persentase fenol yang tertransport ke fasa penerima mencapai 92,60%, sedangkan pada penambahan Ca (II) dengan konsentrasi $0,5 \times 10^{-4}$ M (2 ppm), persentase fenol yang tertransport ke fasa penerima mengalami penurunan sebesar 76,26 %. Selanjutnya penelitian dilanjutkan dengan penambahan Ca (II) sampai dengan konsentrasi $5,0 \times 10^{-4}$ M (20 ppm). Dan diperlihatkan bahwa persentase fenol di fasa penerima tidak bertambah secara signifikan seiring bertambahnya konsentrasi Ca (II) yang ditambahkan dalam fasa sumber. Hal ini disebabkan karena terjadi penumpukan fenol dalam fasa membran karena keberadaan Ca (II) dalam fasa sumber dan mengurangi daya dorong transport fenol ke fasa penerima.

4.3.3. Persentase Ca (II) dalam Fasa sumber dan Fasa penerima pada proses transport fenol melalui teknik membran cair fasa ruah



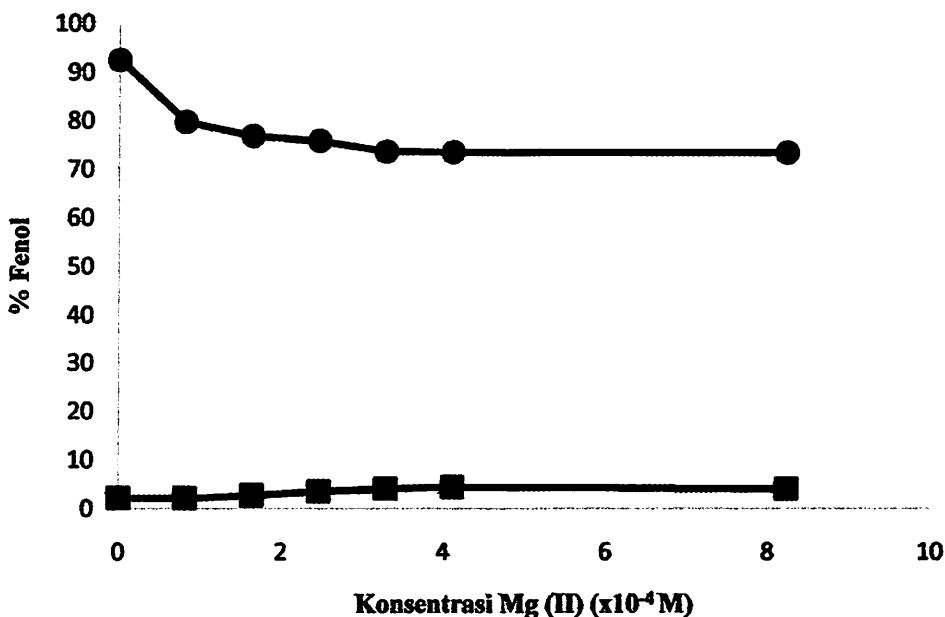
Gambar 6. Persentase Ca (II) pada fasa sumber (-■-) dan pada fasa penerima (-●-) terhadap transport fenol melalui teknik membran cair fasa ruah.

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 mL fenol $2,13 \times 10^{-3}$ M pada pH 2, fasa membran 30 mL kloroform, fasa penerima 12 mL NaOH 0,1 M, waktu kesetimbangan 15 menit, lama pengadukan 2 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Dari Gambar 6 memperlihatkan persentase Ca (II) pada fasa sumber dan fasa penerima. Di mana Ca (II) yang ditambahkan sampai konsentrasi $5,0 \times 10^{-4}$ M menyebabkan kecendrungan Ca (II) tertahan dalam fasa sumber dan tidak ikut tertransportasi ke fasa penerima. Hal ini disebabkan karena tidak adanya interaksi kimia antara Ca (II) dengan fenol, tetapi Ca (II) menyebabkan proses transport fenol ke fasa penerima menjadi terhambat.

4.4. Pengaruh Penambahan Mg (II) ke dalam Fasa Sumber Terhadap Transportasi Fenol Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruang

4.4.1. Pengaruh penambahan Mg (II) ke dalam fasa sumber terhadap transport fenol di dalam fasa sumber



Gambar 7. Pengaruh penambahan Mg (II) ke dalam fasa sumber terhadap transport fenol ke fasa penerima (-●-), dan sisa fenol pada fasa sumber (-■-) pada kondisi optimum proses transport fenol melalui teknik membran cair fasa ruang.

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 mL fenol $2,13 \times 10^{-3}$ M pada pH 2, fasa membran 30 mL kloroform, fasa penerima 12 mL NaOH 0,1 M, waktu kesetimbangan 15 menit, lama pengadukan 2 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Gambar 7 memperlihatkan bahwa tanpa adanya Mg (II) dalam fasa sumber, sisa fenol di fasa sumber adalah 2,2 %. Penambahan Mg (II) sampai konsentrasi $8,229 \times 10^{-4}$ M (20 ppm) ke dalam fasa sumber ternyata meningkatkan persentase fenol dalam fasa sumber sampai dengan 4,76 %. Semakin tinggi konsentrasi Ca

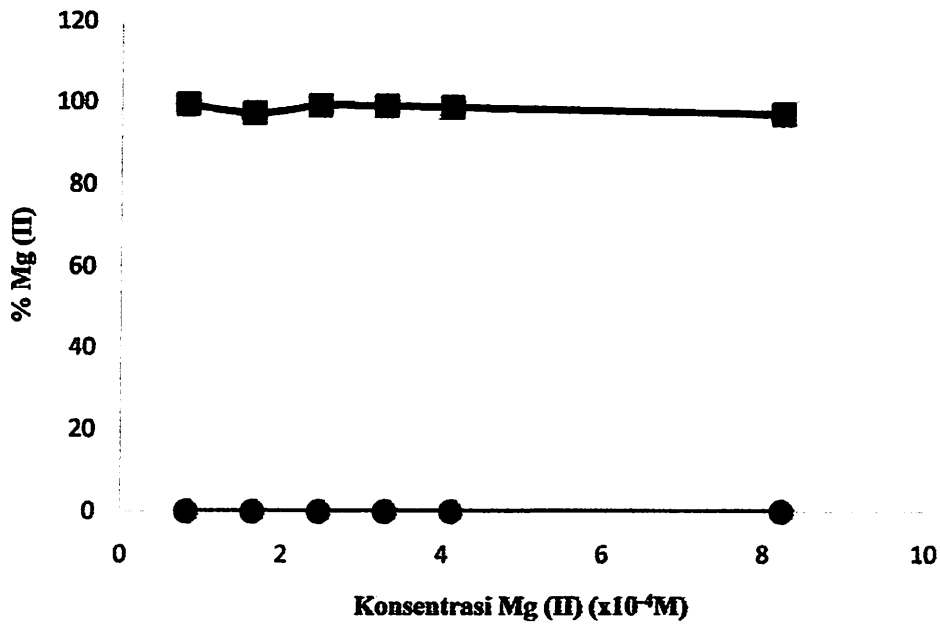
(II) yang ditambahkan dalam fasa sumber, maka semakin tinggi juga persentase fenol yang bersisa dalam fasa sumber. Jika dibandingkan dengan penambahan Ca (II) dalam fasa sumber, ternyata Mg (II) lebih cenderung menurunkan persentase transpor fenol ke fasa penerima dan yang bersisa di fasa sumber semakin meningkat. Hal ini dikarenakan ukuran jari-jari ion Mg (II) lebih kecil dari pada ion Ca (II).

4.4.2. Pengaruh penambahan Mg (II) ke dalam fasa sumber terhadap persentase fenol di dalam fasa penerima

Pada Gambar 7 terlihat tanpa adanya Mg (II) dalam fasa sumber, fenol yang tertranspor ke fasa penerima mencapai 92,60%. Sedangkan dengan penambahan Mg (II) sampai dengan konsentrasi $0,823 \times 10^{-4}$ M (2 ppm), transpor fenol yang sampai ke fasa penerima mengalami penurunan sampai dengan 79,75%. Penambahan Mg (II) dilanjutkan sampai dengan konsentrasi $8,229 \times 10^{-4}$ M (20 ppm), persentase transpor fenol kembali mengalami penurunan namun persentase penurunannya konstan seiring dengan penambahan ion logam, dimana persentase penurunannya sampai dengan 73,56% (Lampiran 6). Hal ini disebabkan karena ukuran jari-jari Mg (II) yang cukup besar menyebabkan transpor fenol menjadi berkurang dan tertahan di fasa sumber dan sebagian lagi menumpuk di fasa membran.

4.4.3. Persentase Mg (II) dalam Fasa sumber dan Fasa penerima pada proses transpor fenol

Persentase Mg (II) pada fasa sumber dan fasa penerima dapat dilihat pada Gambar 8, dimana tidak jauh berbeda dengan Ca (II), Mg (II) cenderung akan tertahan pada fasa sumber dan tidak berdifusi ke fasa membran, sehingga tidak tertranspor ke fasa penerima. Pada penambahan Mg (II) dalam fasa sumber dengan konsentrasi $0,823 \times 10^{-4}$ M persentase Mg (II) yang terdapat dalam fasa sumber sebesar 99,54 %, begitu juga dengan penambahan Mg (II) sampai dengan $8,229 \times 10^{-4}$ M (20 ppm) persentase Mg (II) sisa di fasa sumber adalah 97,28 % (Lampiran 7).



Gambar 8. Persentase Mg (II) dalam fasa sumber (■) dan fasa penerima (●) pada proses transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah. Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 mL fenol $2,13 \times 10^{-3}$ M pada pH 2, fasa membran 30 mL kloroform, fasa penerima 12 mL NaOH 0,1 M, waktu kesetimbangan 15 menit, lama pengadukan 2 jam dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

4.5. Uji statistik transpor fenol melalui membran cair fasa ruah terhadap adanya ion Ca (II) dan Mg (II)

Pengaruh keberadaan ion Ca (II) dan Mg (II) terhadap transpor fenol dipelajari dengan menggunakan cara analisa statistik dengan model analisis varian (ANOVA), seperti pada Tabel 2.

Harga F untuk masing-masing sumber variansi terlihat pada Lampiran 10 dan 11. Tabel transpor fenol secara statistik berbeda nyata, di mana $F_{hitung} > F_{tabel}$ artinya keberadaan ion Ca (II) dan Mg (II) mempengaruhi transpor fenol ke fasa penerima. Nilai statistik di atas menunjukkan bahwa metoda ini kurang efektif menranspor fenol ke fasa penerima dengan adanya ion Ca (II) dan Mg (II) di dalam fasa sumber. Uji statistik ini dilanjutkan dengan membandingkan dua harga variansi, dimana $t_{hitung} < t_{tabel}$ yang menunjukkan bahwa pengaruh keberadaan ion Ca (II) terhadap transpor fenol ke fasa penerima sama dengan pengaruh keberadaan ion Mg (II) terhadap transpor fenol ke fasa penerima (Lampiran 12).

Tabel 2. Analisa statistik transpor fenol melalui membran cair fasa ruah terhadap adanya ion Ca (II) dan Mg (II)

Perbandingan konsentrasi fenol & logam (ppm)	Jumlah fenol di fasa penerima dengan adanya ion lain (%)	
	Ca (II)	Mg (II)
20 : 0	93.80	93.80
	90.66	90.66
	93.34	93.34
20 : 2	76.63	79.55
	75.40	79.15
	76.76	80.56
20 : 4	77.31	76.96
	77.80	77.76
	75,13	75.95
20 : 6	76.16	76.88
	75.96	76.88
	77.16	73.95
20 : 8	76,62	73.95
	76,62	73.79
	76.31	74.49
20 : 10	75,05	74.42
	78.51	73,32
	76,62	73,13
20 : 20	76,82	72.93
	76,96	74.58
	77,16	73.18
F hitung	23.42	61,61
F tabel	4.32	4.32
Keterangan	Berbeda nyata	Berbeda nyata

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Transpor fenol ke fasa penerima dalam adanya Ca (II) $0,5 \times 10^{-4}$ M dalam fasa sumber melalui teknik membran cair fasa ruah mengalami penurunan dari 92,60% (tanpa adanya Ca (II)) menjadi 76,26%. Selanjutnya penambahan konsentrasi Ca (II) sampai $5,0 \times 10^{-4}$ M tidak mempengaruhi transpor fenol ke fasa penerima secara signifikan.
2. Transpor fenol ke fasa penerima dalam adanya Mg (II) $0,823 \times 10^{-4}$ M dalam fasa sumber melalui teknik membran cair fasa ruah mengalami penurunan dari 92,60% (tanpa adanya Mg (II)) menjadi 79,75%. Selanjutnya penambahan konsentrasi Mg (II) sampai $8,229 \times 10^{-4}$ M menurunkan transpor fenol ke fasa penerima menjadi 73,56%.
3. Pada proses transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah dengan adanya Ca (II) dan Mg (II) tidak ditemukannya ion Ca (II) dan Mg (II) dalam fasa penerima setelah proses transpor dan ion Ca (II) dan Mg (II) sebagian besar tersisa dalam fasa sumber.
4. Analisis varian didapatkan F hitung $>$ F tabel yang berarti bahwa keberadaan ion Ca (II) dan Mg (II) mempengaruhi persentase fenol yang tertranspor ke fasa penerima.
5. Perbandingan dua harga rata-rata secara statistik didapatkan t hitung $<$ t tabel yang berarti bahwa pengaruh keberadaan ion Ca (II) terhadap transpor fenol ke fasa penerima sama dengan pengaruh keberadaan ion Mg (II) terhadap transpor fenol ke fasa penerima.

5.2. Saran

Penelitian yang telah dilakukan ini merupakan studi awal untuk menaikkan fenol dari beberapa senyawa yang dicampurkan ke dalamnya Ca (II) dan Mg (II). Oleh sebab itu disarankan untuk meningkatkan efektifitas fenol dari fasa sumber ke fasa penerima dengan penambahan surfaktan.

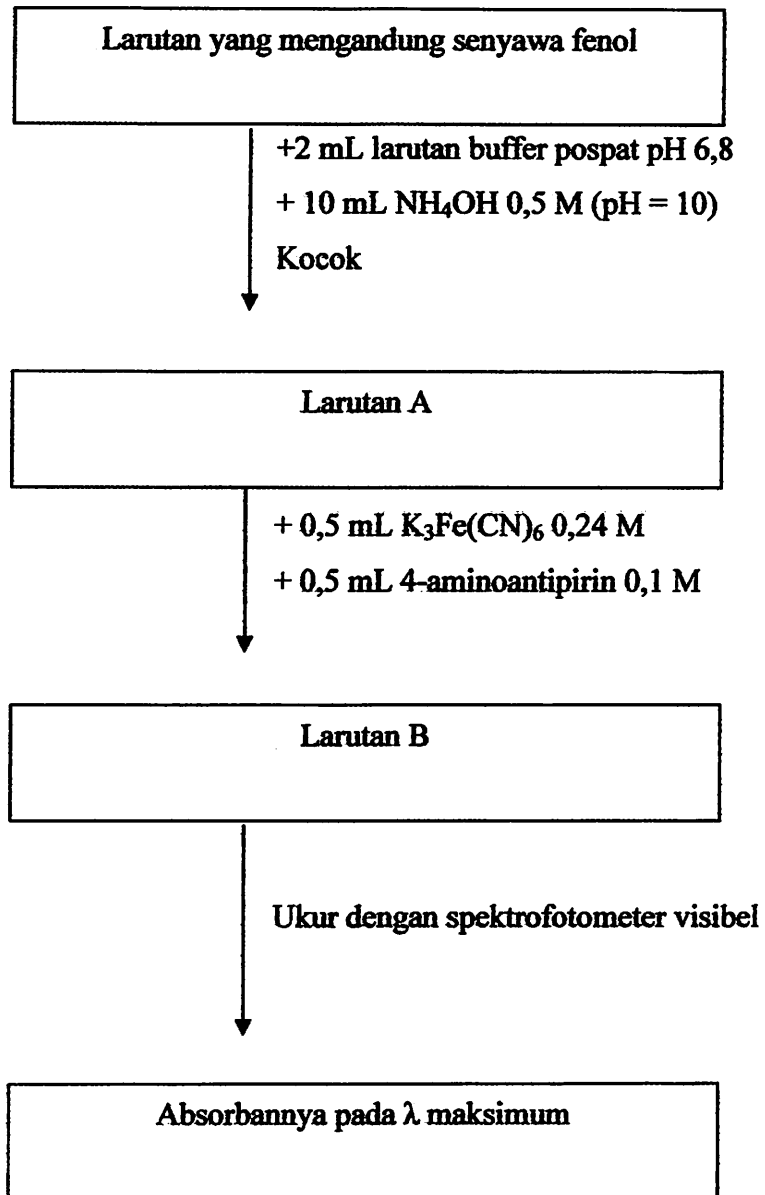
DAFTAR PUSTAKA

1. Mulyasuryani A, dkk. 1997. Metode Sederhana untuk Monitoring Senyawa-senyawa Fenol di Perairan. *J. Penelitian Ilmu-ilmu Teknik (engineering)* 9,2,. Hal 107-125.
2. Mulder, M., *Basic Principle of Membran technology*. Kluwer Academic Publisher, Do Rsrecht. 1991. pp. 244-259.
3. Setiawan, Aziz. *Optimasi Transpor Fenol melalui Membran Kloroform Dalam Teknik Membran Cair Fasa Ruah*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Andalas (1991).
4. Sartika, Noverma. *Optimasi Transpor Fenol dari Dalam Air dengan Zat Pembawa N,N-Dimetilasetamida Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Andalas (2009).
5. Lestari, Yulisa. *Transpor Fenol dengan Zat Pembawa N,N-Dimetilasetamida dan Tween-80 sebagai Zat Aditif melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Andalas (2010).
6. Charlena. *Ekstraksi Fenol dalam Air dengan Teknik Emulsi Membran Cair*. Tesis Pascasarjana Kimia Institut Teknologi Bandung (1995).
7. Manahan, S.E., 1994. *Environmetal Chemistry*, 6 Ed., Lewis Publisher, USA, pp 688-689.
8. Wan, Yin Hua and Xiang De Wang. Treatment of High Concentration Phenolic Waste Water by Liquid Membrane with N_{503} as Mobile Pembawa. *J. Membr. Scie.*, 135 : 263 -270 (1997).
9. Mulyasuryani A, dkk. Metoda Sederhana untuk Monitoring Senyawa-senyawa Fenol di Perairan. *J. Penelitian Ilmu-ilmu Teknik (engineering)*. Hal. 107-125 (1997).
10. I.M Coelho, J.S.P.G. Crespo, M. J. T. Carrondo. Kinetic of liquid Membran Extraction in systems with Variable Distribution Coefficient, *J. Membr. Sci.* 127 : 141-152 (1997).
11. H. Korkmaz Alpogus, Shahabuddin Memon, Mustafa Ersoz and Mustafa Yilmaz. Transport of Hg^{2+} Through Bulk Liquid Membrane Using a Bis-calix(4)arene Nitrile Devirative as Carrier : *Kinetic Analysis, J.Chem.*26.:477-480 (2002).
12. Darmona. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI. Press. Jakarta. 1998. Hal 35-93.

13. Moore, J. W. *Inorganic Contaminant of surface Water*. Springer Verlag. New York. 1991. pp 334.
14. Khalil, F and M. Shamsipur. Separation Study of Cadmium as CdI_4^{2-} through a Bulk Liquid Membrane Containing Ketoconazole and Oleic Acid. *J. Analytica Science*. 21 : 501 – 505 (2005).
15. Ma, Ming, He, Dingsheng and Liao. S., Kinetic Study of L -Isoleucine Transport through a Liquid Membrane Containing di(2-ethylhexyl) Phosphoric Acid in Kerosene. *J. Analytica Chimica Acta*. 456 : 157-165 (2002).
16. Khopar, M. S. *Konsep Dasar Kimia Analitik Terjemaha A. Sapturahardjo*. Jakarta: UI Press (1990).
17. Day. Jr. RA., Al Underwood. *Analisa Kimia Kuantitatif Edisi IV*. Jakarta : Erlangga (1992).
18. Sudjana. *Statistik*. Tarsito. Bandung. 1996. Hal 3-4.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Skema Kerja Penentuan Fenol dengan Metoda 4-Aminoantipirin



Lampiran 2 : Data Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Fenol Secara Spektrofotometri

Tabel 3 : Hubungan Panjang Gelombang Dengan Absorban Pada Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Fenol Secara Spektrofotometri

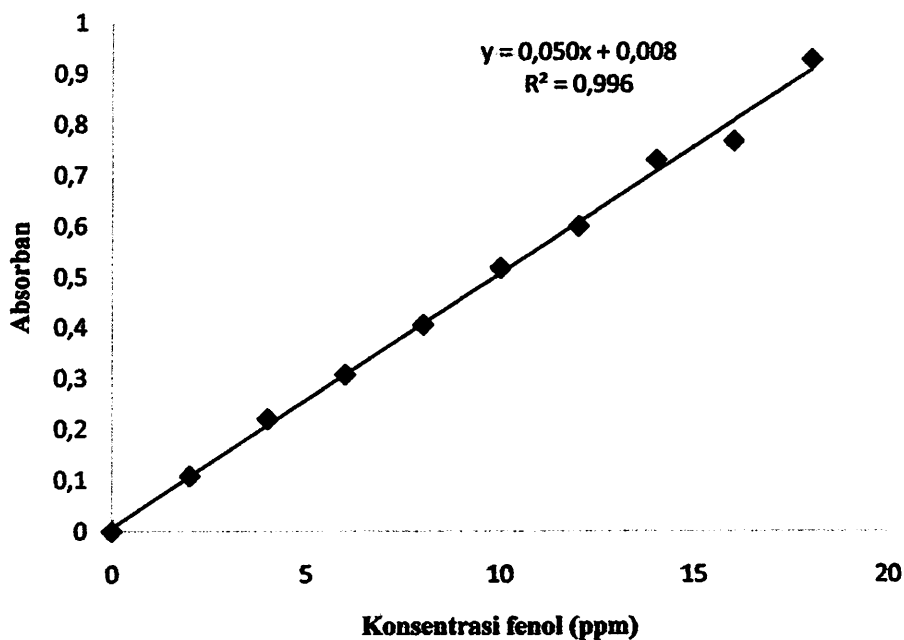
Panjang gelombang (nm)		Panjang gelombang (nm)	
	Absorban		Absorban
450	0.114	530	0.166
455	0.118	535	0.161
460	0.121	540	0.144
465	0.126	545	0.14
470	0.131	550	0.135
475	0.143	555	0.122
480	0.152	560	0.111
485	0.167	565	0.097
490	0.179	570	0.088
495	0.185	575	0.085
500	0.19	580	0.06
505	0.192	585	0.052
510	0.195	590	0.046
515	0.188	595	0.043
520	0.183	600	0.040
525	0.173		

Panjang gelombang maksimum untuk pengukuran konsentrasi fenol adalah 510 nm

Lampiran 3 : Data Pembuatan Persamaan Regresi Fenol

Tabel 4 : Hubungan Antara Konsentrasi Fenol Dan Absorban Pada Penentuan Kurva Kalibrasi Fenol

Konsentrasi (ppm)	Absorban
0	0.000
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



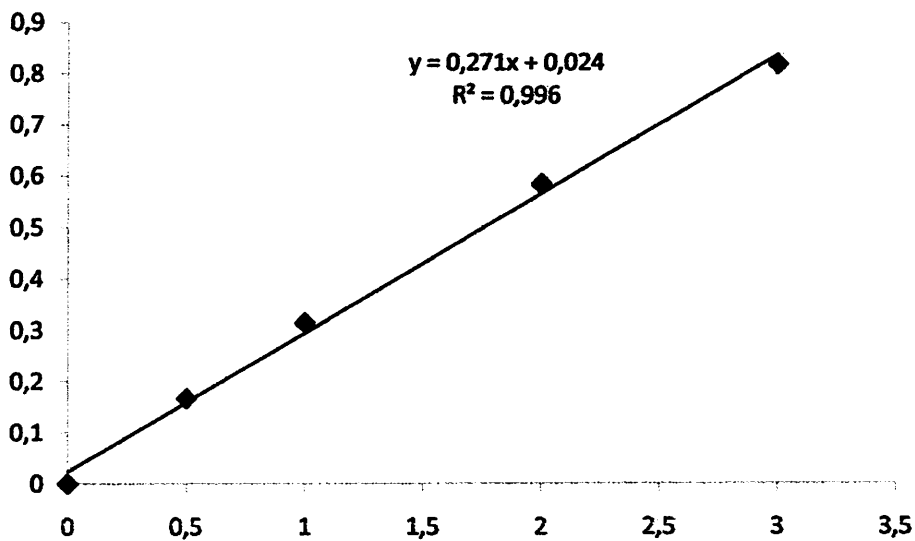
Gambar 10. Kurva kalibrasi standar fenol pada panjang gelombang 510 nm

Lampiran 4 : Data Pembuatan Persamaan Regresi Ca (II)

Tabel 5 : Hubungan Antara Konsentrasi Ca (II) Dan Absorban Pada Penentuan Kurva Kalibrasi Ca (II)

Konsentrasi (ppm)	Absorban
0	0
0,5	0,1665
1	0,3147
2	0,5843
3	0,8183

Kurva kalibrasi larutan standar Ca (II)



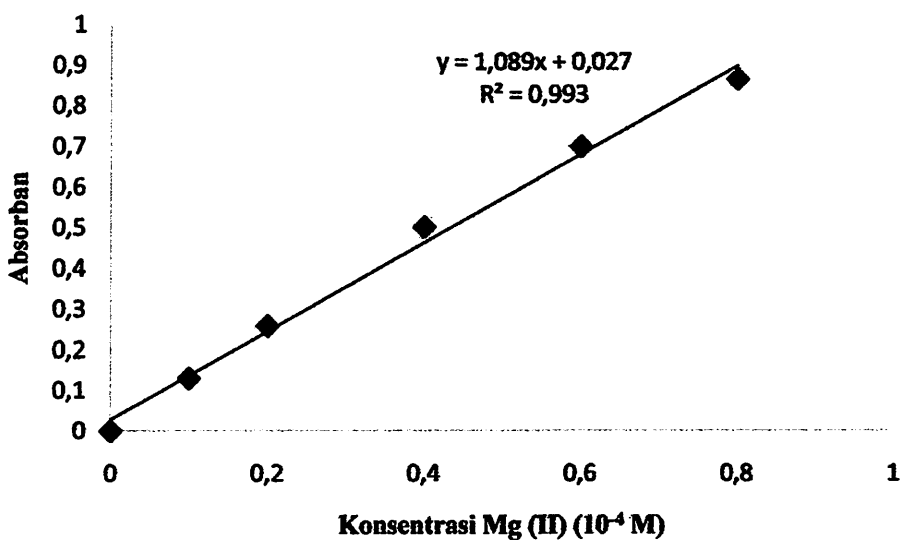
Gambar 11. Kurva kalibrasi standar fenol pada panjang gelombang 239,9 nm

Lampiran 5 : Data Pembuatan Persamaan Regresi Mg (II)

Tabel 6 : Hubungan Antara Konsentrasi Mg (II) Dan Absorban Pada Penentuan Kurva Kalibrasi Mg (II)

Konsentrasi (ppm)	Absorban
0	0
0,1	0,1299
0,2	0,2593
0,4	0,5014
0,6	0,6994
0,8	0,8648

Kurva kalibrasi larutan standar Mg (II)



Gambar 12. Kurva kalibrasi Ion Mg (II) pada panjang gelombang 285,2 nm

Lampiran 6 : Data pengaruh penambahan Ca (II) pada fasa sumber terhadap persentase transport fenol ke fasa penerima

Tabel 7 : Pengaruh penambahan Ca (II) pada fasa sumber terhadap persentase transport fenol ke fasa penerima

[Ca] ($\times 10^{-4}$ M)	[fenol]s ($\times 10^{-5}$ M)	[fenol]p ($\times 10^{-5}$ M)	[fenol]s (%)	[fenol]p (%)	[fenol]s rata-rata (%)	[fenol]p rata-rata (%)
0	0,622	9,390	1,98	93,80	2,20	92,60
	0,531	9,656	2,49	90,66		
	0,449	9,941	2,13	93,34		
0.5	0,382	8,161	2,09	76,63	1,52	76,26
	0,382	8,031	1,79	75,40		
	0,361	8,175	1,69	76,76		
1.0	0,339	8,115	1,59	77,31	1,41	76,75
	0,254	8,294	1,19	77,80		
	0,382	8,002	1,46	75,13		
1.5	0,339	8,111	1,59	76,16	1,27	76,47
	0,276	8,09	1,29	75,96		
	0,382	8,218	2,09	77,16		
2.0	0,212	8,160	1,30	76,62	1,16	76,53
	0,169	8,160	1,30	76,62		
	0,255	8,127	1,19	76,31		
2.5	0,212	8,026	0,99	75,05	1,12	76,73
	0,339	8,362	1,59	76,62		
	0,169	8,362	0,79	78,51		
5.0	0,276	8,180	1,29	76,82	1,33	76,98
	0,297	8,196	1,39	76,96		
	0,361	8,218	1,30	77,16		

Keterangan :

[Ca] : Konsentrasi Ca (II) awal yang ditambahkan ke fasa sumber

[fenol]_s : Konsentrasi sisa fenol di fasa sumber setelah transpor

[fenol]_p : Konsentrasi fenol dalam fasa penerima setelah transpor

% fenol_s : Persentase transport fenol sisa dalam fasa sumber

% fenol_p : Persentase fenol dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa sumber : 6 mL fenol (2.13×10^{-4}), pH =2
2. Fasa membran : 30 mL kloroform
3. Fasa penerima : 12 mL NaOH 0,1 M
4. Lama Pengadukan : 120 menit
5. Waktu pendiaman : 15 menit

Lampiran 7 : Data pengaruh penambahan Ca(II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor Ca(II) dengan menggunakan

Tabel 8. Pengaruh penambahan Ca (II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor Ca (II)

[Ca] (x10 ⁻⁴ M)	[Ca]s (x10 ⁻⁴ M)	[Ca]p (x10 ⁻⁴ M)	[Ca]s (%)	[Ca]p (%)	[Ca]s rata-rata (%)	[Ca]p rata-rata (%)
0.5	0.491	*	98.14	*	98.14	*
	0.500	*	100.1	*		
	0.481	*	96.16	*		
1.0	0.993	*	99.34	*	98.58	*
	0.992	*	99.19	*		
	0.972	*	97.22	*		
1.5	1.538	*	102.5	*	98,34	*
	1.394	*	93.02	*		
	1.492	*	99.49	*		
2.0	2.009	*	100.5	*	99,94	*
	1.992	*	99.59	*		
	1.995	*	99.74	*		
2.5	2.529	*	101.1	*	100,6	*
	2.512	*	100.4	*		
	2.509	*	100.3	*		
5.0	4.905	*	98.10	*	98,47	*
	4.856	*	97.11	*		
	5.008	*	100.2	*		

*= tidak terdeteksi

Keterangan :

[Ca] : Konsentrasi Ca (II) awal yang ditambahkan ke fasa sumber

[Ca]s : Konsentrasi sisa Ca (II) di fasa sumber setelah transpor

[Ca]p : Konsentrasi Ca (II) dalam fasa penerima setelah transpor

% Ca (II) : Persentase transpor Ca (II) sisa dalam fasa sumber

% Ca (II) : Persentase Ca (II) dalam fasa penerima

Lampiran 8 : Data pengaruh penambahan Mg (II) pada fasa sumber terhadap persentase transport fenol ke fasa penerima

Tabel 7 : Pengaruh penambahan Mg (II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor fenol ke fasa penerima

[Mg] ($\times 10^{-4}$ M)	[fenol]s ($\times 10^{-5}$ M)	[fenol]p ($\times 10^{-5}$ M)	[fenol]s (%)	[fenol]p (%)	[fenol]s rata-rata (%)	[fenol]p rata-rata (%)
0	0,622	9,39	1,98	93,8	2,20	92,60
	0,531	9,656	2,49	90,66		
	0,449	9,941	2,13	93,34		
0.823	0,404	8,472	1,89	79,55	2,13	79,75
	0,538	8,429	2,52	79,15		
	0,427	8,122	1,99	80,56		
1.646	0,538	8,196	2,53	76,96	2,75	76,89
	0,688	8,281	3,23	77,76		
	0,531	8,089	2,49	75,95		
2.469	0,743	8,188	3,49	76,88	3,60	75,89
	0,765	8,188	3,59	76,88		
	0,792	7,877	3,72	73,95		
3.291	0,873	7,856	4,42	73,95	4,16	73,74
	0,846	7,859	3,72	73,79		
	0,941	7,825	5,9	73,48		
4.114	0,792	7,926	3,84	74,42	4,48	73,62
	1,258	7,808	3,84	73,32		
	0,819	7,725	4,09	73,13		
8.229	0,819	7,767	4,2	72,93	4,76	73,56
	0,873	7,943	1,39	74,58		
	0,900	7,794	1,69	73,18		

Keterangan :

[Mg] : Konsentrasi Mg (II) awal yang ditambahkan ke fasa sumber

[fenol]_s : Konsentrasi sisa fenol di 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 fenol dalam fasa penerima

Kondisi percobaan yang dilakukan ;

1. Fasa sumber : 6 mL fenol ($2.13 \times 10^{-4} \text{M}$), pH =2
2. Fasa membrane : 30 mL kloroform
3. Fasa penerima : 12 mL NaOH 0.1 M
4. Lama Pengadukan : 120 menit
5. Waktu pendiaman : 15 menit

Lampiran 9 : Data pengaruh penambahan Mg (II) pada fasa sumber terhadap persentase transport Mg (II) ke fasa penerima

Tabel 10. Pengaruh penambahan Mg (II) pada fasa sumber terhadap persentase transpor Mg (II)

[Mg] ($\times 10^{-4}$ M)	[Mg]s ($\times 10^{-3}$ M)	[Mg]p ($\times 10^{-3}$ M)	[Mg]s (%)	[Mg]p (%)	[Mg]s rata-rata (%)	[Mg]p rata-rata (%)
	0.814	*	98.92	*		
0.823	0.819	*	99.54	*	99.54	*
	0.823	*	100.1	*		
	1.630	*	99.00	*		
1.646	1.603	*	97.40	*	98,47	*
	1.630	*	99.00	*		
	2.437	*	98.72	*		
2.469	2.426	*	98.27	*	99.26	*
	2.488	*	100.8	*		
	3.283	*	99.75	*		
3.291	3.234	*	98.25	*	99.14	*
	3.272	*	99.43	*		
	4.041	*	98.22	*		
4.114	4.055	*	98.56	*	98.92	*
	4.114	*	99.99	*		
	7.918	*	98.30	*		
8.229	8.023	*	97.90	*	98.11	*
	8.075	*	98.13	*		

*= tidak terdeteksi

Keterangan :

[Mg] : Konsentrasi Mg (II) awal yang ditambahkan ke fasa sumber

[Mg]s : Konsentrasi sisa Mg (II) di fasa sumber setelah transpor

[Mg]p : Konsentrasi Mg (II) dalam fasa penerima setelah transpor

% Mg (II): Persentase Mg (II) fenol sisa dalam fasa sumber

% Mg (II) : Persentase Mg (II) dalam fasa penerima

Lampiran 10 : Model Analisis Varian (ANNOVA) untuk Penambahan Ca (II)

Tabel 11. Analisis Varian (ANNOVA) untuk Ca (II)

Ulangan	20 : 0	20 : 2	20 : 4	20 : 6	20 : 8	20 : 10	20 : 20
1	93,80	76.63	77.31	76.16	76,62	78,51	76,82
2	90.66	75.4	77.8	75.96	76,62	75.05	76,96
3	93.34	76.76	75.13	77.16	76.31	76,62	77.16

Total = 1659,94

JKt = Jumlah Kuadrat total
 $= (93,8^2 + 90.66^2 + \dots + 77.16^2) - (1659,94^2/21)$
 $= 131386,806 - 131209,5621$
 $= 117,2409$

JKa = Jumlah Kuadrat Antar kolom
 $= \frac{(277,8^2 + 228.79^2 + 230.24^2 + 229.28^2 + 229,55^2 + 230,18^2 + 230.94^2)}{3}$
 $- 133083.2411$
 $= 159,3708$

JKd = Jumlah Kuadrat Dalam kolom
 $= JKt - Jka$
 $= 117,2409 - 159,3708$
 $= 17,8701$

DB antar kolom = jumlah kolom -1

DB dalam kolom = Jumlah data – jumlah kolom

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

Tabel ANNOVA

Sumber	JK	DB	KTD
Antar kolom	JKa : 399.1286	6	29,8950
Dalam kolom	JKd : 44.4551	14	1,2764
Jumlah	JKt : 443.5837	20	

$$F_{hit} = \frac{29,8950}{1,2764} = 23.42$$

$$F_{t 0.05,6,14} = 4.32$$

$F_{hit} > F_{tabel}$: ada perbedaan yang signifikan

Uji Duncan

Konsentrasi	20 : 0	20 : 2	20 : 4	20 : 6	20 : 8	20 : 10	20 : 20
Simbol	A	B	C	D	E	F	G
Rata-rata	92,6	76,26	76,75	76,43	76,52	76,73	76,98

$$DB = 7 (3-1)$$

$$= 14$$

$$S^2_p = 1,2764$$

Sampel ke	2	3	4	5	6	7
Daerah nyata ke	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39
Daerah nyata terkecil	3,8675	4,0859	4,1738	4,2504	4,3015	4,3269

Nilai rata-rata diurut dari yang terkecil :

Rata-rata : 76,26 76,43 76,52 76,73 76,75 76,98 92,6

Simbol : B D E F C G A

1. A – B = 92,6 – 76,26 = 16,34 Vs 4,3269 (S)
- A – D = 92,6 – 76,43 = 16,17 Vs 4,3015 (S)
- A – E = 92,6 – 76,52 = 16,08 Vs 4,2504 (S)
- A – F = 92,6 – 76,73 = 15,87 Vs 4,1738 (S)
- A – C = 92,6 – 76,75 = 15,85 Vs 4,0859 (S)
- A – G = 92,6 – 76,98 = 15,62 Vs 3,8675 (S)

- 2. G – B = 76,98 – 76,26 = 0,72 Vs 4,3269 (NS)
- 3. C – B = 76,75 – 76,26 = 0,49 Vs 4,3269 (NS)
- 4. F – B = 76,73 – 76,26 = 0,47 Vs 4,3269 (NS)
- 5. E – B = 76,52 – 76,26 = 0,26 Vs 4,3269 (NS)
- 6. D – B = 76,43 – 76,26 = 0,17 Vs 4,3269 (NS)

Lampiran 11 : Model Analisis Varian (ANNOVA) untuk Penambahan Mg (II)

Tabel 12. Analisis Varian (ANNOVA) untuk Mg (II)

Ulangan	20 : 0	20 : 2	20 : 4	20 : 6	20 : 8	20 : 10	20 : 20
1	90,66	79.55	76.96	76,88	73.95	74.42	72.93
2	93,80	79.15	77.76	76,88	73.79	73,32	74.58
3	93.34	80.56	75.95	73,95	73,48	73,13	73.18

Total = 1638.22

JKt = Jumlah Kuadrat total
 $= (90.66^2 + 93,8^2 + \dots + 73.18^2) - (1638.22^2/21)$
 $= 128336,5533 - 127798,3223$
 $= 538,231$

JKa = Jumlah Kuadrat Antar kolom
 $= \frac{(277,8^2 + 239,26^2 + \dots + 218,7^2 + 220.69^2)}{3} - 127798,3223$
 $= 518,5894$

JKd = Jumlah Kuadrat Dalam kolom
 $= JKt - Jka$
 $= 538,231 - 518,5894$
 $= 19,6416$

DB antar kolom = jumlah kolom - 1

DB dalam kolom = Jumlah data – jumlah kolom

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

Tabel ANNOVA

Sumber	JK	DB	KTD
Antar kolom	JKa : 538,231	6	86,4316
Dalam kolom	JKd : 19,6416	14	1,4029
Jumlah	JKt : 538,231	20	

$$F_{hit} = \frac{86,4316}{1,4029} = 61,61$$

$$F_{t 0.05,6,14} = 4.32$$

$F_{hit} > F_{tabel}$: ada perbedaan yang signifikan

Uji Duncan

Konsentrasi	20 : 0	20 : 2	20 : 4	20 : 6	20 : 8	20 : 10	20 : 20
Simbol	A	B	C	D	E	F	G
Rata-rata	92,6	79,75	76,89	75,90	73,74	73,63	73,56

$$DB = 7 (3-1)$$

$$= 14$$

$$S^2_p = 1,2032$$

Sampel ke	2	3	4	5	6	7
Daerah nyata ke	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39
Daerah nyata terkecil	3,6457	3,8262	3,9345	4,0066	4,0548	4,0788

Nilai rata-rata diurut dari yang terkecil :

Rata-rata : 73,56 73,63 73,74 75,90 76,89 79,75 92,6

Simbol : G F E D C B A

- | | | | |
|-------|------------------------|-----------|-----|
| A – G | = 92,6 – 73,56 = 19,04 | Vs 4,3269 | (S) |
| A – F | = 92,6 – 73,63 = 18,97 | Vs 4,3015 | (S) |
| A – E | = 92,6 – 73,74 = 18,86 | Vs 4,2504 | (S) |
| A – D | = 92,6 – 75,90 = 16,70 | Vs 4,1738 | (S) |
| A – C | = 92,6 – 76,89 = 15,71 | Vs 4,0859 | (S) |
| A – B | = 92,6 – 79,75 = 12,85 | Vs 3,8675 | (S) |

2. B – G	= 79,75 – 73,56 = 6,19 Vs 4,3269	(NS)
3. C – G	= 76,89 – 73,56 = 3,33 Vs 4,3269	(NS)
4. D – G	= 75,90 – 73,56 = 2,34 Vs 4,3269	(NS)
5. E – G	= 73,74 – 73,56 = 0,18 Vs 4,3269	(NS)
6. F – G	= 73,63 – 73,56 = 0,07 Vs 4,3269	(NS)

Lampiran 12 : Perbandingan Dua Harga Rata-rata

Tabel 13. Data Perbandingan Dua Harga Rata-rata

Konsentrasi	Ca (II)	Mg (II)	d	d ²
0	92,6	92,6	0	0
2	76,26	79,76	-3,49	12,1801
4	76,75	76,89	-0,14	0,0196
6	76,47	75,89	0,58	0,3364
8	76,53	73,74	2,79	7,7841
10	76,73	73,62	3,11	9,6721
20	76,98	73,56	3,42	11,6964
Total (n)			6,27	41,6887

$$H_0 : \mu_A = \mu_B$$

$$H_A : \mu_A \neq \mu_B$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{41,6887 - \frac{(6,27)^2}{7}}{7 - 1}} = 2,46$$

$$t \text{ hitung} = \frac{0,8957}{2,46} \sqrt{7} = 0,963$$

$$T_{0,05/2.6} = 2,45$$

t hitung < t tabel = H₀ diterima dan H_A ditolak, menunjukkan bahwa pengaruh keberadaan ion Ca (II) terhadap transpor fenol ke fasa penerima sama dengan pengaruh keberadaan ion Mg (II) terhadap transpor fenol ke fasa penerima

Lampiran 13 : Contoh Perhitungan Persentase Fenol

Absorban fasa sumber = 0.033

Absorban fasa penerima = 0.447

1. persentase fenol dalam fasa sumber

$$\begin{aligned}\% fs &= \frac{[\text{fenol}]_s}{[\text{fenol}]_o} \times 100\% \\ &= \frac{5.308 \times 10^{-6}}{2.13 \times 10^{-4}} \times 100\% \\ &= 2.49 \%\end{aligned}$$

2. persentase fenol dalam fasa penerima

$$\begin{aligned}\% fs &= \frac{[\text{fenol}]_s}{[\text{fenol}]_o} \times \frac{V_p}{V_s} \times 100\% \\ &= \frac{9.9408 \times 10^{-5}}{2.13 \times 10^{-4}} \times \frac{12}{6} \times 100\% \\ &= 93.34 \%\end{aligned}$$

3. persentase fenol dalam asa membran

$$\begin{aligned}\% \text{ fenol di membran} &= 100 - (\% fs + \% fp) \\ &= 100 - (2.49 + 93.34) \\ &= 4.17 \%\end{aligned}$$

Lampiran 14 : Contoh Perhitungan Persentase Ca (II)

1. persentase Ca (II) dalam fasa sumber

$$\begin{aligned}\% fs &= \frac{[Ca^{2+}]_s}{[Ca^{2+}]_o} \times 100\% \\ &= \frac{51.995 \times 10^{-4}}{2.0 \times 10^{-4}} \times 100\% \\ &= 99.74 \%\end{aligned}$$

2. persentase Ca (II) dalam fasa penerima

$$\begin{aligned}\% fs &= \frac{[Ca^{2+}]_s}{[Ca^{2+}]_o} \times \frac{V_p}{V_s} \times 100\% \\ &= \frac{0}{2.13 \times 10^{-4}} \times \frac{12}{6} \times 100\% \\ &= *\end{aligned}$$

Keterangan : * = tidak terdeteksi

Lampiran 15 : Contoh Perhitungan Persentase Mg (II)

1. persentase Mg (II) dalam fasa sumber

$$\begin{aligned}\% \text{ fs} &= \frac{[\text{Mg}^{2+}]_s}{[\text{Mg}^{2+}]_o} \times 100\% \\ &= \frac{8.1402 \times 10^{-5}}{8.229 \times 10^{-5}} \times 100\% \\ &= 99.57 \%\end{aligned}$$

2. persentase Mg (II) dalam fasa penerima

$$\begin{aligned}\% \text{ fs} &= \frac{[\text{Mg}^{2+}]_p}{[\text{Mg}^{2+}]_o} \times \frac{V_p}{V_s} \times 100\% \\ &= \frac{0}{8.229 \times 10^{-5}} \times \frac{12}{6} \times 100\% \\ &= *\end{aligned}$$

Keterangan : * = tidak terdeteksi