



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 SURFAKTAN OLEAT TERHADAP TRANSPOR FENOL MELALUI MEMBRAN KLOOROFORM DENGAN TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

SKRIPSI



**WELLY SYAFITRI
06932029**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

MILIK
UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS ANDALAS

TERDAFTAR

TANGGAL : 21-11-2011

NOMOR BI : 811031559

**PENGARUH SURFAKTAN OLEAT TERHADAP TRANSPOR FENOL
MELALUI MEMBRAN KLOOROFORM DENGAN TEKNIK MEMBRAN
CAIR FASA RUAH**

Oleh :

Welly Syafitri

06932029

Skripsi diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata-1)
pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS**

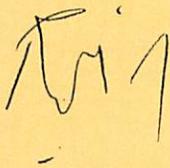
PADANG

2011

LEMBAR PENGESAHAN

Penentuan Surfaktan Oleat Terhadap Transpor Fenol Melalui Membran Kloroform dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah, skripsi oleh welly Syafitri (06932029) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana sains (Strata 1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.

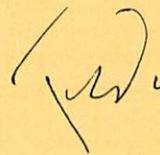
Pembimbing I



Refinel, MS

NIP. 1960 1007 1989 032002

Pembimbing II



Emdeniz, MS

NIP. 1959 0804 1983 031004

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahNya jualah penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang.

Skripsi ini berjudul **“Pengaruh Surfaktan Asam Oleat terhadap Transpor Fenol melalui Membran Kloroform dengan 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.

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

1. Kedua orang tua penulis yang memberikan dukungan moril maupun materil.
2. Bapak Adlis Santoni, MS selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Andalas.
3. Bapak Dr.Mai Efdi selaku Koordinator Pendidikan Jurusan Kimia Universitas Andalas.
4. Dra. Refinel, MSi sebagai Dosen Pembimbing I dan Emdeniz, MS sebagai Dosen Pembimbing II yang memberikan ide, pengarahan dan juga nasihat selama studi, penelitian dan penulisan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Admin Alif selaku Kepala Laboratorium Elektrokimia.
6. Ibu Sumijar Tanjung selaku Analis Laboratorium Elektrofotokimia.
7. Teman-teman rekan kerja penelitian di Laboratorium Elektrokimia yang membantu penulis selama bekerja di laboratorium.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam melakukan penelitian dan pembuatan skripsi ini.

Semoga amal baik yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

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, Agustus 2011

Penulis

ABSTRAK

PENGARUH SURFAKTAN ASAM OLEAT TERHADAP TRANSPOR FENOL MELALUI MEMBRAN KLOOROFORM DENGAN TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Oleh :

Welly Syafitri (06932029), Refinel,MSi* Emdeniz,MS*

*Dosen Pembimbing

Transpor fenol dilakukan melalui teknik membran cair fasa ruah dengan menggunakan surfaktan asam oleat sebagai zat aditif. Penelitian dilakukan terhadap sampel yang terdiri dari 6 mL larutan fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pH 2 sebagai fasa sumber, 12 mL NaOH 0,1 M sebagai fasa penerima dan 30 mL kloroform yang mengandung oleat sebagai fasa membran. Teknis operasi percobaan dibantu dengan pengadukan magnetik stirer pada kecepatan 340 rpm. Konsentrasi fenol yang tersisa pada fasa sumber dan yang tertranspor ke fasa penerima di monitor dengan memakai metoda 4-amino antipirin dan menggunakan spektrofotometer spektronik 20 D pada λ_{maks} 510 nm. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa tanpa aditif asam oleat di fasa membran diperoleh 94,079% dalam waktu 120 menit dengan kecepatan pengadukan 340 rpm. Pemakaian zat aditif surfaktan oleat dalam fasa membran hanya dibutuhkan waktu transpor 90 menit dengan konsentrasi optimum aditif surfaktan asam oleat dalam fasa membran $3,150 \times 10^{-4}$ M dan persentase fenol yang tertranspor mencapai 97,283%. Sistem transpor ini memenuhi hukum kinetika dari reaksi konsekutif irreversible orde pertama. Konstanta kecepatan transpor fenol pada temperatur ruang dari fasa sumber ke membran (k_1) sebesar $0,0346 \text{ menit}^{-1}$ dan dari fasa membran ke fasa penerima (k_2) sebesar $0,0264 \text{ menit}^{-1}$.

Kata kunci : fenol, asam oleat, teknik membran cair fasa ruah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
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
2.1.1 Efek Fisiologi Senyawa Fenol	5
2.1.2 Metoda Penentuan Fenol	6
2.2 Karakterisasi Surfaktan.....	7
2.3 Karakterisasi Asam Oleat ebagai Surfaktan.....	8
2.4 Teknik Membran Cair Fasa Ruah.....	9
2.5 Pemisahan Fenol dengan Teknik Membran Cair.....	11
2.6 Kecepatan Transport Fenol melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah	11
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.2.1 Alat yang digunakan	14
3.2.2 Bahan yang digunakan	14
3.3 Pembuatan Reagen untuk Keperluan Analisis	14
3.3.1 Pembuatan Larutan Fasa Sumber	14

3.3.2 Pembuatan Larutan Fasa Membran	15
3.3.3 Pembuatan Larutan Fasa Penerima	15
3.3.4 Pembuatan Reagen untuk Mengukur Konsentrasi Fenol dengan Metoda 4-aminoantipirin	15
3.4 Prosedur Kerja.....	16
3.4.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	16
3.4.2 Penentuan Rekoveri Persentase Transpor Fenol pada Kondisi Optimum Tanpa Surfaktan Oleat.....	16
3.4.3 Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Oleat dalam Fasa Membran pada Proses Transport Fenol	17
3.4.4 Penentuan Pengaruh Waktu Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol.....	17

IV. HASIL DAN DISKUSI

4.1 Penentuan Rekoveri Persentase Transport Fenol pada Kondisi Optimum Tanpa Surfaktan.....	18
4.2 Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Oleat terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran.....	18
4.3 Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Transpor Fenol menggunakan konsentrasi optimum surfaktan oleat di fasa membran.....	19

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	23
5.2 Saran	23

DAFTAR KEPUSTAKAAN

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur Fenol	5
Gambar 2.	Reaksi Fenol dengan 4-aminoantipirin	7
Gambar 3.	Struktur Asam Oleat	9
Gambar 4.	Mekanisme Transpor fenol dengan Teknik membran cair fasa ruah.....	10
Gambar 5.	Model percobaan transport fenol melalui teknik membran cair fasa ruah.....	11
Gambar 6.	Penentuan kondisi optimum konsentrasi surfaktan oleat pada fasa membran terhadap jumlah fenol ke fasa penerima (-■-), dan sisa fenol dalam fasa sumber (-◆-).....	19
Gambar 7.	Pengaruh lama pengadukan terhadap jumlah fenol ke fasa penerima (-■-), dan sisa fenol dalam fasa sumber (-◆-) menggunakan konsentrasi surfaktan optimum di fasa membran.....	20
Gambar 8.	Perubahan perbandingan konsentrasi fenol di fasa sumber (Rs), fasa membran (Rm) dan fasa penerima (Rp) terhadap waktu.....	21
Gambar 9.	Grafik penentuan panjang gelombang serapan maksimum untuk penentuan konsentrasi fenol secara spektrofotometri.....	27
Gambar 10.	Penentuan kurva kalibrasi dengan variasi konsentrasi fenol pada panjang gelombang 510 nm.....	29

Gambar 11. Contoh sel membran cair fasa ruah.....	36
Gambar 12. Cara lain menentukan nilai k_j dengan cara grafik.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Konstanta kecepatan transport fenol pada suhu ruangan.....	22
Tabel 2.	Data penentuan panjang gelombang serapan maksimum kompleks 4-aminoantipirin untuk pengukuran konsentrasi fenol secara spektrofotometri.....	26
Tabel 3.	Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Fenol	29
Tabel 4.	Data Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol.....	31
Tabel 5.	Data Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Oleat terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran.....	33
Tabel 6.	Percobaan dimana Konsentrasi Fasa Sumber, Penerima dan Membran Transpor Fenol pada Temperatur Kamar.....	34
Tabel 7.	Data Percobaan Transport Fenol.....	37
Tabel 8.	Least Means Square Methode dari Fenol pada suhu ruangan	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data penentuan panjang gelombang serapan maksimum kompleks 4-aminoantipirin untuk pengukuran konsentrasi fenol secara spektrofotometri.....	26
Lampiran 2. Skema Kerja Penentuan Fenol dengan Metoda 4-Aminoantipirin.....	28
Lampiran 3. Data Pembuatan kurva kalibrasi standar fenol.....	29
Lampiran 4. Penentuan rekoverti persentase transpor fenol pada kondisi optimum.....	30
Lampiran 5. Data penentuan pengaruh lama pengadukan terhadap transpor Fenol.....	31
Lampiran 6. Contoh Perhitungan Konsentrasi Fenol.....	32
Lampiran 7. Data penentuan kondisi optimum konsentrasi surfaktan Oleat terhadap transpor fenol pada fasa membran.....	33
Lampiran 8. Data perubahan perbandingan konsentrasi fenol dalam fasa sumber (R_s), fasa penerima (R_p) dan fasa membran (R_m) pada proses transpor fenol dengan konsentrasi surfaktan SDS optimum di fasa sumber dan fasa penerima.....	34
Lampiran 9. Contoh perhitungan nilai R_s , R_m dan R_p	35
Lampiran 10. Contoh sel membran cair fasa ruah.....	36
Lampiran 11. Data Percobaan Transport Fenol.....	37

Lampiran 12. Penentuan Konstanta Kecepatan Transport Fenol dari Fasa	
Sumber ke Fasa Membran (k_1).....	38
Lampiran 13. Penentuan Konstanta Kecepatan Transport Fenol dari	
Fasa Membran ke Fasa Penerima (k_2).....	39
Lampiran 14. Cara Lain dalam Penentuan Nilai k_1.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Teknik membran cair fasa ruah ini merupakan aplikasi dari ekstraksi kembali karena prinsip kerjanya sama, bedanya hanya terletak pada proses ekstraksi pelarut dan proses melepaskan kembali (*stripping*) digabung dan diatur sedemikian rupa sehingga pemindahan ion logam berjalan secara kontiniu dan satu arah. Teknik ini telah banyak dibahas secara luas dalam beberapa literatur. Pelaksanaan teknik ini sangat praktis, ekonomis dan selektif yang tinggi, disamping itu pemakaian bahan kimia relatif lebih sedikit⁽¹⁾.

Membran yang difungsikan sebagai mediator pemindahan biasanya dipakai pelarut organik yang bersifat semipermeabel karena daya larut analit atau dengan penambahan zat pembawa tertentu. Pemilihan zat pembawa sangat berperan untuk memisahkan dan mentranspor atau memindahkan suatu ion antar fasa sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Dalam beberapa kasus teknik membran cair fasa ruah telah dipakai untuk pemisahan dan pemurnian ion/anion tertentu sehingga memberikan hasil yang sangat akurat. Untuk itu pada penelitian ini dicoba mengembangkan teknik tersebut untuk memisahkan senyawa fenol dalam air.

Fenol bersifat desinfektan dan meracuni protoplasma sel. Efek toksik fenol yang bersifat akut akan mempengaruhi sistem saraf pusat yang dapat menyebabkan kematian, gangguan pada sistem pencernaan (gastro intestinal), ginjal, paru-paru, kegagalan dalam sistem sirkulasi dan penyakit sawan. Bahkan dalam dosis fatal fenol dapat terserap melalui kulit sehingga permukaan kulit menjadi putih⁽²⁾, kemudian akan bereaksi dengan darah pada bagian tubuh tertentu sehingga dapat menyebabkan kematian. Karena itu kadar fenol di perairan dan air limbah yang akan dibuang ke perairan perlu dikontrol. Batas maksimum fenol total dalam air minum maupun air bersih adalah 0,002 ppm⁽³⁾.

Pada dasarnya senyawa fenol di alam ditemukan dalam keadaan bercampur. Maka dari itu, untuk mendapatkan senyawa fenol dari campurannya dilakukan suatu pemisahan terhadap campuran tersebut. Metoda pemisahan

senyawa fenol dari larutan air atau campurannya yang biasa digunakan adalah metoda ekstraksi pelarut. Dasar dari metoda ini adalah pemisahan ion dengan cara mengekstrak dari pelarut air ke dalam pelarut organik dan kemudian diekstraksi kembali ke dalam pelarut air⁽¹⁾. Bila dilihat dari aspek ekonomis metoda ini kurang efektif karena selain membutuhkan bahan-bahan kimia yang banyak juga membutuhkan waktu pemisahan yang lama. Maka dari itu dicari suatu alternatif lain untuk proses pemisahan, salah satunya yaitu dengan teknik membran cair.

Pada beberapa penelitian sebelumnya teknik membran cair fasa ruah ini digunakan untuk mengekstraksi kation dan anion, berdasarkan kemampuan berdifusi dan dengan bantuan media pembawa (ligan) serta penambahan aditif surfaktan untuk menurunkan tegangan antar muka. Penggunaan surfaktan dalam proses transpor ion-ion dapat membantu mempersingkat waktu transpor, seperti transpor ion Cu^{+2} dengan ligan pembawa oksin dibutuhkan waktu transport 6 jam, dengan adanya zat aditif asam oleat di fasa membran dapat memberikan efektifitas yang cukup tinggi mempersingkat waktu transport menjadi 3 jam⁽⁴⁾. Pada transpor ion Hg^{+2} dengan ligan metil merah dengan aditif surfaktan oleat juga memberikan efektifitas yang positif dimana tanpa oleat didapatkan transpor Hg(II) sebesar 32% sedangkan dengan keberadaan oleat transpor Hg(II) mencapai 81% dalam waktu 1 jam⁽⁵⁾.

Pada penelitian ini dilakukan penambahan zat aditif asam oleat dalam fasa membran, pada proses transpor fenol diharapkan akan memberikan efek positif dalam mempersingkat waktu transpor. Pada penelitian sebelumnya transpor fenol dengan membran cair fasa ruah tanpa adanya zat aditif surfaktan fenol dapat ditranspor sebanyak 93,07% selama 2 jam⁽⁶⁾.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dilakukan penelitian pengaruh surfaktan oleat terhadap transpor fenol melalui membran kloroform dengan teknik membran cair fasa ruah, dengan rumusan masalah bahwa waktu transpor fenol tanpa aditif dicapai selama 2 jam dan dengan penambahan surfaktan oleat di fasa membran diharapkan akan menurunkan tegangan di antar fasa dan dapat memberikan efek mempersingkat waktu transpor fenol dari fasa

sumber ke fasa penerima. Kajian selanjutnya juga dilakukan terhadap laju transpor apakah memenuhi reaksi konsekutif irreversible orde pertama.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh penambahan surfaktan oleat terhadap transpor fenol dari fasa sumber ke fasa penerima melewati suatu membran organik. Parameter percobaan dalam penelitian ini berupa :

- a. Penentuan rekoveri persentase transpor fenol pada kondisi optimum tanpa surfaktan oleat.
- b. Penentuan kondisi optimum konsentrasi surfaktan oleat pada fasa membran.
- c. Penentuan pengaruh waktu lama pengadukan terhadap transpor fenol dengan menggunakan konsentrasi optimum surfaktan oleat pada fasa membran.
- d. Penentuan tetapan laju transpor fenol dari fasa sumber ke fasa membran dan dari fasa membran ke fasa penerima.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat menambah wawasan baru terhadap pemanfaatan teknik membran cair fasa ruah untuk pemisahan fenol dari dalam air. Disamping itu hasil penelitian ini dapat membuka peluang penelitian lebih lanjut terhadap sejauh mana peranan surfaktan mempengaruhi sistem transpor fenol antar fasa, dan dapat diaplikasikan sebagai solusi untuk teknik pemisahan fenol baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala industri.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Fenol

Fenol adalah senyawa kimia berbentuk kristal yang tidak berwarna dan memiliki bau 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 pada konsentrasi tertentu dapat mengakibatkan pembakaran kimiawi pada kulit yang terbuka.

Senyawa-senyawa fenol merupakan senyawa organik yang mempunyai sifat racun. Bila mencemari perairan dapat membuat rasa bau yang tidak sedap, dan pada konsentrasi tertentu dapat menyebabkan kematian organisme di perairan tersebut. Di lingkungan industri migas, fenol banyak ditemukan dalam air buangan kilang yang merupakan polutan organik berbahaya yang ditemukan dalam banyak limbah industri Indonesia dan merupakan senyawa pencemar dalam limbah cair kilang minyak. Dalam jumlah tertentu senyawa ini dapat menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik.

Sifat-sifat senyawa fenol terbagi dua ⁽⁹⁾:

1. Sifat Kimia

Fenol merupakan kelompok asam organik yang strukturnya memiliki gugus hidroksil yang tersubstitusi pada inti benzena. Senyawa ini mempunyai berat molekul 94,1 g/mol dengan rumus kimianya C_6H_5OH , dapat larut dalam air karena memiliki gugus hidroksil dan dengan air akan membentuk ikatan hidrogen. Disamping itu fenol larut baik dalam natrium hidroksida ($NaOH$) yang encer karena membentuk suatu garam.

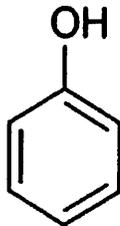
Dalam larutan encer fenol akan terdisosiasi karena fenol merupakan asam lemah.



2. Sifat Fisika

Fenol umumnya berbentuk kristal berwarna putih dan berbau khas, bersifat higroskopis dan bersifat racun serta 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 tubuh yang dapat menyebabkan kematian. Apabila fenol dibiarkan pada udara terbuka atau terkena cahaya akan berubah warnanya menjadi merah muda. Dalam keadaan murni fenol mempunyai titik leleh $40,85^{\circ}\text{C}$, titik didih 182°C , serta indeks bias pada 41°C adalah 1,5425.

Struktur fenol dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Struktur fenol

2.1.1 Efek Fisiologi Senyawa Fenol

Teknik pengolahan air minum secara koagulasi, flokulasi dan pengendapan tidak semuanya dapat digunakan untuk menghilangkan zat-zat yang tidak diinginkan dalam air. Zat-zat dalam air yang tidak bisa dihilangkan secara pengolahan konvensional adalah detergen, fenol, amoniak dan zat-zat warna organik lainnya. Air yang cukup tinggi mengandung zat-zat diatas dengan pengolahan air minum biasa hanya dapat menurunkan sedikit saja kandungan zat-zat tersebut.

Kandungan fenol lebih besar dari $0,1 \text{ mg/L}$ dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan. Batas konsentrasi fenol yang boleh ada dalam air minum adalah $0,002 \text{ mg/L}$. Gejala gangguan yang timbul akibat mengkonsumsi air yang mengandung fenol ialah sakit, muntah, pecahnya pembuluh darah, sehingga pada akhirnya akan mempengaruhi sistem saraf, paru-paru, hati, kelenjar pankreas dan limpa⁽³⁾.

Untuk mengatasi hal tersebut diatas perlu ditingkatkan cara pengolahan air minum agar senyawa fenol dapat dihilangkan dalam air hasil olahan tersebut yaitu dengan cara pengolahan dengan teknik membran cair fasa ruah. Pada pemisahan

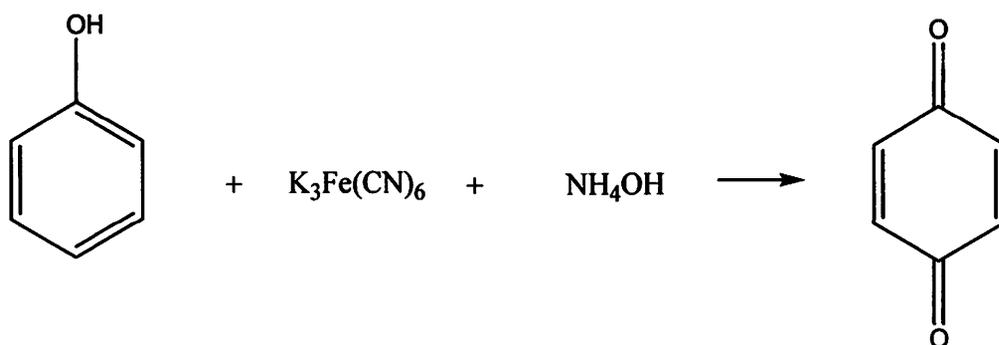
senyawa fenol dengan teknik membran cair fasa ruah dilaksanakan dengan cara melarutkan fenol dalam air dan ditranspor melewati suatu membran organik yang mana fenol dapat terdistribusi didalamnya dan diekstrak ke dalam fasa penerima yang berupa NaOH membentuk natrium fenolat sehingga tidak dapat lagi mengalami difusi balik.

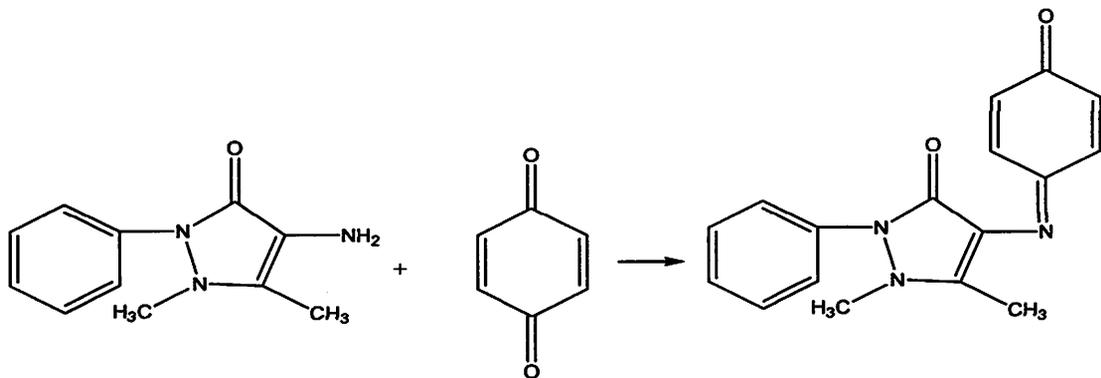
2.1.2 Metoda Penentuan Fenol

Pada umumnya penentuan senyawa fenol ditujukan untuk menentukan kadar fenol total. Senyawa fenol dalam air dianalisis dengan metoda 4-aminonoantipirin 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 dan dengan adanya reagen pengoksidasi alkali akan berkondensasi dengan amina aromatik dan dengan fenol menghasilkan warna merah. Kompleks ini terbentuk pada pH 10, untuk penentuan secara kuantitatif ditentukan dengan cara spektrofotometri⁽⁹⁾.

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 hal kepekaan analisis, penggunaan pereaksi yang mudah diperoleh maupun range konsentrasi yang dapat digunakan untuk menganalisa fenol dalam jumlah renik⁽¹⁰⁾.

Mula-mula pereaksi 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

Untuk senyawa fenol yang larut dalam air dengan konsentrasi yang lebih besar dari 1 ppm, analisis secara spektrofotometri dilakukan secara langsung pada panjang gelombang 510 nm. Sedangkan untuk senyawa fenol dengan konsentrasi yang lebih kecil dari 1 ppm, analisis secara spektrofotometri dilakukan setelah terlebih dahulu dilakukan ekstraksi menggunakan kloroform dan menentukan serapannya pada panjang gelombang 325 nm⁽¹⁰⁾.

Analisa kuantitatif senyawa fenol didasarkan pada hukum Lambert-Beer yang menyatakan hubungan antara harga absorban, tebal larutan dan konsentrasi larutan.

$$A = \sum \cdot b \cdot C$$

Keterangan:

A = harga absorban

\sum = koefisien ekstingsi molar ($L \cdot cm^{-1} \cdot mol^{-1}$)

b = tebal larutan cuplikan (cm)

C = konsentrasi larutan cuplikan ($mol \cdot L^{-1}$)

2.2 Karakterisasi Surfaktan

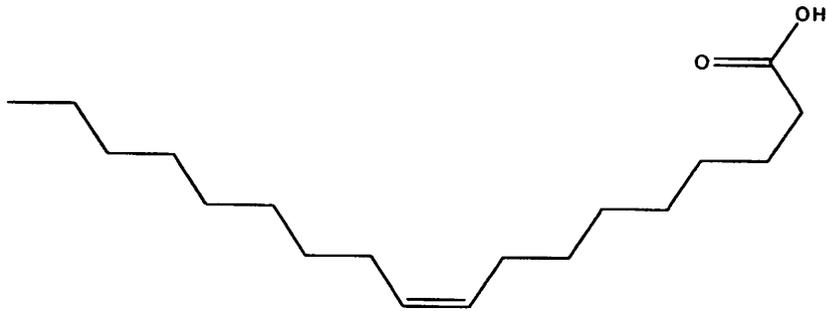
Surfaktan adalah suatu zat yang bila terdapat dalam suatu sistem pada konsentrasi rendah, akan diserap pada permukaan atau antarmuka sistem dan menyebabkan perubahan energi bebas permukaan atau antarmuka. Surfaktan dikenal baik sebagai reagen penyerap, menurunkan tegangan muka pada cairan, mempermudah penyebaran, dan mengurangi tegangan antarfasa antar dua cairan. Ada dua kemungkinan mekanisme surfaktan yang terjadi pada teknik membran cair,

pertama sifat dari surfaktan itu sendiri yaitu “*inverse micelle*” yang dapat menginverse ion logam diantar fasa dan kedua sebagai amphiatik yaitu surfaktan terdiri dari dua bagian, yaitu yang satu larut dalam larutan tertentu (bagian hidrofilik) dan satu lagi tidak larut ke dalamnya (bagian hidrofobik). Bila larutan air maka bagian hidrofilik dianggap sebagai kepala dan bagian hidrofobik sebagai ekor, sehingga ion logam yang terdapat pada fasa air akan lebih tertarik ke antara fasa.

Surfaktan mengurangi tegangan antar muka antara pelarut organik dan air melalui adsorpsi permukaan cair-cair. Surfaktan merupakan reagen penggabung secara normal berfungsi pada antar muka material yang tidak bercampur (contoh pelarut organik dengan air) pada kondisi normal dalam bentuk emulsi atau koloid. Hidrofobik (non polar) mengarah pada larutan organik dan hidrofilik mengarah ke air. Kenyataannya surfaktan bertindak sebagai jembatan antara dua pelarut yang saling tidak larut sehingga dengan mudah mentranspor dan mempertukarkan molekul dan ion dari air ke pelarut organik atau sebaliknya. Pada konsentrasi yang lebih besar, kelebihan surfaktan tidak dapat diadsorpsi lagi pada antar permukaan karena antar permukaan telah jenuh oleh surfaktan sehingga kelebihannya akan tertinggal dalam cairan. Molekul-molekul surfaktan tersebut membentuk kelompok yang bersifat koloidal yang disebut dengan misel. Konsentrasi surfaktan saat terbentuknya misel disebut dengan konsentrasi kritis misel yang disingkat dengan CMC.

2.3 Karakterisasi Asam Oleat sebagai Surfaktan

Asam oleat atau Z-9-oktadekanoat dengan nama IUPAC *cis*-9-octadesinoic acid merupakan asam lemak tak jenuh yang banyak terkandung dalam minyak zaitun. Asam ini tersusun dari 18 atom C dengan satu ikatan rangkap diantara atom C ke 9 dan ke 10. Asam lemak ini pada suhu ruangan berupa cairan kental dengan warna kuning pucat atau kuning kecoklatan, memiliki aroma yang khas dan tidak larut dalam air tetapi mudah larut dalam pelarut organik. Asam oleat merupakan senyawa surfaktan yang mempunyai gugus karboksilat sebagai gugus polar dengan titik lebur 15,33°C, titik didihnya 360°C, berat molekul 282,47 g/mol dan rumus strukturnya $C_{18}H_{38}O_2$ seperti Gambar 3 dibawah ini⁽⁷⁾.



cis-9-octadecenoic acid
Gambar 3. Struktur asam oleat

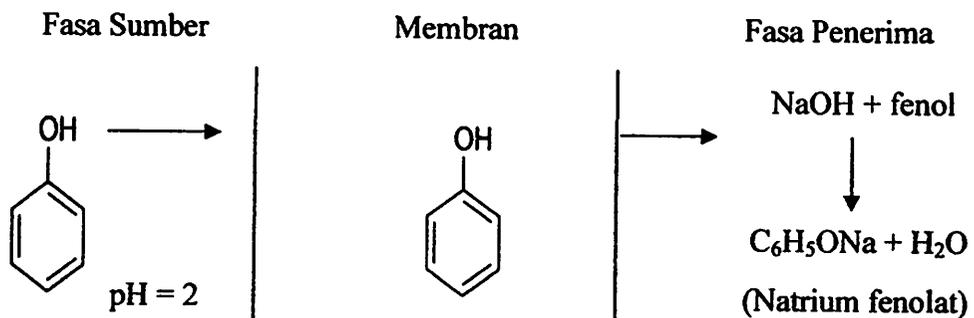
Penambahan asam lemak rantai panjang seperti asam oleat, secara signifikan tidak hanya menurunkan tingkat lolosnya zat pembawa disebabkan karena kecenderungan zat pembawa yang sedikit larut pada larutan air pada pH tertentu tapi juga memberikan efek kerja sama pada transpor ion logam melalui teknik membran cair fasa ruah⁽¹²⁾. Savafi telah menggunakan asam oleat sebagai surfaktan pada transpor Hg(II) dengan metil merah sebagai zat pembawa melalui teknik membran cair fasa ruah, karena sifat metil merah yang cenderung larut pada larutan air pada pH netral, sehingga dengan keberadaan asam oleat pada antar muka dapat mengatasi lolosnya zat pembawa ke dalam larutan air pH netral tersebut⁽⁵⁾.

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 dalam kedua fasa cair yang dibatasinya. Membran cair dapat dibuat dari fasa cair hidrofobik yang memisahkan dua fasa cair hidrofilik atau sebaliknya. Karakterisasi dari membran cair dapat bersifat semipermeabel 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 di antar fasa permukaan membran. Keselektifan akan lebih tinggi dengan penambahan zat pembawa yang tepat ke dalam membran sebagai mediator, untuk memacu proses transpor fenol antar fasa sehingga tidak terjadi reaksi balik.

Membran mempunyai kemampuan untuk mentranspor suatu komponen dengan baik karena adanya sifat-sifat fisika dan kimia antara 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 sangat mirip dengan model ekstraksi kembali dan ekstraksi pelarut. Hanya saja pada sistem ekstraksi dilakukan secara bertahap-tahap tapi pada membran cair fasa ruah berlangsung secara kontinu dalam satu tahap dan jumlah pelarut organik yang digunakan sedikit⁽⁵⁾.



Gambar 4. Mekanisme transpor fenol dari fasa sumber ke fasa penerima

Persentase senyawa fenol yang tertranspor tersebut dihitung melalui persamaan (1) dan (2) :

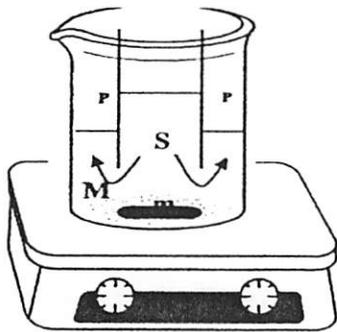
$$\% \text{ Transpor senyawa fenol ke fasa penerima} = \frac{\eta_p}{\eta_s^0} \times 100 \% \quad (1)$$

$$\% \text{ Senyawa fenol sisa di fasa sumber} = \frac{\eta_s}{\eta_s^0} \times 100 \% \quad (2)$$

Dimana η_p adalah jumlah mol fenol yang ditranspor ke fasa penerima, η_s^0 adalah jumlah fenol mula-mula dalam fasa sumber dan η_s jumlah mol fenol yang tinggal dalam fasa sumber setelah pengadukan.

2.5 Pemisahan Fenol dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Pada percobaan ini proses transpor dilakukan seperti percobaan Savafi⁽⁵⁾, yang dilakukan dalam suatu sel kaca silindris (diameter dalam 3,66 cm) yang diisi dengan pelarut organik sebagai membran. Kemudian sebuah tabung reaksi kaca (diameter dalam 2,71 cm) dicelupkan ke dalamnya dan diisi dengan larutan fenol yang akan ditranspor (S). Di sekeliling kaca di atas fasa membran diisi dengan fasa penerima/NaOH (P) yang saling melarutkan dengan fasa sumber dalam tabung kaca. Fasa membran (M) ditempatkan pada dasar kaca dan membentang di bawah permukaan kedua fasa yang terpisah (S dan P) seperti gambar 5.



- S = fasa sumber yang berisi fenol
- M = fasa membran kloroform dan surfaktan asam oleat
- P = fasa penerima berisi NaOH 0,1
- m = magnetik stirrer

Gambar 5. Model percobaan transpor fenol melalui teknik membran cair fasa ruah.

Sirkulasi dari proses transpor ion logam dalam teknik ini diatur sedemikian rupa sehingga hanya berlangsung dari fasa sumber ke fasa penerima. Transpor dipercepat dengan bantuan teknis pengaduk magnet dan dikendalikan melalui pengaturan kondisi supaya fenol dalam struktur molekuler pada antar fasa sumber dan fasa membran. Sebagai fasa membran digunakan kloroform yang dapat melarutkan fenol.

2.6 Kecepatan Transport Fenol melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Dalam percobaan, variasi konsentrasi fenol terhadap waktu diukur secara langsung pada fasa sumber (C_s) dan fasa penerima (C_p). Perubahan konsentrasi yang sesuai dalam membran (C_m) ditentukan dari kesetimbangan materi. Secara

praktis untuk perubahan perbandingan konsentrasi setiap waktu dapat digunakan rumus ini:

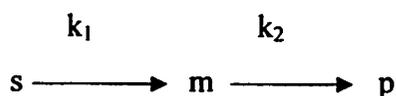
$$R_s = C_s / C_{s_0} \quad R_m = C_m / C_{s_0} \quad R_p = C_p / C_{s_0}$$

Dimana, C_{s_0} adalah konsentrasi fenol awal dalam fasa sumber saat $t = 0$

Secara teori, gambaran perubahan perbandingan konsentrasi fenol setiap waktu transpor dalam fasa sumber (R_s), membran (R_m), dan penerima (R_p) dapat dinyatakan :

$$R_s + R_m + R_p = 1$$

Pada dasarnya bila proses transpot berjalan optimal kecepatan transpor akan diikuti dengan penurunan R_s secara mono eksponensial terhadap waktu dan R_p secara monoton meningkat dengan bentuk kurva sigmoid sedangkan R_m berada dalam suatu keadaan maksimum pada titik tertentu. Hasil ini cenderung menunjukkan bahwa transpor fenol mengikuti hukum kinetik reaksi konsekutif irreversibel orde 1 berdasarkan skema kinetik⁽¹⁴⁾.



dimana s , m , dan p adalah fenol dalam fasa sumber, membran dan penerima.

Skema kinetik dapat dijelaskan dengan persamaan di bawah ini :

$$\frac{dR_s}{dt} = -k_1 R_s = J_s \quad (3)$$

$$\frac{dR_m}{dt} = -k_1 R_s - k_2 R_m \quad (4)$$

$$\frac{dR_p}{dt} = k_2 R_m = J_s \quad (5)$$

dimana J adalah kecepatan pengaliran (fluks), dan k_1 dan k_2 adalah konstanta kecepatan orde pertama yang masuk ke dalam membran dan keluar dari membran.

Bila $k_1 \neq k_2$, hasil integrasi persamaan diatas adalah :

$$R_s = \exp(-k_1 t) \quad (6)$$

$$R_m = \frac{k_1 [\exp(-k_1 t) - \exp(-k_2 t)]}{k_2 - k_1} \quad (7)$$

$$R_p = 1 - \frac{1[k_2 \exp(-k_1 t) - k_1 \exp(-k_2 t)]}{k_2 - k_1} \quad (8)$$

Dapat dilihat R_s vs t menghasilkan kurva penurunan eksponensial dimana variasi waktu antara R_m dan R_p adalah bi-eksponensial dan bukan merupakan kurva linear.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium elektrokimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Mei 2010 s/d Januari 2011.

3.2 Alat dan Bahan

Alat :

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : spektrofotometer UV/VIS spektronik 20 D, sel membran cair fasa ruah, neraca analitik ainsworth, pH meter 420A, stopwatch, magnetik stirer, dan alat-alat gelas kimia lainnya.

Bahan :

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : fenol (C_6H_5OH), kloroform ($CHCl_3$), natrium hidroksida ($NaOH$), asam oleat, asam klorida (HCl) 0,100 M, buffer sitrat pH 2, ammonium hidroksida (NH_4OH) pekat, buffer pH 6,8 (campuran K_2HPO_4 dan KH_2PO_4), 4-aminoantipirin, $K_3Fe(CN)_6$, serta akuades.

3.3 Pembuatan Reagen

3.3.1 Pembuatan Larutan Fasa Sumber

a. Larutan fenol 500 ppm

Ditimbang 0,250 g fenol dan dilarutkan dalam labu ukur 500 mL dengan akuades sampai tanda batas.

b. HCl 0,010 M

Dipipet 10 mL HCl 0,100 M dan dimasukkan ke dalam gelas piala dipaskan sampai volume 100 mL.

c. Buffer sitrat pH 2

a) Ditimbang 2,100 g asam sitrat dan dilarutkan dalam labu ukur 50 mL dengan akuades sampai tanda batas.

b) Ditimbang 1,471 g natrium sitrat dan dilarutkan dalam labu ukur 50 mL dengan akuades sampai tanda batas.

- c) 50 mL asam sitrat ditambah natrium sitrat setetes demi setetes sampai pH 2 dan diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades sampai tanda batas.

d. Larutan fenol 20 ppm pH 2

Dipipet 4 mL fenol 500 ppm ke gelas piala ditambahkan HCl 0,010 M sampai diperoleh pH 2 dan ditambah 1 pipet buffer sitrat pH 2. Selanjutnya diencerkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades sampai tanda batas. Larutan fenol 20 ppm pH 2 dijadikan sebagai fasa sumber.

3.3.2 Pembuatan Larutan Fasa Membran

Asam oleat dipipet dengan pipet mikro dengan variasi 0 sampai 6 mikro ditambahkan kedalam kloroform 30 mL, ini dijadikan sebagai fasa membran.

3.3.3 Pembuatan Larutan Fasa Penerima

Ditimbang 0,400 g NaOH dan dilarutkan dalam gelas piala 100 mL dengan akuades sampai tanda batas. Larutan fasa penerima yang diperoleh adalah NaOH dengan konsentrasi 0,100 M.

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

a. Larutan NH_4OH 0,500 M

Dipipet 3,750 mL NH_4OH pekat dan diencerkan dalam gelas piala 100 mL dengan akuades sampai tanda batas.

b. Larutan Buffer Fospat pH 6,8

Ditimbang 10,450 g K_2HPO_4 dan 7,231 g KH_2PO_4 kemudian dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan dilarutkan dengan akuades sampai tanda batas.

c. Larutan 4-aminoantipirin 0,100 M

Ditimbang 2.030 g 4-aminoantipirin dan dilarutkan dalam gelas piala 100 mL dengan akuades sampai tanda batas.

d. Larutan $K_3Fe(CN)_6$ 0,240 M

Ditimbang 7,892 g $K_3Fe(CN)_6$ dan dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades sampai tanda batas.

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar

Untuk pembuatan kurva kalibrasi (lampiran 1) digunakan larutan standar fenol pada variasi konsentrasi 0; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 14; dan 18 ppm, ditambahkan reagen pewarna 4-aminoantipirin dan diukur pada panjang gelombang 510 nm. Kurva kalibrasi dibuat dengan mengalurkan absorban yang ditentukan secara spektrofotometri UV/Vis terhadap konsentrasi larutan standar fenol. Persamaan kurva kalibrasi ditentukan secara statistik menggunakan metoda garis regresi. Konsentrasi fenol dalam fasa penerima ditetapkan dengan mensubstitusikan absorban ke dalam persamaan kurva kalibrasi.

3.4.2 Penentuan Rekoveri Persentase Transpor Fenol pada Kondisi Optimum Tanpa Surfaktan Oleat

Proses transpor dilakukan dalam sel membran cair fasa ruah seperti penelitian Savafi. Disiapkan beker gelas 50 mL (diameter dalam 3,660 cm) dan dimasukkan fasa membran yaitu 30 mL kloroform. Dalam larutan fasa membran ini dicelupkan sebuah tabung kaca silindris (diameter dalam 2,170 cm) dan dipipetkan ke dalamnya 6 mL larutan fasa sumber berupa fenol 20 ppm ($2,128 \times 10^{-4}$ M) pH 2. Di luar tabung gelas dipipetkan 12 mL fasa penerima NaOH 0,100 M. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetik stirer pada kecepatan 340 selama 120 menit. Setelah pendiaman 15 menit, fasa sumber dan fasa penerima diambil dan ditambahkan reagen pewarna 4-aminoantipirin untuk diukur absorbannya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max} 510 nm dan ditentukan konsentrasi fenol dengan mensubstitusikan nilai absorban tersebut ke persamaan regresi (berdasarkan 3.4.1).

3.4.3 Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Oleat dalam Fasa Membran terhadap Transpor Fenol

Percobaan sama seperti 3.4.2 yaitu fasa membran yang digunakan mengandung asam oleat dengan variasi konsentrasi (0 ; 0,105 ; 0,21 ; 0,315 ; 0,42 ; 0,525 ; 0,63) $\times 10^{-3}$ M dengan waktu transpor 60 menit. Setelah pendiaman 15 menit, fasa sumber dan fasa penerima diambil dan ditambahkan reagen pewarna 4-aminoantipirin untuk diukur absorbannya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max} 510 nm dan ditentukan konsentrasi fenol dengan mensubstitusikan nilai absorban tersebut ke persamaan regresi (berdasarkan 3.4.1). Hasil optimum transpor ini digunakan untuk penentuan pengaruh lama pengadukan.

3.4.4 Penentuan Pengaruh Waktu Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol

Percobaan sama seperti 3.4.2 dilakukan variasi lama pengadukan untuk transpor fenol dari 10 menit sampai 150 menit. Setelah pendiaman 15 menit, fasa sumber dan fasa penerima diambil dan ditambahkan reagen dengan metoda 4-aminoantipirin untuk diukur absorbannya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada λ_{max} 510 nm dan ditentukan konsentrasi fenol dengan mensubstitusikan nilai absorban tersebut ke persamaan regresi (berdasarkan 3.4.1). Berdasarkan data ini ditentukan kinetika laju transpor fenol dari fasa sumber ke fasa penerima.

BAB IV HASIL DAN DISKUSI

4.1 Penentuan Rekoveri Persentase Transpor Fenol pada Kondisi Optimum tanpa Surfaktan

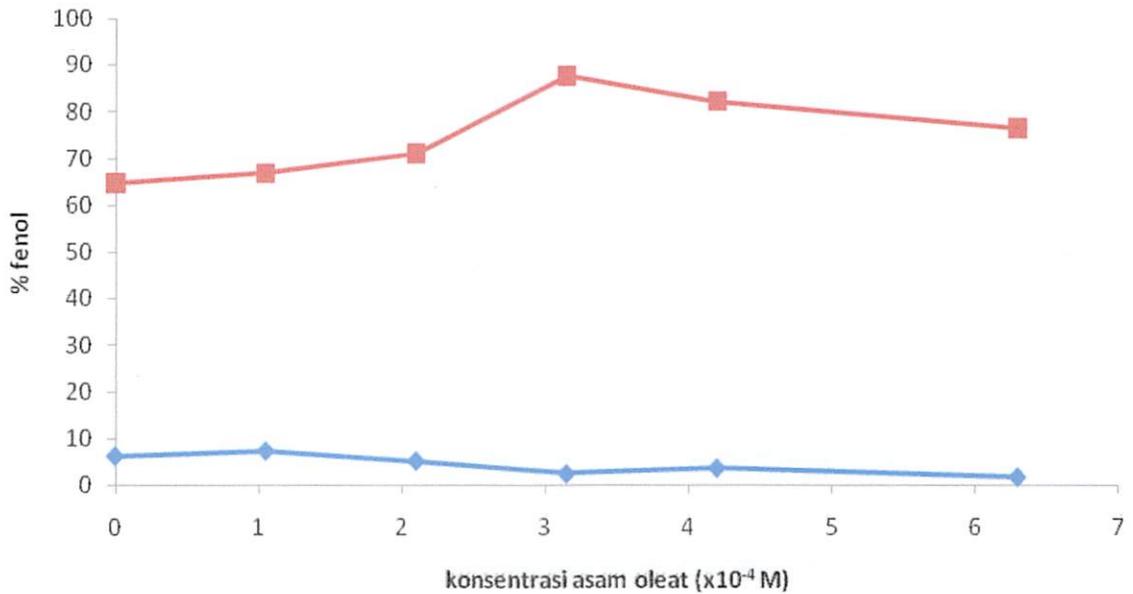
Pengulangan proses transpor fenol pada kondisi optimum dilakukan sebanyak 5 kali dan diperoleh persen rekoveri sebesar 94,079%. Sedangkan oleh peneliti sebelumnya persen transpor fenol yang didapatkan sebesar 93,070%⁽⁶⁾ (lampiran 4).

4.2 Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Oleat dalam Fasa Membran pada Proses Transpor Fenol

Asam oleat merupakan zat aktif permukaan yang sulit larut dalam air. Untuk itu penambahan asam oleat dilakukan ke dalam fasa membran. Dengan adanya penambahan asam oleat kemungkinan tertranspornya fenol dari fasa sumber-membran, fasa membran-penerima juga akan lebih meningkat. Seperti halnya transpor Cu^{+2} dengan adanya surfaktan oleat persentase transpornya yaitu sebesar 86,72%, sedangkan tanpa surfaktan persentase transpornya hanya 71,25% dalam waktu 60 menit⁽⁴⁾. Adanya surfaktan akan menurunkan tegangan antar fasa (fasa sumber-fasa membran-fasa penerima), karena itu pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap jumlah fenol yang masuk dari fasa sumber ke fasa penerima perlu dipelajari.

Gambar 6 menunjukkan bahwa pada konsentrasi surfaktan oleat $0,315 \times 10^{-3}$ M adalah konsentrasi yang optimum untuk meningkatkan jumlah fenol yang masuk ke dalam fasa membran dan dilanjutkan ke fasa penerima dengan persentase fenol di fasa penerima yaitu sebesar 87,7% dalam waktu transpor 60 menit. Pada konsentrasi kecil dari $0,315 \times 10^{-3}$ M jumlah fenol tertranspor kecil karena jumlah molekul surfaktan pada antar muka fasa sumber-fasa membran-fasa penerima belum cukup untuk menarik molekul-molekul fenol dari ruang fasa sumber ke antar muka fasa sumber dan membran, sedangkan pada konsentrasi oleat besar dari $0,315 \times 10^{-3}$ M akan terjadi reaksi penyabunan dengan NaOH pada antar muka fasa membran dan fasa penerima dan secara visual terlihat larutannya seperti kabut putih sehingga transpor fenol menjadi berkurang.

Dari Gambar juga dapat dilihat bahwa dengan penambahan surfaktan oleat dapat meningkatkan jumlah fenol yang tertransportasi dari fasa sumber ke fasa penerima, karena tanpa penambahan surfaktan oleat didapatkan persentase sebesar 64,72% dalam waktu 60 menit.

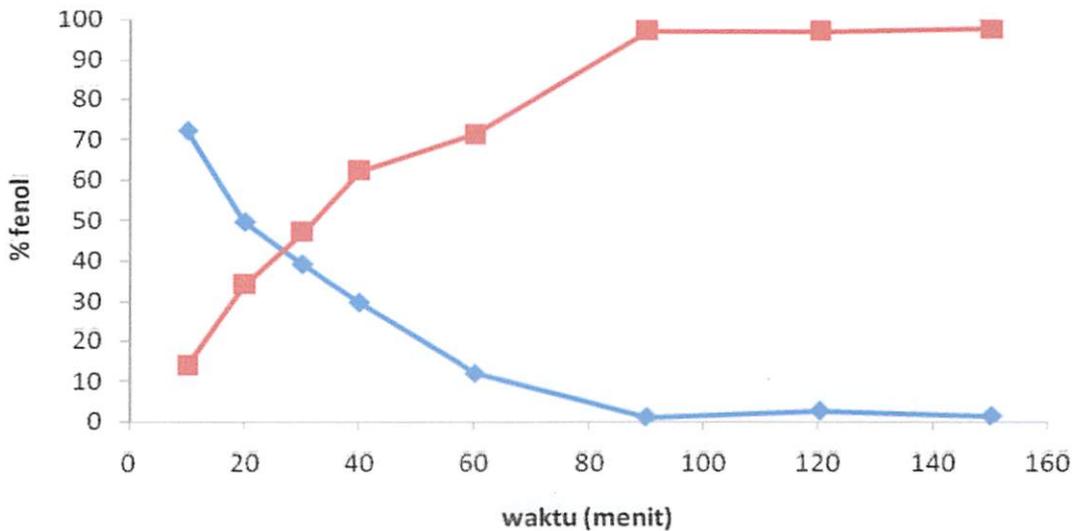


Gambar 6. Penentuan kondisi optimum konsentrasi surfaktan oleat pada fasa sumber terhadap jumlah fenol ke fasa penerima (-■-), dan sisa fenol dalam fasa sumber (-◆-).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pada pH 2, fasa membran 30 ml kloroform yang mengandung surfaktan oleat, dan fasa penerima 12 ml NaOH 0,1 M, waktu transport 60 menit, waktu kesetimbangan 15 menit dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

4.4 Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol menggunakan Konsentrasi Optimum Surfaktan Oleat di Fasa Membran.

Transpor yang terjadi berdasarkan proses difusi sangat dipengaruhi oleh waktu. Untuk menentukan waktu yang optimal transpor dilakukan dengan menentukan variasi lamanya pengadukan. Penentuan pengaruh lama pengadukan transpor fenol ini dilakukan pada kondisi konsentrasi optimum surfaktan oleat pada fasa membran dengan variasi lama pengadukan (10 menit – 150 menit).



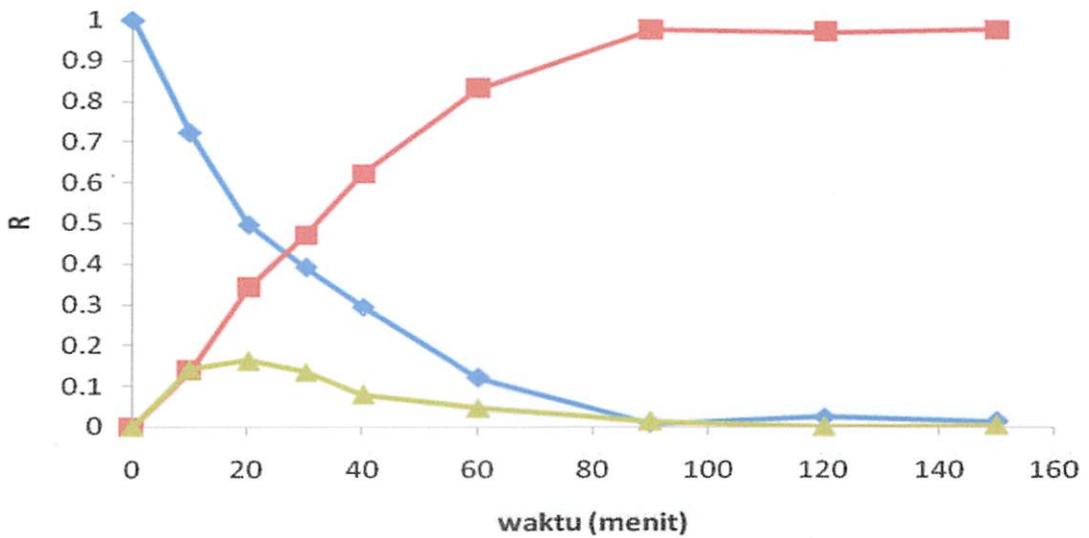
Gambar 7. Pengaruh lama pengadukan terhadap jumlah fenol ke fasa penerima (-■-), dan sisa fenol dalam fasa sumber (-◆-) menggunakan konsentrasi surfaktan optimum di fasa membran.

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pada pH 2, fasa membran 30 ml kloroform yang mengandung surfaktan oleat, dan fasa penerima 12 ml NaOH 0,1, waktu kesetimbangan 15 menit, temperatur kamar dan kecepatan pengadukan 340 rpm dengan variasi lama pengadukan (10 – 150 menit).

Dengan meningkatnya waktu pengadukan makin banyak fenol yang menembus membran sehingga jumlah fenol dalam fasa penerima semakin besar dan jumlah fenol dalam fasa sumber semakin sedikit.

Dari Gambar 7 dalam Tabel 4 (Lampiran 5) terlihat bahwa waktu transpor optimum untuk transpor fenol adalah 90 menit dengan kecepatan pengadukan 340 rpm dimana persentase transpor fenol ke fasa penerima mencapai 97,28 % dan yang tersisa di fasa sumber berkisar 1%. Pada waktu kurang dari 90 menit proses difusi molekul fenol dari fasa sumber belum semuanya dapat tertranspor ke fasa membran dan terus ke fasa penerima, sedangkan pada waktu besar dari 90 menit proses difusi telah mencapai setimbang sehingga terlihat fenol yang tertranspor sudah konstan.

Untuk memperjelas gambaran mekanisme transpor yang terjadi pada proses transpor fenol dengan aditif surfaktan oleat dapat dilihat pada Gambar 8 yang memperlihatkan perubahan perbandingan konsentrasi fenol dalam fasa sumber (R_s), fasa membran (R_m) dan fasa penerima (R_p).



Gambar 8. Perubahan perbandingan konsentrasi fenol di fasa sumber (Rs), fasa membran (Rm) dan fasa penerima (Rp) terhadap waktu.

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 ml fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pada pH 2, fasa membran 30 ml kloroform yang mengandung oleat, dan fasa penerima 12 ml NaOH 0,1 M yang, waktu kesetimbangan 15 menit, temperatur kamar dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

Gambar 8 menunjukkan perubahan perbandingan konsentrasi fenol dalam fasa sumber (Rs) menurun secara mono eksponensial dari 1 sampai 0,014 terhadap waktu transpor 150 menit. Sebaliknya perubahan fenol dalam fasa penerima (Rp) meningkat secara sigmoid dari 0 menjadi 0,981 dalam waktu yang sama dan difasa membran (Rm) mencapai optimal pada waktu 20 menit. Kurva pada Gambar 8 mencirikan bahwa proses transpor memenuhi mekanisme reaksi konsekutif irreversible orde pertama.

Berdasarkan persamaan kinetika reaksi konsekutif irreversible orde pertama dapat ditentukan konstanta laju transpor fenol dari fasa sumber ke fasa membran dan terus ke fasa penerima.

Nilai k_1 dan k_2 diperoleh dari persamaan (6), (7), dan (8) yang ditunjukkan pada Tabel 1 (contoh perhitungan penentuan konstanta kecepatan transport k_1 dan k_2 dapat dilihat pada lampiran 12, 13, dan 14).

Tabel 1. Konstanta kecepatan transport fenol pada suhu ruangan

k_1 (menit ⁻¹)			k_2 (menit ⁻¹)
Integrasi	Grafik	LMSM*	0,0264
0,0346	0.0341	0.0341	

*Least Means Squares Methode⁸

Keterangan : integrasi k_1 dihitung berdasarkan persamaan (6), k_2 dihitung berdasarkan persamaan (7) dan (8) pada lampiran 12, 13, 14

Dari hasil yang terdapat pada Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa konstanta kecepatan transpor masuk ke dalam membran (k_1) rata-rata per waktu menurut perhitungan dan grafik/LMSM adalah konstan = 0.0341 menit⁻¹ dan secara integrasi didapatkan nilai = 0,0346 menit⁻¹ dan nilai transpor fenol keluar dari membran menuju penerima (k_2) adalah = 0,0264 menit⁻¹. Nilai k_1 yang diperoleh ternyata lebih besar daripada konstanta kecepatan transpor keluar dari membran (k_2). Data ini merupakan gambaran yang mempertegas bahwa proses transpor fenol masuk fasa membran lebih cepat daripada keluar dari fasa membran menuju fasa penerima.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa transpor fenol tanpa aditif asam oleat di fasa membran diperoleh 94,079% dalam waktu 120 menit dengan kecepatan pengadukan 340 rpm. Pemakaian zat aditif surfaktan oleat dalam fasa membran cukup efektif dalam mempersingkat waktu transpor menjadi 90 menit dengan konsentrasi optimum aditif surfaktan asam oleat dalam fasa membran $3,150 \times 10^{-4}$ M dan persentase fenol yang tertranspor mencapai 97,283%.

Sistem transpor ini memenuhi hukum kinetika dari reaksi konsekutif irreversible orde pertama. Konstanta kecepatan transpor fenol pada temperatur ruang dari fasa sumber ke membran (k_1) sebesar $0,0346 \text{ menit}^{-1}$ dan dari fasa membran ke fasa penerima (k_2) sebesar $0,0264 \text{ menit}^{-1}$.

5.2 Saran

Dari kesimpulan penelitian dinyatakan zat aditif surfaktan oleat cukup efektif dalam mempersingkat waktu transpor fenol pada teknik membran cair fasa ruah, maka disarankan melakukan penelitian lanjutan untuk menentukan energi aktivasinya.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Khopkar, S.M.1990. "Konsep Dasar Kimia Analitik". UI Press. Hal 71-83.
2. Manahan, S.E. 1994. "Environmental Chemistry". 6 Ed. Lewis Publisher. USA. pp 688-689.
3. Mulyasuryani A,dkk.1997. "Metoda Sederhana untuk Monitoring Senyawa-senyawa Fenol di Perairan". *J. Penelitian Ilmu-ilmu Teknik (engineering)* 9, 2, 1997. hal 107-125.
4. Z. Kahar, Refinel, dan Tetra ON. 2008. "Transpor Cu (II) dengan Zat Pembawa Oksin Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah". *J. Kimia Andalas, Hal 45-49.* X
5. A. Safavi. and E. Sahams. 1998. "Selective and Efficient Transport of Hg(II) Though Bulk Liquid Membran Using Methyl Red as carrier". *J Memb. Sci.* pp 135-173.
6. Setiawan, A. 2010. "Optimasi Transfor Fenol dengan Membran Kloroform melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah". *Skripsi Sarjana Kimia.* Universitas Andalas.
7. Rajacovic, Lj.V. et al. 1995. "Sensitivity of Modified Bulk Acoustic Waves for the Detection of Phenols in the Vapour Phase", *Anal. Chem. Acta*, 318 : 77 – 87.
8. Ma,Ming, He, Dingsheng and Liao. S. 2002. "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.
9. Xiao, M., Zhou, J. and Yuanhua. 2006. "Treatment of Highly-Concentrated Phenol Wastewater with an Extractive Membrane Reactor Using Silicone Rubber". *J. Membr.Scie.*,195 : 281-293.
10. Charlena.1995. "Ekstraksi Fenol dalam Air dengan Teknik Emulsi Membran Cair". *Tesis Pascasarjana Kimia* Institut Teknologi Bandung. Hal 1-37.
11. Wan, Y.H and Xiang D.W. 1997. "Treatment of High Concentration Phenolic Wastel Water by Liquid Membrane with N₅₀₃ as Mobile Carrier". *J. Membr. Scie.*, 135. 263-270.
12. A. Nezhadali, M. Hakimi and M. Heydari. 2008. "Competitive Bulk Liquid Membrane and Extraction of Cu(II), Ni(II), Zn(II) and Mn(II) Cations Using 5-Methyle-4[thiophen-2-yl-methylen-amino]-3-thio-oxo-1,2,4-triazol-5-one and phtalic dicarboxaldehyde". *E-Journal of Chemistry.* 5 : 52-57. X

13. Mulder. 1991. "*M Basic Principle of Membrane Technology*". Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. pp. 244-259.
14. Kusuma, T.S. 1998. "*Kinetika Kimia*". Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas.
15. Richard, A.B. 1996. "*Chemical Separation with Liquid Membranes*". ACS. Symposium series 642. Eds. American chemical Society. Washington DC. pp.1-202.
16. Sartika Dewi, Noverma. 2009. "*Optimasi Transpor Fenol dari Dalam Air dengan Zat Pembawa N,N-Dimetilasetamida Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah*". Skripsi Sarjana Kimia Universitas Andalas. Hal 24-25.

LAMPIRAN

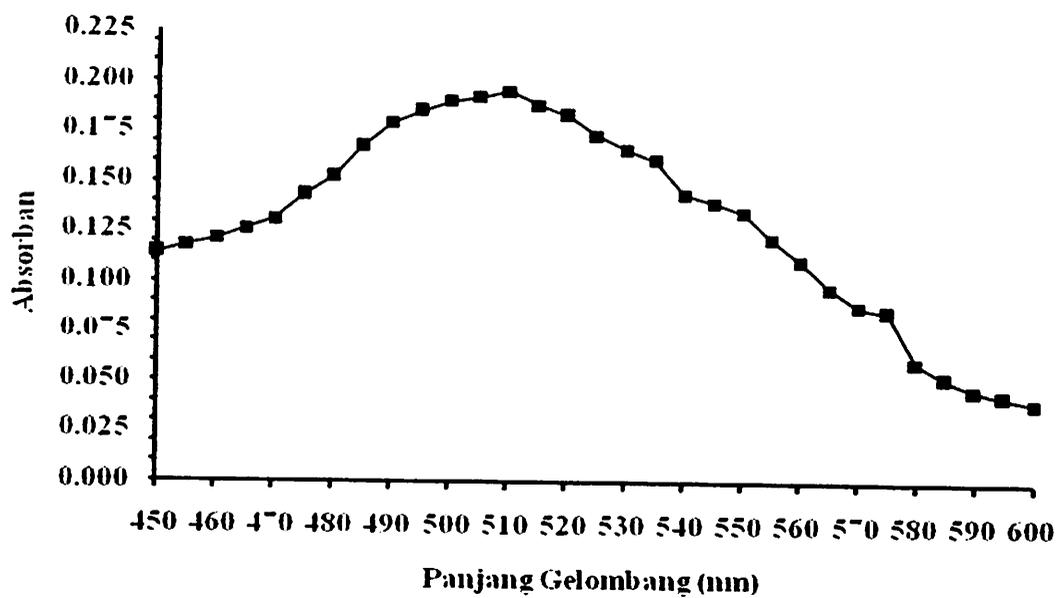
LAMPIRAN 1

Data Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Kompleks 4-aminoantipirin untuk Pengukuran Konsentrasi Fenol secara Spektrofotometri

Tabel 2. Data Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Kompleks 4-aminoantipirin untuk Pengukuran Konsentrasi Fenol secara Spektrofotometri

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

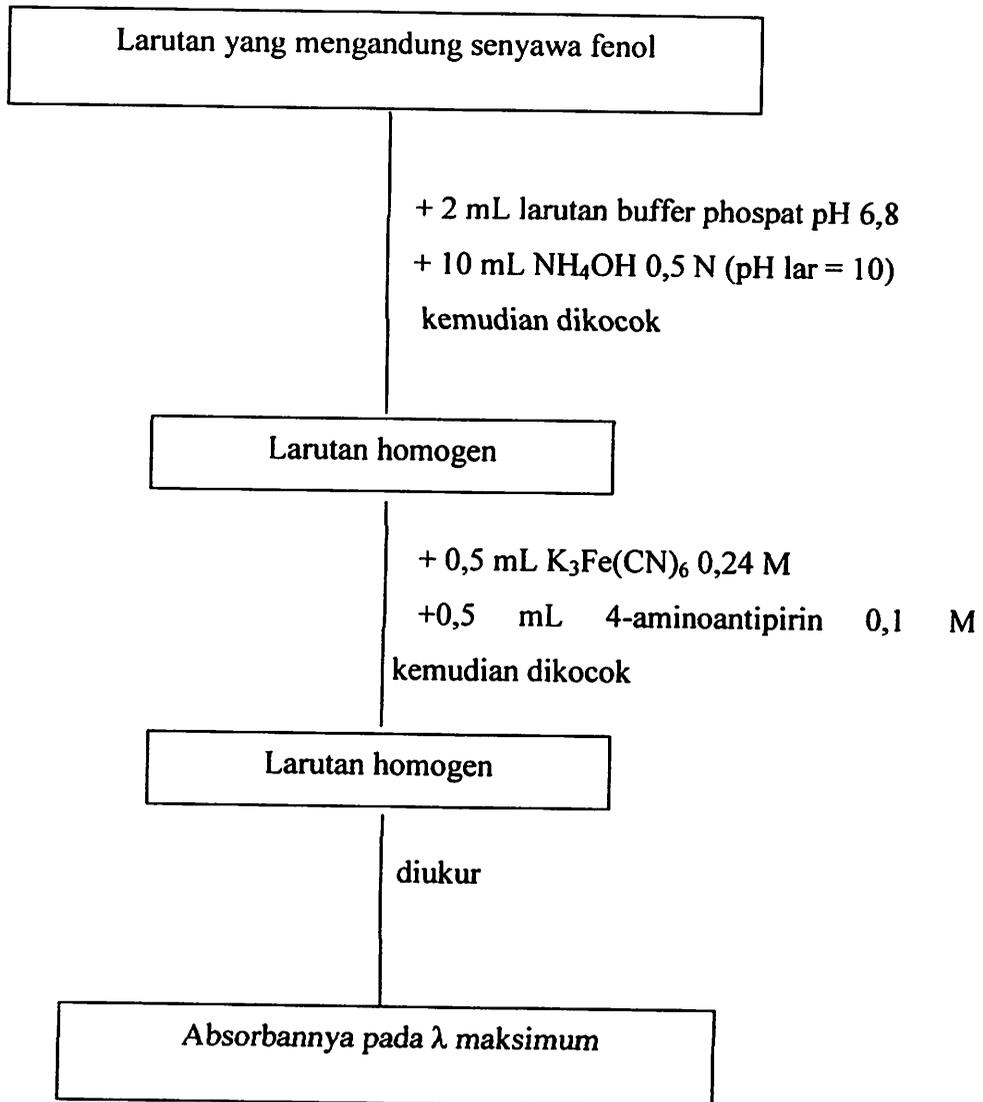
Panjang gelombang maksimum untuk penentuan konsentrasi fenol adalah 510 nm.



Gambar 9. Grafik penentuan panjang gelombang serapan maksimum untuk penentuan konsentrasi fenol secara spektrofotometri.

LAMPIRAN 2

Skema kerja penentuan fenol dengan metoda 4-Amino Antipirin

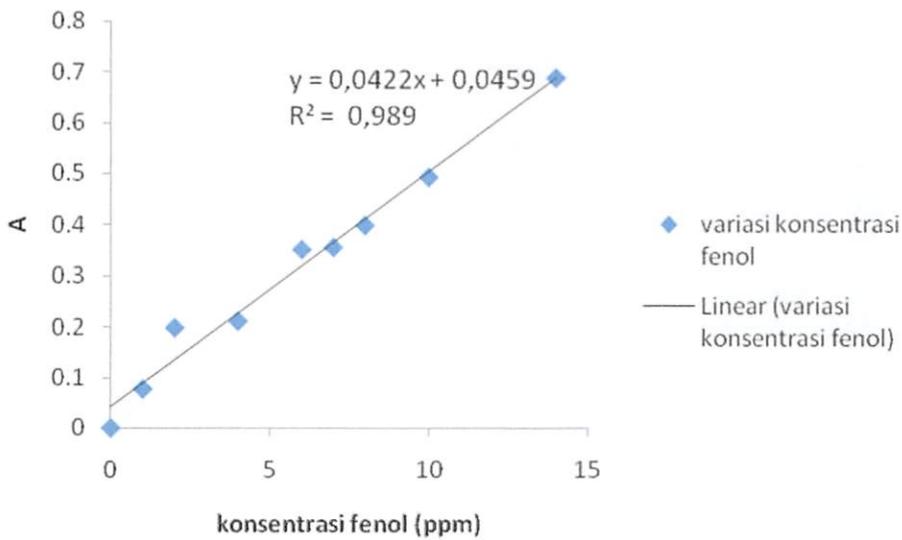


LAMPIRAN 3

Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Fenol

Tabel 3 : Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Fenol

No.	[Fenol] (ppm)	Absorban
1	0	0
2	1	0,077
3	2	0,198
4	4	0,211
5	6	0,351
6	7	0,355
7	8	0,398
8	10	0,492
9	14	0,687



Gambar 10. Penentuan kurva kalibrasi dengan variasi konsentrasi fenol (-♦-) pada λ_{\max} 510 nm

Pembuatan Larutan Standar dari Larutan Fenol 20 ppm pH 2 :

- 2 ppm

$$\bar{V}_1 \times \bar{M}_1 = \bar{V}_2 \times \bar{M}_2$$

$$20 \text{ ppm} \times \bar{V}_1 = 2 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}$$

$$\bar{V}_1 = 1 \text{ mL}$$

- 4ppm

$$\bar{V}_1 \times \bar{M}_1 = \bar{V}_2 \times \bar{M}_2$$

$$20 \text{ ppm} \times \bar{V}_1 = 4 \text{ ppm} \times 10 \text{ mL}$$

$$\bar{V}_1 = 2 \text{ mL}$$

LAMPIRAN 4

Penentuan Rekoveri Persentase Transpor Fenol pada Kondisi Optimum :

Absorban fasa sumber = 0,044

Absorban fasa penerima = 0,380

1. Persentase fenol dalam fasa sumber

$$\begin{aligned} A = 0,064 & \rightarrow Y = 0,0459x + 0,0422 \\ 0,064 & = 0,0422x + 0,0459 \\ x & = 0,429 \text{ ppm} \\ x & = 0,046 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% F_s & = \frac{[\text{Fenol}]_s \times V_s}{[\text{Fenol}]_o \times V_s} \times 100 \% \\ & = \frac{0,046 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}} \times 100 \% \\ & = 2,162 \% \end{aligned}$$

2. Persentase fenol dalam fasa penerima

$$\begin{aligned} A = 0,443 & \rightarrow Y = 0,0459x + 0,0422 \\ 0,443 & = 0,0459x + 0,0422 \\ x & = 9,41 \text{ ppm} \\ x & = 1,001 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% f_p & = \frac{[\text{Fenol}]_p \times V_p}{[\text{Fenol}]_o \times V_s} \times 100 \% \\ & = \frac{1,001 \times 10^{-4} \text{ M} \times 12 \text{ ml}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}} \times 100 \% \\ & = 94,079 \% \end{aligned}$$

3. Persentase fenol dalam fasa membran

$$\begin{aligned} \% F_m & = 100 - (\% f_s + \% f_p) \\ & = 100 - (2,162 + 94,079) \% \\ & = 3,759 \% \end{aligned}$$

LAMPIRAN 5

Data Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol

Tabel 4 : Data Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol

No.	Lama Pengadukan (menit)	[Fenol] _s (x 10 ⁻⁴ M)	Fs (%)	[Fenol] _p (x 10 ⁻⁴ M)	Fp (%)	[Fenol] _m (x 10 ⁻⁴ M)	Fm (%)
1	10	1,535	72,160	0,146	13,760	0,447	14,080
2	20	1,056	49,650	0,363	34,150	0,709	16,200
3	30	0,835	39,223	0,502	47,173	0,791	13,604
4	40	0,630	29,628	0,663	62,336	0,835	8,036
5	60	0,114	5,343	0,759	71,339	1,255	23,318
6	90	0,0023	1,078	1,011	97,283	1,115	1,639
7	120	0,0056	2,618	1,062	97,283	1,060	0,099
8	150	0,0031	1,433	1,044	98,112	1,081	0,455
9	180	0,0058	2,737	0,721	67,785	1,401	29,478

Keterangan : Fs (%) = Persentase fenol sisa dalam fasa sumber

Fp (%) = Persentase fenol dalam fasa penerima

Fm (%) = Persentase fenol dalam fasa membran

[Fenol]_s = Jumlah fenol dalam fasa sumber

[Fenol]_p = Jumlah fenol dalam fasa penerima

[Fenol]_m = Jumlah fenol dalam fasa membran

Kondisi Percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 6 mL fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pada pH 2
2. Fasa Membran : 30 mL kloroform yang mengandung oleat
3. Fasa Penerima : 12 mL NaOH 0,100 M
4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm
5. Lama Pengadukan : 10 – 180 menit
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit

LAMPIRAN 6

Contoh Perhitungan Konsentrasi Fenol

$$\text{Absorban fasa sumber} = 0,106$$

$$\text{Absorban fasa penerima} = 0,328$$

1. Persentase fenol dalam fasa sumber

$$\begin{aligned} A = 0,106 & \rightarrow Y = 0,0422x + 0,0459 \\ 0,155 & = 0,0422x + 0,0459 \\ x & = 1,424 \text{ ppm} \\ x & = 0,1515 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% F_s & = \frac{[\text{Fenol}]_s \times V_s}{[\text{Fenol}]_o \times V_s} \times 100 \% \\ & = \frac{0,1515 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ mL}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ mL}} \times 100 \% \\ & = 7,1197 \% \end{aligned}$$

2. Persentase fenol dalam fasa penerima

$$\begin{aligned} A = 0,328 & \rightarrow Y = 0,0422x + 0,0459 \\ 0,328 & = 0,0422x + 0,0459 \\ x & = 6,6848 \text{ ppm} \\ x & = 0,7112 \times 10^{-4} \text{ M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% F_p & = \frac{[\text{Fenol}]_p \times V_p}{[\text{Fenol}]_o \times V_s} \times 100 \% \\ & = \frac{0,7112 \times 10^{-4} \text{ M} \times 12 \text{ mL}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ mL}} \times 100 \% \\ & = 66,8376 \% \end{aligned}$$

3. Persentase fenol dalam fasa membran

$$\begin{aligned} \% F_m & = 100 - (\% f_s + \% f_p) \\ & = 100 - (7,1197 + 66,8376) \% \\ & = 26,0427 \% \end{aligned}$$

LAMPIRAN 7

Data Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Oleat terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran

Tabel 5 : Data Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Oleat terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran

No.	[oleat] ($\times 10^{-4}$ M)	[Fenol] _s ($\times 10^{-4}$ M)	Fs (%)	[Fenol] _p ($\times 10^{-4}$ M)	Fp (%)	[Fenol] _m ($\times 10^{-4}$ M)	Fm (%)
1	0,000	0,1289	6,0535	0,6885	64,7053	1,3106	29,2412
2	0,105	0,1515	7,1197	0,7112	66,8376	1,2653	26,0427
3	0,210	0,1061	4,9874	0,7565	71,1024	1,2654	23,9102
4	0,315	0,0482	2,2627	0,9330	87,6874	1,1468	10,0499
5	0,420	0,0734	3,4473	0,8750	82,2380	1,1796	14,3147
6	0,630	0,0330	1,5519	0,8145	76,5517	1,2805	21,8964

Keterangan : Fs (%) = Persentase fenol sisa dalam fasa sumber

Fp (%) = Persentase fenol dalam fasa penerima

Fm (%) = Persentase fenol dalam fasa membran

[Fenol]_s = Jumlah fenol dalam fasa sumber

[Fenol]_p = Jumlah fenol dalam fasa penerima

[Fenol]_m = Jumlah fenol dalam fasa membran

Kondisi percobaan yang dilakukan :

1. Fasa Sumber : 6 mL fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pada pH 2
2. Fasa Membran : 30 mL kloroform yang mengandung surfaktan oleat dengan berbagai konsentrasi
3. Fasa Penerima : 12 mL NaOH 0,100 M
4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm
5. Lama Pengadukan : 60 menit
6. Waktu Kesenjangan : 15 menit

LAMPIRAN 8

Data Perubahan Perbandingan Konsentrasi Fenol dalam Fasa Sumber (R_s), Fasa Penerima (R_p) dan Fasa Membran (R_m) pada Proses Transpor Fenol dengan Konsentrasi Surfaktan Oleat Optimum di Fasa Membran.

Tabel 6 : Percobaan dimana Konsentrasi Fasa Sumber, Penerima dan Membran Transpor Fenol pada Temperatur Ruangan

No	Waktu Transpor (menit)	[Fenol] _s ($\times 10^{-4}M$)	[Fenol] _p ($\times 10^{-4}M$)	R_s	R_p	R_m
1	0	2,128	0	1	0	0
2	10	1,535	0,146	0,722	0,137	0,141
3	20	1,056	0,363	0,496	0,341	0,163
4	30	0,835	0,502	0,392	0,472	0,136
5	40	0,630	0,663	0,296	0,623	0,081
6	60	0,257	0,885	0,121	0,832	0,047
7	90	0,0023	1,011	0,008	0,977	0,015
8	120	0,0056	1,062	0,026	0,973	0,001
9	150	0,0031	1,044	0,014	0,981	0,005

Keterangan :

- [Fenol]_s = Konsentrasi fenol sisa dalam fasa sumber
[Fenol]_p = Konsentrasi fenol yang tertranspor ke fasa penerima
 R_s = Konsentrasi fenol dalam fasa sumber pada waktu t per konsentrasi fenol dalam Fasa sumber pada t = 0
 R_p = Konsentrasi fenol dalam fasa penerima pada waktu t per konsentrasi fenol dalam Fasa sumber pada t = 0
 R_m = Konsentrasi fenol dalam fasa membran pada waktu t per konsentrasi fenol dalam Fasa sumber pada t = 0

Kondisi Percobaan yang dilakukan pada kondisi optimum

1. Fasa Sumber : 6 mL fenol $2,128 \times 10^{-4} M$ pada pH 2
2. Fasa Membran : 30 mL kloroform yang mengandung oleat
3. Fasa Penerima : 12 mL NaOH 0,100 M
4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm
5. Lama Pengadukan : 0 – 150 menit
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit

LAMPIRAN 9

Contoh Perhitungan Nilai Rs, Rm dan Rp :

Penentuan nilai Rs, Rm dan Rp dari fenol pada temperatur ruangan dengan waktu transpor 60 menit

$$[\text{Fenol}] \text{ yang tersisa di fasa sumber } ([\text{Fenol}]_s) = 0,257 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{Fenol}] \text{ yang tersisa di fasa penerima } ([\text{Fenol}]_p) = 0,885 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{Fenol}] \text{ mula-mula di fasa sumber} = 2,128 \times 10^{-4} \text{ M}$$

Jadi,

$$\begin{aligned} R_s &= \frac{[\text{Fenol}]_s}{[\text{Fenol}]_o} \times \frac{\text{volume fasa sumber}}{\text{volume fasa sumber}} \\ &= \frac{0,257 \times 10^{-4} \text{ M}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M}} \times \frac{6 \text{ mL}}{6 \text{ mL}} \\ &= 0,121 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_p &= \frac{[\text{Fenol}]_p}{[\text{Fenol}]_o} \times \frac{\text{volume fasa penerima}}{\text{volume fasa sumber}} \\ &= \frac{0,885 \times 10^{-4} \text{ M}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M}} \times \frac{12 \text{ mL}}{6 \text{ mL}} \\ &= 0,832 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_m &= 1 - (R_s + R_p) \\ &= 1 - (0,121 + 0,832) \\ &= 0,047 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh nilai Rs adalah 0,121 Rp adalah 0,832 dan Rm adalah 0,047.

Lampiran 10

Gambar 10. Contoh Sel Membran Cair Fasa Ruah



LAMPIRAN 11

Data Percobaan Transpor Fenol

Tabel 7. Data Percobaan Transpor Fenol

Suhu (°C)	Waktu (menit)	Rs	Rp	Rm	K ₁ (menit ⁻¹)	K ₂ (menit ⁻¹)
28	0	1	0	0	0,0334	0,0289
	10	0,722	0,137	0,141		
	20	0,496	0,341	0,163		
	30	0,392	0,472	0,136		
	40	0,296	0,623	0,081		
	60	0,121	0,832	0,047		
	90	0,008	0,977	0,015		
	120	0,026	0,973	0,001		
	150	0,014	0,981	0,005		

[Fenol]_s = Konsentrasi fenol sisa dalam fasa sumber

[Fenol]_p = Konsentrasi fenol yang tertranspor ke fasa penerima

Rs = Konsentrasi fenol dalam fasa sumber pada waktu t per konsentrasi fenol dalam Fasa sumber pada t = 0

Rp = Konsentrasi fenol dalam fasa penerima pada waktu t per konsentrasi fenol dalam Fasa sumber pada t = 0

Rm = Konsentrasi fenol dalam fasa membran pada waktu t per konsentrasi fenol dalam Fasa sumber pada t = 0

Kondisi Percobaan yang dilakukan pada kondisi optimum

1. Fasa Sumber : 6 mL fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pada pH 2
2. Fasa Membran : 30 mL kloroform yang mengandung oleat
3. Fasa Penerima : 12 mL NaOH 0,100 M
4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm
5. Lama Pengadukan : 0 – 150 menit
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit

Lampiran 12

Penentuan Konstanta Kecepatan Transpor Fenol dari Fasa Sumber ke Fasa Membran (k_1)

Penentuan konstanta kecepatan transpor fenol dari fasa sumber ke fasa membran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4) pada masing-masing perubahan waktu, seperti contoh berikut :

Contoh penentuan k_1 pada perubahan waktu

$$\text{Untuk } t_1, \ln R_{s1} = -k_1 \cdot t_1 \dots \dots \dots (i)$$

$$\text{Untuk } t_2, \ln R_{s2} = -k_1 \cdot t_2 \dots \dots \dots (ii)$$

Selisih (i) dan (ii)

$$\ln R_{s1} = -k_1 \cdot t_1$$

$$\underline{\ln R_{s2} = -k_1 \cdot t_2} -$$

$$\ln R_{s1} - \ln R_{s2} = -k_1 \cdot t_1 + -k_2 \cdot t_2$$

$$\ln \frac{R_{s1}}{R_{s2}} = k_1 (t_2 - t_1)$$

R_{s2}

Pada perubahan waktu 0 – 10 menit, nilai k_1

$$k_1 = \frac{\ln 1,000/ 0,722}{(10 - 0)}$$
$$= 0,0326$$

Pada perubahan waktu 0 – 20 menit

$$k_1 = \frac{\ln 1,000/ 0,496}{(20 - 0)}$$
$$= 0,0351$$

Dengan cara yang sama, sehingga diperoleh nilai rata-rata k_1 pada suhu ruangan adalah 0,0346 menit^{-1} .

Lampiran 13

Penentuan Konstanta Kecepatan Transpor Fenol dari Fasa Membran ke Fasa Penerima (k_2)

Penentuan konstanta kecepatan transpor fenol dari fasa membran ke fasa penerima dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) dan (6) seperti contoh berikut:

Perhitungan k_2 untuk transpor Fenol pada temperatur kamar

Data : $k_1 = 0,0334 \text{ menit}^{-1}$

1. Waktu transpor 0 menit

$$k_2 = 0$$

2. Waktu transpor 20 menit, $R_m = 0,163$, $R_p = 0,341$

Data tersebut disubstitusikan ke persamaan (5) dan (6) sehingga :

R_m :

$$\text{Pada } t \text{ 20 menit, } 0,163 = \frac{0,0334}{(k_2 - 0,0334)} (e^{-(0,0334)(20)} - e^{-k_2 \cdot 20})$$

$$0,163k_2 - 0,00544 = 0,0171 - 0,0334 e^{-k_2 \cdot 20}$$

$$0,163k_2 - 0,0225 + 0,0332 e^{-k_2 \cdot 20} = 0 \dots\dots\dots(i)$$

R_p :

$$0,341 = 1 - \frac{1}{(k_2 - 0,0334)} (k_2 \cdot e^{-(0,0334)(20)} - 0,0334 e^{-k_2 \cdot 20})$$

$$0,659k_2 - 0,0220 = 0,5127k_2 - 0,0334 e^{-k_2 \cdot 20}$$

$$0,1463k_2 - 0,0220 + 0,0334 e^{-k_2 \cdot 20} = 0 \dots\dots\dots(ii)$$

Dari persamaan (i) dan (ii) dieliminasi :

$$0,163k_2 - 0,0225 + 0,0334 e^{-k_2 \cdot 20} = 0$$

$$\underline{0,1463k_2 - 0,0220 + 0,0334 e^{-k_2 \cdot 20} = 0}$$

$$0,0167 k_2 = 0,0005$$

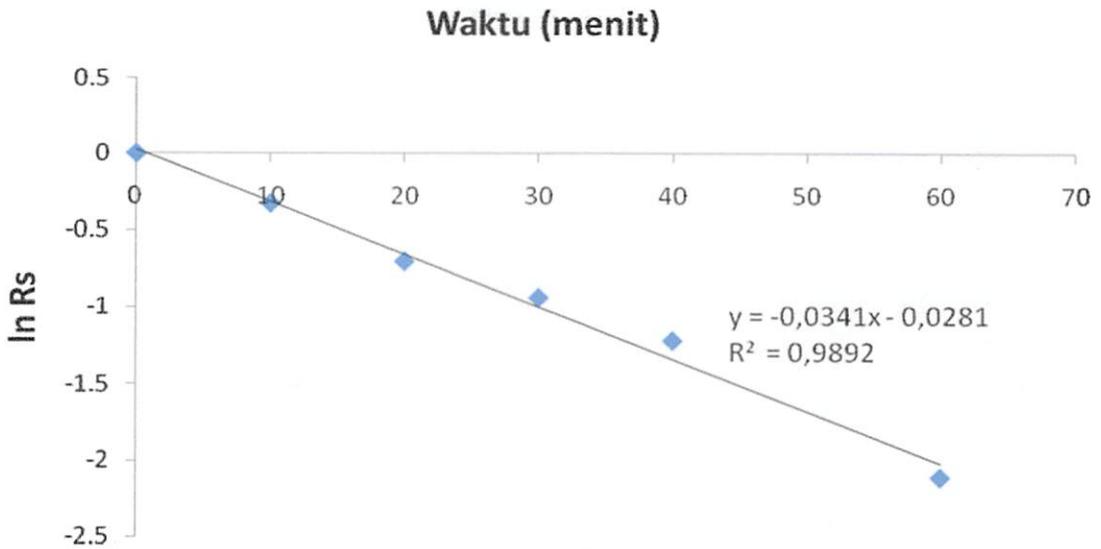
$$k_2 = 0,0299$$

dengan menggunakan perhitungan di atas, bias didapatkan nilai k_2 pada waktu yang berbeda sehingga diperoleh nilai rata-rata k_2 dari fenol pada temperatur ruangan yaitu $0,0264 \text{ menit}^{-1}$.

Lampiran 14

Cara Lain dalam Penentuan Nilai k_1

- Berdasarkan Plot Grafik $\ln R_s$ vs t dari fenol pada temperatur ruangan



Nilai k_1 adalah $0.0341 \text{ menit}^{-1}$

- Berdasarkan Least Means Square Methode dari Fenol pada temperatur ruangan

Tabel 8. Least Means Square Methode dari Fenol pada temperatur ruangan

No	X	Y	XY	X^2
1	0	0	0	0
2	10	-0,3257	-3,257	100
3	20	-0,7012	-14,024	400
4	30	-0,9365	-28,095	900
5	40	-1,2174	-48,696	1600
6	60	-2,1119	-126,714	3600
Jumlah	160	-5,2927	-220,786	6600

Keterangan: X adalah waktu (menit)

Y adalah $\ln R_s$

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{n\sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n\sum X^2 - \sum (X)^2} \\
 &= \frac{(6)(-220,786) - (160)(-5,2927)}{(6)(6600) - (160)^2} \\
 &= -0,0341
 \end{aligned}$$