



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- 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 SPAN 60 TERHADAP TRANSPOR FENOL MELALUI MEMBRAN KLOOROFORM DENGAN TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

SKRIPSI

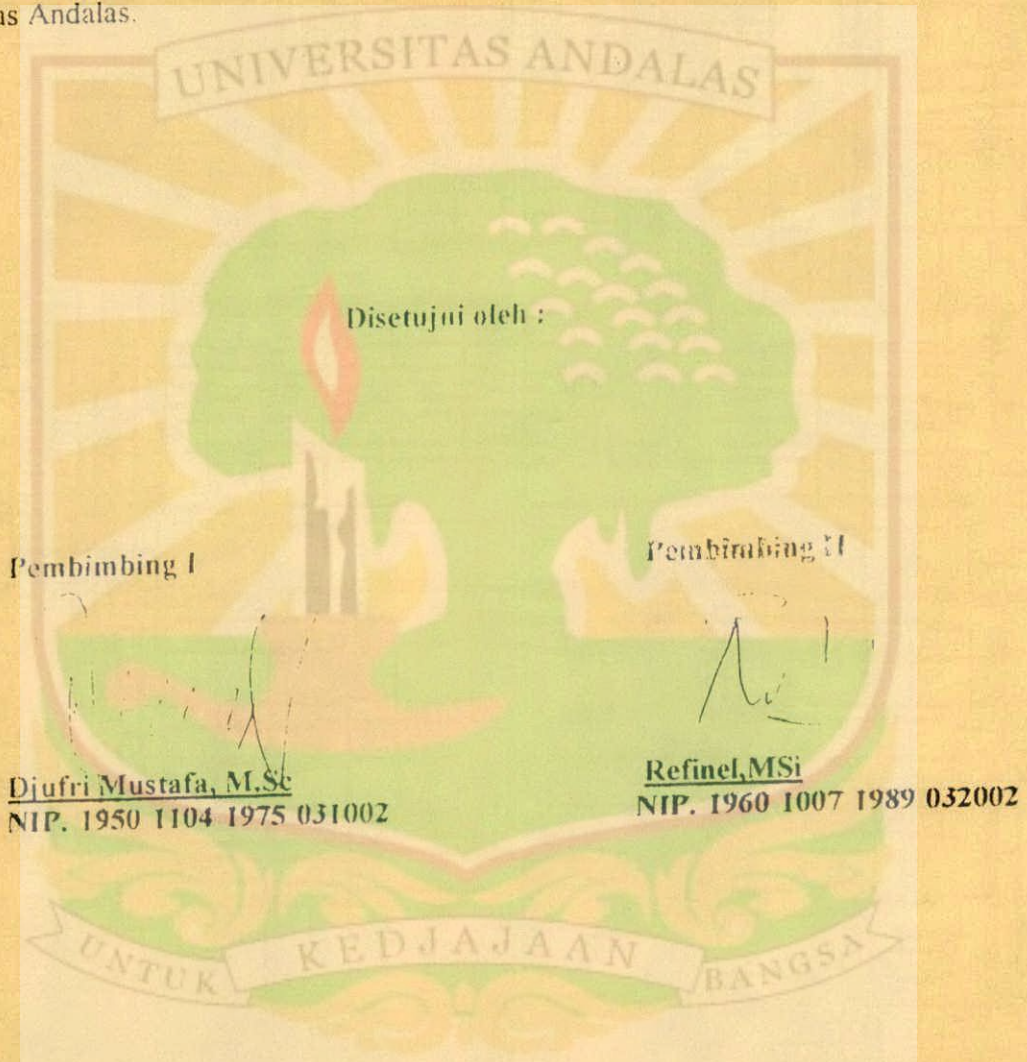


**RUDHY ANGGI SUPPOMO
05932036**

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

HALAMAN PENGESAHAN

Pengaruh Surfaktan Span 60 terhadap Transpor Fenol melalui Membran Kloroform dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah, makalah hasil oleh Rudhy Anggi Supomo (05932036) sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (Strata 1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas.



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 Span 60 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. Serta didukung oleh berbagai sumber literatur.

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

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

ABSTRAK

PENGARUH SURFAKTAN SPAN 60 TERHADAP TRANSPOR FENOL MELALUI MEMBRAN KLOROFORM DENGAN TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Oleh :

RUDHY ANGGI S. (05932036), Djufri Mustafa, M.Sc * RefineI,MSi*,

*Dosen Pembimbing

Telah dilakukan transpor fenol menggunakan surfaktan Span 60 sebagai aditif dengan teknik membran cair fasa ruah. Penelitian diarahkan terhadap pengaruh surfaktan Span 60 sebagai zat aditif yang divariasikan konsentrasinya untuk mempersingkat waktu transpor dan meningkatkan proses transpor fenol antar fasa. Sistem transpor dioperasikan dengan menggunakan fenol pada fasa sumber, Natrium hidroksida pada fasa penerima dan kloroform pada fasa membran. Teknis operasi dilakukan variasi konsentrasi (0 ; 0,50 ; 0,10 ; 1,70 ; 2,00 ; 2,50 ; 3,00) $\times 10^{-4}$ M selama 2 jam dan waktu lama pengadukan 10; 20; 30; 40; 60; 90; 120; 150; menit dengan memakai magnetik stirrer pada kecepatan 340 rpm, waktu kesetimbangan 15 menit. 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 diperoleh konsentrasi optimum Span-60 adalah $2,5 \times 10^{-4}$ M dan persentase transport fenol ke fasa penerima 88,84 % dengan lama pengadukan 2 jam. Dengan menggunakan kondisi optimum penelitian sebelumnya tanpa zat adiktif, Span 60 tidak efektif dalam mempersingkat waktu transport fenol pada teknik membran cair fasa ruah.

Kata kunci : Fenol, Span 60, Teknik membran cair fasa ruah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
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 Span 60 sebagai 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 span 60.....	16
3.4.3 Penentuan Konsentrasi Optimum Surfaktan Span 60 terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran.....	17
3.4.4 Penentuan Pengaruh Waktu Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol.....	17
3.4.5 Penentuan konstanta kecepatan transport fenol dari fasa sumber ke fasa membran (k_1).....	17
3.4.5 Penentuan konstanta kecepatan transport fenol dari fasa membran ke fasa Penerima (k_2).....	17
IV. HASIL DAN DISKUSI	
4.1 Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum dan Persamaan Regresi untuk Penentuan Konsentrasi Fenol Secara Spektrofotometri.....	18
4.2 Penentuan Rekoveri Persentase Transport Fenol pada Kondisi Optimum Tanpa Surfaktan.....	18
4.3 Penentuan Konsentrasi Optimum Surfaktan Span 60 terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran.....	18
4.4 Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Transpor Fenol menggunakan konsentrasi optimum surfaktan Span 60 di fasa membran.....	19
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	24
5.2 Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Konstanta kecepatan transport fenol pada suhu kamar (28°C)	22
Tabel 2. Data Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Kompleks 4-amino antipirin untuk Penentuan Konsentrasi Fenol Secara Spektrofotometri.....	26
Tabel 3. Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Fenol	29
Tabel 4. Data Penentuan Konsentrasi Optimum Surfaktan Span 60 terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran.....	32
Tabel 5. Data Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol.....	34
Tabel 6. Percobaan dimana Konsentrasi Fasa Sumber, Penerima dan Membran Transpor Fenol pada Temperatur Kamar (28°C).....	35
Tabel 7. Data Percobaan Transport Fenol.....	38
Tabel 8. Least Means Square Methode dari Fenol pada temperature kamar	41

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 pelepasan kembali ("stripping") digabung dan diatur sedemikian rupa sehingga pemindahan ion logam berjalan secara kontinu 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. Membran yang difungsikan sebagai mediator pemindahan biasanya dipakai pelarut organik yang dijadikan bersifat semipermeabel 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⁽¹⁾. Dan 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 0,0002 ppm⁽²⁾.

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⁽³⁾. 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 ion/kation yang menggunakan surfaktan, dimana surfaktan merupakan suatu senyawa yang mengandung 2 gugus yang karakternya saling berlawanan yaitu gugus hidrofilik dan lipofilik sehingga dapat digunakan sebagai penghubung untuk membantu mentranspor ion ke dua antar muka yang berbeda. Oleh karena itu dalam larutan surfaktan terkonsentrasi pada permukaan/antarmuka daripada badan larutannya. Disamping itu penambahan surfaktan ini sebagai zat aditif juga berfungsi untuk mempercepat waktu transpor berdasarkan sifat fisiknya menurunkan tegangan antarmuka di antar fasa^(4, 5, 6).

1.2 Perumusan Masalah

Ekstraksi senyawa fenol dari dalam air menggunakan teknik membran cair fasa ruah telah berhasil dilakukan. Penelitian ini merupakan penataan ulang sistem pemisahan fenol dari teknik emulsi membran cair kedalam teknik membran cair fasa ruah dan memberikan hasil yang sangat akurat dimana fenol dapat ditranspor ke fasa penerima sampai mencapai 93,07 % (Setiawan A, 2010). Pada penelitian ini dipakai surfaktan Span-60 sebagai reagen tambahan dalam membran. Sejauh mana kegunaan penambahan reagen ini belum pernah dikaji. Dengan demikian, mayoritas utama dari penelitian ini dipusatkan pada studi terhadap keberadaan surfaktan dalam sistem transpor fenol antar fasa. Surfaktan yang dipilih sebagai objek penelitian adalah Span-60. Penelitian diarahkan sejauh mana surfaktan ini mempengaruhi sistem transpor fenol baik secara finansial diantar muka fasa maupun terhadap peningkatan sistem transpor fenol ke fasa penerima.

BAB II

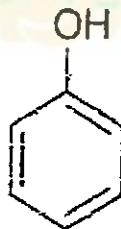
TINJAUAN PUSTAKA

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 terakumulasi 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 nilai konsentrasi tertentu dapat menyebabkan kematian organisme diperairan 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.

Fenol merupakan kelompok asam organik yang strukturnya memiliki gugus hidroksil yang tersubstitusi pada inti benzen. Senyawa ini mempunyai berat molekul 94,1 g/mol dengan rumus kimianya C_6H_5OH , dapat larut dalam air karena memiliki gugus hidroksil dan dengan air akan membentuk ikatan hidrogen. Struktur fenol dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Struktur fenol

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.



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°C, titik didih 182°C, serta indeks bias pada 41°C adalah 1,5425.

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 mg/L dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan. Batas konsentrasi fenol yang boleh ada dalam air minum adalah 0,002 mg/L.³ 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.

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

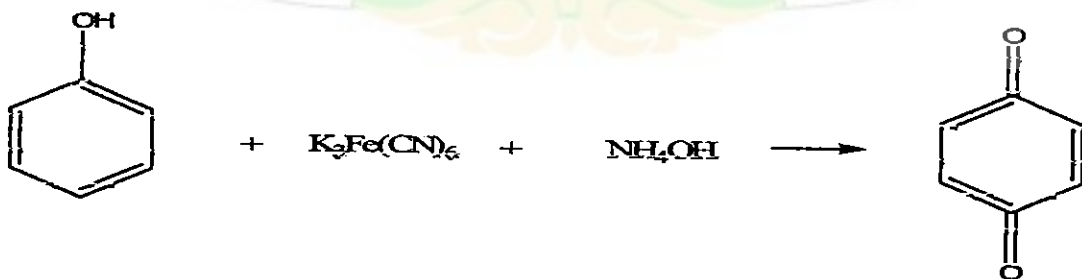
melarutkan fenol dalam air dan ditranspor melewati suatu membran organik yang dimediasi dengan suatu zat pembawa amida dan diekstrak kedalam fasa penerima yang berupa NaOH membentuk natrium fenolat sehingga tidak dapat lagi mengalami difusi balik.

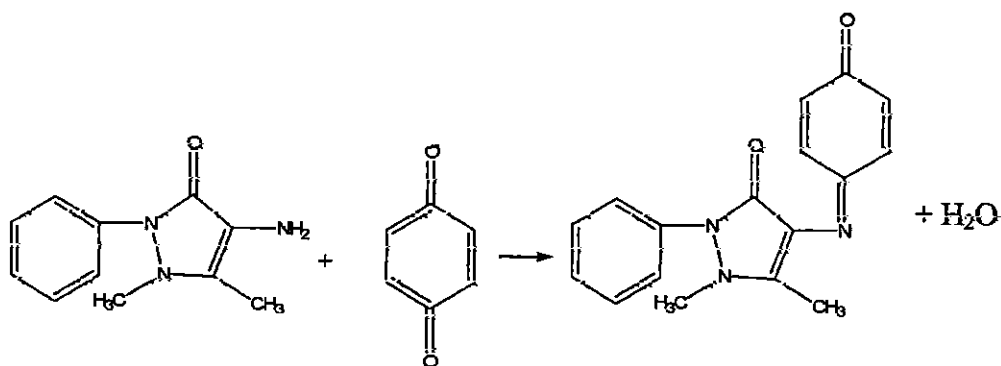
2.1.2 Metoda Penentuan Fenol

Pada umumnya penentuan senyawa fenol ditujukan untuk menentukan kadar fenol total. Senyawa fenol dalam air dianalisis dengan metoda 4-aminonantipirin 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^{1,10,4}.

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 menganalisis fenol dalam jumlah renik.

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 nm¹.

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)

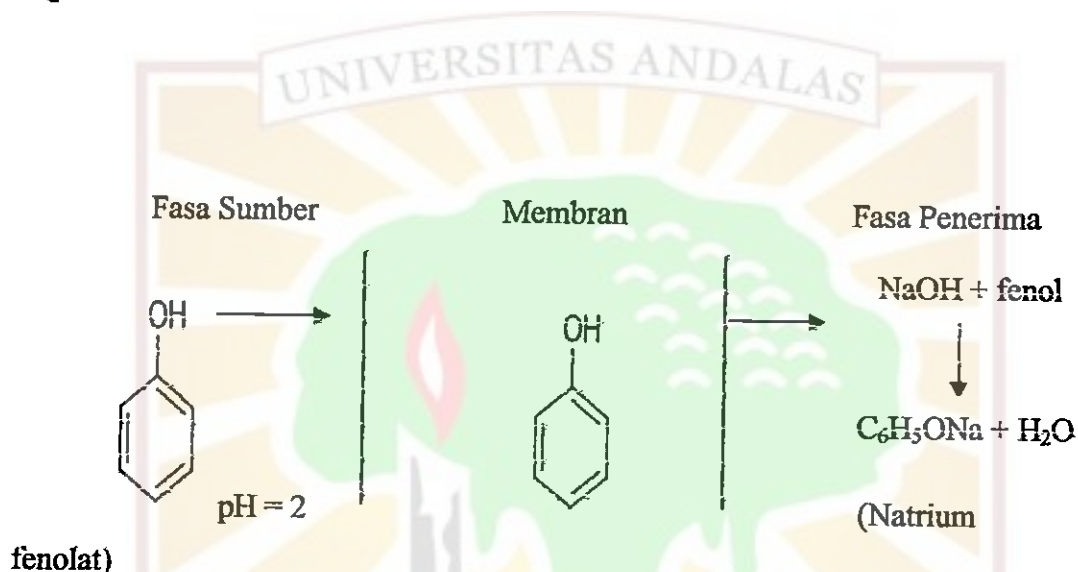
C = konsentrasi larutan cuplikan ($mol \cdot L^{-1}$)

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. Sistem surfaktan telah dikenal sebagai reagen yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan kekayaan permukaan dan mengembangkan konsep baru dalam kimia analisis. Surfaktan dikenal baik sebagai reagen penyerap, menurunkan tegangan muka pada cairan,

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 sedikit¹⁰.



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

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

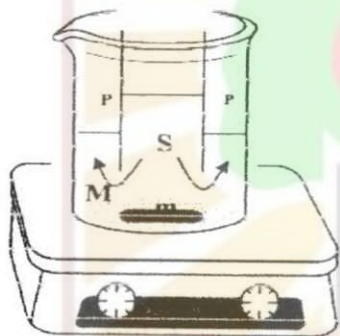
$$\% \text{ Transpor senyawa fenol ke fasa penerima} = \frac{\eta_p \times 100 \%}{\eta_s^o} \quad (1)$$

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

Dimana η_p adalah jumlah mol fenol yang ditranspor ke fasa penerima, η_s^o 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 Savafi¹¹, 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). Diseliling 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 dengan Span 60

P = fasa penerima berisi NaOH 0,2 M

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

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

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 Elektro kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Mei 2010 sampai 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 dalam penelitian ini antara lain : Fenol (C_6H_5OH), Kloroform ($CHCl_3$), Natrium Hidroksida ($NaOH$), Span 60, 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

Ditimbang sejumlah 0,25 g fenol ($M_r = 94 \text{ g/mol}$) dan dilarutkan dalam labu ukur 500 mL sampai tepat tanda batas. Larutan yang diperoleh adalah larutan yang mengandung fenol dengan konsentrasi 0,005319 M (500 ppm). Diambil sebanyak 2 mL, kemudian ditambahkan HCl 0,01 M atau NH_4OH 0,1 M sampai larutan pH 2 dan tambahkan 1 pipet larutan buffer sitrat pH 2 untuk menahan pH yang diinginkan lalu diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 50 mL sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan fenol dengan konsentrasi $2,13 \times 10^{-4} \text{ M}$ (20 ppm).

3.3.2 Pembuatan Larutan Fasa Membran

Larutan span 60 yang terlarut dalam kloroform sebanyak 30 mL digunakan 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 0,1 M.

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

a. Larutan NH_4OH 0,500 M

Dipipet 3,7 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

Sejumlah 2.030 g 4-aminoantipirin ditimbang dan dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades sampai tanda batas.

d. Larutan $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 0,240 M

Ditimbang 7,892 g $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ dan dilarutkan dalam labu ukur 100 mL dengan akuades sampai tanda batas.

3.4.3 Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Span 60 terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran

Percobaan sama seperti (3.4.2) untuk variasi konsentrasi surfaktan Span 60 pada fasa membran adalah (0 ; 0,50 ; 0,10 ; 1,70 ; 2,00 ; 2,50 ; 3,00) $\times 10^{-4}$ M dan waktu transpor 120 menit.

3.4.4 Penentuan Pengaruh Waktu Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol

Percobaan sama seperti 3.4.2 dengan variasi waktu lama pengadukan 10; 20; 30; 40; 60; 90; 120; 150 menit dan dengan konsentrasi Span 60 optimum di fasa membran yang didapatkan sebelumnya pada fasa membran.

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

Penentuan konstanta kecepatan transport fenol dari fasa sumber ke fasa membrane dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6) pada masing-masing perubahan waktu.

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

Penentuan konstanta kecepatan transport fenol dari fasa membran ke fasa penerima dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (7) dan (8).

BAB IV

HASIL DAN DISKUSI

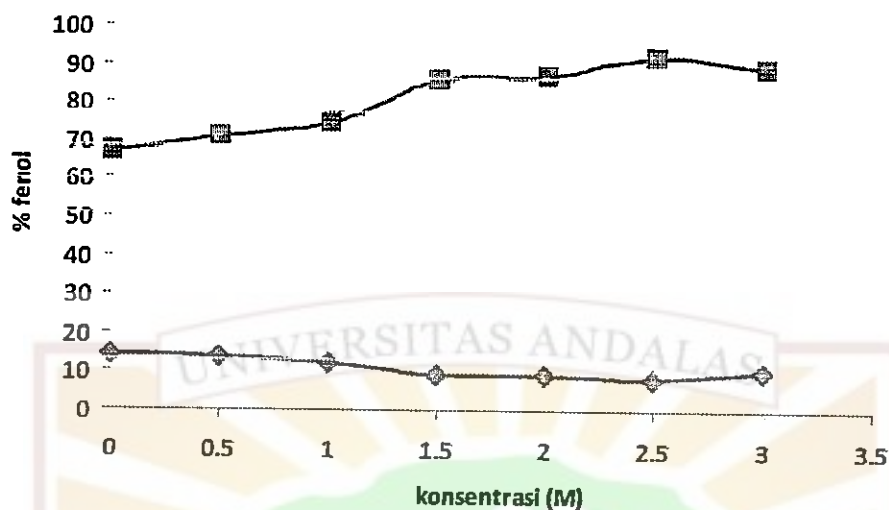
4.1 Penentuan Rekoveri Persentase Transport Fenol pada Kondisi Optimum Tanpa Surfaktan

Pengulangan proses transport fenol pada kondisi optimum dilakukan sebanyak 2 kali dan diperoleh persen rekoveri sebesar 85,338%(lampiran 5). Sedangkan oleh peneliti sebelumnya proses transport fenol yang didapatkan sebesar 93,070%.

4.2 Penentuan Konsentrasi Optimum Surfaktan Span 60 dalam Fasa Membran pada Proses Transpor Fenol

Pada dasarnya pemakaian surfaktan Span-60 dalam sistem transpor fenol bertujuan untuk membantu mempercepat proses transpor fenol. Secara fisika surfaktan memiliki kemampuan menurunkan tegangan antar muka antara dua fasa, untuk itu keberadaannya di dalam membran diharapkan dapat membantu kelancaran tertranspornya fenol antarfasa. Dalam kasus ini sebagai penelitian awal Span-60 ditambahkan dalam berbagai konsentrasi ke dalam membran kloroform sesuai dengan kemampuannya larut dalam senyawa semi-polar tersebut.

Gambar 6 menunjukkan bahwa penambahan Span-60 dari konsentrasi 0 M s.d $3,0 \times 10^{-4}$ M untuk waktu transpor 120 menit ternyata dapat meningkatkan persentase fenol antarfasa. Hal ini dapat dilihat dari transpor fenol tanpa surfaktan sebesar 67 % dan mengalami peningkatan bila ditambahkan surfaktan Span-60 sebagai zat aktif permukaan. Konsentrasi optimum Span-60 yang ditambahkan dalam fasa membran adalah $2,5 \times 10^{-4}$ M dengan persentase transpor fenol ke fasa penerima 88,84 %. Dilain pihak konsentrasi fenol yang bersisa di fasa sumber memperlihatkan penurunan yang terjadi secara kontinu sampai konsentrasi optimum Span-60. Ini terjadi karena penambahan surfaktan yang terlalu banyak dalam membran akan meningkatkan viskositas fasa membran sehingga dapat memperlambat difusi senyawa fenol dalam membran. Terjadinya penurunan persentase fenol ke fasa penerima setelah penambahan konsentrasi Span-60 $3,0 \times 10^{-4}$ M diduga karena terjadinya misel pada antarmuka membran.

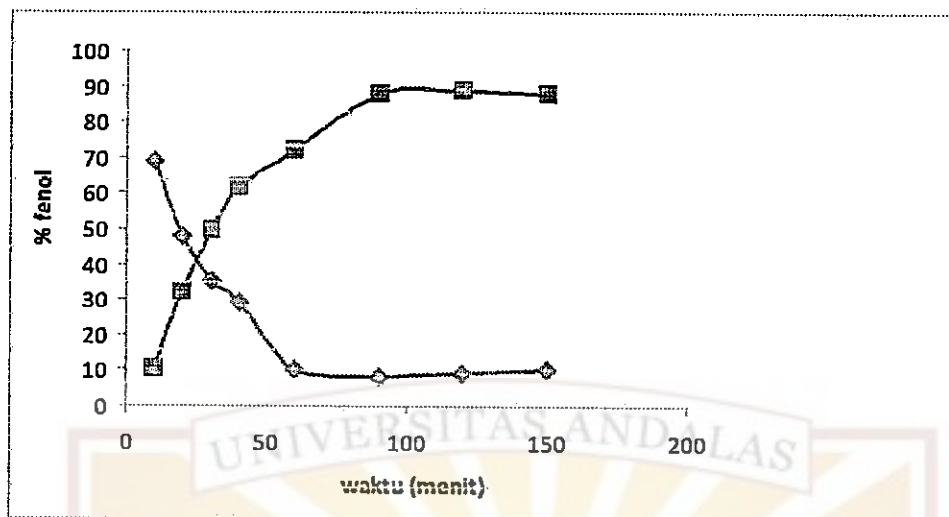


Gambar 6. Penentuan kondisi optimum konsentrasi surfaktan span 60 pada fasa sumber terhadap jumlah fenol ke fasa penerima (-■-), dan sisa fenol dalam fasa sumber (-◆-).

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 mL fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pada pH 2, fasa membran 30 mL kloroform yang mengandung surfaktan span 60, dan fasa penerima 12 mL NaOH 0,1 M, waktu transport 120 menit, waktu kesetimbangan 15 menit dan kecepatan pengadukan 340 rpm.

4.4 Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan Terhadap Transpor Fenol menggunakan konsentrasi optimum surfaktan span 60 di fasa membran

Transpor fenol pada proses membran cair fasa ruah berlangsung secara difusi, oleh karena itu sangat ditentukan lama pengadukan. Waktu transport bisa ditentukan dari lamanya pengadukan yang dilakukan dalam mentransport fenol dari fasa sumber ke fasa penerima karena lama pengadukan ini sangat mempengaruhi interaksi antar molekul dengan fasa membran dalam mempercepat terjadinya proses transport. Penentuan pengaruh lama pengadukan transport fenol ini dilakukan pada kondisi konsentrasi optimum surfaktan span 60 pada fasa membran dengan variasi lama pengadukan (10 menit – 150 menit). Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 7



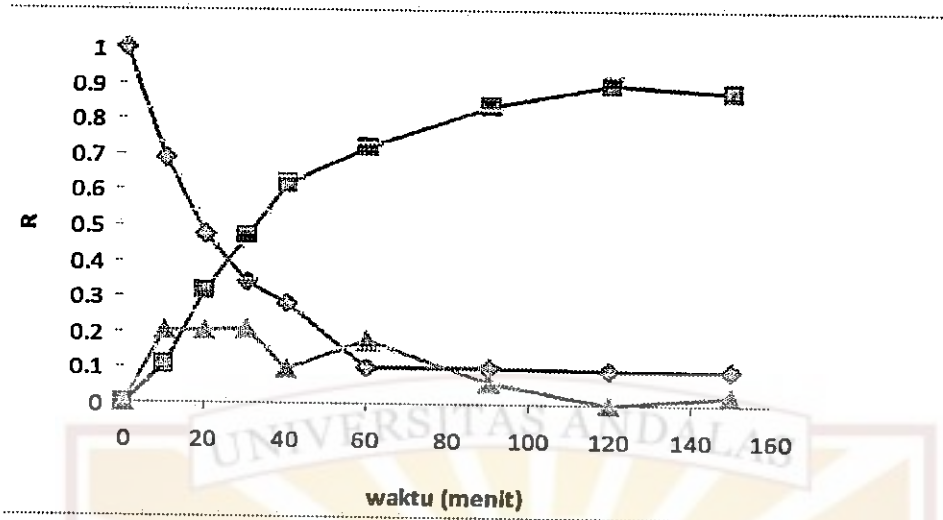
Gambar 7. Pengaruh lama pengadukan terhadap jumlah fenol ke fasa penerima (-■-), dan sisa fenol dalam fasa sumber (-◆-) menggunakan konsentrasi surfaktan optimum di fasa membran.

Kondisi percobaan : Fasa sumber 6 mL fenol $2,128 \times 10^{-4}$ M pada pH 2, fasa membran 30 mL kloroform yang mengandung surfaktan span 60, 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. Setelah dicapai keadaan dimana jumlah fenol maksimum maka dengan bertambahnya waktu pengadukan jumlah fenol tertranspor tidak mengalami perubahan lagi.

Dari Gambar 7 (Lampiran 5) terlihat bahwa waktu transpor optimum untuk transpor fenol adalah 120 menit dengan kecepatan pengadukan 340 rpm dimana persentase transpor fenol ke fasa penerima mencapai 88,84% sedangkan yang tersisa di fasa sumber berkisar 8,1% Pada waktu transpor besar dari 90 menit persentase fenol yang tertranspor ke fasa penerima dan yang bersisa di fasa sumber sudah konstan

Untuk memperjelas gambaran mekanisme transpor yang terjadi pada proses transpor fenol dengan aditif surfaktan span 60 dapat dilihat pada gambar 8 yang memperlihatkan perubahan perbandingan konsentrasi fenol dalam fasa sumber (Rs), fasa membran (Rm) dan fasa penerima (Rp).



Gambar 8. Perubahan perbandingan konsentrasi fenol di fasa sumber (Rs) (♦-♦-), fasa membran (Rm)(Δ) 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 span 60, 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 0,099 terhadap waktu transport 150 menit. Sebaliknya perubahan fenol dalam fasa penerima (Rp) meningkat secara sigmoïd dari 0 menjadi 0,877 terhadap waktu transpor 150 menit dan mencapai maksimum pada waktu tersebut dalam fasa membran. Dari kurva Gambar 8 terlihat bahwa proses transfer fenol memenuhi mekanisme reaksi konsekutif irreversibel orde satu.

Tabel 1. Konstanta kecepatan transport fenol pada suhu kamar (28°C)

k_1 (menit ⁻¹)			k_2 (menit ⁻¹)
Integrasi	Grafik	LMSM*	0,0309
0,0304	0.0351	0.0325	

*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

Berdasarkan mekanisme reaksi konsekutif irreversibel orde satu tsb ditentukan konstanta laju transpor fenol dari fasa sumber sampai ke fasa penerima dengan cara grafik integral dan LMSM konstanta kecepatan transport masuk ke dalam membran (k_1) rata-rata perwaktu adalah dengan perhitungan secara grafik ($k_1 = 0,0351$), LMSM ($k_1 = 0.0325$ menit⁻¹) dan secara integrasi didapatkan nilai ($k_1 = 0,0304$ menit⁻¹). Nilai k_1 yang diperoleh ternyata hampir sama daripada konstanta kecepatan transport keluar dari membran (k_2).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan pemakaian zat surfaktan span 60 dalam fasa membran tidak mempengaruhi waktu transport, dengan konsentrasi optimum surfaktan span 60 dalam fasa membran diperoleh $2,500 \times 10^{-4}$ M dengan persentase fenol yang transpor mencapai 88,84% dalam waktu transpor 120 menit.

Sistem transport ini memenuhi hukum kinetika dari reaksi konsekutif irreversible orde pertama. Konstanta kecepatan transport fenol pada temperatur kamar dari fasa sumber ke membran (k_1) sebesar $0,0304 \text{ menit}^{-1}$ dan dari fasa membran ke fasa penerima (k_2) sebesar $0,0309 \text{ menit}^{-1}$.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa zat surfaktan span 60 tidak efektif dalam mempersingkat waktu transport fenol pada teknik membran cair fasa ruah, maka disarankan melakukan penelitian lanjutan untuk menggunakan surfaktan yang lain.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Manahan, S.E., *Environmental Chemistry*, 6 Ed., Lewis Publisher, USA, 1994, pp 688-689.
2. Mulyasuryani A,dkk. *Metoda Sederhana untuk Monitoring Senyawa-senyawa Fenol di Perairan*. J. Penelitian Ilmu-ilmu Teknik (engineering) 9, 2, 1997. hal 107-125.
3. Khopkar, S.M. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. 1990. Hal 71-83.
4. Venkanteswarlu, B and K. Sheshalah. Sensitive Spectrophotometric Method for the Determination of Propoxur Using 4-Aminoantipyrine. *Talanta*, 42 : 71 - 76 (1995).
5. Rajacovic, Lj.V. et al, Sensitivity of Modified Bulk Acoustic Waves for the Detection of Phenols in the Vapour Phase, *Anal. Chem. Acta*, 318 : 77 – 87 (1995).
6. 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).
7. Xiao, M., Zhou, J. and Yuanhua. Treatment of Highly-Concentrated Phenol Wastewater with an Extractive Membrane Reactor Using Silicone Rubber. *J. Membr.Scie.*,195 : 281-293 (2006).
8. Charlena. *Ekstraksi Fenol dalam Air dengan Teknik Emulsi Membran Cair*. Tesis Pascasarjana Kimia Institut Teknologi Bandung. Hal 1-37 (1995).
9. Wan, Y.H and Xiang D.W. *Treatment of High Concentration Phenolic Wastel Water by Liquid Membrane with N₅₀₃ as Mobile Carrier*. J. Membr. Scie., 135. 1997. pp. 263-270.
10. A. Nezhadali, M. Hakimi and M. Heydari. 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 phthalic dicarboxaldehyde. *E-Journal of Chemistry*. 5 : 52-57 (2008).
11. Setiawan, A. *Optimasi Transfor Fenol dengan Membran Kloroform melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah*. Skripsi Sarjana Kimia. Universitas Andalas. 2010.
12. Mulder, M *Basic Principle of Membrane Technology*. Kluwer Academic Publisher, Dordrencht. 1991. pp. 244-259.

13. Kusuma, T.S. *Kinetika Kimia*. Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Andalas. 1981.
14. Richard, A.B. *Chemical Separation with Liquid Membranes*. ACS. Symposium series 642. Eds. American chemical Society. Washington DC. 1996. pp.1-202.
15. Safavi A. and E. Sahams. *Selective and Efficient Transport of Hg(II) Through Bulk Liquid Membrane Using Methyl Red as carrier*. J Membr. Sci. 1998. pp. 135-173.
16. Sartika Dewi, 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. Hal 24-25.



LAMPIRAN

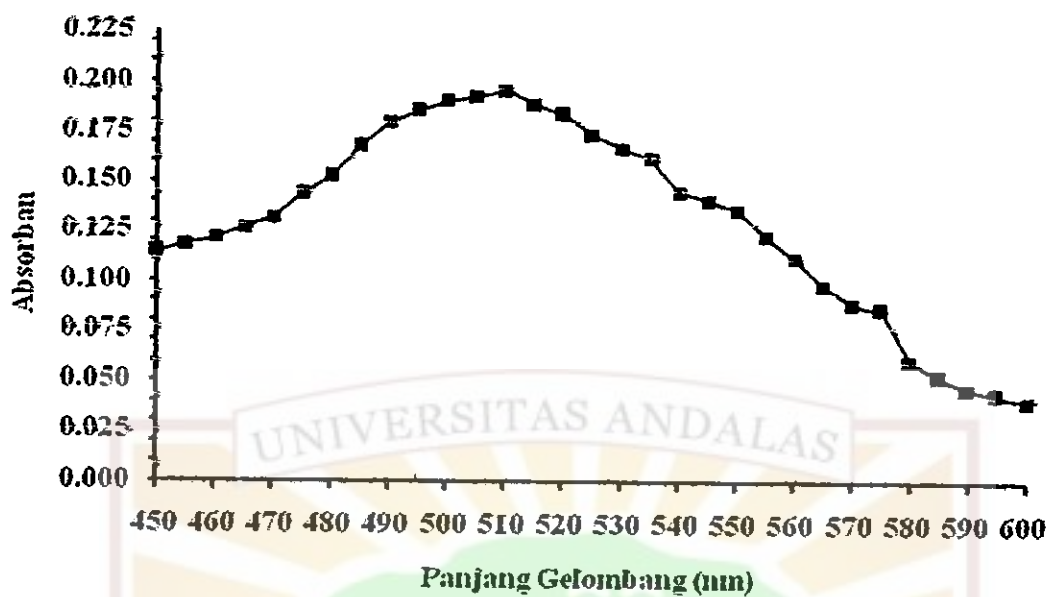
LAMPIRAN 1

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

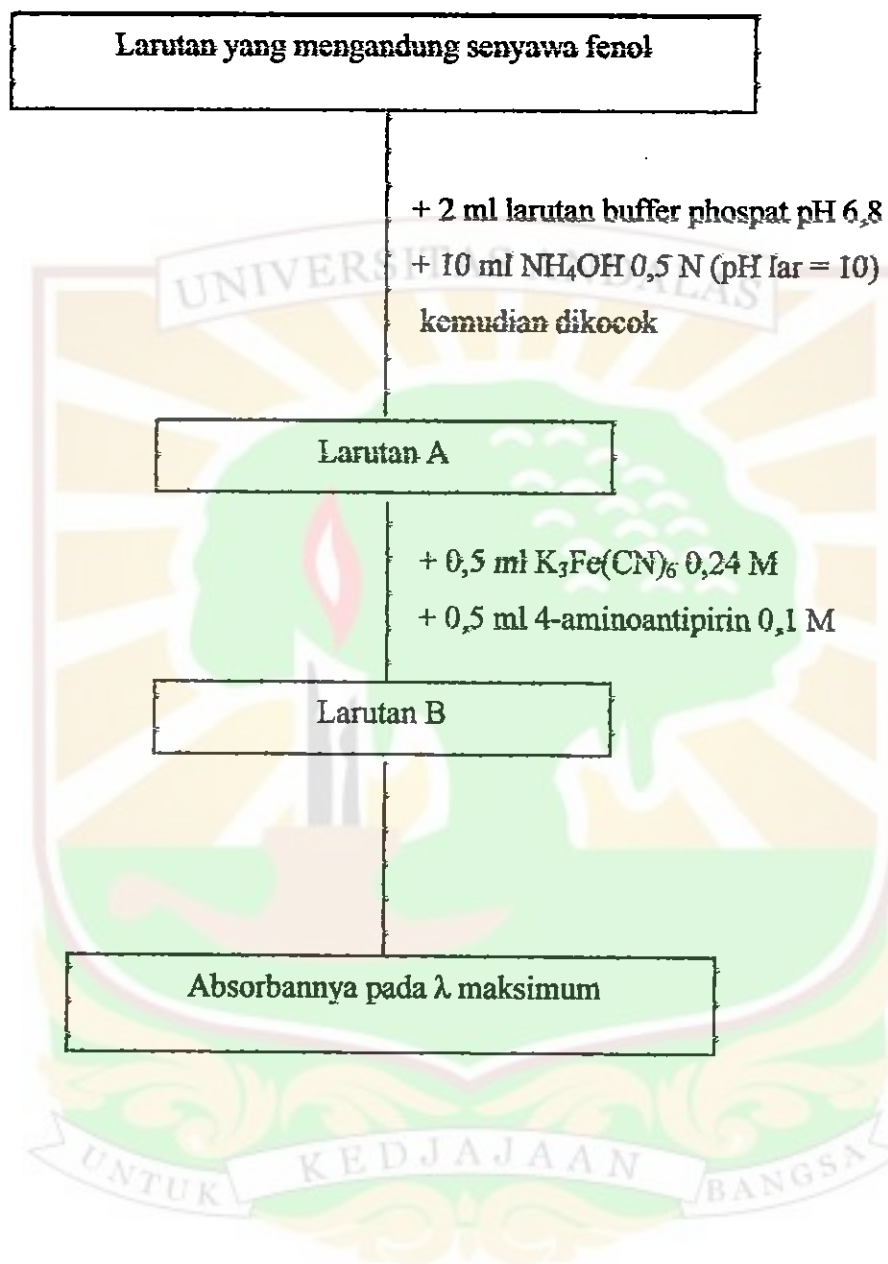
Panjang gelombang maksimum untuk penentuan konsentrasi fenol adalah 510 nm.



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

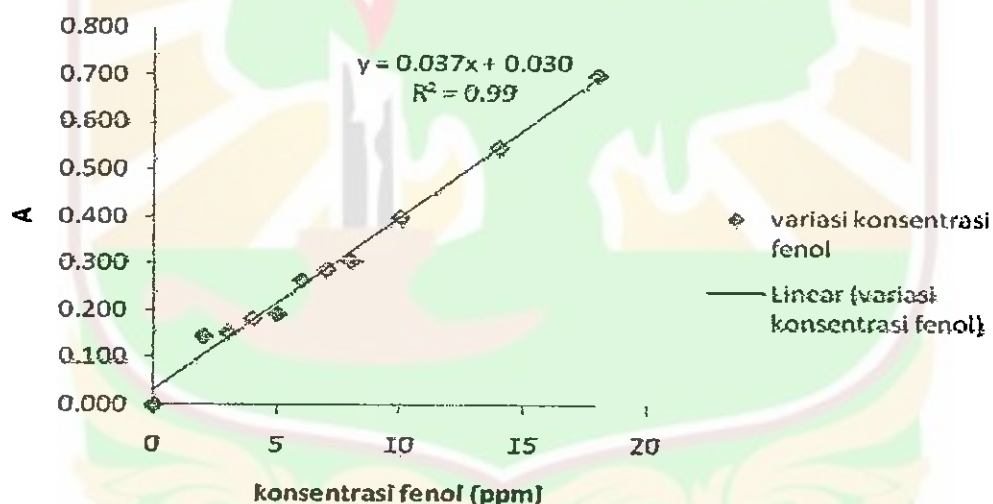


LAMPIRAN 3

Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Fenol

Tabel 3 : Data Pembuatan Kurva Kalibrasi Standar Fenol

No.	[Fenol] (ppm)	Absorban
1	0	0
2	2	0,146
3	3	0,154
4	4	0,183
5	5	0,193
6	6	0,265
7	7	0,288
8	8	0,306
9	10	0,399
10	14	0,547
11	18	0,700



Gambar 6. Penentuan kurva kalibrasi dengan variasi konsentrasi fenol (♦-) pada $\lambda_{\max}$ 510 nm

Pembuatan Larutan Standar dari Larutan Fenol 20 ppm pH 2 :

- 2 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$20 \text{ ppm} \times V_1 = 2 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1 \text{ ml}$$

- 3 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$20 \text{ ppm} \times V_1 = 3 \text{ ppm} \times 10 \text{ ml}$$

$$V_1 = 1,500 \text{ ml}$$

LAMPIRAN 4

Contoh perhitungan konsentrasi span 60 :

$$M = \frac{m}{Mr} \times \frac{1000}{100 \text{ ml}}$$

$$3,0 \times 10^{-4} M = \frac{m}{430,62} \times \frac{1000}{100 \text{ ml}}$$

$$m = 0,0129 \text{ gr}$$

- Untuk konsentrasi $1,7 \times 10^{-4} M =$

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 3,0 \cdot 10^{-4} = 100 \times 1,7 \cdot 10^{-4}$$

$$V_1 = 56 \text{ ml}$$

- Untuk konsentrasi $1,0 \times 10^{-4} M =$

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 3,0 \cdot 10^{-4} = 100 \times 1,0 \cdot 10^{-4}$$

$$V_1 = 33 \text{ ml}$$

LAMPIRAN 5

Penentuan Rekoveri Persentase Transpor Fenol pada Kondisi Optimum :

Absorban fasa sumber = 0,098

Absorban fasa penerima = 0,369

1. Persentase fenol dalam fasa sumber

$$A = 0,098 \rightarrow Y = 0,037x + 0,030$$

$$0,098 = 0,037x + 0,030$$

$$x = 1,837 \text{ ppm}$$

$$x = 0,196 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\% F_s = \frac{[\text{Fenol}]_s \times V_s}{[\text{Fenol}]_o \times V_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,196 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}} \times 100 \%$$

$$= 9,210 \%$$

$$= 9,210 \%$$

2. Persentase fenol dalam fasa penerima

$$A = 0,346 \rightarrow Y = 0,037x + 0,030$$

$$0,346 = 0,037x + 0,030$$

$$x = 8,540 \text{ ppm}$$

$$x = 0,908 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\% f_p = \frac{[\text{Fenol}]_p \times V_p}{[\text{Fenol}]_o \times V_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,908 \times 10^{-4} \text{ M} \times 12 \text{ ml}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}} \times 100 \%$$

$$= 85,338 \%$$

$$= 85,338 \%$$

3. Persentase fenol dalam fasa membran

$$\% F_m = 100 - (\% f_s + \% f_p)$$

$$= 100 - (9,210 + 85,338) \%$$

$$= 5,452 \%$$

LAMPIRAN 6

Data Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Span 60 terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran

Tabel 4: Data Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Surfaktan Span 60 terhadap Transpor Fenol pada Fasa Membran

No.	[span 60] ($\times 10^{-4}$ 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	0,302	14,180	0,719	67,000	1,107	18,820
2	0,500	0,290	13,600	0,753	70,810	1,085	15,590
3	1,000	0,259	12,162	0,779	73,243	1,090	14,595
4	1,500	0,196	9,000	0,908	85,600	1,024	5,400
5	2,000	0,189	9,400	0,920	86,480	1,019	4,120
6	2,500	0,173	8,100	0,975	88,845	0,980	0,300
7	3,000	0,213	10,000	0,946	86,919	0,969	1,081

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 Span 60 dengan berbagai konsentrasi
3. Fasa Penerima : 12 ml NaOH 0,100 M
4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm
5. Lama Pengadukan : 90 menit
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit

LAMPIRAN 7

Contoh Perhitungan Konsentrasi Fenol

Absorban fasa sumber = 0,090

Absorban fasa penerima = 0,346

1. Persentase fenol dalam fasa sumber

$$A = 0,090 \rightarrow Y = 0,037x + 0,030$$

$$0,090 = 0,037x + 0,030$$

$$x = 1,621 \text{ ppm}$$

$$x = 0,172 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\% F_s = \frac{[\text{Fenol}]_s \times V_s}{[\text{Fenol}]_o \times V_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,172 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}} \times 100 \%$$

$$= 8,083 \%$$

$$= 8,083 \%$$

2. Persentase fenol dalam fasa penerima

$$A = 0,369 \rightarrow Y = 0,037x + 0,030$$

$$0,369 = 0,037x + 0,030$$

$$x = 9,162 \text{ ppm}$$

$$x = 0,974 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\% F_p = \frac{[\text{Fenol}]_p \times V_p}{[\text{Fenol}]_o \times V_s} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,974 \times 10^{-4} \text{ M} \times 12 \text{ ml}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M} \times 6 \text{ ml}} \times 100 \%$$

$$= 91,541 \%$$

$$= 91,541 \%$$

3. Persentase fenol dalam fasa membran

$$\% F_m = 100 - (\% f_s + \% f_p)$$

$$= 100 - (8,083 + 91,541) \%$$

$$= 0,376 \%$$

LAMPIRAN 8

Data Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol

Tabel 5 : Data Penentuan Pengaruh Lama Pengadukan terhadap Transpor Fenol

No.	Lama Pengadukan (menit)	[Fenol] _s ($\times 10^{-4}$ M)	Fs (%)	[Fenol] _p ($\times 10^{-4}$ M)	Fp (%)	[Fenol] _m ($\times 10^{-4}$ M)	Fm (%)
1	10	1,466	68,910	0,119	10,810	0,547	20,280
2	20	1,020	47,970	0,339	31,890	0,769	20,140
3	30	0,690	32,430	0,497	46,750	0,941	20,280
4	40	0,603	28,370	0,698	64,890	0,867	9,740
5	60	0,218	10,270	0,764	71,890	1,146	17,840
6	90	0,215	10,000	0,891	87,690	1,022	6,220
7	120	0,201	10,000	0,954	88,845	0,959	0,000
8	150	0,212	10,000	0,934	87,,83	0,982	2,170

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 Span 60 ($2,5 \times 10^{-4}$ M)
3. Fasa Penerima : 12 ml NaOH 0,100 M,
4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm
5. Lama Pengadukan : 10 – 150 menit
6. Waktu Kesetimbangan : 15 menit

LAMPIRAN 9

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 Span 60 Optimum di Fasa Membran.

Tabel 6 : Percobaan dimana Konsentrasi Fasa Sumber, Penerima dan Membran Transpor Fenol pada Temperatur Kamar (28°C)

No	Waktu Transpor (menit)	[Fenol] _s ($\times 10^{-4}\text{M}$)	[Fenol] _p ($\times 10^{-4}\text{M}$)	R_s	R_p	R_m
1	0	2,128	0	1	0	0
2	10	1,466	0,115	0,688	0,108	0,204
3	20	1,020	0,339	0,476	0,318	0,272
4	30	0,690	0,497	0,349	0,467	0,209
5	40	0,603	0,658	0,283	0,618	0,099
6	60	0,218	0,764	0,102	0,718	0,180
7	90	0,215	0,891	0,101	0,837	0,062
8	120	0,112	0,957	0,099	0,899	0,002
9	150	0,212	0,934	0,099	0,877	0,024

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 $2,128 \times 10^{-4}\text{ M}$ pada pH 2

2. Fasa Membran : 30 ml kloroform yang mengandung Span 60

3. Fasa Penerima : 12 ml NaOH 0,100 M

4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm

5. Lama Pengadukan : 0 – 150 menit

6. Waktu Keseimbangan : 15 menit

LAMPIRAN 10

Contoh Perhitungan Nilai Rs, Rm dan Rp :

Penentuan nilai Rs, Rm dan Rp dari fenol pada temperatur 28°C pada waktu transpor 40 menit

$$[\text{Fenol}] \text{ yang tersisa di fasa sumber } ([\text{Fenol}]_s) = 0,603 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{Fenol}] \text{ yang tersisa di fasa penerima } ([\text{Fenol}]_p) = 0,658 \times 10^{-4} \text{ M}$$

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

Jadi,

$$\begin{aligned} R_s &= \frac{[\text{Fenol}]_s}{[\text{Fenol}]_0} \times \frac{\text{volume fasa sumber}}{\text{volume fasa sumber}} \\ &= \frac{0,603 \times 10^{-4} \text{ M}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M}} \times \frac{6 \text{ ml}}{6 \text{ ml}} \\ &= 0,283 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_p &= \frac{[\text{Fenol}]_p}{[\text{Fenol}]_0} \times \frac{\text{volume fasa penerima}}{\text{volume fasa sumber}} \\ &= \frac{0,658 \times 10^{-4} \text{ M}}{2,128 \times 10^{-4} \text{ M}} \times \frac{12 \text{ ml}}{6 \text{ ml}} \\ &= 0,618 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_m &= 1 - (R_s + R_p) \\ &= 1 - (0,283 + 0,618) \\ &= 0,099 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh nilai Rs adalah 0,283 Rp adalah 0,618 dan Rm adalah 0,099.

Lampiran 11

Gambar 11. Contoh Sel Membran Cair Fasa Ruah



LAMPIRAN 12

Data Percobaan Transport Fenol

Tabel 7. Data Percobaan Transport Fenol

Suhu (°C)	Waktu (menit)	R_s	R_p	R_m	K_1 (menit ⁻¹)	K_2 (menit ⁻¹)
28	0	1	0	0	0,0304	0,0309
	10	0,688	0,108	0,204		
	20	0,476	0,318	0,272		
	30	0,349	0,467	0,209		
	40	0,283	0,618	0,099		
	60	0,102	0,718	0,180		
	90	0,101	0,837	0,062		
	120	0,099	0,899	0,002		
	150	0,099	0,877	0,024		

$[Fenol]_s$ = Konsentrasi fenol sisa dalam fasa sumber

$[Fenol]_p$ = Konsentrasi fenol yang tertransport 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 Span 60
3. Fasa Penerima : 12 ml NaOH 0,100 M
4. Kecepatan Pengadukan : 340 rpm
5. Lama Pengadukan : 0 – 150 menit
6. Waktu Kesenjangan : 15 menit

Lampiran 13

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

Penentuan konstanta kecepatan transport fenol dari fasa sumber ke fasa membrane dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6) 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)

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

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

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

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

R_{s2}

Pada perubahan waktu 0 – 10 menit, nilai k_1

$$k_1 = \frac{\ln 1,000 / 0,688}{(10 - 0)} \\ = 0,0373$$

Pada perubahan waktu 0 – 20 menit

$$k_1 = \frac{\ln 1,000 / 0,476}{(20 - 0)} \\ = 0,0371$$

Dengan cara yang sama, sehingga diperoleh nilai rata-rata k_1 pada suhu kamar adalah 0,0304 menit⁻¹.

Lampiran 13

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

Penentuan konstanta kecepatan transport fenol dari fasa membran ke fasa penerima dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (7) dan (8) seperti contoh berikut :

Perhitungan k_2 untuk transport Fenol pada temperature kamar

Data : $k_1 = 0,0304 \text{ menit}^{-1}$

1. Waktu transport 0 menit

$$k_2 = 0$$

2. Waktu transport 20 menit, $R_m = 0,206$, $R_p = 0,318$

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

R_m :

$$\text{Pada } t = 20 \text{ menit, } 0,206 = \frac{0,0304}{(k_2 - 0,0304)} (e^{-(0,0304)(20)} - e^{-k_2 \cdot 20})$$

$$0,206k_2 - 0,0063 = 0,0166 - 0,0304 e^{-k_2 \cdot 20}$$

$$0,206k_2 - 0,0229 + 0,0304 e^{-k_2 \cdot 20} = 0 \dots\dots\dots(i)$$

R_p :

$$0,318 = 1 - \frac{1}{(k_2 - 0,0304)} (k_2 \cdot e^{-(0,0304)(20)} - 0,0304 e^{-k_2 \cdot 20})$$

$$0,682k_2 - 0,0207 = 0,544k_2 - 0,0304 e^{-k_2 \cdot 20}$$

$$-0,138k_2 - 0,0207 + 0,0304 e^{-k_2 \cdot 20} = 0 \dots\dots\dots(ii)$$

Dari persamaan (i) dan (ii) dieliminasi :

$$0,206k_2 - 0,0229 + 0,0304 e^{-k_2 \cdot 20} = 0$$

$$0,138k_2 - 0,0207 + 0,0304 e^{-k_2 \cdot 20} = 0 -$$

$$0,068 k_2 = 0,0022$$

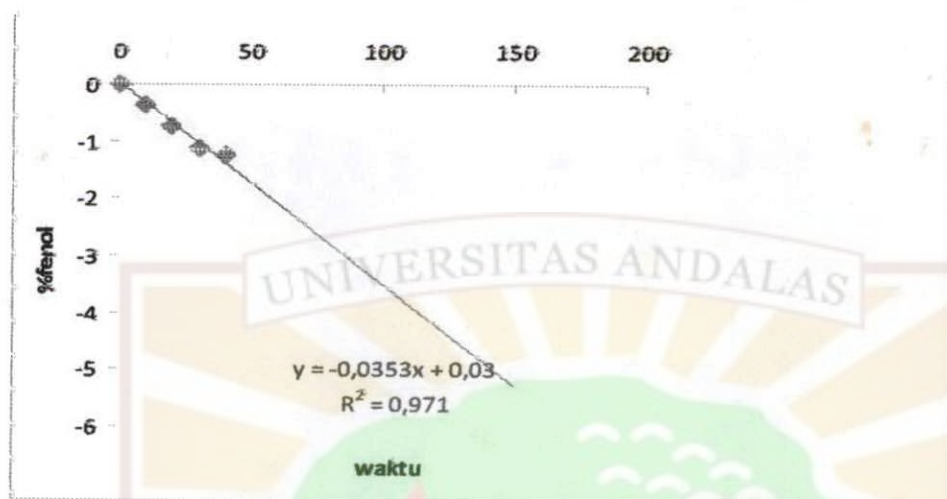
$$k_2 = 0,0324$$

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 kamar yaitu $0,0309 \text{ menit}^{-1}$.

Lampiran 14

Cara Lain dalam Penentuan Nilai k_1

- Berdasarkan Plot Grafik $\ln R_s$ vs t dari fenol pada temperature kamar (28°)



Nilai k_1 adalah $0.0353 \text{ menit}^{-1}$

- Berdasarkan Least Means Square Methode dari Fenol pada temperature kamar (28°C)

Tabel 8. Least Means Square Methode dari Fenol pada temperature kamar (28°C)

No	X	Y	XY	X^2
1	0	0	0	0
2	10	-0,3739	-3,739	100
3	20	-0,7423	-14,846	400
4	30	-1,1052	-33,156	900
5	40	-1,2623	-50,492	1600
Jumlah	100	-3,4837	-102,233	3000

Keterangan: X adalah waktu (menit)
Y adalah $\ln R_s$

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{n\sum XY - \sum X \cdot \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \\
 &= \frac{(5)(-102,233) - (100)(-3,4837)}{(5)(3000) - (100)^2} \\
 &= -0,0325
 \end{aligned}$$