

**MAKALAH SEMINAR NASIONAL**

**PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN SPAN-60 DAN SDS  
(SODIUM DODECYL SULFAT) TERHADAP ASPEK KINETIKA  
TRANSPOR FENOL DENGAN ZAT PEMBAWA N, N-DIMETIL  
ASETAMIDA MELALUI MEMBRAN CAIR FASA RUAH**

*Oleh :*

**DJUFRI MUSTAFA**



**Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Andalas  
Padang  
2010**

**PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN SPAN-60 DAN SDS  
(SODIUM DODECYL SULFAT) TERHADAP ASPEK KINETIKA  
TRANSPOR FENOL DENGAN ZAT PEMBAWA N, N-DIMETIL  
ASETAMIDA MELALUI MEMBRAN CAIR FASA RUAH**

Djufri Mustafa, Zaharasmu K, Shinta Apsari, Susanti Rachmanwati  
Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia FMIPA UNAND

**ABSTRAK**

Aspek kinetika proses transpor fenol dari fasa sumber ke fasa penerima melewati membran kloroform dan N, N-dimetil asetamida sebagai zat pembawa dengan teknik membran cair fasa ruah diteliti sampai batas waktu transpor 1 jam. Penambahan surfaktan SPAN-60 dalam fasa membran dan SDS dalam fasa penerima dalam rangka meningkatkan aspek kinetika transport. Proses transport  $2,13 \times 10^{-4}$  M dengan zat pembawa N, N-dimetil asetamida 0,05 M dan surfaktan Span-60  $2,5 \times 10^{-4}$  M dalam fasa membran serta SDS  $0,175 \times 10^{-4}$  M dan NaOH 0,2 M pada fasa penerima. Kecepatan transpor ditentukan dari perubahan konsentrasi fenol pada fasa sumber dan fasa penerima setiap periode waktu yang dimonitor dengan spektrometer sinar tampak pada  $\lambda_{max}$  510 nm. Dari hasil penelitian diidentifikasi reaksi bersifat irreversibel konsekutif orde satu. Harga konstanta kecepatan transport masuk fasa membran ( $k_1$ )  $0,1504 \text{ menit}^{-1}$  dan keluar ( $k_2$ )  $0,0418 \text{ menit}^{-1}$  dan  $E_a = 37,316 \text{ kJ/mol}$  untuk surfaktan Span-60 serta  $k_1$   $0,0511$  dan  $k_2$   $0,0426 \text{ menit}^{-1}$   $E_a$   $25,017 \text{ kJ/mol}$  untuk surfaktan SDS. Surfaktan SDS dalam fasa penerima lebih meningkatkan aspek kinetika dengan menurunkan energi aktivasinya.

Keyword : Membran cair fasa ruah, Span-60, SDS, Transpor Fenol

**1. Pendahuluan**

Teknik membran cair fasa ruah merupakan teknik pemisahan dengan sistem ekstraksi pelarut yang berlangsung kontinu dan efisien. Konstanta distribusi dan reagen pengomplek memegang peranan yang penting dalam proses pemisahan.

Proses ekstraksi pelarut ini dapat berlangsung secara difusi berdasarkan sifat kelarutan dan juga terjadi reaksi kompleks yang akan mempengaruhi sifat kelarutannya.<sup>2, 8)</sup>

Fenol merupakan senyawa antiseptik yang banyak digunakan dan senyawanya sangat mempengaruhi lingkungan serta perlu pemisahannya. Pada konsentrasi 0,1 mg/ L sudah berbahaya bagi kesehatan sedang persyaratan untuk air minum 0,001 mg/ L.<sup>1)</sup>

Aspek kinetika proses transport fenol dengan sistem membran cair fasa ruah dan zat pembawa N, N-dimetil asetamida perlu diteliti untuk mengambil suatu keputusan mengenai biaya dan efisiensi proses dalam aplikasi penanggulangannya. Aspek kinetika meliputi laju proses, konstanta laju proses, orde reaksi serta energi aktivasinya.<sup>9)</sup>

Kondisi optimum proses transport fenol dengan zat pembawa N, N-dimetil asetamida didapat oleh Deryandri untuk sistem reaktor dengan 6 mL fenol  $2,13 \times 10^{-4}$  M dalam fasa sumber dengan pH = 4 dan 20 mL larutan N, N-dimetil asetamida 0,05 M dalam kloroform sebagai fasa membran sedangkan 12 mL NaOH 0,2 M sebagai fasa penerima dengan kecepatan pengadukan 240 rpm dan waktu 3 jam untuk mencapai hasil 98,4 %.<sup>8)</sup>

Perubahan konsentrasi fenol setiap periode waktu diamati dengan spektrometer UV/ Vis  $\lambda_{max}$  510 dengan pereaksi 4 amino antipirin sehingga menghasilkan kompleks berwarna merah kekuningan. Dengan penambahan surfatan Span-60 dalam fasa membran dan SDS pada fasa penerima diharapkan dapat mempersingkat waktu transport sehingga lebih efisien dan mengurangi operasional dimana surfaktan merupakan zat aktif permukaan yang akan mempengaruhi kelangsungan proses transport.

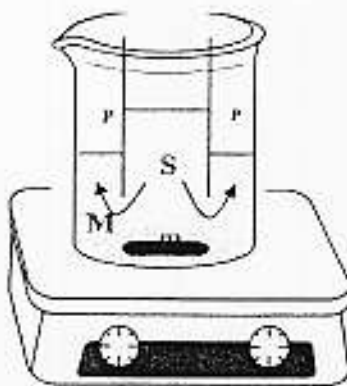
## 2. Bahan Dan Metoda

Bahan yang digunakan antara lain fenol ( $C_6H_5OH$ ), kloroform ( $CHCl_3$ ), N, N-dimetil asetamida ( $C_4H_9NO$ ), Span-60 ( $C_{24}H_{46}O_6$ ), SDS ( $NaC_{12}H_{25}SO_4$ ), 4-amino antipirin, NaOH, HCl,  $Na_4OH$ , buffer fosfat pH 6,8,  $K_3Fe(CN)_6$ , dan akuades .

Reaktor sel membran cair fasa ruah, magnetik stirrer, spektrometer UV/ Vis Spektrometri 20 D dan alat-alat gelas lainnya.

#### **Reaktor Membran Cair Fasa Ruah**

Ke dalam beker gelas 50 mL dimasukkan 20 mL kloroform yang mengandung  $2.5 \times 10^{-4}$  M Span-60 dan 2,05 M N, N-dimetil asetamida sebagai fasa membran. Ke dalam larutan tersebut dicelupkan pipa kaca diameter 2,17 cm dan dipipetkan 6 mL fasa sumber berupa larutan fenol  $2,13 \times 10^{-3}$  M pada pH 4. Di luar pipa kaca dimasukkan larutan NaOH 0,2 M yang sudah merupakan kondisi optimum percobaan sebelumnya.<sup>4,10)</sup>



- S = fasa sumber
- M = fasa membrane
- P = fasa penerima
- m = magnet pengaduk

Gambar 1 Model Reaktor Teknik Transpor Membran Cair Fasa Ruah

Teknik operasi dilakukan melalui pengadukan dengan magnetik stirrer pada kecepatan 340 rpm. Setelah itu, didiamkan selama 15 menit dan diukur konsentrasi fenol dalam fasa sumber dan fasa penerima dengan spektrofotometer pada  $\lambda_{\text{max}}$  510 nm menggunakan reagen pewarna 4-amino antipirin.

#### 1. Penetapan Orde Reaksi

Orde reaksi ditentukan berdasarkan bentuk kurva hubungan antara perbandingan konsentrasi fenol dalam fasa sumber pada waktu  $t$  terhadap konsentrasi awal pada  $t_0$  ( $R_s$ ) dengan waktu  $t$  untuk orde satu merupakan kurva eksponensial, sedangkan kurva hubungan perbandingan konsentrasi fenol dalam fasa penerima terhadap

konsentrasi awal ( $R_p$ ) dengan waktu  $t$  merupakan sigmoid dari bentuk kurva juga terlihat sifat proses transport apakah reversibel atau irreversibel.<sup>5, 6, 10)</sup>

2. Penentuan kontanta kecepatan proses transport dari fasa sumber ke fasa penerima. Percobaan dilakukan sesuai cara 3 pada suhu 302 °K dalam periode waktu transport 15, 20, 30, 45, 60 menit sesuai dengan kondisi optimum sebelumnya. Perubahan konsentrasi fenol dalm fasa sumber dan fasa penerima dimonitor setiap periode waktu tersebut dengan pereaksi 4-amino antipirin 0,1 M dan alat spektrofotometer UV/ Vis. Tentukan nilai  $R_s$ ,  $R_m$ , dan  $R_p$  setiap periode waktu.

$$R_s = \frac{C_s}{C_{s0}} \quad R_m = \frac{C_m}{C_{s0}} \quad R_p = \frac{C_p}{C_{s0}}$$

Ket :

$C_s$  = Kosentrasi fenol dalam fasa sumber  
 $C_{s0}$  = Kosentrasi fenol dalam fasa sumber pada  $t = 0$   
 $C_m$  = Kosentrasi fenol dalam fasa membran  
 $C_p$  = Kosentrasi fenol dalam fasa penerima

Nilai  $k_1$  dihitung dari persamaan untuk reaksi orde satu

$$R_s = e^{-k_1 t}$$

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

Nilai  $k_1$  dapat dihitung dengan metoda integrasi, metoda grafik ,dan metoda Least Means Square (LMS). sedangkan nilai  $k_2$  dihitung dari persamaan

$$R_m = \frac{k_1}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t})$$

3. Penentuan energi aktivasi ( $E_a$ )

Energi aktivasi dihitung dari harga kontanta kecepatan transport yang kecil pada berbagai variasi suhu 287°, 292°, 297°, 302°, 307°K dengan persamaan Arrhenius.<sup>10)</sup>

$$k = A e^{-E_a/RT} \quad \text{atau} \quad \ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

Dari kurva hubungan antara  $-\ln k$  dengan  $\frac{1}{t}$  yang merupakan persamaan garis lurus dan dari harga koefisien regresi garis tersebut dikalikan harga R, didapat nilai energi aktivasinya.

#### 4. Pengaruh Surfaktan terhadap Aspek Kinetika

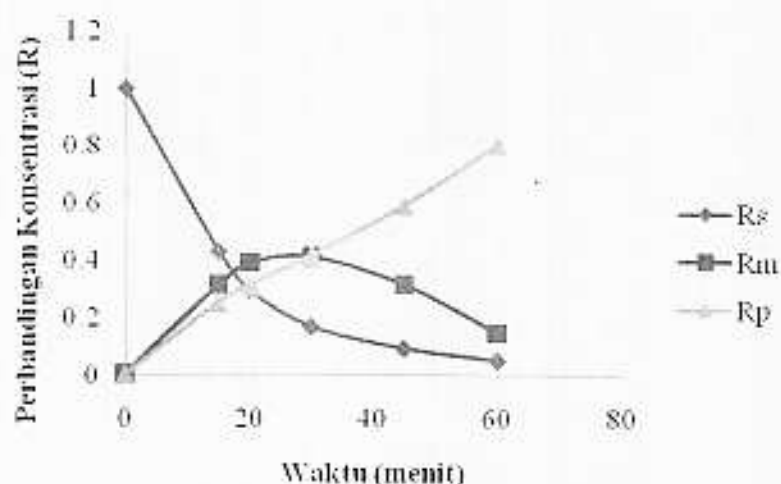
Dalam fasa membran ditambahkan surfaktan Span-60  $2,5 \times 10^{-4}$  M yang merupakan surfaktan nonionik yang dapat larut baik dalam fasa membran, sedangkan SDS  $0,175 \times 10^{-4}$  M merupakan surfaktan anionik yang dapat larut baik dalam pelarut polar (air) yang ditempatkan pada fasa penerima.<sup>12)</sup>

### 3. Hasil Dan Diskusi

#### 1. Kecepatan proses transport fenol dalam teknik membran cair fasa ruah dengan surfaktan Span-60.

Berdasarkan perubahan perbandingan konsentrasi fenol yang tersisa pada fasa sumber terhadap konsentrasi awal ( $R_s$ ) dan perubahan konsentrasi fenol dalam fasa penerima terhadap konsentrasi awal ( $R_p$ ), sedangkan  $R_m$  merupakan selisihnya  $R_m = 1 - (R_s + R_p)$ .

Hubungan perubahan perbandingan konsentrasi (R) terhadap waktu (menit) dapat dilihat pada gambar 2.



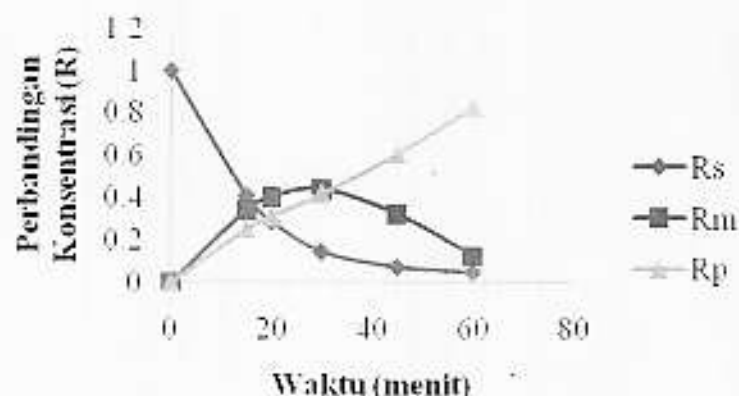
Gambar 2. Kurva hubungan perubahan perbandingan konsentrasi fenol ( $R_s$ ),  $R_m$ ,  $R_p$  terhadap waktu dengan surfaktan Span-60

Proses transport fenol dalam teknik membran cair fasa ruah dengan penambahan surfaktan Span-60 dalam fasa membran dapat memperpendek waktu transport 1 jam, sedangkan yang dilakukan tanpa surfaktan oleh Noverma Sartika Dewi (2009) mem butuhkan waktu 2,5 jam untuk mencapai hasil proses yang bersamaan.

Berdasarkan perubahan perbandingan konsentrasi dalam fasa sumber ( $R_s$ ) merupakan kurva ekponensial dan dalam fasa penerima ( $R_p$ ) merupakan kurva sigmoid seperti terlihat pada gambar 2 di atas yang menyatakan proses transport berlangsung mengikuti reaksi orde satu yang irreversibel.

## 2. Kecepatan proses transport fenol dalam teknik membran cair fasa ruah dengan Sodium Dodecyl Sulfat (SDS)

Kecepatan proses transport fenol berdasarkan perubahan perbandingan konsentrasi dalam bentuk  $R_s$ ,  $R_p$ , dan  $R_m$  terlihat perubahan yang hampir bersamaan antara penambahan surfaktan Span-60 dalam fasa membran dan penambahan SDS dalam fasa penerima terlihat dalam kurva berikut.



Gambar 3. Kurva hubungan perubahan perbandingan konsentrasi fenol ( $R_s$ ),  $R_m$ ,  $R_p$  terhadap waktu dengan surfaktan SDS

Perubahan kecepatan transport fenol dalam teknik membran cair fasa ruah dengan zat pembawa N, N-dimetil asetamida dengan ada surfaktan Span-60 dalam fasa membran dan SDS. Dalam fasa penerima sangat mempercepat waktu proses

dari 2,5 jam menjadi 1 jam akibat peran surfaktan yang menurunkan tegangan antar muka diantara kedua fasa. Penurunan tegangan antar muka antara fasa sumber dengan fasa membran oleh surfaktan Span-60 ataupun adanya surfaktan SDS antara fasa membran dan fasa penerima dapat memudahkan berlangsungnya proses transport antar fasa dimana surfaktan berperan melemahkan gaya tarik yang ada pada antar muka tersebut.

### 3. Pengaruh suhu terhadap konstanta kecepatan transport fenol dengan surfaktan Span-60 dan SDS.

Nilai kecepatan transport fenol dari fasa sumber ke fasa penerima ( $k_1$ ) didapat dari plot  $\ln R_s$  vs  $t$ , sedangkan nilai  $k_2$  dari fasa membran ke fasa penerima berdasarkan plot  $\ln R_p$  vs  $t$ . Dari koefisien regresi masing-masing persamaan regresinya didapatkan nilai konstanta kecepatan transport yang terlihat pada Tabel. 1

Tabel 1. Konstanta transport pada berbagai suhu dengan penambahan surfaktan Span-60 dan SDS

Temperatur (°K)	Penambahan Surfaktan			
	Span-60		SDS	
	$k_1$ (menit <sup>-1</sup> )	$k_2$ (menit <sup>-1</sup> )	$k_3$ (menit <sup>-1</sup> )	$k_4$ (menit <sup>-1</sup> )
287	0,0206	0,0189	0,0261	0,0250
292	0,0250	0,0236	0,0308	0,0305
297	0,0304	0,0293	0,0360	0,0345
302	0,0504	0,0418	0,0511	0,0426
307	0,0382	0,0368	0,0421	0,0395

Kenaikan suhu memperlihatkan kenaikan harga konstanta kecepatan transport fenol dengan zat pembawa N, N-dimetilasetamida baik dengan penambahan surfaktan Span-60  $2,5 \times 10^{-4}$  M dalam fasa membran atau surfaktan SDS  $0,175 \times 10^{-4}$  M dalam fasa penerima memperlihatkan hasil yang hampir bersamaan pada kondisi optimum percobaan. Pada suhu 307° K nilai  $k_1$  dan  $k_2$  baik pada penambahan surfaktan Span-60 atau SDS terjadi penyimpangan akibat rusaknya surfaktan dan terbentuk emulsi.

### 4. Energi aktivasi proses transport fenol dengan adanya surfaktan



Energi aktivasi sistem transport fenol antar fasa dihitung berdasarkan persamaan Arrhenius  $\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$  dimana nilai k yang dimasukkan adalah nilai  $k_2$  untuk masing-masingnya yang merupakan nilai yang kecil akan mendapatkan nilai  $E_a$  yang besar. Berdasarkan persamaan regresi untuk nilai  $k_2$  terhadap suhu untuk surfaktan Span-60 didapatkan persamaan regresinya

$Y = 11,62 - 4488,34x$  dengan  $R^2 = 0,968$  yang bila dihitung dengan persamaan di atas didapatkan  $E_a = 37,16$  kJ/ mol atau 8,955 kkal/ mol, sedangkan untuk surfaktan SDS didapatkan persamaan regresinya

$Y = 6,97 - 3062,54x$  dengan  $R^2 = 0,998$  yang bila dihitung didapatkan  $E_a = 25,017$  kJ/ mol atau 6,004 kkal/ mol.

Dari kedua hal di atas energi aktivasi proses transport ini kecil daripada 10 kkal/ mol yang berarti proses transport ini dikontrol oleh proses difusi.

#### 4. Kesimpulan

Kinetika sistem transport fenol melalui teknik membran cair fasa ruah dengan N, N-dimetilasetamida sebagai pembawa dan surfaktan Span-60  $2,5 \times 10^{-4}$  M pada fasa membran dan SDS  $0,175 \times 10^{-4}$  M dalam fasa penerima merupakan reaksi orde satu dan irreversibel. Dengan adanya surfaktan Span-60 dalam fasa membrane didapat  $k_1 = 0,0504$  menit<sup>-1</sup> dan  $k_2 = 0,0418$  serta  $E_a = 37,316$  kJ/ mol, sedangkan pada surfaktan SDS dalam fasa penerima didapat  $k_1 = 0,0511$  menit<sup>-1</sup> dan  $k_2 = 0,0426$  menit<sup>-1</sup> serta  $E_a = 25,017$  kJ/ mol. Surfaktan Span-60 dan SDS yang ditambahkan pada antar fasa dapat mempersingkat waktu transport dari 2,5 jam menjadi 1 jam pada hasil proses transport yang bersamaan.

#### 5. Daftar Pustaka

1. Charlena.(1995). Ekstraksi Fenol Dalam Air dengan Teknik Emulsi Membran Cair. *Tesis Pascasarjana Kimia Institut Teknologi Bandung*. Hal 1-37.
2. Deryandri. (2008). Pemisahan Fenol dengan Teknik Emulsi Membran Cair Menggunakan N,N-dimetilasetamida sebagai Pembawa. *Skripsi Sarjana Kimia Universitas Andalas*. Hal 9-31.

3. G. Leon, R. de los Santos, M.A. Guzman. (2004). *Reduction of Sodium and Chloride Ion Content in Aqueous Solution by Bulk Liquid Membrane : Kinetik Approach*, J.Membr.Sci., 168. pp. 271-275.
4. G. Leon, M.A. Guzman. (2004). *Transport of Cobalt Through Bulk Liquid Membrans Containing Diethyl, Faciliyayed Hexyl Phosporic acid*, J. Membr. Sci. 168. pp. 271-275.
5. Granado-Castro, M d Galindo-Riano, M. Garcia-Vargas. (2004). *Model eksperiments to test the use of a Liquid membrane for separation and preconcentration of copper from natural water*, *Analytical Cimica Acta*. 506. 99, 81-86.
6. Khalid, F et,al. (2005). *Separation Study of Cadmium as  $Cd^{2+}$  Through a Bulk Liquid Membrane Containing Ketoconazole and Qleic acid*, *Anal. Sci.* 21 : 501-505.
7. Leon G., R. Delos Santos, M.A Guzman. (2004). *Reduction of Sodium and Chloride Ion Content in Aqueous Solution by Bulk Liquid Membrans : Kinetic Approach.*, J. Memb. Sci. 168 : 271-275.
8. Mulder, M. (1991). *Basic Principle of Membrane Technology*. *Kluwer Academic Publisher*, Dordrencht. pp. 244-259.
9. Noverma S,D. (2009). *Optimasi Trasnport Fenol dari dalam Air dengan Zat Pembawa N,N-dimetilasetamida Melalui Tekiik Membran Cair Fasa Ruah*, *Skiripsi Sarjana Kimia*. Universitas Andalas.
10. Richard, A.B. (1996). *Chemical Separation with Liquid Membrans*. ACS. Symposium series 642. Eds. American Chemical Sociaty. Washington DC. Pp. 1-202.
11. Safavi A. And Sahams e. (1998). *Selective and Efficient Transport of Hg(II) Through Bulk Liquid Membrane Using Methyl Red as Carrier*. J. Memb. Sci. 135 : 173.
12. Valenzuela et, al. (2003). *Influnce of Nonionic Surfactant Coumpound on Coupled Transport of Copper (II) Through a Liquid Membrane*. J. Chil. Chem. 48.