

Optimasi Transpor Co(II) Antarfasa dengan Zat Pembawa Ammonium Pirolidin  
Ditiokarbamat (APDC) melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Boy Chandra\*), dengan Pembimbing I  
Zaharasmah Kahar, M.Si\*) dan Pembimbing II  
Prof. Dr. Hermansyah Azis  
Kimia Fisika Jurusan Kimia Universitas Andalas Padang

**Abstrak**

Penarikan Co(II) dari larutan berair dapat dilakukan dengan menggunakan teknik membran cair fasa ruah. Co(II)  $3.39 \times 10^{-4}$ M diekstraksi dari pelarut air dengan cara mentranspornya memakai ammonium pirolidin ditiokarbamat (APDC) sebagai zat pembawa ke dalam pelarut organik kloroform kemudian distriping kembali ke dalam pelarut air yang mengandung NaEDTA sebagai reagen penerima. Persentase transpor Co(II) ditentukan dari jumlah Co(II) yang tertranspor ke fasa penerima dan yang tersisa di fasa sumber dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom pada  $\lambda_{maks}$  240.7 nm dan pengadukan magnetik pada kecepatan 300 rpm. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kondisi optimum transpor Co(II) yaitu pada pH 7 dengan perbandingan konsentrasi Co(II) dengan APDC 1:5 di fasa sumber, konsentrasi NaEDTA 0,1 M sebagai reagen stripping di fasa penerima dan waktu transpor 1 jam. Pada kondisi ini, Co(II) yang ditranspor ke fasa penerima 94 % sedangkan tersisa di fasa sumber 1 %.

**Kata kunci** : Optimasi, ekstraksi Co(II), membran cair fasa ruah, APDC, spektrofotometerserapan atom

**ABSTRACT**

Withdrawal of Co (II) from aqueous solution can be done by using bulk liquid membrane phase. Co (II)  $3.39 \times 10^{-4}$ M solvent extracted from water by using Ammonium Pirolidin Ditiokarbamat (APDC) as a carrier substance into an organic solvent of chloroform and then distriping back into the water solvent as a reagent containing NaEDTA recipient. Percentage transport of Co (II) determined from the amount of Co (II) which transported to the receiver phase and the remaining in-phase sources using atomic absorption spectrophotometer at 240.7 nm and max magnetic stirring at a speed of 300 rpm. From the results obtained that the optimum conditions of transport of Co (II) is at pH 7 with a ratio of the concentration of Co (II) with APDC 1:5 in the source phase, concentration of 0.1 M NaEDTA stripping as a reagent in the receiving phase and time of 1 hour transport. In these conditions, Co (II) is transported into the receiving phase while the remaining 94% in 1% phase source.

**I. Pendahuluan**

Kemajuan teknologi banyak menghadirkan berbagai macam industri.

Kegiatan industri tidak terlepas dari limbah yang dihasilkan. Limbah tersebut merupakan ion-ion logam yang berasal

dari bahan-bahan kimia yang digunakan. Untuk itu proses pemisahan logam memainkan peran yang penting saat ini, mulai dari pengendalian pencemaran logam berat hingga pemisahan logam-logam berharga dari pengotor-pengotornya dan bagi keperluan analisis<sup>1</sup>. Pada dasarnya proses pemisahan logam dari limbah dilakukan untuk mengurangi pencemaran dan memanfaatkan logam sisa, terutama logam berat.

Pencemaran logam berat merupakan permasalahan yang sangat serius untuk ditangani, karena merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum. Salah satu solusinya adalah mencari metoda yang sederhana untuk dapat mendeteksi dan mengangkat ion logam tersebut secara maksimal. Salah satu metoda yang diusulkan adalah pemisahan dengan membran cair. Dalam teknik membran cair, senyawa pembawa memainkan fungsi penting dimana sebagai fasilitator dalam kinerja pemindahan dan pemisahan ion logam dari fasa sumber. Senyawa pembawa yang baik adalah yang mempunyai kemampuan ekstraksi yang tinggi melalui pembentukan kompleks yang stabil didalam membran, mempunyai selektifitas pemisahan yang tinggi terhadap spesies tertentu, serta memiliki kelarutan dan koefisien difusi yang baik dalam pelarut organik (membran). Senyawa pembawa ini akan membentuk kompleks dengan ion logam melalui ikatan kimia antara gugus aktif dengan ion logam<sup>1</sup>.

Amonium pirolidin ditiokarbamat (APDC) merupakan pengomplek yang sangat efektif dan banyak dipakai dalam proses ekstraksi. Untuk hal ini telah dilakukan penelitian terhadap sistematika

kemampuan APDC mengekstraksi ion-ion logam<sup>2</sup>, Kemudian dipublikasikan bahwa APDC mampu mengekstraksi banyak ion logam secara serentak ke dalam metil isobutil keton (MIBK) pada pH yang hampir bersamaan<sup>3</sup>. Akan tetapi pemakaian APDC sebagai zat pembawa dalam teknik membran cair fasa ruah belum pernah dilaporkan. Pada penelitian ini dikembangkan teknik membran cair fasa ruah untuk memisahkan Co(II) dalam air. Selama ini untuk memisahkan Co(II) dipakai oksin sebagai zat pembawa dan memberikan hasil yang cukup akurat<sup>4</sup>. Sejauh mana kemampuan APDC dapat dipakai sebagai zat pembawa Co(II) melalui teknik ini perlu penelitian lebih lanjut. Teknik ini mempunyai beberapa keuntungan, antara lain cara pembuatan yang mudah dan praktis. Selain itu, membran dapat didaur ulang serta proses ekstraksi dan ekstraksi balik (stripping) Co(II) berlangsung dalam satu tahap sehingga memungkinkan sistem proses ekstraksi dengan teknik membran cair fasa ruah ini lebih praktis dibandingkan dengan teknik ekstraksi pelarut<sup>5</sup>. Penelitian ini merupakan penelitian pendahulu untuk menentukan spesifikasi ekstraksi Co(II) dengan APDC sebagai pengompleks melalui kondisi optimum sistem transpor Co(II) antar fasa menggunakan teknik membran cair fasa ruah.

## **II. Bahan dan Metode**

### **2.1 Alat yang digunakan**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer serapan atom, sel membran cair fasa ruah, Neraca Analitik Ainsworth, magnetik stirrer, pH meter Hanna Instruments tipe HI 8010, dan alat-alat gelas kimia lainnya.

## **2.2 Bahan yang digunakan**

Bahan-bahan yang digunakan umumnya spesifikasi p.a antara lain: garam  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ), APDC, HCl,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , NaEDTA,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , dan akuades.

## **2.3 Pembuatan Reagen Untuk Keperluan Analisis**

### **2.3.1 Pembuatan Larutan Fasa Sumber**

Sejumlah 2,019 g  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dilarutkan dengan HCl 0,1 M sebanyak 2 mL, kemudian dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 500 mL, larutan yang diperoleh adalah larutan induk Co(II) 1000 ppm. Diambil sebanyak 2 mL, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Sebanyak 0,0496 g APDC dilarutkan dengan 50 mL akuades (dengan sedikit pemanasan). Larutan ini dimasukkan ke dalam labu ukur yang berisi larutan Co(II), ditambahkan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M beberapa tetes untuk menaikkan pH dan tambahkan larutan buffer asetat untuk mengatur pH 3 - 7, lalu encerkan campuran ini sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan fasa sumber dengan perbandingan konsentrasi Co(II) : APDC (1 : 1) atau  $3,39 \cdot 10^{-4} \text{ M} : 3,39 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ . Untuk membuat larutan kerjanya, dibuat perbandingan Co(II) : APDC 1:2, 1:5, 1:10, 1:15 dan 1:30.

### **2.3.2 Pembuatan Larutan Fasa Membran**

## **III. Hasil Dan Pembahasan**

### **3.1 Penentuan pengaruh pH Fasa Sumber**

Diambil 30 mL larutan kloroform dan dimasukkan kedalam beker sel membran cair fasa ruah untuk difungsikan sebagai fasa membran.

### **2.3.3 Pembuatan Larutan Fasa Penerima**

Fasa penerima terdiri dari asam kuat (asam klorida, asam sulfat, asam nitrat, dan NaEDTA) dengan konsentrasi 0,01–0,3 M.

## **2.4 Prosedur Kerja**

### **2.4.1 Penentuan Transpor Ion Co(II) dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah**

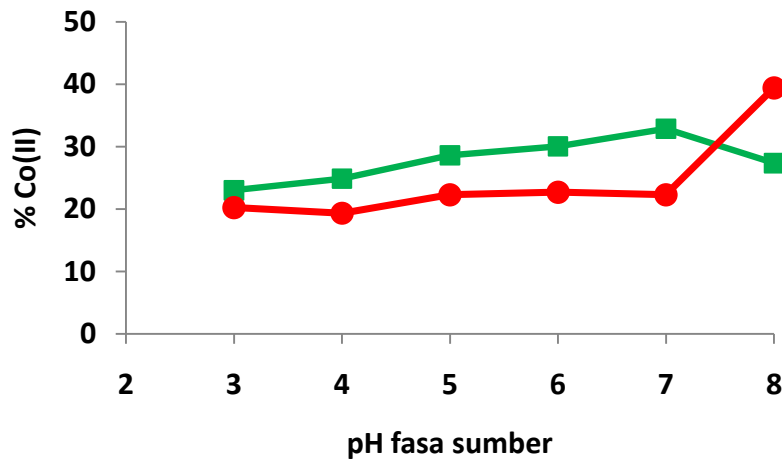
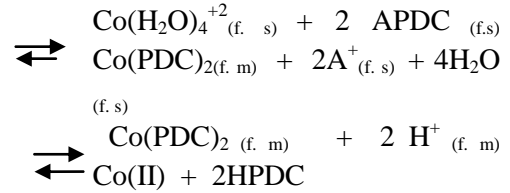
Disiapkan beker gelas 50 mL dan dimasukkan sebagai fasa membran 30 mL larutan kloroform. Dalam larutan fasa membran ini dicelupkan sebuah tabung kaca silindris dan dipipetkan ke dalamnya 6 mL larutan fasa sumber berupa Co(II) dan APDC pada perbandingan konsentrasi (1:1) dan pH tertentu. Di luar tabung gelas dipipetkan 12 mL fasa penerima berupa larutan asam klorida 0,1 M. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetik stirer pada kecepatan 300 rpm selama 1 jam. Setelah pendiaman 15 menit, fasa penerima dan fasa sumber diambil untuk diukur jumlah konsentrasi ion yang terkandung di dalamnya dengan spektrofotometer serapan atom sehingga diperoleh kondisi optimum untuk transpor ion logam ini.

Reaksi pertama yang diatur sedemikian rupa adalah interaksi Co(II) dengan APDC di fasa sumber membentuk kompleks yang tidak bermuatan  $\text{Co(PDC)}_2$ . Interaksi ini akan menyebabkan terjadi transportasi

Co(II) dari fasa sumber ke fasa membran karena kompleks ini larut baik dalam kloroform. Kecendrungan Co(II) untuk membentuk kompleks dengan APDC sangat dipengaruhi oleh pH fasa sumber. Pada pH yang tepat Co(PDC)<sub>2</sub> akan terbentuk dan terjadi ekstraksi Co(II) dari fasa sumber ke fasa membran dan selanjutnya distripping ke fasa penerima melalui reaksi protonasi dengan asam klorida.

Proses ini berlangsung juga dengan bantuan pengadukan magnet dan penyusunan sistem alir berdasarkan urutan

kekuatan kestabilan kompleks/interaksi antarfasa. Gaya sentrifugal akibat pengadukan yang dilakukan dengan putaran magnet akan mempercepat interaksi Co(II) dari fasa sumber ke antarmuka fasa membran membentuk kompleks yang reversibel pada pH tertentu seperti reaksi berikut:



**Gambar 4.** Pengaruh pH terhadap jumlah Co(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa Co(II) dalam fasa sumber (-●-).

**Kondisi percobaan :** Fasa sumber 6 ml Co(II) 3,39. 10<sup>-4</sup> M mengandung APDC dengan perbandingan konsentrasi Co(II) : APDC (1 : 2), dengan variasi pH 3-7, fasa membran 30 ml kloroform dan fasa penerima 12 ml NaEDTA 0,1 M, waktu transpor 1 jam dan kecepatan pengadukan 300 rpm.

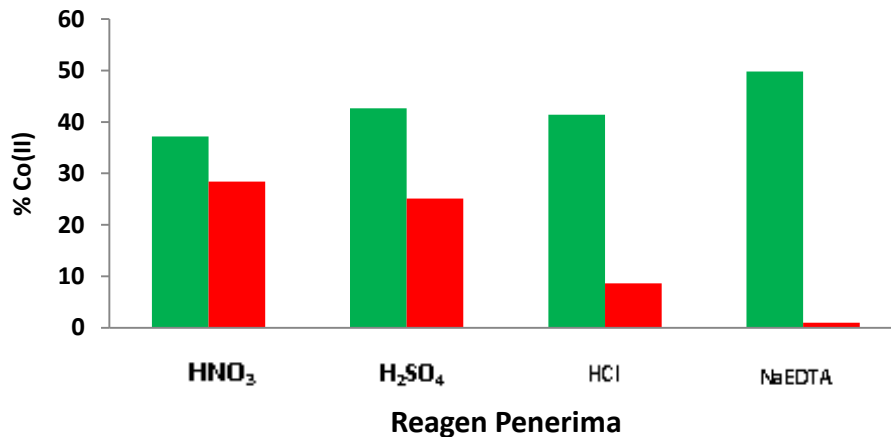
Dari (**Gambar 4, Lampiran 1**) dapat dilihat bahwa APDC merupakan pengompleks yang sangat baik untuk logam berat umumnya karena range pHnya yang cukup besar<sup>3,6</sup>. Khusus Co(II) pada perbandingan konsenrasi Co(II) dengan APDC 1 : 2 dan reagen penerima HCl 0,1 M, Co(II) terekstrak ke fasa

penerima pada daerah pH 3 - 8 sedangkan persentase Co(II) optimum di fasa penerima terjadi pada pH fasa sumber 7, yaitu 32,86 %, tersisa di fasa sumber 22,28 % dan yang masih terperangkap dalam fasa membran 44,86 %. Di sini dapat dilihat bahwa ekstraksi Co(II) membentuk kompleks Co(PDC)<sub>2</sub> dan

secara kontinuas distriping oleh HCl di fasa penerima terjadi dalam suasana asam. Sebaliknya pada pH basa persentase Co(II) yang tertransport ke fasa penerima turun 27,35 % dan tersisa di fasa sumber sampai 39,41 %. Hal ini ion logam Co(II) mengalami pengendapan sehingga jumlah ion logam yang terkompleks menjadi kecil pada pH basa<sup>7</sup>.

### 3.2 Penentuan pengaruh Jenis Reagen Fasa Penerima

Percobaan selanjutnya adalah menentukan reagen yang cocok untuk menarik Co(II) ke fasa penerima. Jenis reagen penerima yang digunakan masing-masingnya adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam nitrat ( $HNO_3$ ), asam klorida (HCl) dan NaEDTA dengan konsentrasi 0,1 M.



**Gambar 5.** Pengaruh jenis reagen fasa penerima terhadap jumlah Co(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa Co(II) dalam fasa sumber (-■-).

**Kondisi percobaan :** Fasa sumber 6 ml Co(II)  $3,39 \cdot 10^{-4}$  M mengandung APDC dengan perbandingan konsentrasi Co(II) : APDC (1 : 2), pH fasa sumber 7, fasa membran 30 ml kloroform, dan fasa penerima 12 ml  $H_2SO_4$  0,1 M,  $HNO_3$  0,1 M, NaEDTA 0,1 M dan HCl 0,1 M, waktu transpor 1 jam dan kecepatan pengadukan 300 rpm.

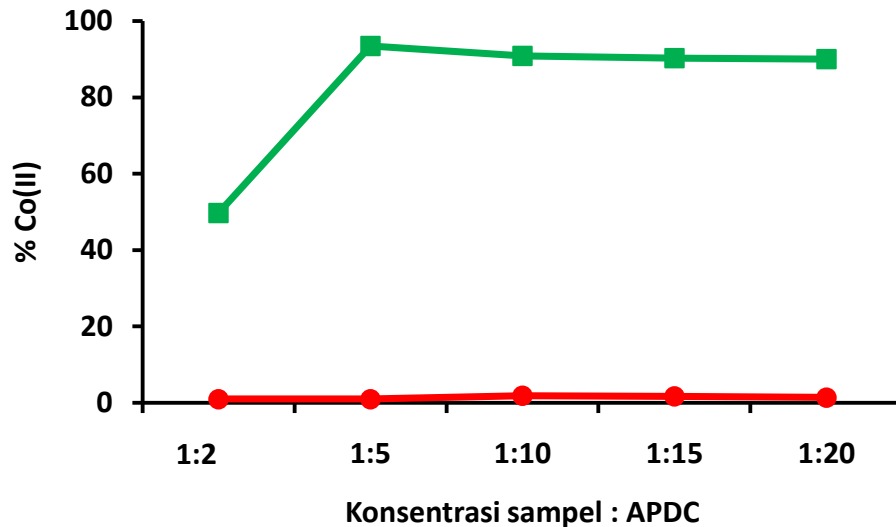
Dari (**Gambar 5, Lampiran 2**) dapat dilihat bahwa persentase Co(II) yang terbesar di fasa penerima adalah 49,78 %, yang tersisa di fasa sumber 1 % dan di dalam fasa membran 49,22 % dengan menggunakan NaEDTA sebagai fasa penerima. Dalam hal ini NaEDTA sebagai reagen penerima ternyata dapat menarik Co(II) antar fasa sampai ke fasa penerima lebih baik dibandingkan dengan asam-asam yang lain.

### 3.3 Penentuan pengaruh Konsentrasi APDC

APDC mempunyai kemampuan yang tinggi mengekstrak ion-ion logam dalam larutan berdasarkan interaksinya membentuk reaksi kompleks dengan ion-ion tersebut<sup>7</sup>. Disini APDC digunakan sebagai zat pembawa untuk mentranspor Co(II) dari fasa sumber ke fasa membran karena kompleksnya yang terbentuk  $Co(PDC)_2$  larut baik dalam pelarut organik (kloroform). Untuk itu dicoba menggabung Co(II) sebagai sampel dan

APDC sebagai zat pembawa di fasa sumber pada perbandingan 1:2 sampai 1:20 untuk mendapatkan jumlah APDC yang optimum untuk menarik Co(II)

kedalam membran dan dengan kestabilan yang tepat dapat distriping NaEDTA ke fasa penerima.



**Gambar 6.** Pengaruh variasi konsentrasi APDC terhadap jumlah Co(II) ke fasa penerima (■-) dan sisa Co(II) dalam fasa sumber (-●-).

**Kondisi percobaan :** Fasa sumber 6 ml Co(II)  $3,39 \cdot 10^{-4}$  M mengandung APDC dengan perbandingan 1 : 2 sampai 1 : 20 dengan pH fasa sumber 7, fasa membran 30 ml kloroform dan fasa penerima 12 ml NaEDTA 0,1 M, waktu transpor 1 jam dan kecepatan pengadukan 300 rpm.

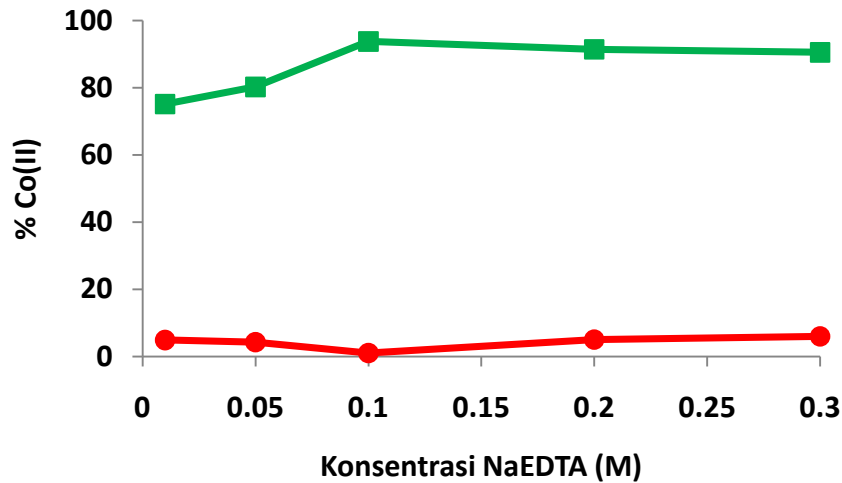
Dari (**Gambar 6, Lampiran 3**) dapat dilihat bahwa APDC sebagai zat pembawa mampu meningkatkan transpor Co(II) ke fasa penerima dan mencapai optimum pada perbandingan Co(II) : APDC 1:5. Pada kondisi ini persentase Co(II) yang diperoleh di fasa penerima 93,4 %, tersisa sedikit di fasa sumber 1% dan didalam membran 5,6%. Jika perbandingan dinaikkan menjadi 1:10, maka didapatkan persentase Co(II) di fasa penerima turun menjadi 90,8 %. Hal ini disebabkan bila APDC berlebihan, kompleks  $\text{Co(PDC)}_2$  yang terbentuk sangat stabil sehingga terperangkap dalam fasa membran dan sulit ditarik oleh NaEDTA ke fasa

penerima. Keadaan ini juga dibuktikan dengan persentase Co(II) di fasa membran naik menjadi 7,3 % dan yang tersisa di fasa sumber 1,9 %. Keadaan seperti ini akan meningkat terus bila APDC terus ditingkatkan sampai perbandingan 1 : 20 jumlah Co(II) yang sampai ke fasa penerima terus turun 89,90 % dan terperangkap didalam membran naik menjadi 8,6 %.

### 3.4 Penentuan pengaruh Konsentrasi NaEDTA di Fasa Penerima

Konsentrasi NaEDTA di fasa penerima merupakan faktor yang mempengaruhi transpor ion logam, yaitu berperan untuk

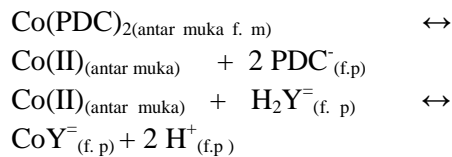
menarik Co(II) yang ada di fasa membran agar sampai ke fasa penerima.



**Gambar 7.** Pengaruh variasi konsentrasi Na EDTA terhadap jumlah Co(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa Co(II) dalam fasa sumber (-●-).

**Kondisi percobaan :** Fasa sumber 6 ml Co (II)  $3,39 \times 10^{-4}$  M mengandung APDC dengan perbandingan 1:5, pH fasa sumber 7, fasa membran 30 ml kloroform, dan fasa penerima 12 ml NaEDTA 0,1 M sampai 0,3 M, waktu transpor 1 jam dan kecepatan pengadukan 300 rpm.

Langkah awal akan terjadi dekompleksasi diantarmuka fasa membran dan fasa penerima:

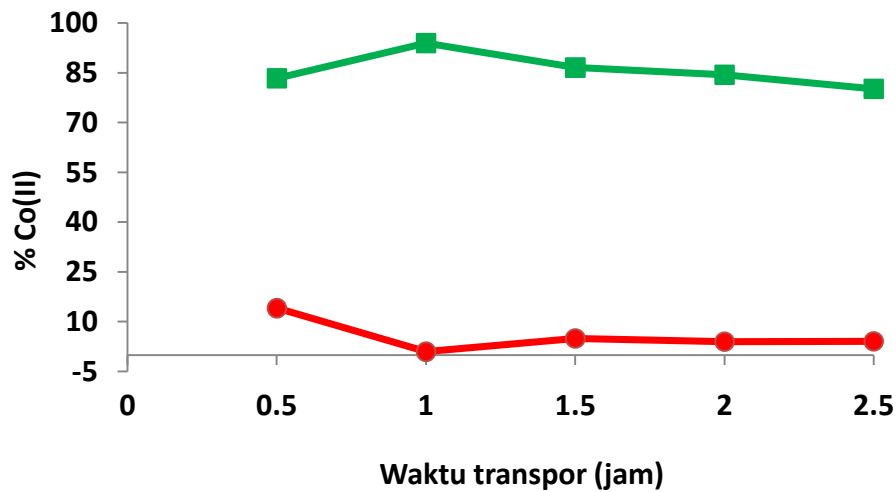


Kompleks  $\text{CoY}^-$  ini sangat stabil sehingga memacu untuk tertranspornya Co(II) ke fasa penerima. (**Gambar 7, Lampiran 4**) memperlihatkan bahwa titik optimasi sistem transpor Co(II) antar fasa terletak pada konsentrasi NaEDTA 0,1 M dimana Co(II) ditranspor ke fasa penerima sebesar 93,76 % dan tersisa di fasa sumber 1%. Semakin besar konsentrasi NaEDTA

maka transpor Co(II) ke fasa penerima tidak banyak mengalami perubahan lebih lanjut.

### 3.5 Penentuan pengaruh Waktu Transpor

Waktu transpor berhubungan langsung dengan lama pengadukan yang dilakukan selama proses transpor terjadi. Pada dasarnya faktor pengadukan sangat mempengaruhi interaksi tumbukan antar molekul dalam memperlancar terjadinya proses difusi dari fasa sumber ke fasa penerima<sup>2</sup>. Disini lama pengadukan divariasikan dari 1/2 sampai 3 jam.



**Gambar 8.** Pengaruh variasi lama pengadukan terhadap jumlah Co(II) ke fasa penerima (-■-) dan sisa Co(II) dalam fasa sumber (-●-).

**Kondisi percobaan :** Fasa sumber 6 ml Co (II)  $3,39 \times 10^{-4}$  M mengandung APDC dengan perbandingan 1:5, pH fasa sumber 7, fasa membran 30 ml kloroform, dan fasa penerima 12 ml NaEDTA 0,1 M, waktu transpor 1 sampai 2.5 jam, dan kecepatan pengadukan 300 rpm.

(**Gambar 8, Lampiran 5**) menunjukkan hubungan antara lama pengadukan terhadap persentase transpor Co(II) melalui membran cair fasa ruah pada kondisi optimum untuk konsentrasi Co(II) di fasa sumber  $3,39 \times 10^{-4}$  M. Titik optimasi pada Co (II) terjadi pada waktu 1 jam sebesar 94%. Dengan bertambahnya waktu pengadukan maka terjadi sedikit penurunan persentase transpor Co(II) ke fasa penerima sampai mencapai waktu transpor 3 jam.

Hal ini disebabkan waktu kestabilan pembentukan  $\text{Co(PDC)}_2$  ini rendah sehingga dengan lama pengadukan menyebabkan kecenderungannya untuk terdekompleksasi menjadi sedikit<sup>7,8</sup>. Persentase akhir ini merupakan persentase optimum untuk sistem transpor Co(II) dengan menggunakan APDC sebagai zat

pembawa melalui teknik membran cair fasa ruah.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa spesifikasi kondisi optimum sistem transpor Co(II)  $3,39 \cdot 10^{-4}\text{M}$  dengan memakai APDC sebagai zat pembawa dapat ditentukan melalui teknik membran cair fasa ruah. Kondisi optimum transpor Co(II) antar fasa adalah pH fasa sumber 7 perbandingan konsentrasi ion Co(II) dengan APDC dalam fasa sumber 1:5, konsentrasi NaEDTA sebagai reagen fasa penerima 0,1 M dan lama pengadukan (waktu transpor) 1 jam. Pada kondisi ini didapatkan persentase transpor Co(II) ke fasa penerima 94 % dan tersisa di fasa sumber 1 %.



## V. DAFTAR PUSTAKA

1. Safavi, A., and Shams, E. 1998. Selective and Efficient Transport of Hg (II) Through Bulk Membrane Using Methyl Red as Carrier. *J. Membr. Sci*, 144. 1991. Pp. 37 – 43
2. Molina, C., Arenas, L., Viotoria, and Ibanez, J. A., Characterization of Membrane System and Complex Character of the Permeability from an Electrical Model. *J. Phys. Chem.* 101 (1997)pp. 10323-10331
3. Ismono. *Ekstraksi Pelarut*. Diklat Kuliah S-2 Kimia ITB, Bandung. 1984
4. K, ZaharasmI. Transpor Co(II) Antar Fasa (Air-Kloroform-Air) Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah, *Jurnal Kimia Andalas* 7(2). Hal 71 – 79. 2001
5. Richard, A. B. *Chemical Separation with Liquid Membrane*. ACS Symposium Series 642. Eds. American Chemical Society. Washington DC. pp 1-202. 1996
6. U.,Ihya dan D.Cholid. Pemisahan kation  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  dan  $\text{Cr}^{3+}$  menggunakan senyawa carrier poli(metal tiazol etil eugenoksi asetat) hasil sintesis dengan teknik BLM (Bulk Liquid Membrane). *Jurnal Analitik Kimia Universitas Diponegoro*. 2006
7. Mulyawati.2008. *Skripsi Transport Selektif Co(II) Dalam Campuran Ni(II) Dengan Zat Pembawa Oksin Melalui Teknik Membrane Cair Fasa Ruah*. Universitas Andalas. Padang
8. Arif, Alif, 2008, *Keberadaan Sumber Daya Kobal Indonesia dan Kemungkinan Pengembangannya Kedepan*, Jurnal Pusat Penelitian Metalurgi LIPI, Komplek PUPSPITEK Tangerang, volume 21, nomor 2 Halaman 18-24