PENGARUH KONSENTRASI ION Ca(II), Mg(II) DAN Sr(II) TERHADAP OPTIMASI TRANSPOR Cd(II) DENGAN ZAT PEMBAWA OKSIN MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Refinel, Zaharasmi Kahar dan Yolla Sahirra
Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Andalas, Padang

ABSTRACT

In the present study, it has been studied the effect of Ca(II), Mg(II), and Sr(II) ions concentration to the optimization of Cd(II) transport through a bulk liquid membrane technique. The measurement of Ca(II), Mg(II), and Sr(II) ions have been performed by using Atomic Absorption Spectrophotometre at λ_{max} 228.8 nm; 422.7 nm; 285.2 nm and 460.7 nm respectively, every ions that transported to the receiving phase and that still remain at the source phase was tested. The result showed that this technique is selective enough for the separation of Cd(II) ion besides Ca(II), Mg(II), and Sr(II) ions. The addition of 5 to 20 ppm ion in the source phase at optimum condition of Cd(II) transport did not give influence to Cd(II) ion percentage that remain in the source phase (remain 0%), while Ca(II), Mg(II), and Sr(II) ions remain 94.29 % and only transported to the receiving phase remain 0-13.96%.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini telah memperkenalkan pemanfaatan fasa cair sebagai membran merupakan salah satu metoda untuk mengatasi masalah lingkungan. Dengan dikembangkan proses pemisahan, pemekatan, dan pemurnian spesi kimiawi yang ada dalam campuran, membran cair merupakan pilihan yang handal dipakai disamping membran padat polimer yang dapat bersifat permiabel, dapat dibentuk dari pelarut organik/anorganik tertentu, dan ternyata dapat dioperasikan sebagai lintasan transpor dari komponen kimia yang akan dipisahkan. Keselektifan membran cair terhadap komponen yang akan ditranspor diperoleh dengan menambahkan zat aditif tertentu sebagai mediator dan pengaturan kondisi operasi yang tepat saat pemakaian membran sehingga tidak terjadi reaksi balik[1,2].

Dalam teknik ini membran cair tersebut memberikan seluruh fasilitas larutan dalam (ruah) dan antarmukanya untuk tempat terjadinya proses transpor. Disini transpor terjadi berdasarkan perbedaan difusi, karena adanya perbedaan interaksi ion pada antar muka. Keuntungan dari metode pemisahan dengan membran cair fasa ruah ini adalah pelaksanaannya relatif lebih sederhana, pemakaian bahan kimia sedikit, fluks yang tinggi dan dapat digunakan secara kontinu[3,4].

Metoda ini dipakai untuk pemisahan Cd(II) dengan cara mentranspor ion tersebut antar fasa dan menentukan kondisi optimal proses transpor dengan memakai oksin sebagai zat pembawa[5]. Pemilihan oksin didasarkan kepada penelitian yang telah dilakukan terhadap keselektifan pH oksin sebagai ligan pada ekstraksi banyak ion logam[6].

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan tentang tranpor Cd(II) antar fasa melalui teknik membran cair fasa ruah, dengan adanya ion Ca(II), Mg(II), atau Sr(II) disamping Cd(II) akan menimbulkan kompetisi antar ion untuk membentuk kompleks dengan oksin dalam fasa membran dan EDTA pada fasa penerima. Sejauh mana pengaruh kompetisi antar ion ini mempengaruhi optimalisasi transpor Cd(II) merupakan hal yang menarik untuk diteliti sehingga diperoleh gambaran daya seleksinya terhadap ion-ion tersebut sampai di fasa penerima[5,6].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan sejauh mana keselektifan transpor Cd(II) melewati membran antar fasa terhadap keberadaan ion Ca(II), Mg(II), atau Sr(II), serta mengetahui interaksi masing-masing ion tersebut terhadap transpor Cd(II) pada kondisi optimalnya. Mekanisme transpor Cd(II) melalui teknik membran cair fasa ruah dapat dilihat pada Gambar 1.

Reaksi pertama dimulai dimana Cd(II) dalam fasa air pada pH 6 mengalami transportasi dari fasa sumber ke fasa penerima melalui reaksi pengompleksan. Proses ini berlangsung dengan bantuan pengadukan magnet dan penyusunan sistem aliran berdasarkan urutan kekuatan kestabilan kompleks antar fasa. Gaya sentrifugal akibat pengadukan yang dilakukan dengan putaran magnet akan mempercepat ditariknya Cd(II) dari fasa sumber ke antar muka fasa membran membentuk

 ISSN: 0853-8018

kompleks yang reversibel dengan oksin pada pH 6 seperti reaksi berikut:

$$Cd(H_2O)_4^{2+}{}_{(fs)} + 2(H\text{-}Ox)_{(fm)} \rightleftharpoons Cd(Ox)_{2(fm)} + 2H^+_{(fp)} + 4H_2O$$

Ion hidrogen yang diproduksi oleh reaksi di atas berasal dari oksin masuk kembali ke fasa sumber, sedangkan kadmium dengan oksin membentuk kompleks yang tidak bermuatan masuk ke dalam fasa membran. Di permukaan membran dengan fasa penerima terjadi reaksi dekompleksasi dan kemudian Cd(II) ditranspor ke fasa penerima membentuk kompleks $CdY^=$ yang stabil.

Dari reaksi dapat dilihat ion hidrogen kembali diproduksi dalam fasa penerima dari reaksi Cd(II) dengan $H_2Y^=$. Ion hidrogen ini akan bereaksi dengan Ox^- membentuk molekul oksin yang tidak bermuatan dan kembali masuk ke dalam membran. Mulder menyatakan bahwa proses dekompleksasi $Cd(Ox)_2$, kompleksasi dengan $H_2Y^=$ dan penangkapan ion hidrogen oleh Ox^- terjadi secara kontinu dan merupakan karakteristik dari teknik pemisahan membran cair fasa ruah dengan zat pembawa.

Transpor ion logam ke fasa penerima untuk kondisi di atas diiringi oleh pertukaran ion hidrogen ke fasa sumber[3]. Dalam teknik ini sirkulasi ion hidrogen dari fasa penerima ke fasa sumber sangat tergantung dari perbedaan ion hidrogen (pH) fasa penerima dengan fasa sumber dan merupakan gaya pendorong untuk proses transpor Cd(II) dari fasa sumber ke fasa penerima. Dinyatakan lagi, bahwa ion hidrogen mempunyai fasilitas yang tinggi dalam proses pertukaran ini karena jari-jari ion dan beratnya yang kecil[2,3].

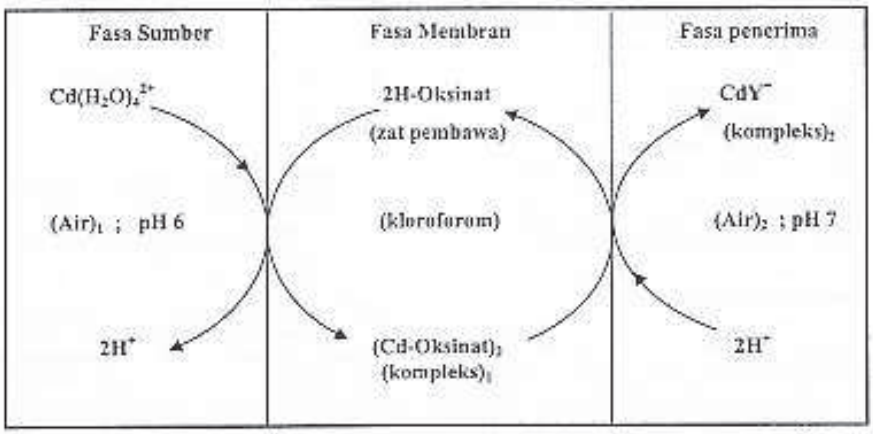
METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah: Spektrofotometer Serapan Atom (Model ALFA-4 London-Inggris), pH meter 420A, *Sonwa Digital Tachometer* Model ISE-100, Neraca Analitik Ainswerth, Sel membran cair fasa ruah, *stop-watch*, *magnetic stirer* dan alat-alat gelas kimia lainnya. Bahan-bahan yang digunakan umumnya spesifikasi p.a antara lain: Kloroform, Oksin (C_9H_7ON), Na_2EDTA, $CdCl_2.H_2O$, $CaCl_2$, $MgCl_2.6H_2O$, $SrCl_2.6H_2O$ (merck), NaOH, HCl dan akuades.

Pembuatan Larutan Fasa Sumber

Sejumlah 0,018 gram $CdCl_2.H_2O$, 0,028 gram $CaCl_2$, 0,084 gram $MgCl_2.6H_2O$ dan 0,030 gram $SrCl_2.6H_2O$ masing-masing ditimbang. Kemudian dilarutkan dengan akuades sampai volume masing-masing ion tersebut 100 mL. Larutan yang diperoleh adalah larutan yang mengandung 100 ppm ion Cd(II), Ca(II), Mg(II) atau Sr(II). Kemudian diambil 5 mL ion Cd(II) dan dicampur dengan masing-masing ion Ca(II), Mg(II), atau Sr(II) dengan variasi volume 0 mL, 1,25 mL, 2,5 mL, 3,75 mL dan 5 mL. Selanjutnya pH larutan diatur sehingga sama dengan 6 (kondisi optimum). Campuran larutan tersebut diencerkan dalam labu 25 mL, sehingga konsentrasi ion Cd(II) menjadi 20 ppm dan masing-masing ion Ca(II), Mg(II), Sr(II) menjadi 0 s/d 20 ppm.



Gambar 1. Diagram mekanisme transpor Cd(II) dengan zat pembawa oksin melalui teknik membran cair fasa ruah.

Pembuatan Larutan Fasa Membran

Sejumlah 2,177 gram oksin (Mr = 145,16 g/mol) ditimbang dan dilarutkan dengan kloroform sampai volumenya 100 mL. Larutan membran yang diperoleh berupa pelarut organik yang mengandung 0,15 M oksin.

Pembuatan Larutan Fasa Penerima

Sejumlah 1,861 gram Na_2EDTA (Mr = 372,24 g/mol) ditimbang dan dilarutkan dengan akuades sampai volume 100 mL. Larutan fasa penerima yang diperoleh berupa Na_2EDTA 0,05 M. Untuk pengatur pH Na_2EDTA selama percobaan dilakukan dengan penambahan NaOH.

Pengukuran Transpor Cd(II) pada Kondisi Optimum Tanpa Ion-ion Lain dengan Teknik Membran Cair Fasa Ruah

Percobaan dilakukan pada kondisi optimum Cd(II) dengan memakai metoda Safavi. Ke dalam beker gelas 100 mL (diameter dalam 3,66 cm) dimasukkan 30 mL larutan kloroform yang mengandung oksin 0,15 M. Kemudian ke dalam larutan itu dicelupkan sebuah tabung kaca kecil (diameter dalam 2,17 cm) dan dipipet 6 mL fasa sumber berupa larutan Cd(II) 20 ppm dengan pH 6 tertentu.

Di luar tabung gelas ditambahkan 12 mL fasa penerima Na_2EDTA 0,15 M. Teknis operasi dilakukan melalui pengadukan dengan memakai magnetik stirer dimana batang magnetnya dilapisi teflon pada kecepatan 300 rpm selama 3 jam. Setelah didiamkan selama 15 menit fasa sumber dan fasa penerima diambil dan diukur jumlah konsentrasi Cd(II) yang terkandung di dalamnya dengan SSA[4].

Pengaruh Ion Ca(II), Mg(II), dan Sr(II) terhadap Optimasi Transpor Ion Cd(II)

Dengan memakai kondisi optimum transpor ion Cd(I), ion-ion logam Ca(II), Mg(II) atau Sr(II) dengan konsentrasi bervariasi dari 0 s/d 20 ppm satu persatu ion tersebut dicampurkan dengan larutan Cd(II) 20 ppm di dalam fasa sumber. Kemudian campuran ini dioperasikan sesuai dengan metoda Safavi di atas. Setelah percobaan selesai semua ion baik di fasa sumber maupun di fasa penerima diperiksa dengan SSA.

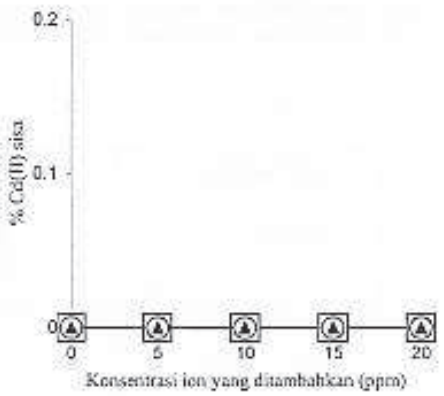
Parameter yang diteliti pada penelitian ini adalah: Pengaruh konsentrasi (5 s/d 20 ppm) masing-masing Ca(II), Mg(II), atau Sr(II) terhadap persentase Cd(II) sisa dalam fasa sumber, pengaruh konsentrasi (5 s/d 20 ppm) masing-masing Ca(II), Mg(II), atau Sr(II) terhadap persentase Cd(II) dalam fasa penerima, persentase masing-masing Ca(II), Mg(II), atau Sr(II) sisa disamping adanya Cd(II) dalam fasa sumber, persentase masing-masing Ca(II), Mg(II), atau Sr(II) yang ikut tertranspor disamping Cd(II) di fasa penerima.

HASIL DAN DISKUSI

Pengaruh Konsentrasi Ion Ca(II), Mg(II), dan Sr(II) terhadap Persentase Cd(II) dalam Fasa Sumber

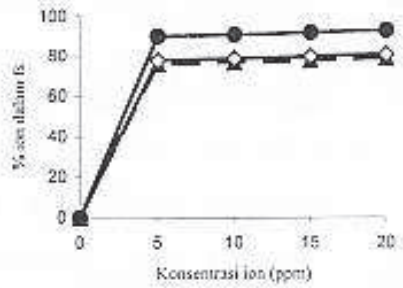
Kompetisi ion Ca (II), Mg(II), atau Sr(II) dengan ion Cd(II) dalam membentuk kompleks dengan oksin sangat bergantung pada kestabilan kompleks ion-ion tersebut. Salah satu faktor yang mempengaruhi kestabilan kompleks ini adalah pH di fasa sumber. Disini pH sangat mempengaruhi interaksi ion–ion logam di dalam fasa sumber dengan oksin di fasa membran untuk membentuk kompleks.

Dari penelitian terdahulu optimasi transpor 20 ppm Cd(II) dari fasa sumber ke dalam membran terjadi pada pH 6 dimana dalam penelitian ini ion Cd(II) secara total terpermiasi ke dalam fasa penerima sebanyak 93,25%. Pada kondisi ini setiap penambahan 0 s/d 20 ppm ion Ca(II), Mg(II) atau Sr(II) terhadap 20 ppm ion Cd(II) di fasa sumber dan dampak kompetisi ion-ion ini dengan oksin terhadap jumlah persentase ion Cd(II) yang tersisa di fasa sumber dapat dilihat pada Gambar 2.

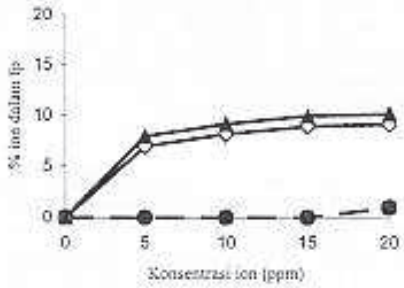


Gambar 2. Pengaruh konsentrasi ion Ca(II) (□), Mg(II) (○) dan Sr(II) (▲) terhadap persentase ion Cd(II) sisa dalam fasa sumber. Kondisi percobaan: fasa sumber 6 mL ion Cd(II) 20 ppm dan ion Ca(II), Mg(II), Sr(II) konsentrasi 0 s/d 20 ppm pada pH 6, fasa membran merupakan 30 mL klarnform yang mengandung oksin 0,15 M, fasa penerima 12 mL Na_2EDTA 0,05 M pH 7, waktu transpor 3 jam, waktu kesetimbangan 15 menit.

ISSN: 0853-8018



Gambar 4. Persentase ion Ca(II) (▲), Mg(II) (◊) dan Sr(II) (●) sisa dalam larutan ion Cd(II) pada fasa sumber. Kondisi percobaan: fasa sumber 6 mL ion Cd(II) 20 ppm dan ion Ca(II), Mg(II), Sr(II) konsentrasi 5 s/d 20 ppm pada pH 6, fasa membran merupakan 30 mL kloroform yang mengandung oksin 0.15 M, fasa penerima 12 mL Na_2EDTA 0.05 M pH 7, waktu transpor 5 jam, waktu kesetimbangan 15 menit.



Gambar 5. Persentase transpor ion Ca(II) (●), Mg(II) (◊) dan Sr(II) (▲) dalam ion Cd(II) pada fasa penerima. Kondisi percobaan: fasa sumber 6 mL ion Cd(II) 20 ppm dan ion Ca(II), Mg(II), Sr(II) konsentrasi 5 s/d 20 ppm pada pH 6, fasa membran merupakan 30 mL kloroform yang mengandung oksin 0.15 M, fasa penerima 12 mL Na_2EDTA 0.05 M pH 7, waktu transpor 5 jam, waktu kesetimbangan 15 menit.

Dalam hal ini ion Mg(II) mempunyai jari-jari lebih kecil dari ion Ca(II) dan Sr(II) sehingga ion Mg(II) akan lebih mudah mendekati antar muka fasa sumber dengan fasa membran. Akan tetapi bila dilihat dari kestabilan ion-ion logam tersebut dengan oksin, kestabilan kompleks yang terbentuk antara Ca(II) dengan oksin lebih stabil daripada Mg(II) dengan oksin sehingga ion Ca(II) lebih banyak melewati membran. Perlakuan yang diberikan dengan meningkatkan konsentrasi ion Ca(II), Mg(II) atau Sr(II) dalam fasa sumber, persentase yang tersisa semakin meningkat, kemungkinan yang terjadi adalah semakin banyaknya konsentrasi yang ada, semakin sedikit ion tersebut melewati membran[9].

Persentase Transpor Ion Ca(II), Mg(II) atau Sr(II) ke Fasa Penerima dalam Larutan 20 ppm Cd(II)

Persentase transpor ion Ca(II), Mg(II) atau Sr(II) ke fasa penerima di samping adanya 20 ppm Cd(II) dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 memperlihatkan bahwa ion Ca(II) dan Mg(II) ikut ditranspor ke fasa penerima, kecuali ion Sr(II) pada konsentrasi 20 ppm tertranspor dalam jumlah persentase yang runut. Bila dilihat dari harga Konstanta Kestabilan Kompleks logam-EDTA, maka kompleks Ca(II) dengan EDTA lebih stabil dibandingkan Mg(II) atau Sr(II), sehingga Ca(II) tertranspor lebih banyak ke dalam fasa penerima. Bila dilihat dari harga kestabilan terhadap pH dari kompleks logam-EDTA, ion Ca(II) membentuk kompleks yang stabil dengan EDTA pada pH 7,3 sedangkan ion Mg(II) dan Sr(II) pada pH 8-10.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa transpor Cd(II) dari fasa sumber disamping adanya ion-ion logam alkali tanah seperti Ca(II), Mg(II) atau Sr(II) melewati membran yang berupa pelarut organik (kloroform) ke fasa penerima cukup efektif dilakukan melalui teknik membran cair fasa ruah. Dengan metoda ini penambahan 5 s/d 20 ppm ion Ca(II), Mg(II), atau Sr(II) tidak mempengaruhi persentase ion Cd(II) yang tersisa di fasa sumber (tetap 0%), sedangkan ion Ca(II), Mg(II), dan Sr(II) tersisa sampai 94,29%. Dengan kondisi ini ion Cd(II) masih dapat ditranspor dengan baik ke fasa penerima, sedangkan ion Ca(II), Mg(II), atau Sr(II) ikut terdeteksi di fasa penerima dalam persentase 0 - 13,96%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada proyek TPSDP yang telah membiayai penelitian ini.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. C. Molina, L. Arenas,., Victoria, and J. A. Ibanez, *Characterization of Membrane System. Complex Character of the Permeability from an Electrical Model. J. Phys. Chem.* 101: 10323–10331 (1997).
2. M. Mulder, *Basic Principle of Membrane Teghnology*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 244-259 (1991).

 ISSN: 0853-8018

3. A. B. Richard, *Chemical Separation with Liquid Membranes*. ACS Symposium Series 642. Eds. American Chemical Society. Washington DC. 1-202 (1996).
4. A. Safavi, and E. Shams, *Selective and Efficient Transport of Hg(II) Through Bulk Liquid Membrane Using Methyl Red as Carrier. J. Membr. Sci*, 144: 37-43 (1998).
5. S. L. Loly, *Optimalisasi Transpor Ion Cd(II) Dengan Zat Pembawa Oksin Melalui Teknik Membran Cair Fasa Ruah*. Skripsi Kimia Universitas Andalas. (2005).
6. Morrison, H. G, and F. Headry, *Solvent Extraction Indonesia Analitical Chemistry*. Jhon Willey and Son. 10-15 (1957).
7. I. Mellan *Organics Reagents in Anorganic Analysis*. Wiley Erterm Limited. 31-108. (1982).
8. J. Stary, *Analitica Chemica Acta*. 28: 132-149. (1963).
9. A. J. Dean, *Lange's Handbook of Chemistry. 15th Edition*, McGraw-Hill Company. New York (1985).