

OPTIMASI TRANSPOR Cu(II) DENGAN APDC SEBAGAI ZAT PEMBAWA MELALUI TEKNIK MEMBRAN CAIR FASA RUAH

Imelda, Zaharasma Kahar, Maria Simarmata, dan Djufri Mustafa
Laboratorium Elektrokimia Jurusan Kimia FMIPA UNAND

ABSTRACT

The transport of Cu(II) with Ammonium Pyrrolidine Dithiocarbamate (APDC) as carrier through bulk liquid membrane had been researched. The measurement was performed to source phase and feed phase by using Atomic Absorption Spectrophotometer toward λ_{maks} 324.7 nm. The result of the research showed the optimum condition to separate 20 ppm of Cu(II) was at pH 4 of source phase, concentration of APDC was 1 : 30, stirring time was 2 hours, and the stirring velocity was 300 rpm with the percentage of Cu(II) transport to feed phase was 97,06% and percentage of remains Cu(II) was 0%.

Keywords : *Liquid Membrane, Cu(II) ion, APDC, transport*

PENDAHULUAN

Proses pemisahan ion logam dari campuran dengan menggunakan membran cair telah banyak dipublikasikan. Membran cair merupakan pilihan yang dapat digunakan untuk pemisahan spesi kimia tertentu karena bersifat selektif permiablel dengan cara memanfaatkan pelarut organik atau anorganik tertentu yang berfungsi sebagai lintasan transpor dari komponen kimia yang dipisahkan^[1].

Pada penelitian ini membran cair dikembangkan ke dalam teknik membran cair fasa ruah untuk sistem pemisahan karena cara pembuatan yang mudah dan praktis. Selain itu, membran dapat didaur ulang serta proses ekstraksi dan stripping dari spesi kimia tertentu berlangsung dalam satu tahap secara kontinu sehingga memungkinkan proses ekstraksi lebih praktis^[2].

Pemilihan Cu(II) sebagai fasa sumber pada penelitian ini karena Cu(II) merupakan salah satu logam berat yang terdapat bersama-sama logam berat lainnya di dalam limbah-limbah industri dan Cu(II) merupakan salah satu logam yang dapat membentuk kompleks dengan APDC. Sebelumnya pemisahan Cu(II) telah pernah dilakukan dengan oksin sebagai zat pembawa melalui membran cair fasa ruah

tetapi belum ada yang melakukan transpor Cu(II) dengan APDC sebagai zat pembawa^[3]. Zat pembawa berfungsi sebagai ligan yang mampu menarik ion-ion logam yang diinginkan di fasa tertentu dan mengantarkannya ke fasa lain berdasarkan perbedaan kelarutan kompleksnya pada antar muka fasa sumber dan fasa membran.

APDC sebagai pengompleks mempunyai kemampuan yang tinggi dalam berinteraksi dengan sejumlah besar ion logam pada konsentrasi rendah secara serentak^[4]. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan yang bertujuan untuk menentukan spesifikasi ekstraksi Cu(II) dengan APDC sebagai pengompleks melalui kondisi optimum sistem transpor Cu(II) antarfasa menggunakan teknik membran cair fasa ruah.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Younglin 1080, sel membran cair fasa ruah, Neraca Analitik Ainsworth, Magnetik Stirrer, pH meter Hanna Instruments tipe HI 8010, dan alat-alat gelas kimia lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: garam $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CHCl_3 , APDC, HCl 1 M dan 0,01 M, HNO_3 1 M, H_2SO_4 1 M dan 0,1 M, larutan buffer asetat dan akuades.

Pembuatan larutan fasa sumber (f.s)

Sejumlah 3,9295 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dicampurkan dengan 3 mL H_2SO_4 0,1 M, kemudian dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 1000 mL, Larutan yang diperoleh adalah larutan Cu(II) $1,57 \times 10^{-2}$ M. Diambil sebanyak 1 mL, kemudian ditambahkan HCl 0,01 M untuk mengatur pH yang diinginkan (3 - 7) dan ditambahkan larutan buffer asetat untuk menahan pH, larutan diencerkan dengan akuades ke dalam labu ukur 50 mL sampai tanda batas sehingga diperoleh larutan Cu(II) $3,15 \times 10^{-4}$ M.

Pembuatan larutan APDC

Sebanyak 0,0052 g APDC dilarutkan dengan akuades hingga volumenya menjadi 100 mL. Larutan yang diperoleh adalah larutan APDC dengan konsentrasi $3,15 \times 10^{-4}$ M. Untuk membuat larutan kerjanya, larutan ini dicampur dengan larutan Cu(II) dimana perbandingan Cu(II) dengan APDC yaitu 1:6, 1:10, 1:15, 1:20, 1:30, dan 1:32.

Pembuatan larutan fasa membran (f.m)

Sebanyak 30 mL larutan kloroform dimasukkan ke dalam beker gelas sel membran cair fasa ruah yang difungsikan sebagai fasa membran.

Pembuatan Larutan Fasa penerima(f.p)

Fasa penerima merupakan larutan dari asam kuat (asam klorida, asam sulfat, dan asam nitrat) dengan konsentrasi 1 M sampai 5 M.

Penentuan transpor Cu(II) dengan teknik membran cair fasa ruah

Proses transpor dilakukan seperti percobaan Savafi (1998)^[5]. Disiapkan beker gelas 50 mL dan dimasukkan sebagai fasa membran yaitu 30 mL kloroform. Dalam larutan fasa membran ini dicelupkan sebuah tabung kaca silindris dan dipipetkan ke dalamnya 6 mL

larutan fasa sumber berupa Cu(II) dan APDC pada pH 3 sampai 7. Di luar tabung gelas dipipetkan 12 mL fasa penerima asam nitrat, asam sulfat atau asam klorida pada konsentrasi tertentu. 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 pada $\lambda_{\text{maks}} 324,7$ nm.

Penetapan konsentrasi ion dengan SSA

Konsentrasi Cu(II) di dalam fasa sumber dan fasa penerima sesudah proses transpor ditentukan dengan SSA melalui metode Kurva kalibrasi. Pengukuran konsentrasi Cu(II) dilakukan pada $\lambda_{\text{maks}} 324,7$ nm. Kurva kalibrasi dibuat dari pengukuran absorban konsentrasi larutan standar 1,2,4,6,8, 10 dan 15 ppm. Dari hasil pengukuran, dibuat persamaan regresi linear Cu(II). Kurva kalibrasi di buat setiap kali pengukuran dan setiap kondisi percobaan. Dengan mensubstitusikan harga absorban ion sampel pada kurva kalibrasi standar, maka konsentrasi sampel dapat diketahui.

Penentuan kondisi optimum tanspor Cu(II)

Pengaruh pH fasa sumber (3 - 7)

Sejumlah 0,0155 g APDC dipanaskan dalam akuades. Setelah dingin, larutan dimasukkan ke dalam labu 50 mL yang berisi Cu(II) $3,15 \times 10^{-4}$ M, lalu ditambahkan HCl 0,01 M untuk menurunkan pH dan ditambahkan larutan buffer asetat untuk menahan pH, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas. Variasi pH dilakukan pada daerah 3 - 7. Fasa membran 30 mL kloroform dan fasa penerima 12 mL H_2SO_4 1 M. Kemudian dilakukan proses transpor dan ditentukan konsentrasi Cu(II) pada masing-masing fasa.

Pengaruh reagen penerima (H_2SO_4 , HCl, dan HNO_3)

Prosedur kerja sama dengan prosedur pengaruh pH fasa sumber, tetapi fasa sumber menggunakan pH optimum yang telah didapatkan. Sementara fasa penerima

reagensnya divariasikan yaitu H_2SO_4 , HCl, dan HNO_3

Pengaruh konsentrasi APDC

Prosedur kerja sama dengan prosedur pengaruh fasa sumber, tetapi fasa sumber menggunakan pH optimum yang telah didapatkan. Sementara fasa penerima reagensnya adalah reagen optimum yang didapatkan.

Pengaruh konsentrasi reagen penerima (1 - 5 M)

Prosedur kerja seperti prosedur pengaruh fasa sumber, tetapi menggunakan pH, reagen penerima dan konsentrasi APDC optimum dari prosedur sebelumnya.

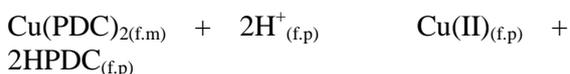
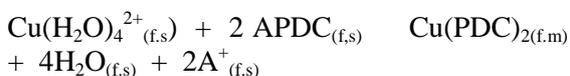
Pengaruh lama pengadukan (1 - 5 jam)

Prosedur kerja seperti prosedur pengaruh fasa sumber, tetapi menggunakan kondisi optimum dari prosedur sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pH Fasa Sumber

pH merupakan faktor yang sangat mempengaruhi interaksi Cu(II) dalam membentuk kompleks dengan APDC seperti reaksi di bawah ini. Pada pH yang tepat $Cu(PDC)_2$ akan terbentuk dan terjadi ekstraksi Cu(II) dari fasa sumber ke fasa membran karena kompleks ini larut baik dalam pelarut organik dan selanjutnya distripping ke fasa penerima karena keberadaan asam sulfat.

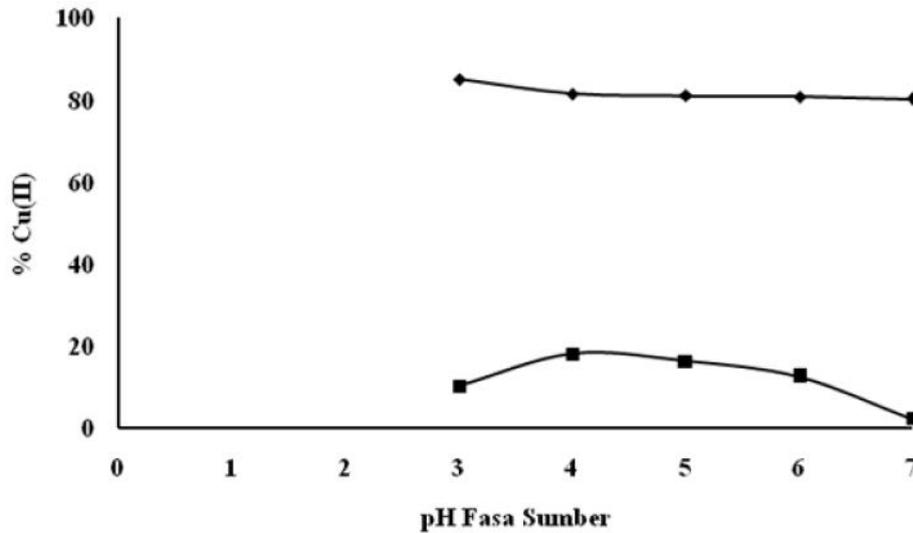


Kompleks Cu(II) dengan APDC ini merupakan kompleks tidak bermuatan dimana melalui kesetimbangan reaksi yang diatur sedemikian rupa melibatkan proses transpor Cu(II) dari fasa sumber ke fasa membran dan berlanjut ke fasa penerima.

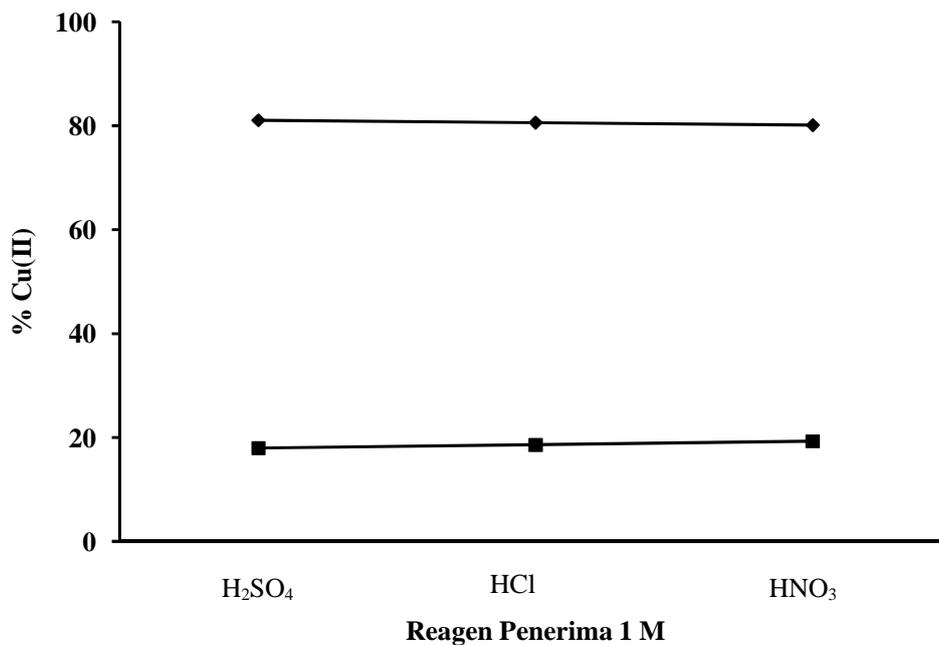
Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa Cu(II) sudah banyak terekstrak ke fasa penerima pada daerah pH 3 – 6,5 dan persentase Cu(II) yang terbesar di fasa penerima terjadi pada pH 4 di fasa sumber yaitu 18,25 % sedangkan persentase Cu(II) sisa di fasa sumber saat ini 81,58% sedangkan Cu(II) yang masih terperangkap di dalam fasa membran 0,17 %. Di sini dapat dilihat bahwa pada keadaan asam, kompleks $Cu(PDC)_2$ mengalami kesetimbangan reaksi yang sangat baik untuk mentranspor Cu(II) karena keberadaan H_2SO_4 di fasa penerima. Tingginya kurva persentase Cu(II) yang tersisa di fasa sumber daripada yang ditranspor ke fasa penerima disebabkan masih belum sepenuhnya pembentukan kompleks Cu(II) dengan APDC karena jumlah APDC yang tersedia di fasa sumber masih kecil sehingga tidak semua Cu(II) dapat terperangkap untuk membentuk kompleks dengan APDC. Bila pH fasa sumber semakin besar, maka Cu(II) mempunyai kecenderungan untuk memulai mengendap di fasa sumber sehingga persentase yang dihasilkan di fasa penerima menjadi turun.

Pengaruh Jenis Reagen Fasa Penerima

Jenis reagen penerima yang digunakan dipilih dari ketiga asam berikut yaitu H_2SO_4 , HCl dan HNO_3 dengan konsentrasi 1 M. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa ketiga asam tersebut memenuhi untuk dipakai sebagai reagen penerima. Pada penelitian ini dipilih HNO_3 sebagai fasa penerima karena asam ini relatif lebih tinggi mentranspor Cu(II) daripada asam yang lain (19,30%). Dalam hal ini asam nitrat ternyata dapat menarik Cu(II) ke fasa penerima lebih baik dibandingkan dengan asam-asam yang lain. Hal ini disebabkan oleh karena asam nitrat di fasa penerima merupakan sumber proton yang kuat untuk memprotonasi pengompleks dan membebaskan Cu(II) ke dalam fasa penerima. Cu(II) yang tersisa di fasa sumber masih banyak, hal ini juga disebabkan oleh karena APDC yang digunakan untuk mengomplekskan Cu(II) masih sedikit sehingga persentase Cu(II) yang tersisa di fasa sumber tinggi. Pada kondisi ini, persentase Cu(II) sisa di fasa sumber sebesar 80,13% dan Cu(II) yang masih terperangkap di dalam fasa membran 0,57%.



Gambar 1. Pengaruh pH terhadap jumlah Cu(II) ke fasa penerima (■) dan sisa Cu(II) dalam fasa sumber (◆)



Gambar 2. Pengaruh jenis reagen fasa penerima pada transpor Cu(II)

Pengaruh Konsentrasi APDC

APDC merupakan senyawa pengompleks, dapat digunakan untuk mengekstrak ion-ion logam dalam larutan. Kompleks ion logam dengan senyawa ini merupakan kompleks yang tidak bermuatan sehingga larut baik dalam pelarut organik. Daerah pH kestabilannya yang cukup besar dalam membentuk kompleks dengan banyak ion-ion logam maka senyawa

ini sering dipakai dalam sistem ekstraksi untuk memisahkan ion-ion dari dalam larutan berair. Di sini APDC digunakan sebagai zat pembawa untuk mentranspor Cu(II) dari fasa sumber ke fasa membran melalui proses reaksi pengompleksan dengan cara menginteraksikan Cu(II) sebagai sampel dan APDC sebagai zat pembawa di fasa sumber pada perbandingan 1 : 6 s/d 1 : 32.

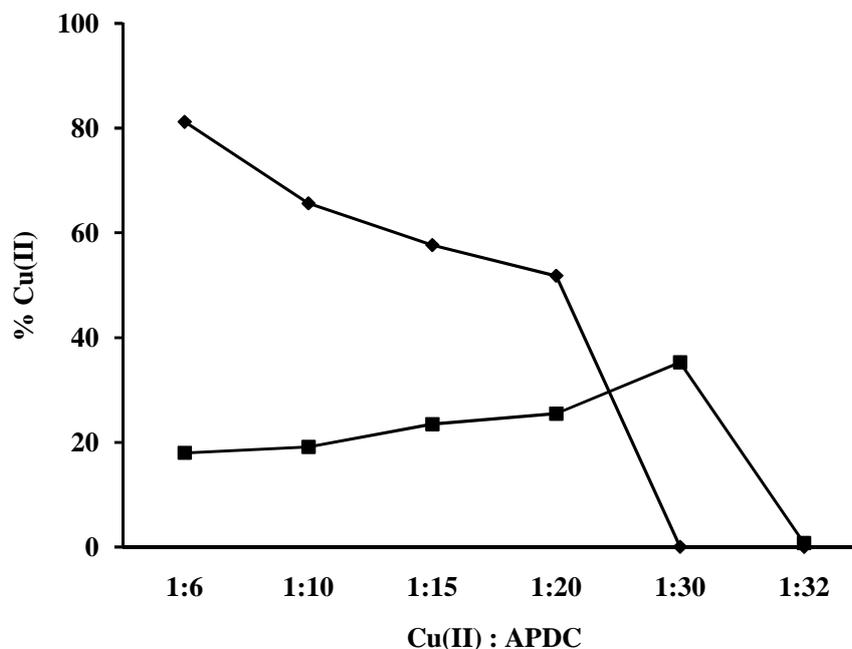
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa APDC sebagai zat pembawa mampu meningkatkan transpor Cu(II) ke fasa penerima dan mencapai optimum pada perbandingan Cu(II) dengan APDC sebesar 1 : 30. Pada kondisi ini persentase Cu(II) yang diperoleh di fasa penerima adalah 35,29%, dimana Cu(II) tidak terdeteksi lagi di fasa sumber. Dalam kasus ini Cu(II) banyak yang terperangkap di dalam fasa membran, yaitu sebesar 64,71%. Jumlah ini akan makin meningkat jika perbandingan dinaikkan menjadi 1 : 32, maka didapatkan persentase Cu(II) di fasa penerima turun menjadi 0,73% dan yang terperangkap dalam membran naik menjadi 99,27%. Hal ini disebabkan kompleks Cu(PDC)₂ yang terbentuk sangat stabil sehingga banyak terperangkap dalam fasa membran dan sulit ditarik oleh HNO₃ ke fasa penerima.

Pengaruh konsentrasi HNO₃ di fasa penerima

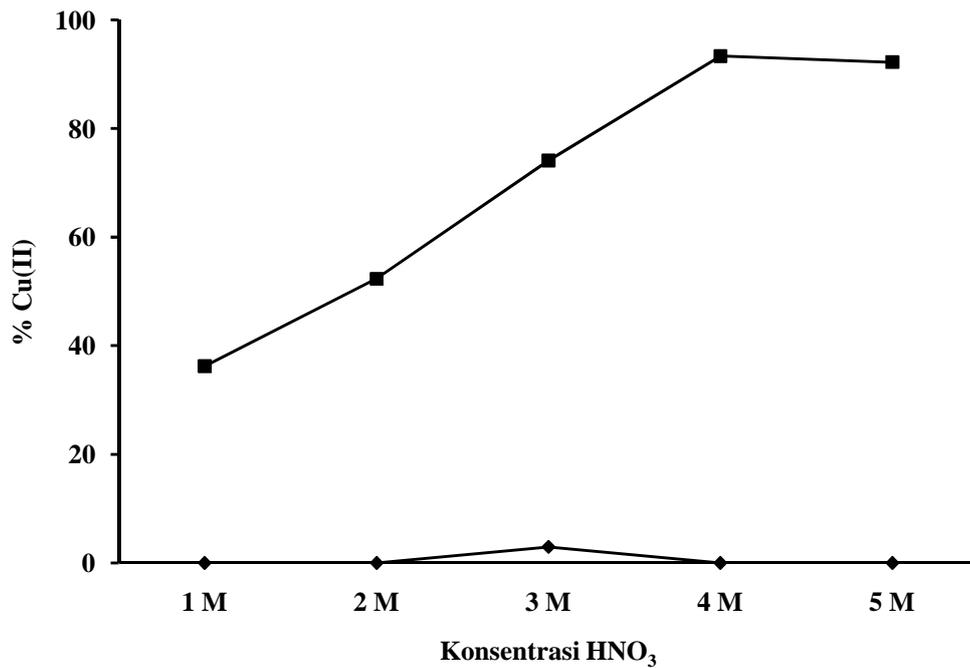
Untuk meningkatkan sistem transpor Cu(II) ke fasa penerima, konsentrasi HNO₃ di fasa penerima merupakan faktor yang ikut mempengaruhi transpor ion logam. Disini HNO₃ dipakai sebagai reagen penerima, berfungsi menarik ion Cu(II) yang ada di fasa membran agar sampai ke fasa penerima

melalui proses reaksi protonasi asam terhadap kompleks Cu(PDC)₂ di antarmuka fasa membran dengan fasa penerima. Interaksi ini akan makin bertambah kuat sesuai dengan kekuatan dan konsentrasi asam yang dipakai di fasa penerima. Peningkatan konsentrasi HNO₃ yang dipakai sebagai reagen penerima untuk proses reaksi protonasi ini dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi HNO₃ dari 1 M sampai 5 M. Pengaruh yang berarti dapat dilihat dari Gambar 4.

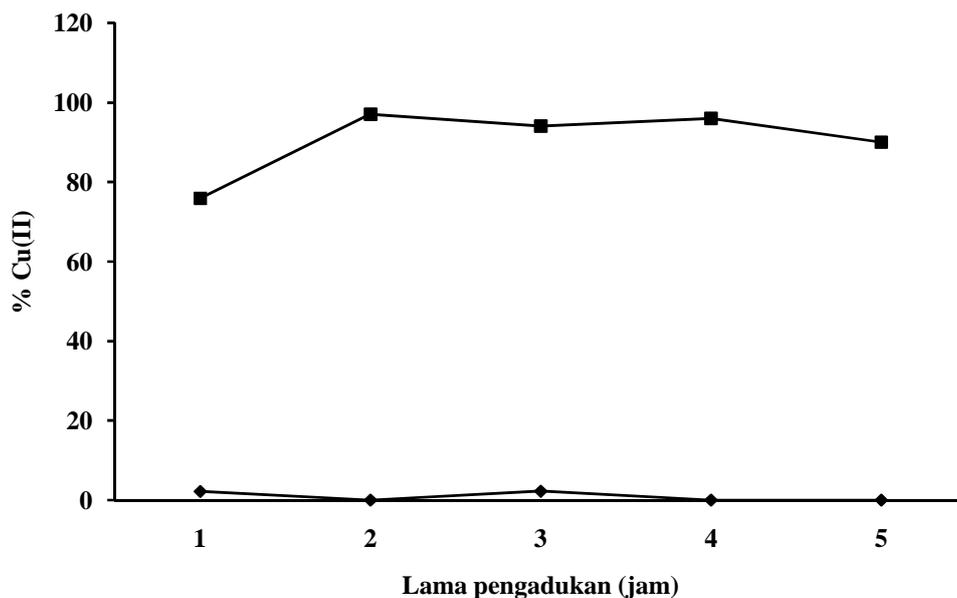
Gambar 4 memperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam nitrat maka transpor Cu(II) ke fasa penerima juga semakin meningkat sampai mencapai optimum pada konsentrasi asam nitrat 4 M, dengan Cu(II) yang diperoleh saat itu sebesar 93,35% dan konstan dengan peningkatan konsentrasi lebih lanjut. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tinggi kekuatan proses protonasi, maka kesetimbangan reaksi yang terjadi pada kompleks Cu(PDC)₂ di antarmuka fasa membran dengan fasa penerima lebih cenderung ke arah pelepasan Cu(II) sehingga meningkatkan transpor Cu(II) ke fasa penerima. Pada kondisi ini, Cu(II) tersisa di fasa sumber tidak terdeteksi dan yang masih terperangkap di fasa membran 5,12 %.



Gambar 3. Pengaruh variasi konsentrasi APDC terhadap jumlah Cu(II)



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi HNO₃ terhadap terhadap transpor Cu(II)



Gambar 5. Pengaruh lama pengadukan terhadap transpor Cu(II) dari fasa sumber ke fasa penerima

Pengaruh Lama Pengadukan

Lama pengadukan sangat mempengaruhi proses transpor yang terjadi dari suatu ion logam karena faktor pengadukan sangat mempengaruhi interaksi tumbukan antar molekul dalam memperlancar terjadinya proses difusi. Untuk meningkatkan sistem transpor Cu(II) antar fasa, lama pengadukan divariasikan dari 1 sampai 5.

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara lama pengadukan terhadap persentase transpor Cu(II) melalui membran cair fasa ruah setelah kondisi optimum dengan konsentrasi Cu(II) di fasa sumber $3,15 \times 10^{-4}$ M. Dengan bertambahnya waktu pengadukan maka akan meningkatkan persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima sampai mencapai waktu transpor optimum pada 2 jam dan konstan dengan peningkatan lama pengadukan. Persentase

transpor Cu(II) di fasa penerima sebesar 97,06%. Sedangkan persentase Cu(II) sisa di fasa sumber tidak terdeteksi. Sisanya masih terperangkap di dalam fasa membran 2,94%. Kondisi ini merupakan kondisi optimum dari sistem transpor Cu(II) dengan menggunakan APDC sebagai zat pembawa melalui teknik membran cair fasa ruah.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa spesifikasi transpor Cu(II) dengan konsentrasi $3,15 \times 10^{-4}$ M menggunakan APDC sebagai zat pembawa dapat diperoleh melalui teknik membran cair fasa ruah. Kondisi optimum dari transpor Cu(II) antar fasa melalui metoda ini adalah pH fasa sumber 4, perbandingan konsentrasi Cu(II) dengan APDC dalam fasa sumber 1 : 30, konsentrasi HNO_3 4 M untuk fasa penerima, dan lama pengadukan 2 jam. Pada kondisi ini didapatkan persentase transpor Cu(II) ke fasa penerima 97,06% ($1,53 \times 10^{-4}$

M), persentase Cu(II) tersisa di fasa sumber tidak terdeteksi, dan persentase Cu(II) yang masih terperangkap di fasa membran 2,94%.

DAFTAR PUSTAKA

1. M. Molina, L. Arenas, Viotoria, and J. A. Ibanes, Characterization of membrane system. complexes character of permeability from an electrical model, *J. Phys. Chem.*, 101: 10323-10331,(1997).
2. M. Mulder, Basic principle of membrane technology, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. Pp. 244-259. 1991.
3. O. N. Tetra. Transpor antar fasa dari ion tembaga (II) melalui membran cair fasa ruah, Padang: UNAND, 2001.
4. Yathi dan U. Hasanah, Ekstraksi Ion Fe (III) dengan ekstrak APDC dalam MIBK, Semarang: FMIPA. 2006.
5. H. G. Morrison and F. Hendry, Solvent extraction indonesia analytical chemistry. Jhon Whilley and Son, 10-15, 1957.