

## **PENGARUH PENAMBAHAN SENYAWA PENGOMPLEKS PADA FASA PENERIMA TERHADAP PEMISAHAN LOGAM PERAK DENGAN TEKNIK SLM (*SUPPORTED LIQUID MEMBRANE*)**

**Ainun Jariah<sup>1</sup>, Yeti Kurniasih<sup>2</sup>, Yusran Khery<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Mataram

Email: <sup>1</sup>[ainunjariah856@gmail.com](mailto:ainunjariah856@gmail.com), <sup>2</sup>[yeti\\_kurniasih2000@yahoo.com](mailto:yeti_kurniasih2000@yahoo.com), <sup>3</sup>[yusrankhery@ikipmataram.ac.id](mailto:yusrankhery@ikipmataram.ac.id)

**Abstrak:** Penggunaan perak dalam bidang industri penyepuhan akan menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan apabila tidak ditangani secara tepat, maka pemungutan kembali (*recovery*) perak dari limbah sangat diperlukan baik dengan alasan ekonomis maupun lingkungan. Salah satu teknik yang dapat digunakan ialah teknik membran cair berpendukung (SLM). SLM memiliki tiga komponen yaitu fasa umpan, fasa membran, dan fasa penerima. Untuk menjaga agar ion  $Ag^+$  yang sudah dilepaskan melalui fasa membran ke fasa penerima stabil atau tidak kembali bereaksi dengan senyawa pembawa menuju fasa umpan, maka diperlukan penambahan senyawa pengompleks yang memiliki peran mempercepat proses pelepasan ion  $Ag^+$  dari senyawa pembawa pada membran melalui pembentukan senyawa kompleks dengan ion  $Ag^+$ . Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh penambahan senyawa pengompleks terhadap pemisahan logam perak. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan mengacu pada model Rancangan Acak Lengkap (RAL). Persen transpor  $Ag$  yang terekstrak dari fasa umpan ke fasa penerima dapat dihitung menggunakan rumus persen ekstraksi. Membran pendukung yang digunakan adalah PTFE yang direndam selama 2 jam dalam senyawa pengemban gabungan D2EHPA dan TBP dengan perbandingan 5:20 dan konsentrasi total 1 M dalam pelarut kerosene. Kondisi optimum dipelajari dengan cara memvariasikan jenis senyawa pengompleks yaitu  $Na_2EDTA$ ;  $Na_2S_2O_3$  beserta konsentrasinya yaitu 0,000M; 0,001M; 0,010M; 0,025M; 0,050M; dan 0,100M dalam media asam nitrat 0,05M. Dari penelitian ini, didapatkan kondisi optimum pada penambahan senyawa pengompleks  $Na_2EDTA$  konsentrasi 0,010M dimana terjadi kenaikan persen transport sebesar 35,36%, sedangkan pada penambahan senyawa pengompleks  $Na_2S_2O_3$  tidak dapat menaikkan persen transport  $Ag$ .

**Kata Kunci :** Pemisahan Perak, Membran Cair Berpendukung, Senyawa Pengompleks.

### **PENDAHULUAN**

Perak merupakan logam transisi berwarna putih mengkilap, dapat ditempa karena mempunyai tingkat kekerasan yang lebih tinggi daripada emas, memiliki konduktivitas paling tinggi diantara semua logam, tahan terhadap udara murni dan air, tetapi menjadi kusam ketika terpapar udara atau air yang mengandung hidrogen sulfida, serta kurang reaktif dibandingkan dengan tembaga. Sifat-sifat fisik dan kimia tersebut menjadikan perak mudah diolah dan dibuat menjadi produk komersial.

Pada umumnya perak dipergunakan dalam proses penyepuhan (*electroplating*) logam seperti besi, kuningan, dan aluminium yang banyak digunakan sebagai peralatan rumah tangga. Penyepuhan dimaksudkan untuk melindungi logam terhadap korosi dan meningkatkan mutu permukaan terutama dari segi penampilan. *Electroplating* atau lapis listrik atau penyepuhan merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan arus listrik melalui suatu larutan elektrolit, melalui prinsip bahwa logam yang akan disepuh diperlakukan sebagai katoda, dan logam penyepuh diperlakukan sebagai anoda. Dalam penyepuhan, kedua elektroda dimasukkan dalam larutan elektrolit, yaitu larutan yang mengandung ion logam penyepuh. Penyepuhan benda dengan bahan penyepuh perak, anoda yang digunakan adalah perak dan larutan elektrolitnya adalah perak nitrat. Larutan yang digunakan untuk penyepuhan logam perak harus diganti setiap dua minggu karena mutu hasil menurun akibat ketahanan kehalusan permukaan dan penampakannya (Istiyono,dkk., 2008). Penggantian larutan dari proses penyepuhan ini menghasilkan limbah yang berbahaya apabila dibuang langsung ke lingkungan. Perak merupakan salah satu logam berat yang memiliki densitas dan berat atom yang tinggi sehingga sulit untuk diurai. Limbah yang

mengandung logam berat mempunyai sifat beracun dan dapat memasuki tubuh atau organ serta tinggal menetap di dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama. Dampak akut dari logam berat Ag adalah pusing, mual, keram perut, terjadinya kerusakan organ jaringan seperti gangguan ginjal dan liver. Berdasarkan hasil uji tim fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, air limbah industri perak mengandung logam Perak (Ag) 0,36 mg/l (ppm), tembaga 201,90 mg/l (ppm), krom 0,18 mg/l (ppm), aluminium 4,23 mg/l (ppm) dan nikel 0,30 mg/l (ppm) (Sekarwati, dkk., 2015).

Salah satu metode untuk pemisahan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan teknik pemisahan Membran Cair Berpendukung atau *Supported Liquid Membrane* (SLM). Keuntungan dari teknik SLM adalah bahwa kebutuhan ekstraktan/senyawa pembawa yang digunakan untuk ekstraksi sedikit, pengoperasiannya sederhana dan biayanya yang murah. Metode pemisahan ini memiliki kelebihan, seperti dapat diterapkan walaupun konsentrasi ion logam terlarut rendah, proses berlangsung secara sinambung, menggunakan sedikit pelarut organik (Maming, dkk., 2007).

Membran cair berpendukung (SLM) secara teoritis adalah salah satu metode pemisahan berbasis membran yang dikembangkan dari teknik ekstraksi pelarut, yaitu dengan mengamobilkan zat pengekstraksi (*carrier*) pada suatu membran polimer berpori (Basir, 2015). Ada tiga komponen utama dalam membran cair berpendukung yaitu fasa umpan yang mengandung komponen yang ingin dipisahkan, fasa penerima yang mengandung komponen yang telah terpisahkan, dan fasa membran yang mengandung molekul pengemban ion dalam membran.

Transport ion terjadi apabila senyawa pembawa kehilangan satu proton dan berinteraksi dengan ion  $Ag^+$  membentuk suatu kompleks senyawa pembawa-logam pada membran. Kompleks ini akan berdifusi ke antarmuka sisi fasa penerima, dimana selanjutnya membebaskan ion  $Ag^+$  ke dalam larutan penerima. Secara bersamaan senyawa pembawa mengambil proton dari larutan penerima dan berdifusi kembali ke larutan umpan-permukaan SLM untuk mengambil ion logam lainnya dan proses terus berlanjut dimana senyawa pembawa akan bolak-balik antara sisi antar muka larutan umpan dan larutan penerima (Djunaidi, dkk., 2007).

Untuk menjaga agar ion  $Ag^+$  yang sudah dilepaskan melalui fasa membran ke fasa penerima stabil atau tidak kembali bercampur dengan senyawa pembawa menuju fasa umpan, maka diperlukan penambahan senyawa pengompleks pada fasa penerima. Senyawa pengompleks memiliki peran mempercepat proses pelepasan ion  $Ag^+$  dari senyawa pembawa pada membran melalui pembentukan senyawa kompleks dengan ion  $Ag^+$ . Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan senyawa pengompleks yang diharapkan mampu meningkatkan efisiensi pemisahan logam perak.

## **METODE PENELITIAN**

### **Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan mengacu pada model Rancangan Acak Lengkap (RAL). Adapun perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah memvariasikan jenis dan konsentrasi senyawa pengompleks dalam fasa penerima untuk dilihat pengaruhnya terhadap persen transpor logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima.

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat pemisahan SLM, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) untuk menentukan persen transpor logam perak, seperangkat alat destilasi dan peralatan gelas lainnya. Bahan yang digunakan adalah  $AgNO_3$  sebagai standar perak dan sebagai larutan fasa umpan, di-2-etilheksilfosfat (D2EHPA) dan Tri-n-butilfosfat (TBP) sebagai senyawa pengemban,  $Na_2EDTA$  dan  $Na_2S_2O_3$  sebagai senyawa pengompleks pada fasa penerima,  $HNO_3$  0,05 M sebagai media dalam senyawa pengompleks, membran WHATMAN politetrafluoroetilen (PTFE) dengan diameter 47 mm dan ukuran pori 0,5  $\mu m$  sebagai membran pendukung, kerosen sebagai pelarut organik senyawa pengemban dan aquades.

## Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di laboratorium kimia dan dilanjutkan dengan menganalisis sampel hasil di Laboratorium Pengujian BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian NTB) yang berlokasi di Jln. Narmada, Lombok Barat.

## Prosedur Percobaan

### Proses Pemisahan Perak dengan Teknik SLM

Pada percobaan ini variabel yang dibuat tetap yaitu 100 mL larutan  $\text{AgNO}_3$  20 ppm pada fasa umpan, membran pendukung PTFE yang direndam dalam 25 mL senyawa pengemban gabungan yang terdiri dari D2EHPA dan TBP 1 M dengan perbandingan volume 5:20 selama 2 jam pada fasa membran. Sedangkan variabel yang dibuat berubah yaitu senyawa pengompleks  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  dan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dengan konsentrasi yang divariasikan yaitu 0,000M; 0,001M; 0,010M; 0,025M; 0,050M; dan 0,100M pada fasa penerima. Selanjutnya membran yang telah direndam diambil dan diletakkan di antara kertas saring dengan tujuan untuk mengurangi kelebihan larutan senyawa pengemban, kemudian diletakkan sedemikian rupa pada alat pemisahan di antara fasa umpan dan fasa penerima yang ditunjukkan pada gambar 1. Analisis kandungan ion logam pada fasa penerima setelah proses pemisahan dilakukan dengan spektrometer serapan atom (SSA).



Gambar 1. Skema Kerja Alat SLM

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Pengaruh penambahan senyawa pengompleks terhadap persen transpor logam perak dilakukan dengan cara memvariasikan jenis dan konsentrasi senyawa pengompleks yang ditambahkan ke dalam fasa penerima. Jenis pengompleks yang digunakan ialah  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  dan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , dengan variasi konsentrasi 0,001 M, 0,01 M, 0,025 M, 0,05 M, 0,1 M. Persentase transpor logam perak ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Persentase Transpor Logam Perak dengan Penambahan Senyawa Pengompleks  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  dan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  pada Berbagai Konsentrasi

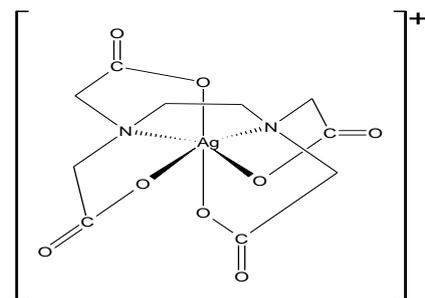
Konsentrasi Senyawa Pengompleks (M)	Transpor Ag (%)	
	$\text{Na}_2\text{EDTA}$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
0,000	12,50	12,50
0,001	15,17	00,30
0,010	16,92	00,31
0,025	11,48	03,91
0,050	08,10	05,58
0,100	06,51	03,30

### Pembahasan

Dalam menjaga agar ion  $\text{Ag}^+$  yang sudah dilepaskan melalui fasa membran ke fasa penerima stabil atau tidak bereaksi kembali dengan senyawa pengemban menuju fasa umpan, maka dapat ditambahkan senyawa pengompleks dalam fasa penerima. Senyawa pengompleks memiliki peran mempercepat proses pelepasan ion  $\text{Ag}^+$  dari senyawa pengemban pada membran melalui pembentukan senyawa kompleks dengan ion  $\text{Ag}^+$ . Pada penelitian ini, senyawa pengompleks yang ditambahkan dalam fasa penerima adalah  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  dan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Hasil pengukuran persen transpor logam perak dengan penambahan senyawa pengompleks dapat dilihat pada Gambar 2.



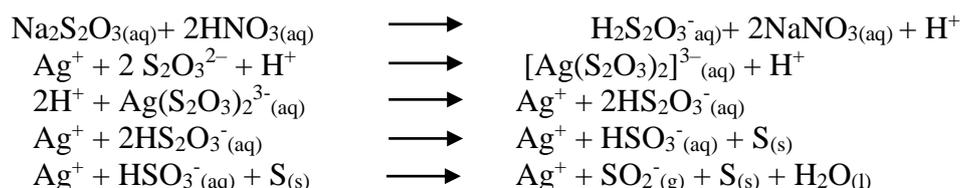
$[(HO_2CCH_2)_2NCH_2CH_2N(CH_2CO_2H)_2]$  berperan sebagai ligan. EDTA mengikat kation logam Ag melalui dua amina dan empat gugus O dari gugus karboksilat. Struktur  $[Ag(EDTA)]^+$  dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Struktur  $[Ag(EDTA)]^+$

Penambahan senyawa pengompleks  $Na_2EDTA$  dengan konsentrasi 0,01 M memberikan persen transpor logam perak lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa adanya penambahan senyawa pengompleks. Namun demikian, penambahan senyawa pengompleks dengan konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menurunkan persen transpor. Hal ini disebabkan oleh selain susunan ruang dan konfigurasi ligan yang sesuai dengan ion logam, pH juga mempengaruhi pembentukan ikatan. Dalam larutan  $Na_2EDTA$  yang bersifat asam ( $pH \leq 2$ ), molekul  $Na_2EDTA$  yang memiliki spesies asam  $H_2Y^{2-}$  ( $K_a = 6,92 \times 10^{-7}$ ) mengalami proses ionisasi yang lemah. Hal ini disebabkan oleh karena kedua proton dalam  $H_2Y^{2-}$  tergabung pada kedua atom nitrogen dan tidak begitu cepat hilang dibandingkan dengan proton yang tergabung pada oksigen sehingga mempengaruhi pembentukan ion  $Ag^+$  dan ligan EDTA. Ionisasi yang lemah mengakibatkan penguraian EDTA relatif kecil, sehingga ligan EDTA memiliki kecenderungan tidak terurai untuk dapat mengikat ion  $Ag^+$ . Umumnya, kompleks EDTA dengan ion logam monovalen dan divalen akan stabil dalam larutan basa atau sedikit asam. Sehingga pada larutan  $Na_2EDTA$  yang bersifat asam dengan ion logam monovalen akan mengalami pembentukan kompleks yang tidak stabil, yang mengakibatkan terjadinya penurunan transpor logam.

Penambahan senyawa pengompleks  $Na_2S_2O_3$  tidak dapat menaikkan persen transpor logam Ag. Hal ini dikarenakan pada pH rendah kompleks Ag-tiosulfat tidak stabil dan mengalami penguraian dengan pembentukan koloidal sulfur dan sulfur oksida sebagaimana persamaan reaksi berikut :



Hasil pengukuran pH senyawa pengompleks  $Na_2S_2O_3$  dalam media asam nitrat diperoleh harga pH berkisar antara 1,43 – 2,04. Sedangkan kompleks Ag-tiosulfat stabil pada harga  $pH \geq 4$  dan pada pH yang lebih rendah Ag-tiosulfat akan terputus ikatannya atau tidak stabil pada harga  $pH \leq 2,5$  (Djunaidi, 2007). Berdasarkan persamaan reaksi diatas pada pH rendah sejumlah tiosulfat yang berikatan dengan Ag jumlahnya akan menurun dan kompleksitas Ag-tiosulfat semakin sedikit. Pada pH yang rendah akan memberikan hasil transpor yang relatif kecil, karena terbentuknya endapan sulfur. Endapan ini menyebabkan permukaan membran terhalang sehingga proses interaksi ion  $Ag^+$  dengan senyawa pengompleks membentuk kompleks atau dengan kata lain kemampuan senyawa pengompleks untuk membentuk kompleks dengan ion  $Ag^+$  terbatas, yang menyebabkan transpor ion  $Ag^+$  menjadi kecil.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :1) Terdapat pengaruh sebelum dan sesudah ditamhakkannya senyawa pengompleks pada fasa penerima dengan pengaruh positif pada penambahan senyawa pengompleks  $Na_2EDTA$  yang memberikan kenaikan persen transpor, dan

pengaruh negatif pada penambahan senyawa pengompleks  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang menurunkan persen transpor dibandingkan sebelum ditambahkan senyawa pengompleks. 2) Keadaan optimum diperoleh pada penambahan senyawa pengompleks  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  0,01 M sebesar 16,92%, dengan kenaikan persen transpor 35,36%.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan diatas, maka disarankan kepada peneliti yang lain:

1) Perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang kontrol pH terhadap pemisahan logam dengan teknik membran cair berpendukung (*Supported Liquid Membrane*, SLM) terhadap efisiensi pemisahan. 2) Perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang pengaruh waktu terhadap pemisahan logam dengan teknik membran cair berpendukung (*Supported Liquid Membrane*, SLM) terhadap efisiensi pemisahan.

## REFRENSI

- Basir, Djabal Nur. 2015. Kemurnian dan Nilai Faktor Pemisahan Transpor Unsur La Terhadap Unsur Nd, Gd, Lu, dengan Teknik Membran Cair Berpendukung. *Jurnal Alam dan Lingkungan*, Vol. 6, No. 11.
- Djunaidi, M.C., dkk. 2007. Recovery Perak dari Limbah Fotografi melalui Membran Cair Berpendukung dengan Senyawa Pembawa Asam Di-2-Etil Heksilfosfat (D2EHPA). *Reaktor*. Vol 11, No. 2, Hal : 98-103.
- Istiyono, Edi., dkk. 2008. Pengelolaan Limbah Industri Penyepuhan Logam Perak (Elektroplating). *INOTEK*. Vol 12, No. 2.
- Sekarwati, Novita., dkk. 2015. Dampak Logam Berat Cu (Tembaga) dan Ag (Perak) Pada Limbah Cair Industri Perak Terhadap Kualitas Sumur dan Kesehatan Masyarakat Serta Upaya Pengendaliannya di Kota Gede Yogyakarta. *Jurnal EKOSAINS*, Vol VII, No. 1.
- Sugiyono. 2015. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.