

PENGARUH PENGGUNAAN SENYAWA PENGEMBAN GABUNGAN TERHADAP PEMISAHAN LOGAM PERAK DENGAN TEKNIK SLM (*SUPPORTED LIQUID MEMBRANE*)

Baiq Irena Gufron¹, Yeti Kurniasih², Baiq Asma Nufida³

¹Mahasiswa Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Mataram

^{2,3}Dosen Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Mataram

E-mail : irenagufron11@gmail.com, yeti_kurniasih2000@yahoo.com, baiq.asma@gmail.com

Abstrak: Dalam proses fotografi kristal AgBr digunakan sebagai bahan dasar pelapis lembaran film dan membentuk gambar hasil pemotretan sehingga dapat menghasilkan limbah yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan karena mengandung ion logam perak (Ag^+) dalam bentuk kompleks perak tiosulfat ($[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{-3}$). Oleh karena itu perlu dilakukan pemisahan logam Ag sehingga logam tersebut tidak mencemari lingkungan dan dapat dimanfaatkan secara ekonomis. Salah satu cara untuk memisahkan logam Ag adalah dengan teknik membran cair berpendukung (SLM). Membran cair berpendukung memiliki tiga komponen penting yaitu fasa umpan yang mengandung komponen yang akan dipisahkan, fasa membran mengandung senyawa pengemban, dan fasa penerima mengandung komponen yang telah terpisahkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan konsentrasi D2EHPA : TBP dan konsentrasi senyawa pengemban dalam fasa membran terhadap persen transpor logam perak melalui SLM. Untuk mendapatkan komposisi pengemban gabungan yang efektif dalam fasa membran dilakukan dengan memvariasikan perbandingan konsentrasi D2EHPA : TBP dalam fasa membran dan memvariasikan konsentrasi total senyawa pengemban dalam fasa membran. Pengukuran konsentrasi ion logam Ag^+ sebelum dan sesudah transpor ditentukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 328,22 nm. Berdasarkan hasil penelitian bahwa persen transpor optimum diperoleh pada penggunaan senyawa pengemban gabungan D2EHPA : TBP dengan perbandingan (0,75 : 0,25) dan konsentrasi total senyawa pengemban dalam fasa membran sebesar 1,5 M, dimana persen transport Ag yang diperoleh sebesar 58,00 %.

Kata kunci: Membran Cair Berpendukung (SLM), Limbah Fotografi, Perak

PENDAHULUAN

Perak merupakan logam putih mengkilap, tahan korosi dan ringan serta penghantar listrik yang baik. Perak memiliki nilai komersial yang cukup tinggi setelah emas dan platina. Pada umumnya perak ditemukan bersama-sama dengan Zn, Pb, Co, Ni dan Au. Perak diperoleh dari hasil pelelehan dan pemurnian logam dari bijihnya. Selain diperoleh dari bijih mineral yang ada di alam, logam perak juga diperoleh dari pengolahan limbah fotografi. Pengembangan film menyebabkan limbah fotografi mengandung Ag pada larutan *fixer* dan air bilasan masing-masing sebesar 1.000-10.000 dan 50-200 mg/L. Perak merupakan zat yang berbahaya sehingga harus dipungut kembali (recovery) secara sempurna baik dari segi ekonomi maupun alasan lingkungan (Djunaidi dkk, 2007).

Hasil buangan yang masih mengandung logam perak jika dibuang di perairan tanpa pengolahan limbah lebih lanjut akan membahayakan kehidupan organisme terutama bakteri, tumbuhan serta makhluk hidup, karena logam perak merupakan logam berat yang sangat toksik. Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat pada tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, sehingga proses metabolisme tubuh terputus. Lebih jauh lagi, logam berat ini akan bertindak sebagai penyebab alergi, mutagen, teratogen, atau karsinogen bagi manusia. Jalur masuknya adalah melalui kulit, pernapasan dan pencernaan. Oleh sebab itu perlu dilakukan pemisahan untuk menurunkan kadar logam perak dari limbah sebelum dibuang ke lingkungan. Berbagai teknologi digunakan untuk mendapatkan kembali Ag dari limbah fotografi dimana kebanyakan efektif pada batas konsentrasi Ag tertentu. Perak dalam bentuk kompleks anionik

tiosulfat $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ dapat dipisahkan dari larutannya dengan cara elektrolisis, pergantian logam (*metallic replacement*), pengendapan, penukaran ion, membran cair emulsi (ELM) (Nusa, 2010).

Metode elektrolisis memiliki keuntungan yaitu mendapatkan kemurnian Ag yang besar namun metode ini hanya dapat digunakan pada konsentrasi perak yang tinggi. Metode pengendapan dan pergantian logam memiliki keuntungan yaitu biaya operasinya relatif murah namun menghasilkan endapan yang tidak murni sehingga membutuhkan pemurnian lebih lanjut. Selain itu metode ini tidak dapat digunakan pada konsentrasi Ag^+ kurang dari 100 mg/L. Metode resin penukar anion hanya efektif digunakan pada konsentrasi Ag^+ yang kecil (Djunaidi dkk, 2007).

Oleh sebab itu teknik pemisahan yang memberikan prospek terbaik untuk pemisahan logam perak adalah teknik membran cair berpendukung (*Supported Liquid Membrane, SLM*). Dimana teknik SLM merupakan teknik yang dikembangkan dari metode ekstraksi pelarut, yaitu dengan cara mengambobatkan zat pengekstraksi (*carrier*) pada suatu membran polimer berpori (Rumhayati, 2000). Dengan cara ini selain selektifitas transpor meningkat, juga jumlah pengekstraksi yang diperlukan menjadi sangat sedikit (kurang dari 1% dari yang diperlukan pada ekstraksi pelarut biasa).

Teknik Membran cair berpendukung merupakan teknik pemisahan yang selektif, efisien, sederhana dan biayanya murah. Dalam teknik SLM terdiri dari tiga komponen penting yaitu fasa umpan, fasa membran, dan fasa penerima. Dimana fasa umpan merupakan fasa yang berisi larutan yang akan dipisahkan, fasa membran merupakan senyawa pengemban yang diimobilisasi dalam membran pendukung, dan fasa penerima merupakan fasa yang berisi larutan hasil pemisahan. Pada pemisahan di SLM transpor ion logam dari fasa umpan ke fasa penerima dilakukan oleh senyawa pengemban yang terdapat dalam membran pendukung. Struktur molekuler pengemban dan peristiwa kimia yang terlibat dalam kompleksasi adalah faktor yang paling menentukan dalam meningkatkan selektifitas membran. Senyawa pengemban gabungan dan konsentrasi senyawa pengemban gabungan dalam fasa membran juga akan mempengaruhi proses transpor logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima (La Harimu dkk, 2010).

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan senyawa pengemban gabungan dan konsentrasi senyawa pengemban gabungan terhadap pemisahan logam perak dengan teknik membran cair berpendukung (*Supported Liquid Membrane, SLM*).

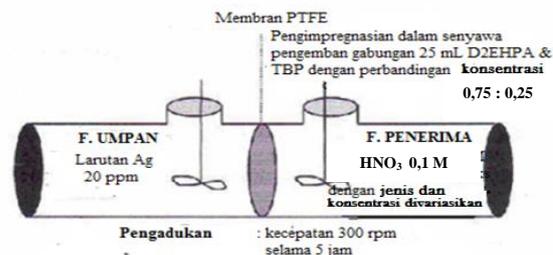
METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: seperangkat alat pemisahan SLM, Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) untuk menentukan persen transport logam perak, seperangkat alat destilasi dan peralatan gelas lainnya. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: larutan AgNO_3 sebagai standar perak, larutan pengemban (D2EHPA dan TBP), HNO_3 , membrane WHATMAN politetrafluoroetilen (PTFE) dengan diameter 47 mm ukuran pori 0,5 μm , kerosen sebagai pelarut organik dan aquades.

Prosedur Penelitian

Membran cair dibuat dengan melarutkan masing-masing senyawa pengemban D2EHPA dan TBP dalam pelarut kerosen dengan variasi perbandingan konsentrasi pengemban yaitu 1 : 0; 0,75 : 0,25; 0,5 : 0,5; 0,25 : 0,75 dan 0 : 1 M serta dengan memvariasikan konsentrasi pengemban dalam fasa membran mulai dari 0 M; 0,5 M; 1 M, 1,5 M dan 2 M. Membran pendukung PTFE direndam dalam larutan pengemban tersebut selama 2 jam, selanjutnya diambil dan diletakkan di antara kertas tisu dengan tujuan untuk mengurangi kelebihan larutan senyawa pengemban, kemudian diletakkan sedemikian rupa pada alat pemisahan di antara fasa umpan dan fasa penerima seperti gambar 1. Proses pemisahan ion perak dari fasa umpan ke fasa penerima melalui fasa membrane dilakukan selama 5 jam dengan kecepatan pengadukan 300 rpm.



Gambar 1. Alat SLM

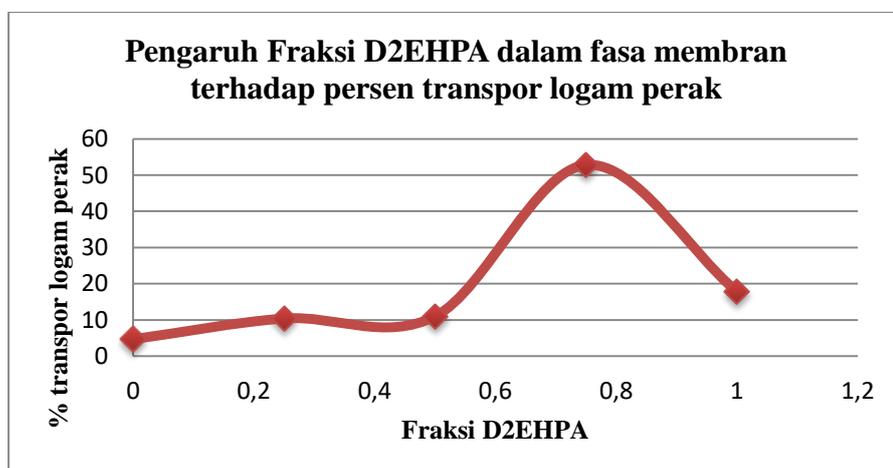
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh penggunaan senyawa pengemban gabungan terhadap persen transpor logam perak

Untuk memperoleh data pengaruh penggunaan senyawa pengemban gabungan terhadap transpor logam perak dilakukan dengan cara menggabungkan dua senyawa pengemban yang berbeda. Senyawa pengemban yang digunakan adalah gabungan D2EHPA dan TBP dengan perbandingan konsentrasi yang divariasikan, namun konsentrasi totalnya tetap 1 M. Hasil transpor logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima dengan menggunakan senyawa pengemban gabungan ditunjukkan dalam tabel 1 dan gambar 2.

Tabel 1. Pengaruh senyawa pengemban gabungan terhadap persen transpor logam perak

Perbandingan konsentrasi D2EHPA : TBP	Fraksi D2EHPA	% transpor logam perak
1 : 0	1	17,80
0,75 : 0,25	0,75	52,80
0,5 : 0,5	0,5	11,05
0,25 : 0,75	0,25	10,45
0 : 1	0	4,75

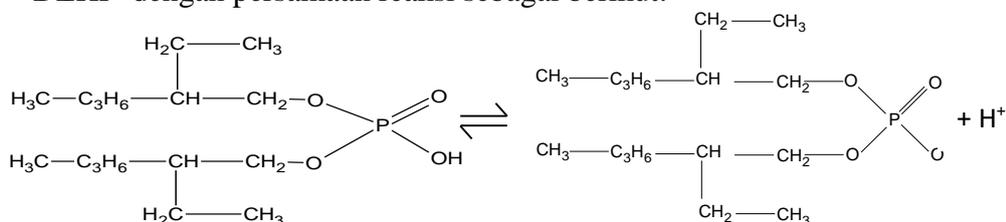


Gambar 2. Grafik hubungan antara fraksi D2EHPA dengan persen transport logam perak

Berdasarkan grafik tersebut, penggunaan gabungan pengemban D2EHPA dan TBP memberikan transpor perak yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan masing-masing pengemban dalam bentuk tunggalnya. Hal ini menunjukkan adanya efek sinergis antara kedua pengemban tersebut dalam mentranspor perak. Perbandingan optimum terjadi pada perbandingan konsentrasi D2EHPA : TBP = 0,75 : 0,25 atau dengan kata lain pada fraksi D2EHPA 0,75 dimana persen transpor yang dihasilkan sebesar 52,80 %. Efek sinergis tersebut terjadi pada fraksi D2EHPA yang lebih besar dibandingkan fraksi TBP dalam larutan pengemban. Hal ini terjadi karena kemampuan D2EHPA dalam mentranspor perak lebih besar dibandingkan TBP. D2EHPA sebagai pengompleks pada fasa membran dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion Ag^+ ,

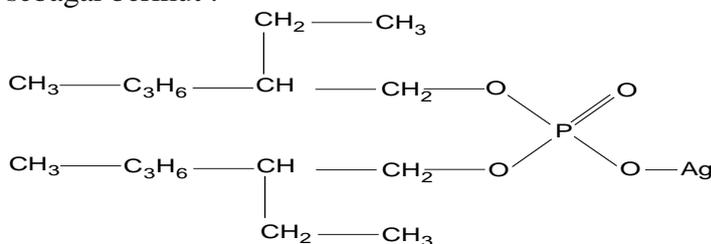
sehingga akan menetralkan muatan positif ion logam setelah terdisosiasi melepaskan ion H^+ nya. Sedangkan TBP dalam hal ini berperan sebagai pengemban netral yang mensolvasi kompleks yang telah terbentuk antara D2EHPA dengan logam perak.

Dilihat dari struktur molekul D2EHPA, Senyawa D2EHPA merupakan senyawa yang bersifat asam berbasas satu, sehingga bisa dituliskan sebagai HDEHP (asam di-etil heksil posfat) yang dapat melepaskan ion H^+ . Saat pembentukan kompleks dengan ion logam Ag^+ , senyawa ini akan memutuskan salah satu ikatan hidrogen dari gugus hidroksinya sehingga terbentuk struktur $DEHP^-$ dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



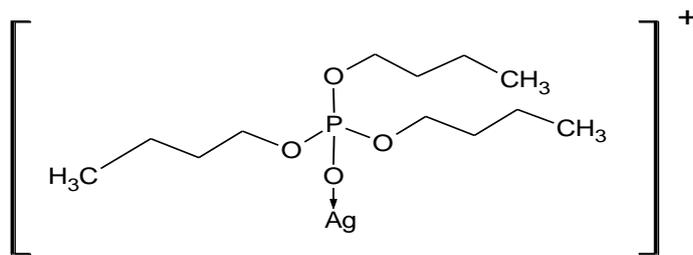
Gambar 3. Struktur $DEHP^-$

HDEHP yang kehilangan ion H^+ akan bermuatan negatif dan dalam kondisi ini ion Ag^+ akan menggantikan ion H^+ yang terlepas untuk membentuk struktur kompleks $AgDEHP$. Struktur kompleks $AgDEHP$ sebagai berikut :



Gambar 4. Struktur kompleks $AgDEHP$

Kemampuan TBP dalam mengekstraksi ion Ag dapat dilihat dari struktur molekulnya. TBP memiliki dua pasang elektron bebas yang terdapat pada atom oksigen yang berikatan rangkap dengan fosfat sehingga TBP dapat membentuk senyawa koordinasi dengan ion logam dan dapat mensolvasi kompleks yang terbentuk. Ion logam cenderung terikat pada oksigen yang memiliki pasangan elektron bebas, sehingga struktur senyawa koordinasi yang mungkin terbentuk seperti pada gambar 5.



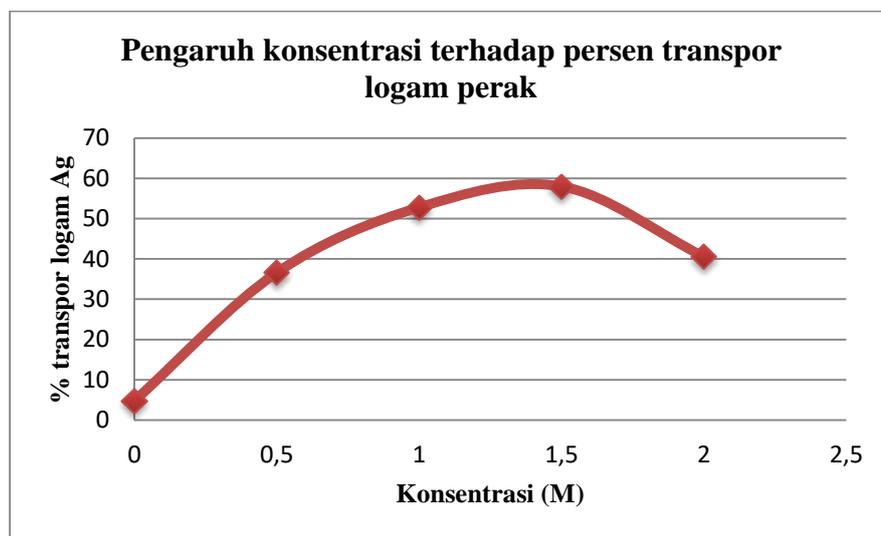
Gambar 5. Struktur koordinasi perak dengan TBP

2. Pengaruh konsentrasi senyawa pengemban gabungan terhadap persen transport logam perak

Untuk memperoleh data pengaruh konsentrasi total senyawa pengemban terhadap persen transport logam perak dilakukan dengan cara memvariasikan konsentrasi total senyawa pengemban gabungan dalam fasa membran mulai dari 0 M, 0,5 M, 1 M, 1,5 M, dan 2 M, tapi perbandingan konsentrasi D2EHPA : TBP tetap 0,75 : 0,25. Hasil transport logam perak dari fasa umpan ke fasa penerima dapat ditunjukkan dalam tabel 2 dan gambar 6.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi senyawa pengemban gabungan terhadap persen transport logam perak

Konsentrasi (M)	% transport
0	4,75
0,5	36
1	52
1,5	58
2	40



Gambar 6. Grafik hubungan konsentrasi dengan persen transpor logam perak

Berdasarkan grafik hubungan antara konsentrasi senyawa pengemban dalam fasa membran terhadap persen transpor logam perak seperti yang terlihat pada Gambar 6 tersebut, dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi pengemban maka persen transpor meningkat, tetapi apa bila konsentrasi pengemban ditingkat lagi maka persen transpor menurun. Pada konsentrasi pengemban 0 M (pelarut kerosen saja) persen transpor yang diperoleh adalah 4,75 %. Hal ini menunjukkan bahwa ion Ag^+ masih bisa tertransport melewati fasa membran. Ion logam dapat tertransport melewati fasa membran karena ion logam tersebut membentuk kompleks pasangan ion atau kompleks asosiasi dengan ion lain yang muatannya berlawanan. Dalam hal ini ion Ag^+ akan membentuk pasangan ion dengan ion NO_3^- karena fasa penerima mengandung HNO_3 sehingga Ag tertransport ke dalam fasa penerima sebagai $[\text{Ag}^+, \text{NO}_3^-]$.

Pada gambar tersebut, dengan adanya penambahan konsentrasi senyawa pengemban dalam fasa membran persen transpor mengalami peningkatan. Peningkatan tertinggi terjadi pada konsentrasi senyawa pengemban 1,5 M dengan persen transpor 58 %. Terjadinya kenaikan persen transpor disebabkan karena dengan bertambahnya konsentrasi pengemban maka jumlah molekul pengemban yang mengikat ion Ag^+ membentuk senyawa kompleks juga semakin banyak. Hal tersebut menyebabkan jumlah ion Ag^+ yang tertransport ke dalam fasa penerima meningkat. Namun pada konsentrasi yang lebih tinggi dari 1,5 M terjadi penurunan persen transpor. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi pengemban yang terlalu tinggi, maka viskositas fasa membran semakin tinggi sehingga meskipun senyawa kompleks yang terbentuk banyak tapi sulit menembus fasa membran menuju fasa penerima.

DAFTAR PUSTAKA

- Djunaidi, M.C., dkk. 2007. “Recovery Perak dari Limbah Fotografi melalui Membran Cair Berpendukung dengan Senyawa Pembawa Asam Di-2-Etil Heksilfosfat (D2EHFA)”. Reaktor, Vol 11, No. 2, Hal : 98-103.
- Harimu, La., dkk. 2010. “Separation of Fe(III), Cr(III), Cu(II), Ni(II), Co(II), and Pb(II) Metal Ions Using Poly(EugenylOxyacetic Acid) as an Ion Carrier by a Liquid Membrane Transport

Method”. Vol. 10, No. 1, 69-74. Yogyakarta: Jurusan Kimia FPMIPA Universitas Gadjah Mada.

Nusa, I.D.,. 2010. “*Metode Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni, dan Zn) di dalam Air Limbah Industri*”. *JAI*, Vol. 6, No. 2, 136-148. Jakarta pusat: Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT.

Rumhayati, B. 2000. *Transpor Lantanum melalui Membran Cair Berpendukung Ganda*, Tesis Institut Teknologi Bandung