

Pemanfaatan Membran Cair Emulsi Untuk Menyisihkan Ion Nikel Di Limbah Cair

Bambang Ismuyanto

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

Diterima tanggal 28 Februari 2012, direvisi tanggal 28 Maret 2012

ABSTRAK

Membran cair emulsi mengandung Di-(2-ethylhexyl) phosphoric acid (D2EHPA) yang diterapkan untuk menyisihkan ion nikel dari limbah cair industri lapis listrik. Membran dibuat dari 0,1 mL Span-80, 0,6 mL D2EHPA dan 9,3 mL kerosen. Fasa internal dibuat dari 5 mL 0,1 N HCl sedangkan fasa eksternal adalah larutan nikel yang konsentrasinya divariasikan 100 - 300 ppm. Variasi kecepatan pengadukan 100-250 rpm pada jangka waktu 4 menit. Konsentrasi nikel sisa diuji menggunakan spektrofotometer tampak pada panjang gelombang 470 nm dengan menerapkan metode dimetil gliksim. Hasil percobaan menunjukkan bahwa makin besar kecepatan pengadukan mengakibatkan makin meningkatnya jumlah nikel yang terpermeasi dan makin meningkat konsentrasi fasa eksternal berakibat makin meningkatnya jumlah ion nikel terpermeasi dan mencapai nilai maksimal sebesar 75%.

Kata kunci : membran emulsi cair, nikel, D2EHPA, dimetilgliksim, penyisihan

ABSTRACT

Emulsion liquid membrane containing Di-(2ethylhexyl) phosphoric acid (D2EHPA) have been applied to remove nickel ion from wastewater of electroplating industry. Membrane was made from 0,1 mL of Span – 80; 0,6 mL of D2EHPA and 9,3 mL kerosene. Internal phase was made from 5 mL HCl 0,1 N, while the external phase that was nickel solution varied on concentration for 100-300 ppm. The separation process was done by stirring the solution in various rate of 100-250 rpm at 4 minutes. The last concentration of nickel was measured by using visible spectrophotometry at wavelength 470 nm by dimethylglyoxime method. From the experimental results, it has been established that increasing in stirring rate could increasing permeated nickel ion value. While increased on concentration of external phase also promoted permeated nickel ion value, with highest value 75%.

Key word : emulsion liquid membrane, nickel, D2EHPA, dimetilgliksim, remove

PENDAHULUAN

Aktivitas manusia selalu disertai dengan modifikasi bahan dalam aneka bentuk. Modifikasi bahan akan menghasilkan produk yang diharapkan dan produk yang tak diharapkan atau yang disebut limbah.

Umumnya bahan yang tak diharapkan langsung dibuang ke lingkungan karena tidak bernilai ekonomis. Pembuangan sewenang-wenang mengakibatkan pencemaran. Bahan pencemar bisa berupa bahan organik, logam, anion, pestisida dan bahan radioaktif [1].

Kation besi, nikel, dan kromium terdapat dalam limbah cair industri lapis listrik. Hasil analisis kadar ion-ion tersebut dalam limbah cair elektroplating adalah Ni 100-300 ppm, Cr 50-60 ppm dan Fe 20-40 ppm [2]. Sedangkan

*Corresponding author :

E-mail: bambang_ismuyanto@yahoo.com

nilai ambang batasnya adalah kromium 0,05 ppm, nikel 0,1 ppm dan besi 0,2 ppm. Nikel dalam air limbah berupa ion nikel yang larut. Sumber pencemaran nikel adalah pelapisan logam, pengecoran logam, kendaraan bermotor, cat dan pertambangan [3]. Nikel disisihkan dari air melalui teknologi adsorpsi, presipitasi, penukar ion, dan elektrokimia [4]. Upaya penyisihan logam yang dewasa ini cukup prospektif adalah pemisahan menggunakan membran cair [5]. Transport kompetitif tak terhindarkan ketika membran cair digunakan untuk memisahkan larutan yang mengandung nikel dan tembaga [1]. Pada penelitian tersebut, waktu kontak, konsentrasi bufer di fasa eksternal dan derajat keasaman umpan menjadi parameter kritis pada recovery nikel dan tembaga. Uddin, dkk [6] mengkaji ekstraksi logam dengan menggunakan surfaktan bifungsi. Surfaktan meningkatkan kestabilan emulsi akan tetapi makin tinggi konsentrasi justru akan menurunkan derajat ekstraksi. Surfaktan bifungsi adalah surfaktan yang berperan ganda yaitu sebagai ekstraktan dan emulsifier. Pemakaian surfaktan semacam itu mampu menggantikan peran ekstraktan pada sistem membran cair.

Penyisihan membran cair merupakan penyisihan yang didasarkan pada distribusi komponen dari fasa eksternal ke fasa internal melalui selaput yang tipis dan bersifat semipermeabel. Proses pemisahan dengan teknik membran cair efektif memisahkan campuran terutama dalam pemisahan hidrokarbon, ion logam dan pengolahan limbah, serta penggunaan lain dalam bidang Biokimia dan Biomedis [7]. Keunggulan penyisihan menggunakan teknologi membran cair adalah dapat digunakan berulang kali, sehingga penggunaan bahan menjadi lebih efisien. Disamping itu proses membran cair mempunyai daya selektivitas yang tinggi, luas permukaan per volume besar, difusi pendek dan permeabilitas lebih baik dari proses pemisahan biasa [1]. Membran cair merupakan sistem emulsi yang dibentuk dari campuran bahan organik dan surfaktan. Pada sistem tersebut surfaktan yang ditambahkan berfungsi untuk meningkatkan kestabilan membran emulsi.

Faktor-faktor yang amat menentukan pada operasional penyisihan menggunakan membran adalah kecepatan pengadukan, konsentrasi fasa eksternal, konsentrasi fasa internal, konsentrasi surfaktan dan pembawa pada fasa internal serta nisbah fasa membran terhadap fasa eksternal. Penelitian ini berupaya untuk mengkaji kecepatan pengadukan dan konsentrasi fasa eksternal terhadap daya sisih ion nikel yang terdapat di limbah cair industri lapis listrik. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kecepatan pengadukan pada penyisihan ion nikel di limbah lapis listrik dan mempelajari konsentrasi fasa eksternal pada penyisihan ion nikel di limbah lapis listrik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang penyisihan nikel melalui variasi kecepatan pengadukan dan konsentrasi fasa eksternal untuk selanjutnya dapat diimplementasikan secara luas dalam bidang industri, kimia dan biomedis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fisik Fakultas MIPA Universitas Brawijaya dengan metode penelitian yang diterapkan adalah percobaan atau eksperimen berupa kecepatan pengadukan dan konsentrasi fasa eksternal dalam rangka menyisihkan nikel pada limbah cair lapis listrik. Tahapan penelitian meliputi pembuatan emulsi, penentuan waktu permeasi, penentuan nikel terpermeasi pada variasi kecepatan pengadukan dan variasi konsentrasi fasa eksternal.

Emulsi yang digunakan terdiri dari 0,1 mL Span – 80; 0,6 mL D2EHPA dan 9,3 mL kerosen dengan volume total 10 mL. Ketiga bahan diaduk menggunakan pengaduk baling dengan kecepatan pengadukan 1400 rpm selama 10 menit. Selama pengadukan ditambahkan 5 mL HCl 0,1 N tetes demi tetes. Selanjutnya emulsi yang terbentuk diumpankan ke fasa eksternal untuk tiap-tiap variasi perlakuan.

Emulsi yang telah terbentuk diumpankan

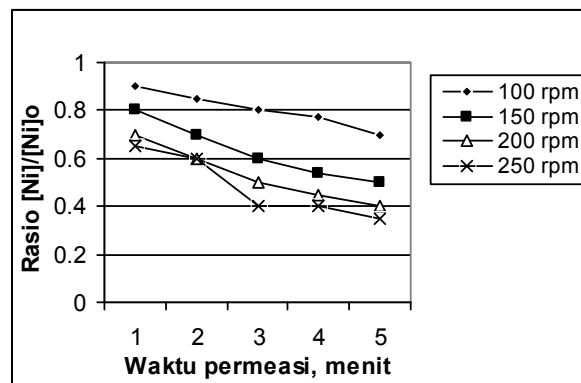
ke dalam 100 mL larutan Ni(II) 100 ppm, kemudian dilakukan pengadukan pada kecepatan 100 rpm selama 4 menit; dihentikan dan sampling fasa eksternal sebanyak 1,00 mL, diencerkan dalam labu ukur sampai 50 mL. Kemudian dipipet sebanyak 10,00 mL dan ditambahkan 0,5 mL air brom jenuh; 0,5 mL larutan NH_4OH pekat dan 1,0 mL larutan dimetilglioksim 1 %. Lalu didiamkan selama beberapa menit dan diukur serapannya pada panjang gelombang 470 nm dengan menggunakan spektrometri UV-Vis. Kerja serupa dilaksanakan dengan variasi kecepatan pengadukan 150, 200 dan 250 rpm. Dilakukan prosedur yang sama untuk variasi konsentrasi fasa eksternal 150 ppm; 200 ppm; 250 ppm dan 300 ppm dengan pengulangan sebanyak 3 kali untuk masing-masing variasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Kecepatan Pengadukan.

Pada percobaan ini, konsentrasi nikel awal 100 ppm dengan komposisi emulsi adalah 0,1 mL Span-80; 0,6 mL D2EHPA dan 9,3 mL kerosen dengan volume total 10 mL. Kecepatan pengadukan yang dipilih adalah 100, 150, 200 dan 250 rpm dengan data uji yang diwujudkan dalam bentuk grafik hubungan antara waktu permeasi (menit) terhadap rasio konsentrasi nikel awal terhadap konsentrasi nikel akhir $[\text{Ni}]/[\text{Ni}]_0$. Tanpa pengadukan proses difusi tetap berlangsung akan tetapi lambat oleh karena itu untuk mempercepat difusi maka perlu gaya yang berasal dari luar yaitu pengadukan. Pengadukan akan mempercepat difusi nikel di fasa eksternal. Makin cepat pengadukan maka peluang kontak antara ion nikel dan butir emulsi makin besar. Pada saat ion nikel mencapai permukaan antara fasa membran dan fasa eksternal, ion masih mengalami hambatan antar muka sehingga tidak secara otomatis dapat menembus batas tersebut. Pengadukan akan makin mempertipis lapis antar muka antara fasa eksternal dan fasa membran; makin tipisnya lapis ini akan mengakibatkan makin besarnya laju difusi ion nikel pada sistem tersebut. Makin besar laju

difusi ion nikel makin besar pula kemampuan permeasinya untuk menembus permukaan membran.



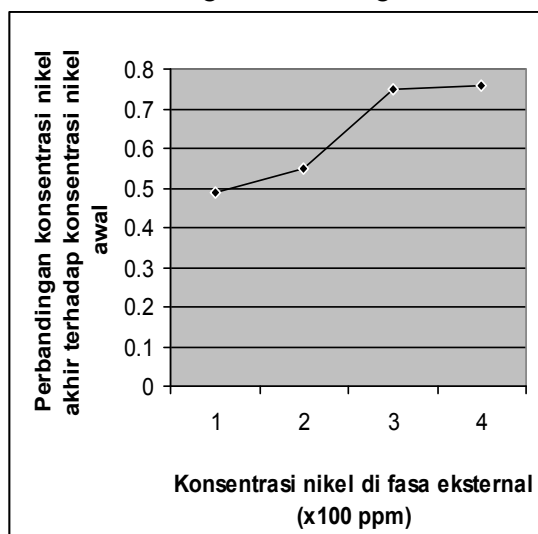
Gambar 1 Nikel terpermeasi ke fasa membran pada berbagai kecepatan pengadukan.

Gambar 1 menginformasikan bahwa pada pengadukan 250 rpm diperoleh grafik dengan bentuk yang paling curam atau mempunyai kemiringan/slope terbesar dibanding dengan grafik lainnya. Hal ini membuktikan bahwa makin besar kecepatan pengadukan maka makin banyak pula nikel yang terpermeasi dari fasa eksternal menuju fasa membran untuk kemudian dijebak di fasa internal. Ditinjau dari waktu awal permeasi, diperoleh informasi bahwa laju perpindahan nikel yang dinyatakan oleh nilai slope garis, makin meningkat dengan makin besarnya kecepatan pengadukan. Gejala tersebut mengindikasikan bahwa proses perpindahan/permeasi nikel dari fasa eksternal menuju fasa internal adalah proses perpindahan massa yang dikendalikan pada waktu awal permeasi. Hasil uji ini menyimpulkan bahwa kecepatan pengadukan 250 rpm dipilih untuk percobaan selanjutnya dengan waktu permeasi maksimum 4 menit.

Variasi Konsentrasi Fasa Eksternal terhadap derajat penyisihan. Pada penelitian ini volume fasa membran 10 mL dengan komposisi 1,1% Span-80, 6% D2EHPA dan sisanya kerosen. Fasa internal berisi 5 mL HCl 0,1 N. Uji laboratorium

Permeasi nikel dari fasa eksternal menuju ke fasa internal dalam membran cair melalui mekanisme facilitated transport jenis II, yaitu nikel akan ditransport dari fasa eksternal

menuju fasa membran dengan adanya zat pembawa (D2EHPA). D2EHPA inilah yang berperan untuk memindahkan nikel dari antar muka fasa eksternal menuju ke fasa membran untuk kemudian dilepas ke fasa internal. Di fasa antar muka eksternal, D2EHPA melepas ion hidrogen untuk mengikat nikel sedang di antar fasa internal, D2EHPA akan melepas nikel sambil mengikat ion hidrogen.

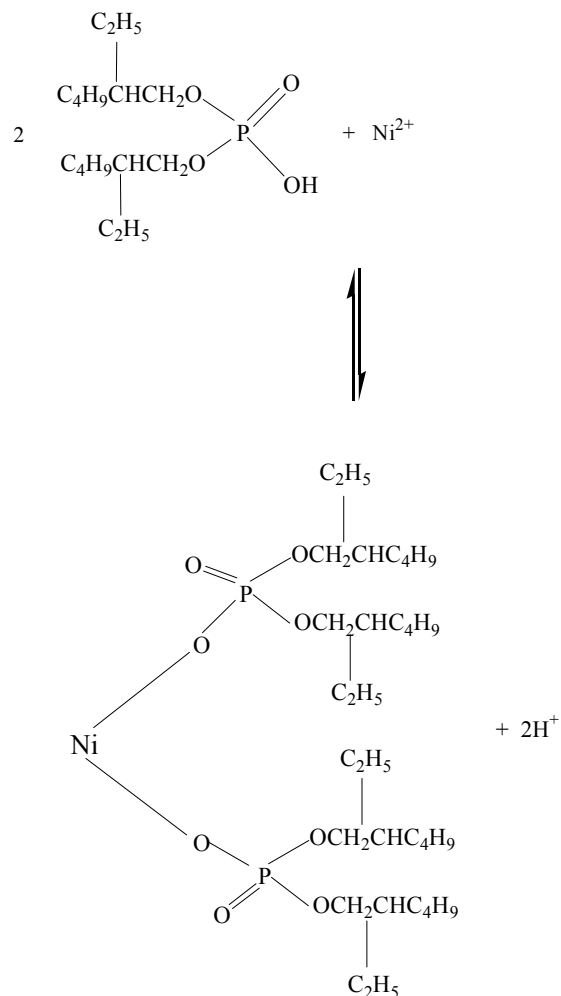


Gambar 2. Grafik hubungan konsentrasi nikel di fasa eksternal terhadap rasio $[Ni]/[Ni]_0$

Variasi konsentrasi nikel di fasa eksternal disajikan oleh grafik pada Gambar 2. Makin besar konsentrasi nikel di fasa eksternal maka makin banyak pula nikel yang dapat diikat D2EHPA karena konsentrasi D2EHPA berlebih. Akan tetapi pada konsentrasi nikel 300 ppm, jumlah nikel yang diikat tidak berbeda nyata dengan konsentrasi nikel 250 ppm. Hal ini membuktikan bahwa D2EHPA sudah melampaui konsentrasi jenuhnya, sehingga makin besar nikel maka nikel yang diikat sudah tidak mengalami peningkatan yang berarti. Mekanisme tersebut berlangsung sinambung sehingga permeasi nikel oleh D2EHPA dapat berlangsung spontan. Semakin besar konsentrasi fasa eksternal, maka jumlah nikel yang dapat dikomplekskan juga semakin banyak.

Akibatnya transport nikel oleh D2EHPA ke fasa internal juga semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan nikel terpermeasi yang semakin meningkat sejalan dengan

peningkatan konsentrasi fasa eksternal (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Mekanisme pembentukan kompleks tak bermuatan antara nikel dengan D2EHPA

KESIMPULAN

Makin besar kecepatan pengadukan dari 100 – 250 rpm mengakibatkan makin meningkatnya jumlah nikel yang terpermeasi. Makin meningkatnya konsentrasi fasa eksternal berakibat makin meningkatnya jumlah ion nikel yang terpermeasi dan mencapai nilai maksimal sebesar 75%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chakraborty, M. (2004), Extraction of

- copper(II) and nickel(II) from wastewater by emulsion liquid membrane, *Indonesian Journal of Chemical Engineering*, v.85, 1.
- [2] Ismuyanto, B., dkk. (2000), Kajian Mekanisme dan Kinetika Reaksi Reduksi Limbah Kromium di Lingkungan Industri Elektroplating, *Jurnal Penelitian Ilmu – ilmu Hayati (Life Science)*, Universitas Brawijaya, Malang, Vol. 11, No. 2,3,5.
- [3] Kulkarni, PS., KK Tiwari., VV Mahajani (2001), Recovery of nickel via liquid emulsion membrane process using methane sulphonic acid as a strippant, *Separation Science & Technology*, v.36, 639.
- [4] Lupi, C., Pasquali., M. (2003), Electrolytic nickel recovery from lithium ion batteries, *Mineral Engg.*, v.16, 537.
- [5] Chakraborty, R., Datta, S., Bhattacharya, C. (2004), Extraction of Copper(II) and Nickel(II) from Wastewater by Emulsion Liquid Membranes, *Journal of Membrane Science*, 85, 2 – 3.
- [6] Uddin, MS., M Kathiresan (2002), Extraction of metal ions by emulsion liquid membranes using bi functional surfactant: equilibrium and kinetic studies, *Separation and Purification Technology*, v.19, 3.
- [7] Bhuvaneswari, S., KM Meera (2003), Separation of L-glutamic acid by emulsion liquid membrane extraction, *Journal of Science and Industrial Research*, v.62, 329.