

## Recovery Logam Krom (VI) Menggunakan *Polymer Inclusion Membran* (PIM) dengan Senyawa Pembawa Aliquat 336, Topo dan Campuran Aliquat 336-Topo

Khoirin Nita Ulfia<sup>a</sup>, Khabibi<sup>a</sup>, Muhammad Cholid Djunaidi<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Analytical Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang

\* Corresponding author: [choliddjunaidi@live.undip.ac.id](mailto:choliddjunaidi@live.undip.ac.id)

### Article Info

Keywords: polymer inclusion membrane (PIM), aliquat 336, trioctyl phosphine oxide (TOPO), chromium (VI)

Kata kunci: polymer inclusion membran (PIM), aliquat 336, trioctyl phosphine oxide (TOPO), krom (VI)

### Abstract

Research on chromium recovery (VI) using polymer inclusion membrane (PIM) with aliquat 336, TOPO, and 336-TOPO aliquat compounds has been done. The purpose of this study was to produce PIM, separating chromium (VI) ion using PIM with single compound of aliquat 336, TOPO, and mixture of aliquat 336-TOPO, determining the influence of carrier compound composition, feed phase concentration, stirring time, and frequency of use membrane on chromium(VI) ion transport. The separation efficiency was determined by measuring the influence of the carrier compound composition, determining the chromium ion (VI) content with the variation of feed phase concentration, membrane thickness, and the amount of membrane use using AAS (Atomic Absorption Spectrometry). The morphology of the membrane surface was determined using SEM (Scanning Electron Microscopy). In the transport process, the feed phase was the electroplating waste containing chromium metal with a pH of 4.4 while the receiving phase is a 2 N NaCl solution with a pH of 6.3. The functional group component of membrane component analysis was performed by FTIR spectroscopy. The results showed that chromium metal ion (VI) transport was influenced by aliquat 336 compound and 336-TOPO aliquat mixture. Both of them affected more transport than TOPO only. Feed phase concentration with initial concentration of 8.5 ppm, stirring time for 72 hours, and first usage gave the most transports of metal ions. The most transport is 97.8% of the feed phase and 76.5% are transported to the receiving phase.

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang *recovery* logam krom (VI) menggunakan *polymer inclusion membran* (PIM) dengan senyawa pembawa aliquat 336, TOPO, dan campuran aliquat 336-TOPO. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan PIM, melakukan pemisahan ion krom (VI) menggunakan PIM dengan senyawa tunggal aliquat 336, TOPO, dan campuran aliquat 336-TOPO, menentukan pengaruh komposisi senyawa pembawa, pengaruh konsentrasi fasa umpan, waktu pengadukan, dan frekuensi pemakaian membran terhadap transpor ion logam krom (VI). Efisiensi pemisahan diketahui dengan menentukan pengaruh komposisi senyawa pembawa, menentukan kadar ion krom (VI) dengan variasi konsentrasi fasa umpan, ketebalan membran, dan banyaknya pemakaian membran menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*). Morfologi permukaan membran dapat diketahui dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Pada proses transpor, fasa umpan adalah limbah elektroplating yang mengandung logam krom dengan pH 4,4 sedangkan fasa penerima adalah larutan NaCl 2 N dengan pH 6,3. Analisis gugus fungsi komponen penyusun membran dilakukan dengan spektroskopi FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa transpor ion logam krom (VI) dipengaruhi oleh senyawa pembawa aliquat 336 dan campuran aliquat 336-TOPO. Keduanya lebih mempengaruhi transpor dibandingkan TOPO saja. Konsentrasi fasa umpan dengan konsentrasi awal 8,5 ppm, waktu pengadukan selama 72 jam, serta pemakaian pertama menghasilkan transpor ion logam terbanyak. Transpor terbanyak yaitu 97,8 % dari fasa umpan dan 76,5 % yang tertranspor ke fasa penerima.

## 1. Pendahuluan

Logam krom(VI) adalah salah satu logam berat yang beracun dan berpotensi sebagai polutan berbahaya bila limbah industri yang menggunakan bahan baku krom tidak diolah lebih dahulu langsung dibuang ke lingkungan. Krom(VI) dikenal sebagai zat karsinogenik yang dapat merusak fungsi kerja DNA dalam sel, sehingga dapat mengakibatkan terjadinya mutasi genetik pada makhluk hidup. Krom(VI) juga dapat menyebabkan iritasi pada kulit, kerusakan pada membran mukosa, ginjal, saluran pencernaan dan hati. Selain sebagai polutan, logam krom juga bermanfaat bagi manusia baik dalam kegiatan sehari-hari maupun dalam proses industri, seperti untuk elektroplating. Oleh karena beracun dan berharganya logam ini maka sangat penting dilakukan suatu proses pemisahan ion logam krom(VI) dari limbah yang mengandung krom. Daur ulang dan penggunaannya kembali merupakan aspek penting dalam perkembangan industri di masa depan [1].

Pemisahan merupakan langkah yang penting baik untuk keperluan analisis maupun untuk keperluan pengambilan ulang (*recovery*). Membran cair merupakan salah satu metode pemisahan yang telah banyak berkembang dan menarik perhatian para peneliti dalam beberapa dekade ini karena selektifitasnya yang tinggi dengan adanya senyawa pembawa (*carrier*) yang terdapat dalam membran. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengetahui penggunaan membran cair pada berbagai proses pemisahan dan pemurnian seperti pemisahan isomer, gas, ion logam, dan sebagainya. Akan tetapi, ketidakstabilannya menjauhkan membran cair dari aplikasi/komersialisasi pada proses pemisahan dan pemurnian industri. Ketidakstabilan ini dikarenakan oleh hilangnya pelarut dan senyawa pembawa (*carrier*) ke dalam larutan disebabkan oleh pembentukan tetapan emulsi atau disebabkan oleh perbedaan tekanan yang terdapat dalam membran [2].

Mengatasi hal ini, Sugiura *dkk.* [3] berhasil memperoleh membran yang stabil, dengan cara menjeratkan (*entangled*) membran cair ke dalam membran selulosa asetat ditambah dengan *plasticizer*, yang menjadi generasi baru Membran Cair Berpendukung (*Supported Liquid Membrane-SLM*). Jenis membran transpor terfasilitasi ini disebut *Polymer Inclusion Membrane (PIM)*. PIM menunjukkan kelebihan dari membran cair lain khususnya SLM dalam hal kestabilan yang sangat tinggi, *carrier* yang hilang selama proses dapat diabaikan, lebih hemat *carrier* yang digunakan, *flux* yang lebih tinggi dan lebih serbaguna [2, 4, 5].

*Polymer Inclusion Membrane (PIM)* dibuat dari larutan yang mengandung suatu senyawa pembawa/*carrier*/ekstraktan, *plasticizer* dan polimer dasar seperti selulosa triasetat (CTA) atau *polyvinyl chloride (PVC)* membentuk film yang tipis, stabil dan fleksibel. Hasilnya adalah membran yang *self-supporting* yang dapat digunakan untuk memisahkan larutan yang diinginkan dengan cara yang mirip dengan SLM [6]. PIM dengan senyawa pembawa campuran Aliquat 336-TBP

yang digunakan untuk proses pemisahan ion logam krom(VI) menghasilkan proses transport sebanyak 99,24 % dari fasa umpan dan 85,88 % yang tertransport ke fasa penerima. Penelitian dengan menggunakan senyawa pembawa Aliquat 336, TOPO, dan campurannya belum pernah dilakukan. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan penelitian dengan senyawa pembawa Aliquat 336, TOPO, dan campurannya menggunakan variasi perbandingan senyawa pembawa, konsentrasi fasa umpan, banyaknya pemakaian membran, dan lama waktu pengadukan. Menggunakan beberapa variasi tersebut diharapkan ion logam krom(VI) dalam larutan limbah elektroplating dapat dipisahkan dari matriksnya dan diperoleh sebagai ion logam yang lebih murni. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan PIM yang merupakan pengembangan metode membran cair (khususnya SLM), melakukan pemisahan (transport) ion logam krom (VI) menggunakan PIM dengan senyawa pembawa tunggal Aliquat 336, TOPO dan campuran Aliquat 336-TOPO, menentukan pengaruh komposisi senyawa pembawa, pengaruh konsentrasi fasa umpan, waktu pengadukan dan frekuensi pemakaian membran sebanyak *n* kali terhadap transport ion logam krom (VI).

## 2. Metodologi

### Preparasi Larutan Fasa Umpan dan Fasa Penerima

Sampel yang digunakan sebagai fasa umpan adalah limbah elektroplating yang mengandung krom(VI) dengan variasi pengenceran yaitu: 25 kali, 10 kali dan 0 kali pengenceran (tanpa pengenceran). Konsentrasi larutan krom(VI) mula-mula adalah 1055 ppm, sedangkan untuk fasa penerima digunakan larutan NaCl 2 N. Kemudian dilakukan pengkondisian pH untuk kedua larutan tersebut, pH 4,4 pada fasa umpan dan pH 6,3 pada fasa penerima [1].

### Preparasi PIM

*Polymer Inclusion Membrane (PIM)* dilakukan berdasarkan langkah kerja Gardner *dkk.* [4]. Sebanyak 0.3125 g polimer dasar (PVC) dilarutkan dalam 25 ml THF. Dilakukan pengadukan dengan magnetic stirrer selama 30-60 menit atau melarut sempurna. Kemudian dilanjutkan dengan membuat 0.1 M larutan *carrier* dengan variasi perbandingan senyawa pembawa Aliquat : TOPO = 4 : 1 menggunakan labu volumetri 5 ml dalam pelarut THF. Untuk senyawa *carrier* tunggal digunakan Aliquat 336 yang digunakan sebanyak 0,1 M dan untuk senyawa pembawa campuran digunakan Aliquat 336-TOPO yang digunakan adalah sebanyak 0,1 M. Pencampuran dengan teliti 25 ml larutan PVC dan 5 ml larutan *carrier* dengan 1,5 ml *plasticizer (DBE)*. Setelah semuanya tercampur, maka campuran di masukkan dalam cetakan kaca (diameter 13,5 cm). Di diamkan pada suhu kamar selama 48 jam hingga pelarut THF menguap. Membran yang telah kering di ambil dan digunting sesuai ukuran sel PIM yang dibutuhkan.

### Proses Pemisahan (Transport Ion Logam)

Membran PIM diletakkan diantara fasa umpan sebagai sumber analit dan fasa penerima sebagai hasil

pemisahan. Fasa umpan adalah limbah elektroplating yang mengandung logam krom dengan pH 4,4. Sedangkan fasa penerima adalah larutan NaCl 2 N dengan pH 6,3 Kemudian dilakukan pengadukan pada masing-masing *chamber* selama 1x24 jam dan variasi 3x24jam dengan kecepatan konstan. Proses pemisahan terjadi ketika warna larutan pada masing-masing *chamber* berubah.

### Analisis

Analisis kandungan ion logam krom(VI) pada fasa umpan dan fasa penerima sebelum dan sesudah proses pemisahan dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*), analisis permukaan dan ketebalan membran menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*), dan analisis gugus fungsi komponen penyusun membran dengan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*).

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pembuatan PIM dilakukan dengan cara melarutkan polimer dasar PVC dalam *Tetrahydro Furan* (THF) ditambahkan senyawa pembawa tunggal Aliquat 336, TOPO ataupun dengan senyawa pembawa campuran Aliquat:TOPO untuk menghasilkan membran yang elastis, tidak rapuh dan mampu secara efektif memisahkan logam-logam yang terkandung dalam air laut kemudian dicampur dengan *plasticizer* (DBE).

Penggunaan pelarut THF bertujuan untuk melarutkan senyawa-senyawa organik dalam membran, sedangkan penggunaan PVC bertujuan untuk memperkuat membran supaya tidak rapuh. Pengaruh senyawa pembawa dalam proses pemisahan logam krom dengan menggunakan PIM adalah sebagai pentranspor kation dan anion ke fasa penerima. Penggunaan campuran senyawa pembawa dapat memberikan efek sinergi. Efek sinergi merupakan efek yang saling memperkuat yang berakibat peningkatan hasil ekstraksi dengan memanfaatkan pelarut pengekstrak. Setelah semuanya tercampur, maka campuran dimasukkan dalam cetakan kaca (diameter 13,5 cm). Kemudian didiamkan pada suhu kamar hingga pelarut THF menguap. Membran yang telah kering diambil dan digunting sesuai ukuran sel PIM yang dibutuhkan.



Gambar 1. Polymer Inclusion Membran (PIM)

### Proses Transpor

Proses transpor logam dalam membran terjadi karena adanya gaya dorong (*driving force*) berupa

gradien konsentrasi antara fasa umpan dan fasa penerima. Proses transpor logam dilakukan dengan mengaduk fasa umpan dan fasa penerima dengan kecepatan tertentu (konstan). Pengadukan berfungsi untuk mendorong spesi-spesi in logam dalam larutan menuju permukaan membran sehingga bereaksi dengan senyawa pembawa membentuk kompleks. Semakin banyak senyawa kompleks yang terbentuk maka semakin banyak logam yang akan tertranspor ke fasa penerima.

### Pengaruh Komposisi Senyawa Pembawa

Senyawa pembawa sangat berpengaruh dalam teknik pemisahan logam menggunakan *polymer inclusion membrane* (PIM). Senyawa pembawa nantinya akan membentuk kompleks dengan spesi di fasa penerima. Dalam penelitian ini, digunakan senyawa pembawa anion Aliquat 336 dan TOPO. Aliquat 336 merupakan senyawa organik penukar anion. Senyawa ini merupakan basa organik berantai panjang dan mempunyai berat molekul yang besar serta tidak larut dalam air. Gugus ini mempunyai kemampuan berikatan secara selektif dengan ion nitrat atau ion yang bermuatan negatif lainnya. Sedangkan TOPO merupakan pelarut non ion (netral) yang mempunyai kemampuan untuk mengekstraksi kompleks ion logam (De Anil, 1970). Berikut adalah data % transpor logam krom (VI) dengan variasi senyawa pembawa.

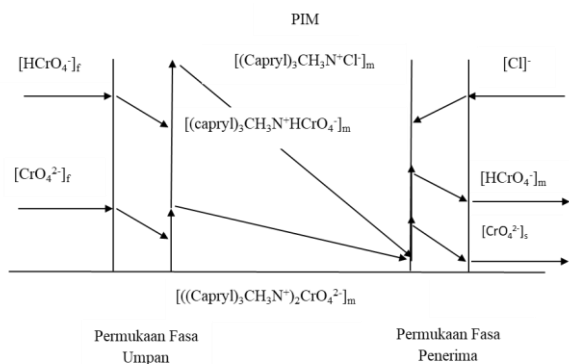
Tabel 1. Persentasi transpor ion logam krom (VI) dengan variasi senyawa pembawa setelah 24 jam

| Senyawa Pembawa  | Persentasi transport (%) |               |              |
|------------------|--------------------------|---------------|--------------|
|                  | Fasa Umpan               | Fasa Penerima | Fasa Membran |
| Aliquat 336-     | 97,5                     | 73,8          | 23,7         |
| OPO              | 0                        | 0             | 0            |
| Aliquat 336-TOPO | 97,4                     | 72,7          | 24,7         |

Tabel 1 menggambarkan perbandingan ada tidaknya efek sinergi pada proses transpor ion logam krom (VI). Efek sinergi merupakan efek saling memperkuat yang berakibat peningkatan hasil ekstraksi dengan memanfaatkan pelarut pengekstrak. Untuk mengetahui efek sinergi pada proses transpor ion logam krom (VI) ini, maka digunakan senyawa pembawa tunggal aliquat 336 dan TOPO.

Tabel 1 juga menggambarkan bahwa proses transpor menggunakan senyawa tunggal Aliquat 336 memberikan hasil yang baik. Aliquat 336 (pembawa anion) melepaskan  $\text{Cl}^-$  pada fasa antar muka membran-umpan dan mengikat ion  $\text{HCrO}_4^-$  di fasa umpan. Ion  $\text{HCrO}_4^-$  yang sudah terikat oleh Aliquat 336 berdifusi menuju ke antar muka membran-penerima kemudian ion  $\text{HCrO}_4^-$  dilepaskan ke fasa penerima untuk digantikan dengan  $\text{Cl}^-$ , transpor berlangsung bolak-balik dan terus menerus. Senyawa pembawa tunggal TOPO tidak memberikan hasil transpor ion logam krom dengan baik. TOPO tidak dapat melakukan proses transport ion logam krom (VI). Hal ini disebabkan oleh kondisi percobaan yang dilakukan bukan merupakan

kondisi optimal TOPO (kondisi basa). Pada proses transpor yang menggunakan senyawa pembawa campuran Aliquat 336-TOPO dan senyawa tunggal Aliquat 336 memberikan hasil yang hampir sama. Oleh sebab itu dapat disimpulkan bahwa senyawa pembawa campuran Aliquat 336-TOPO tidak memberikan efek sinergi dan juga bukan merupakan antisinergi.



Gambar 2. Mekanisme Transport ion  $\text{HCrO}_4^-$  melalui PIM dengan senyawa pembawa tunggal Aliquat 336

**Pengaruh Konsentrasi Fasa Umpan**

Pengaruh konsentrasi fasa umpan dapat diketahui dengan melakukan variasi pengenceran sampel yaitu 25 kali, 10 kali, dan 0 kali pengenceran. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Persentasi transpor ion logam krom (VI) dengan variasi konsentrasi pada fasa umpan

| Pengenceran | Persentasi transport (%) |               |              |
|-------------|--------------------------|---------------|--------------|
|             | Fasa Umpan               | Fasa Penerima | Fasa Membran |
| 0 kali      | 47,6                     | 46,3          | 1,3          |
| 10 kali     | 97,5                     | 73,8          | 23,7         |
| 25 kali     | 97,8                     | 76,5          | 21,3         |

Dari tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa hasil transpor ion logam krom pada pengenceran 25 kali lebih besar jika dibandingkan dengan pengenceran 10 kali dan 0 kali. Dengan kata lain, semakin pekat larutan fasa umpan maka ion logam yang tertranspor dari fasa umpan ke fasa penerima semakin sedikit. Hal ini menunjukkan kemampuan kerja membran yang menurun karena banyaknya matriks dan sampel yang terlalu pekat sehingga mempunyai viskositas yang tinggi.

Salah satu faktor yang berpengaruh dalam PIM adalah viskositas, semakin kecil viskositas semakin mudah cairan mengalir sehingga ada ketergantungan terhadap gaya intermolekuler antar molekul cairan. Semakin kuat gaya tarik intermolekuler biasanya akan memperbesar viskositas. Dapat dikatakan bahwa semakin pekat larutan atau semakin besar viskositas larutan maka semakin kuat gaya tarik intermolekulernya, sehingga mengakibatkan sulitnya ion logam dalam larutan untuk berdifusi, karena ikatan ion logam dengan matriksnya sangat kuat. Hal ini menyebabkan sulitnya kemampuan senyawa pembawa

untuk memutus ikatan ion logam dengan matriksnya. Hasil terbaik diperoleh pada pengenceran 25 kali dengan kadar ion logam krom (VI) yang tertranspor ke fasa umpan sebesar 97,8% dan yang tertranspor ke fasa penerima sebesar 76,5%.

**Pengaruh Waktu pengadukan**

Untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan pada proses transpor ion logam krom (VI) dilakukan selama 72 jam pengadukan dengan interval waktu pengambilan sampel tiap 24 jam. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Persentasi transpor ion logam krom (VI) dengan variasi waktu pengadukan

| Waktu Pengadukan (jam) | Persentasi transport (%) |               |              |
|------------------------|--------------------------|---------------|--------------|
|                        | Fasa Umpan               | Fasa Penerima | Fasa Membran |
| 24                     | 47,6                     | 46,3          | 1,3          |
| 48                     | 69,2                     | 57,07         | 12,13        |
| 72                     | 86                       | 59            | 27           |

Waktu pengadukan transpor ion logam krom (VI) dilakukan selama 72 jam dengan variasi pengambilan sampel setiap 24 jam sekali. Persentasi transpor terbaik yang dihasilkan oleh membran PIM yaitu pada pengambilan sampel variasi waktu 72 jam. Pada fasa umpan diperoleh % transport sebesar 86% dan pada fasa penerima diperoleh % transpor sebesar 59%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pengadukan dalam proses transpor akan mengakibatkan semakin tinggi % transpor ion logam yang terjadi.

**Pengaruh n Kali Pemakaian Membran**

Variasi n kali pemakaian bertujuan untuk mengetahui kemampuan ekstraksi membran dalam mentranspor ion logam. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.

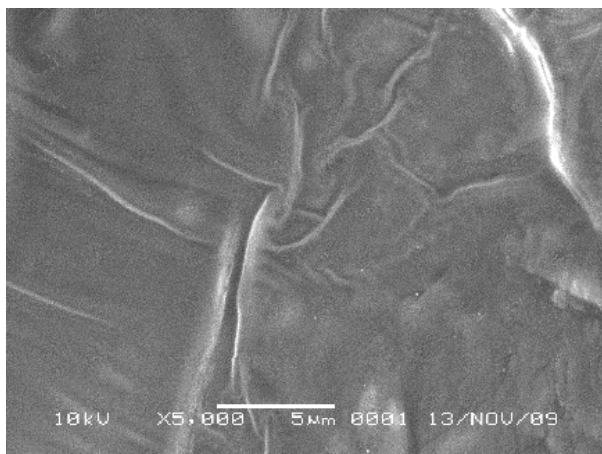
Tabel 4. Persentasi transpor ion logam krom (VI) dengan variasi pemakaian n kali

| Pemakaian n kali | Persentasi transport (%) |               |              |
|------------------|--------------------------|---------------|--------------|
|                  | Fasa Umpan               | Fasa Penerima | Fasa Membran |
| 1                | 97,4                     | 72,7          | 24,7         |
| 2                | 97,1                     | 65,9          | 31,2         |
| 3                | 96,9                     | 59            | 37,9         |

Tabel 4 menunjukkan bahwa setelah pemakaian yang ketiga, prosentase (%) transpor dari fasa umpan semakin menurun begitu juga prosentase (%) transpor ke fasa penerima. Hal ini dikarenakan terjadinya pengendapan matriks limbah pada permukaan membran sehingga menyebabkan *slow transpor* pada proses transpor ion logam. Hasil terbaik diperoleh pada pemakain pertama (1 kali) dengan kadar ion logam krom (VI) yang tertranspor ke fasa umpan sebesar 97,4 % dan yang tertranspor ke fasa penerima sebesar 72,7%.

**Karakterisasi PIM Menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)**

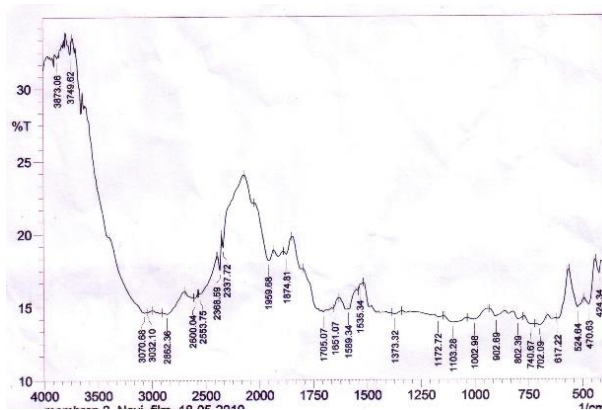
Karakterisasi membran menggunakan metode SEM dimaksudkan untuk mengetahui bentuk morfologi permukaan membran. Hasil analisis menunjukkan bahwa membran yang dihasilkan homogen, tidak terdapat pori (gambar 3) sehingga dapat disimpulkan bahwa membran tersebut siap digunakan untuk proses transpor ion logam krom (VI) karena PIM bekerja dengan proses difusi yang diperantai oleh senyawa pembawa.



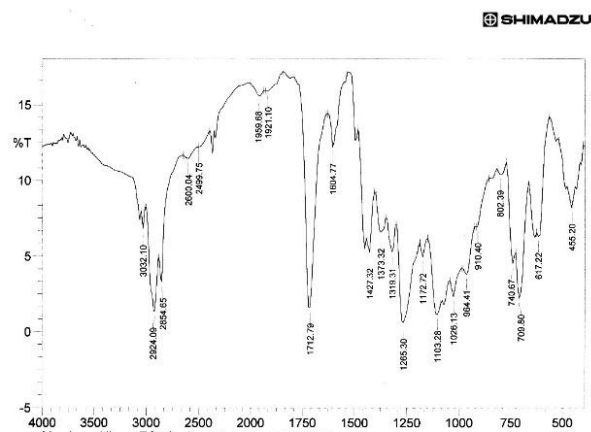
Gambar 3. Hasil SEM Polymer Inclusion Membran (PIM)

**Karakterisasi PIM Menggunakan Spektrometer FTIR**

Membran yang terbentuk dikarakterisasi dengan FTIR baik sebelum maupun sesudah proses transpor ion logam. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui gugus fungsi komponen penyusun membran baik sebelum maupun sesudah proses transpor ion logam. Menurut Nghiem *dkk.* [6], walaupun beberapa studi FTIR menyatakan tidak ada tanda pembentukan ikatan kovalen antara senyawa pembawa *plastisizer* dan polimer dasar seperti halnya dengan membentuk ikatan *secondary* seperti hidrofobik, Van der Waals atau hydrogen, sehingga PIM lebih stabil di banding SLM ataupun membran cair lainnya. Hasil analisis PIM menggunakan spectrometer FTIR disajikan pada gambar.



Gambar 4. Spektra FTIR PIM sebelum digunakan untuk proses transport



Gambar 5. Spektra FTIR PIM sesudah digunakan untuk proses transpor

Gambar 4 memperlihatkan gugus-gugus yang terdapat dalam membran sebelum digunakan untuk proses transpor logam. Pita pada 2862,36  $\text{cm}^{-1}$  adalah pita uluran C-H alkana, 1373,72  $\text{cm}^{-1}$  dan 1535,34  $\text{cm}^{-1}$  adalah pita  $\text{CH}_3$  alkil, 1172,72  $\text{cm}^{-1}$  adalah pita P=O dan 1103,28  $\text{cm}^{-1}$  adalah pita C-O eter. Gugus N dari senyawa Aliquat 336 merupakan ammonium kuarterner jadi tidak mempunyai ikatan hidrogen karena semua atom hidrogennya tersubstitusi, sehingga tidak memunculkan *peak* pada hasil FTIR.

Gambar 5 memperlihatkan gugus-gugus yang terdapat dalam membran sesudah digunakan untuk proses transpor logam. Pita pada daerah 2854,65–2924,09  $\text{cm}^{-1}$  adalah pita uluran C-H alkana, 1427,32  $\text{cm}^{-1}$  adalah pita  $\text{CH}_3$  alkil, 1265,30  $\text{cm}^{-1}$  adalah pita P=O dan 1103,28 adalah pita C-O eter. Gugus-gugus yang terdapat dalam membran sesudah digunakan tidak berbeda secara signifikan dengan gugus-gugus pada membran sebelum digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa membran stabil, karena tidak muncul *peak* untuk gugus lain tidak dan tidak ada gugus fungsi penyusun membran yang hilang baik sebelum maupun sesudah proses transpor ion logam.

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa telah dihasilkan *Polymer Inclusion membrane* (PIM) dengan karakteristik tipis, transparan, fleksibel, dan tidak berpori. *Polymer Inclusion membrane* (PIM) dapat digunakan untuk memisahkan ion logam krom (VI). Transpor ion logam krom (VI) dipengaruhi oleh senyawa pembawa aliquat 336 dan campuran aliquat 336-TOPO. Keduanya lebih mempengaruhi transpor dibandingkan dengan TOPO saja, konsentrasi fasa umpan dengan konsentrasi awal 8,5 ppm, waktu pengadukan selama 72 jam, dan pemakaian sebanyak *n* kali membran yaitu pada pemakaian pertama membran yang paling banyak mentranspor ion logam. Transpor terbanyak yaitu 97,8 % dari fasa umpan dan 76,5 % yang tertranspor ke fasa penerima.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] Young-Woo Choi, Seung-Hyeon Moon, A Study on Supported Liquid Membrane for Selective Separation of Cr(VI), *Separation Science and Technology*, 39, 7, (2005) 1663-1680  
<http://dx.doi.org/10.1081/SS-120030797>
- [2] Samuel P. Kusumocahyo, Kimio Sumaru, Takashi Iwatsubo, Toshio Shinbo, Toshiyuki Kanamori, Hideto Matsuyama, Masaaki Teramoto, Quantitative analysis of transport process of cerium(III) ion through polymer inclusion membrane containing N,N,N',N'-tetraoctyl-3-oxapentanediamide (TODGA) as carrier, *Journal of Membrane Science*, 280, 1, (2006) 73-81  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2006.01.007>
- [3] Masaaki Sugiura, Masayoshi Kikkawa, Shoji Urita, Effect of Plasticizer on Carrier-Mediated Transport of Zinc Ion through Cellulose Triacetate Membranes, *Separation Science and Technology*, 22, 11, (1987) 2263-2268  
<http://dx.doi.org/10.1080/01496398708068612>
- [4] Joseph S. Gardner, Quinn P. Peterson, Jedediah O. Walker, Bryce D. Jensen, Bibhutosh Adhikary, Roger G. Harrison, John D. Lamb, Anion transport through polymer inclusion membranes facilitated by transition metal containing carriers, *Journal of Membrane Science*, 277, 1, (2006) 165-176  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2005.10.026>
- [5] Randall T Peterson, John D Lamb, Rational design of liquid membrane separation systems, in, ACS Publications, 1996.
- [6] Long D. Nghiem, Patrick Mornane, Ian D. Potter, Jilska M. Perera, Robert W. Cattrall, Spas D. Kolev, Extraction and transport of metal ions and small organic compounds using polymer inclusion membranes (PIMs), *Journal of Membrane Science*, 281, 1, (2006) 7-41  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.memsci.2006.03.035>