PEMISAHAN ION LOGAM KROM DARI LIMBAH ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN POLIEUGENOL DENGAN TEKNIK MEMBRAN CAIR

Sri Intan Permatasari¹, Muhammad Cholid Djunaidi^{1*}, habibi¹

¹ Departemen Kimia FSM Universitas Diponogoro, Semarang Jawa Tengah

choliddjunaidi@live.undip.ac.id

Artikel Info

Diterima
tanggal
12.12.2018

Disetujui
publikasi
tanggal
30.04.2019

Kata kunci :
*Edible film,
ekstrak kunyit,
gliserol, pati
ganyong, sifat
mekanik*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pemisahan ion logam krom dari limbah elektroplating menggunakan polieugenol dengan teknik membran cair. Teknik pemisahan logam berat dengan membran cair merupakan salah satu pengembangan metode ekstraksi pelarut, keberhasilan ekstraksi pelarut dan teknik pemisahan menggunakan membran cair ditentukan oleh kestabilan kompleks antara logam dan senyawa pembawa. Polieugenol dapat dimanfaatkan sebagai senyawa pembawa dalam metode pemisahan logam dengan menggunakan teknik membran cair ruah (BLM, *Bulk Liquid Membrane*), sedangkan polimerisasi eugenol menjadi polieugenol dilakukan dengan menggunakan katalis H_2SO_4 pekat. Hasil senyawa eugenol dan polieugenol di analisis dengan GC, spektra FT-IR, dan spektra ^1H NMR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 300 gram minyak cengkeh yang di isolasi menjadi eugenol dan disintesis dengan katalis asam sulfat pekat menghasilkan 3,166 gram polieugenol, polieugenol tersebut mempunyai berat molekul 66836,19 (407 monomer). Limbah krom direduksi dari Cr(VI) menjadi Cr(III) yang hasilnya digunakan untuk pemisahan logam berat dengan teknik BLM, yaitu divariasikan pH fasa umpan 1, 3, 5, dan 7, sedangkan pH fasa penerima dibuat tetap (0,523). Hasil persen transport dengan polieugenol hasil sintesis dengan katalis H_2SO_4 pekat dengan variasi pH pada fasa umpan adalah pH 1 sebesar 20,88 %, pH 3 sebesar 40,16 %, pH 5 sebesar 101,42 %, dan pH 7 sebesar 89,52 %.

ABSTRACT

Research on separation of chromium ions of metals from electroplating waste using polieugenol with liquid membrane technique. The mechanical separation of heavy liquid membranes metals is one of the methods of development of the extraction with solvents, success of solvent extraction and liquid membrane separation technique that is used is determined by the stability of complexes between a metal and a carrier compound. Polieugenol can be used as a carrier compound in metal separation method using bulk liquid membrane (BLM), while the polymerization of eugenol into polieugenol performed using concentrated H_2SO_4 catalyst. Results compounds eugenol and polieugenol on analysis by GC, FT-IR spectra, and ^1H NMR spectra. The results showed that 300 grams of clove oil and eugenol in isolation can be synthesized with concentrated sulfuric acid catalyst produces polieugenol 3.166 grams, polieugenol has a molecular weight 66836,19 (407 monomer). Chromium waste is reduced from Cr (VI) to Cr (III) whose results are used for the separation of heavy metals with the BLM technique (Bulk Liquid Membrane), varying the pH of the feed phase 1, 3, 5, and 7, while the pH of receiving phase was made permanent (0,523). Results percent of transport with polieugenol synthesized with the catalyst of concentrated H_2SO_4 to pH variations in the feed phase is pH 1 at 20,88 %, pH 3 at 40,16 %, pH 5 at 101,42 %, dan pH 7 at 89,52 %.

PENDAHULUAN

Metode pemisahan yang paling baik dan populer adalah ekstraksi pelarut, karena dapat dilakukan baik dalam tingkat makro maupun mikro (Khopkar, 1990). Teknik pemisahan dengan membran cair merupakan salah satu pengembangan metode ekstraksi pelarut. Keuntungan metode dengan sistem membran cair adalah mempunyai selektivitas dan efisiensi sistem tinggi, mengurangi penggunaan jumlah pelarut dan pemisahan ion dapat dilakukan secara kontinu dalam satu unit operasi. Sistem transport selektif ion melalui membran cair organik dapat digunakan untuk pemisahan ion logam termasuk pemisahan isotop, pemisahan senyawa organik yang sulit dicapai dengan metode lain, pengayaan, atau pengambilan ulang (Hiratani, 1990).

Keberhasilan ekstraksi pelarut dan teknik pemisahan menggunakan membran cair ditentukan oleh kestabilan kompleks antara logam dan senyawa pembawa. Kestabilan kompleks tersebut ditentukan oleh beberapa faktor, diantaranya jenis atom donor (gugus fungsi aktif) dan senyawa pembawa yang sesuai dengan konfigurasi elektron logam (Peterson, 1996). Keuntungan penggunaan senyawa pembawa dalam membran cair adalah untuk meningkatkan efisiensi dan selektivitas transport dan untuk menggabungkan dua tipe mekanisme transport (Bartsch dan Way, 1996).

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki kawasan hutan tropis yang luas dan beragam kekayaan alam hayati. Salah satu jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan adalah cengkeh (*Eugenia caryophyllata*). Indonesia belum dapat memprosesnya lebih lanjut hingga menjadi suatu produk yang mempunyai nilai ekonomis lebih tinggi (Sastrohamidjojo, 2004). Menurut FAO, Indonesia menghasilkan hampir 80% dari *output* dunia pada tahun 2005 diikuti oleh Madagaskar dan Tanzania (Sudarma, 2009). Minyak daun cengkeh mempunyai dua komponen utama, yaitu eugenol (sekitar 80 sampai 85%) dan kariofilen (sekitar 10 sampai 15%) (Sastrohamidjojo, 2004). Eugenol dapat digunakan sebagai bahan awal suatu senyawa karena adanya tiga gugus fungsional yang terikat padanya, yaitu gugus alil, hidroksi, dan metoksi. Melalui gugus alil, eugenol mampu dipolimerisasi menjadi polieugenol (Ngadiwiyana, 1996, Ciszewsky, 1999, Handayani, 1999, Rastuti, 1998). Sedangkan dari gugus hidroksil telah dapat disintesa gugus-gugus dengan keaktifan yang lebih besar, seperti karboksilat (Harwati, 2002, Lusiana, 2003, Handayani, 2004). Eugenol yang mengalami polimerisasi menjadi polieugenol, yang relatif baru dilakukan, juga dapat dimanfaatkan dan dikembangkan, salah satunya adalah

penggunaan polieugenol sebagai carrier (senyawa pembawa) dalam *recovery* fenol (Kiswandono, 2016) dan logam berat. *Recovery* logam berat ini perlu dilakukan, salah satunya adalah untuk menangani limbah sebelum dibuang ke lingkungan, karena kandungan logam berat yang terdapat dalam limbah dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kehidupan di sekitarnya. Berbagai Industri yang bertanggung jawab atas pelepasan logam berat ke lingkungan melalui perairan limbah mereka, diantaranya pertambangan, hidrometralurgi, pulp dan kertas, petrokimia, kilang, pupuk, elektroplating, dan lain-lain. Menurut kesehatan dunia (WHO) logam yang menjadi perhatian khusus yaitu kromium, tembaga, seng, besi, merkuri, dan timah (Leon, 2007).

Pada penelitian sebelumnya dilakukan pemisahan ion Cr^{3+} dari larutan limbah simulasi menggunakan teknik membran cair ruah BLM (*Bulk Liquid Membrane*), sedangkan pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan polieugenol untuk pemisahan logam Cr^{3+} dari limbah elektroplating dengan teknik membran cair.

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah Peralatan gelas laboratorium, neraca analisis Mettler-200, 1 set distilasi fraksinasi pengurangan tekanan, pH meter (HACH E C20), spektrofotometer serapan aAtom (perkin Elmer), FT-IR (Nicolette Avatar 360), ^1H NMR (JEOL-MY60), 60 hz, GC HP5890, seperangkat alat refluks, seperangkat alat BLM (*Bulk Liquid Membrane*). Bahan-bahan yang digunakan adalah minyak cengkeh, metanol teknis, dietil eter teknis, akuades, HCl p.a, petroleum eter, NaOH p.a, limbah cair elektropating, Na_2SO_4 anhidrat.

Prosedur

Isolasi Eugenol

300 gram minyak daun cengkeh diekstraksi dengan NaOH 1,61 mol (64,39 gram/450 mL air). Lapisan bawah (lapisan air, B1) mengandung garam eugenolat, sedangkan lapisan atas (A1) adalah lapisan organik. Lapisan A1 diekstraksi dengan larutan 0,1 mol NaOH (4 gram/400mL air) terbentuk 2 lapisan, diambil lapisan bawah (B2). Lapisan B1 digabung dengan B2 diekstraksi dengan petroleum eter 3 x 50 mL. Lapisan bawah (lapisan air, B3) mengandung garam eugenolat dan lapisan atas (A3) adalah lapisan organik. Lapisan B3 diasamkan dengan

HCl 25% hingga pH=3 kemudian diekstraksi dengan petroleum eter. Terbentuk 2 lapisan, lapisan atas (A4) mengandung eugenol, sedangkan lapisan bawah (B4) mengandung NaCl. Lapisan B4 diekstraksi dengan petroleum eter 2 x 50 mL, diambil lapisan atas (A5), kemudian lapisan A5 digabung dengan lapisan eugenol (A4). Setelah itu dicuci dengan aquades sampai netral kemudian ditambah Na_2SO_4 anhidrat.

Disaring selanjutnya dievaporasi untuk menguapkan petroleum eter. Residu ditimbang dan difraksinasi dengan destilasi bertingkat pengurangan tekanan. Fraksi yang diperoleh dari isolasi eugenol dikarakterisasi dengan kromatografi gas dan spektrofotometer inframerah.

Sintesis Polieugenol dengan Katalis H_2SO_4

5 gram eugenol dimasukkan dalam labu leher tiga kemudian ditambahkan 0,25 mL H_2SO_4 . Campuran diaduk menggunakan *stirer* selama 1 jam dan setiap 1 jam sekali dilakukan penambahan H_2SO_4 sebanyak 0,25 mL selama 3 jam. Setelah reaksi tersebut berlangsung selama 4 jam, polimerisasi dihentikan dengan menambahkan 1 mL metanol. Gel yang terbentuk kemudian dilarutkan dengan dietileter dan dicuci dengan akuades hingga pH netral. Larutan tersebut kemudian dikeringkan dengan menambahkan Na_2SO_4 anhidrat. Setelah benar-benar bebas dari air, larutan diuapkan pada suhu kamar. Endapan yang terbentuk dilarutkan dengan akuades, dikeringkan dan ditimbang (Handayani, 2001).

Pengukuran Berat Molekul Polimer

Sebanyak 1 gram polieugenol dilarutkan dalam metanol hingga konsentrasi 0,04 g/mL, dan dibuat variasi konsentrasi larutan melalui pengenceran dengan metanol: 0,02 g/mL; 0,01 g/mL dan 0,005 g/mL. Kemudian dilakukan pengukuran waktu alir pelarut murni (t_0), yaitu metanol dan masing-masing konsentrasi larutan polimer menggunakan viskosimeter Ubbelohde, sehingga diperoleh t_0 , t_1 , t_2 , t_3 dan t_4 . Melalui perhitungan, diperoleh viskositas relatif (η_{rel}) dan viskositas spesifik (η_{sp}). Kemudian dibuat kurva viskositas tereduksi (η_{sp}/C) lawan konsentrasi (C). Selanjutnya grafik tersebut diekstrapolasi ke konsentrasi nol, sehingga akan diperoleh viskositas intrinsik $[\eta]$. Dengan persamaan Mark-Houwink-Sakurada $[\eta] = KM_v^a$ (Hartomo, 1993), maka dapat dihitung massa molekul relatif polieugenol dengan harga $K = 11 \times 10^{-3}$ dan $a = 0,725$ (Brandrup dan Immergut, 1975).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Eugenol dari Minyak Cengkeh

Minyak cengkeh dapat diperoleh dari bunga, batang dan daun cengkeh dengan cara distilasi uap. Komponen utama minyak cengkeh adalah eugenol dan kariofilena serta senyawa-senyawa lain dalam jumlah yang kecil. Eugenol mempunyai gugus fenol (senyawa fenolat) bersifat asam, sedangkan kariofilen merupakan senyawa hidrokarbon sehingga keduanya dapat dipisahkan yaitu dengan menambahkan larutan NaOH. Eugenol akan menjadi garam eugenolat yang larut dalam air, sedangkan kariofilena sebagai senyawa hidrokarbon yang tidak larut dalam air (Busroni, 2000).

Pada molekul eugenol, atom H pada atom oksigen diserang oleh basa NaOH membentuk natrium eugenolat. Karena keduanya mempunyai sifat yang berbeda di dalam air, maka akan berada pada fasa yang berbeda sehingga dapat dipisahkan dengan metode ekstraksi pelarut. Petroleum eter dipakai untuk mengekstrak kariofilena dari larutan garam eugenolat yang sudah terpisahkan. Kemudian garam eugenolat diasamkan dengan HCl pekat hingga pH larutan = 3 untuk membentuk eugenol.

Selanjutnya diekstrak dengan petroleum eter dengan tujuan untuk mendapatkan eugenol, untuk menetralkan eugenol yang diperoleh eugenol dicuci dengan akuades sampai netral agar sisa asam yang ditambahkan larut dalam air. Untuk memurnikan eugenol maka eugenol didistilasi dengan fraksinasi pengurangan tekanan. Distilasi pengurangan tekanan dilakukan untuk menghindari kerusakan senyawa yang didistilasi (eugenol) sebagai akibat pemanasan yang terlalu tinggi. Pada umumnya senyawa yang memiliki titik didih tinggi (di atas 150 °C) mudah mengalami peruraian sebagian atau seluruhnya sebelum tercapai titik didih normalnya. Hal ini menyebabkan senyawa tersebut tidak dapat dipisahkan dari campurannya dengan distilasi biasa pada tekanan atmosfer. Distilasi pengurangan tekanan ini akan menyebabkan titik didih senyawa tersebut berkurang sehingga senyawa tersebut akan mendidih pada suhu yang lebih rendah dari titik didih normalnya.

Hasil yang diperoleh dari distilasi eugenol terdiri dari empat fraksi. Masing-masing fraksi memiliki kemurnian yang berbeda-beda yaitu fraksi I, II, III, IV kemurniannya 88,78 %, 90,54 %, 92,12 % dan 97,65 %. Eugenol yang paling murni diperoleh pada fraksi yang ke empat yaitu pada suhu 160 °C. Eugenol yang diperoleh sebanyak 38,4 ml berupa cairan jernih kekuningan.

Kemudian keempat fraksi tersebut dianalisis dengan kromatografi gas untuk menguji kemurniannya. Pada kromatogram fraksi IV muncul puncak dengan TR 5,862 menit dengan kemurnian eugenol sebesar 97,65%.

Eugenol yang mendekati murni tersebut dianalisis menggunakan FTIR. Analisis senyawa hasil spektrofotometer IR memberikan spektrum pada Gambar 2 dan Tabel 1.

Gambar 2. Spektra FTIR Senyawa Eugenol

Tabel 1. Data Spektra FTIR Eugenol

Serapan (cm ⁻¹)	Gugus Karakteristik	Eugenol
3525	Gugus Hidroksil	Ada
2972 dan 2841	Gugus Karbon Jenuh	Ada
1636	Gugus Karbon tak Jenuh	Ada
1608,25 dan 1513,37	Gugus Aromatik	Ada
1431,1	Gugus Metilen	Ada
996,25 dan 914,83	Gugus H Vinil	Ada
818,63	Aromatik Tersubstitusi	Ada

Sintesis polieugenol dengan Katalis H₂SO₄

Sintesis polieugenol dilakukan dengan menambahkan katalis H₂SO₄ pekat, polieugenol hasil sintesis dengan katalis H₂SO₄ pekat berbentuk padat dengan berat 3,166 gram, berwarna

coklat tua dengan titik leleh berkisar 78 – 80 °C. Polieugenol-polieugenol tersebut mempunyai sifat larut dalam eter, metanol, kloroform, benzena, dan etil asetat serta tidak larut dalam kerosen.

Proses polimerisasi eugenol menjadi polieugenol dapat ditunjukkan pada Gambar 3. Pada tahap inisiasi, katalis asam menyebabkan terjadinya reaksi adisi, sehingga gugus alil yang dimiliki oleh eugenol mengalami pemutusan ikatan rangkap. Pemutusan ikatan rangkap ini dapat terjadi karena proton (H^+) dialihkan dari asam (katalis) ke monomer eugenol, terbentuk karbokation.

Pada tahap propagasi, terjadi pembentukan rantai dari monomer eugenol. Proses ini berkelanjutan sampai terbentuk rantai polimer yang panjang. Tahap terminasi merupakan tahap berakhirnya proses polimerisasi yaitu dengan menambahkan metanol untuk menghentikan pertumbuhan rantai. Dengan penambahan metanol maka diharapkan ujung akhir dari polimer tersebut adalah gugus metoksi.

Setelah proses polimerisasi selesai dilakukan, polieugenol yang terbentuk dilarutkan dalam dietileter dan dilakukan pencucian dengan akuades. Tujuan dari pencucian ini adalah untuk mendapatkan kembali katalis yang digunakan. Akuades yang tersisa pada polieugenol dihilangkan dengan menambahkan Na_2SO_4 anhidrat. Polieugenol yang telah kering (bebas dari akuades dan telah diuapkan pada suhu kamar) dilarutkan dengan akuades. Endapan yang terbentuk disaring dan ditimbang, kemudian dianalisis dengan FT-IR. Hasil polimerisasi eugenol menjadi polieugenol tampak pada spektra FT-IR seperti terlihat pada Gambar 3 dan 4 serta Tabel 2. Hasil analisis FTIR polieugenol nampak bahwa hilangnya spektra $-C=C$ pada panjang gelombang 1636 cm^{-1} dan H vinil pada bilangan gelombang $996,25\text{ cm}^{-1}$ dan $914,83\text{ cm}^{-1}$. Hal ini menunjukkan telah terjadi polimerisasi.

Tahap inisiasi

Tahap propagasi

Tahap terminasi

Jadi polimer yang terbentuk adalah sebagai berikut:

Gambar 3. Mekanisme Pembentukan Polieugenol

Tabel 2. Data Spektra FTIR Polieugenol

Serapan (cm ⁻¹)	Gugus Karakteristik	Polieugenol
3525	Gugus Hidroksil	Ada
2972 dan 2841	Gugus Karbon Jenuh	Ada
1636	Gugus Karbon tak Jenuh	Tidak ada
1608,25 dan 1513,37	Gugus Aromatik	Ada
1431,1	Gugus Metilen	Ada
996,25 dan 914,83	Gugus H Vinil	Tidak ada
818,63	Aromatik Tersubstitusi	Ada

Gambar 4. Spektra FT-IR Polieugenol Hasil Sintesis

Pengukuran Berat Molekul Polimer

Berat molekul polieugenol diukur dengan metode viskometri menggunakan viscometer *Ubbelohde*. Polieugenol yang telah dilarutkan dalam methanol dan dibuat dalam berbagai variasi konsentrasi, diukur waktu alirnya, sehingga didapatkan t_1 , t_2 , dan t_3 untuk masing-masing polieugenol. Metanol sebagai pelarut juga diukur waktu alirnya, sehingga didapat t_0 . Dari ketiga data waktu alir tersebut dapat dibuat grafik hubungan konsentrasi dengan η_{sp}/C , sehingga η_{rel} dan η_{sp} dapat dihitung dan jumlah monomer yang menjadi polimer dapat diketahui. Untuk polieugenol hasil sintesis dengan katalis H_2SO_4 pekat, didapat data seperti pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dan Gambar 5 dapat diketahui bahwa nilai η_{sp} semakin besar maka konsentrasi polieugenol semakin besar. Dengan persamaan Mark-Houwink-Sakurada $[\eta] = KM^a$ (Rosenthal, 1990), didapat bahwa $[\eta] = \text{intersep}$, maka $[\eta] = 34,733$. Apabila harga $K = 11 \times 10^{-3}$ dan $a = 0,725$ (Brandrup, 1975), maka :

$$M_v = \exp \frac{\ln \text{intersep} - \ln K}{a}$$

$$M_v = \exp \frac{\ln 34,733 - \ln 0,011}{0,725}$$

$$= \exp^{11,113}$$

$$= 66836,19$$

Bila Mr eugenol = 164,2 maka dapat diketahui bahwa monomer eugenol yang menjadi polieugenol adalah sebanyak $\frac{66836,19}{164,2} = 407,04 = 407$ monomer.

Table 3. Data Waktu Alir Metanol dan Polieugenol Hasil Sintesis dengan Katalis H₂SO₄ pekat

T ₀ (s)	t (s)	η _{sp}	C (g/mL)	η _{sp} /C (mL/g)
95,812	120,868	0,261	0,01	26,100
95,812	129,671	0,353	0,02	17,650
95,812	130,007	0,357	0,04	8,925

Gambar 5. Grafik Hubungan Konsentrasi dengan η_{sp}/Konsentrasi pada Polieugenol Hasil Sintesis dengan Katalis H₂SO₄

Proses Reduksi Limbah Krom

Proses reduksi Cr(VI) menjadi Cr(III) dilakukan dengan perlakuan sebanyak 50 mL limbah cair industri ditambah dengan 30 mL NaBH₄ dan HCl sampai pH 2.

Senyawa NaBH₄ merupakan senyawa pereduksi yang memiliki empat atom hidrida, dengan adanya hidrida tersebut, maka NaBH₄ akan mengalami oksidasi. Reaksi oksidasi senyawa NaBH₄ tersebut diperkirakan sebagai berikut.

Setelah dilakukan reduksi, warna limbah berubah dari warna kuning menjadi kehijauan. Hasil analisis UV-Vis diatas diperoleh bahwa Cr(VI) setelah direduksi berubah menjadi Cr(III). Hal ini dapat dilihat pada spektra UV-Vis limbah elektroplating Cr(VI) (Gambar 6) yang ditunjukkan dengan adanya 2 peak yang muncul pada panjang gelombang 275 nm dan panjang gelombang 345 nm. Sedangkan pada spektra UV-Vis limbah (Gambar IV.8) setelah penambahan reduksi tidak ada peak yang muncul, hal ini disebabkan karena adanya perubahan Cr(VI) yang telah tereduksi menjadi Cr(III). Hasil reduksi dapat dilihat pada spectra UV-Vis (Gambar 6).

Gambar 6. Spektra UV-Vis Limbah Elektroplating Cr(VI)

Pemisahan Ion Logam Krom dari Larutan Limbah Elektroplating dengan Teknik BLM (*Bulk Liquid Membrane*)

Pemisahan logam berat dari larutan limbah elektroplating dapat dilakukan dengan teknik BLM (*Bulk Liquid Membran*), yaitu dengan mengontakkan fase umpan dengan fase membran dan fase membran dengan fase penerima pada sebuah tabung U. Fase umpan yang merupakan logam Cr^{3+} dikontakkan dengan fase membran yang merupakan larutan polieugenol (0,5 g polieugenol dalam 30ml kloroform). Kemudian fase membran dikontakkan dengan fase penerima yang merupakan larutan HCl. Setelah dilakukan pengadukan selama 24 jam maka akan dapat diketahui transpor logam yang terjadi melalui perubahan pH. merupakan logam Cr^{3+} dikontakkan dengan fase membran yang merupakan larutan polieugenol (0,5 g polieugenol dalam 30ml kloroform). Kemudian fase membran dikontakkan dengan fase penerima yang

merupakan larutan HCl. Setelah dilakukan pengadukan selama 24 jam maka akan dapat diketahui transpor logam yang terjadi melalui perubahan pH.

Tabel 4. Data Perubahan pH pada fase Umpan dan Fase Penerima

pH Fase Umpan		pH Fase Penerima	
Mula-Mula	24 jam	Mula-Mula	24 jam
1,042	1,008	0,523	0,683
3,084	1,207	0,523	0,425
5,092	0,714	0,523	0,715
7,071	0,734	0,523	0,742

**Transpor dengan Polieugenol Hasil Sintesis dengan Katalis H₂SO₄ pekat*

Gambar 7. Mekanisme Pertukaran ion pada Fase Umpan dan Fase Penerima

Keterangan gambar :

A = Fase Umpan

B = Fase Membran

C = Fase Penerima

M = Metal (logam)

H = Hidrogen

L = Ligan

n = muatan logam

Dari data perubahan pH (Tabel 4) maka dapat diketahui bahwa transpor logam telah terjadi. Perubahan pH ini disebabkan karena adanya mekanisme pertukaran ion logam dari fase umpan dengan ion H⁺ dari fase penerima. Fase umpan yang berisi ion logam Cr³⁺, akan berikatan dengan carrier dalam membran. Kemudian ion-ion logam tersebut akan dibawa oleh carrier menuju fase penerima. Logam akan dilepaskan di fase penerima dan dipertukarkan dengan ion H⁺ yang ada di fase penerima. Setelah itu, carrier kembali lagi ke fase umpan, menukar dan

mengambil kembali ion logam di fase umpan. Demikian proses ini terjadi secara terus menerus, sehingga pH fase umpan akan berubah menjadi lebih asam (Gambar 7).

Gambar 8. Grafik Transport Logam Variasi pH

Dari Gambar 8 menunjukkan bahwa pada pH 5 menunjukkan kondisi yang optimal. Pada kondisi pH yang lebih rendah (pH 1) proses transport mengalami penurunan, juga pada pH yang semakin tinggi (pH 7) kembali mengalami penurunan. Hal ini karena semakin banyaknya jumlah H^+ di fasa umpan akan cenderung menaikkan interaksi antara senyawa pembawa dengan H^+ sehingga terjadi efek persaingan jumlah ion Cr^{3+} yang bereaksi dengan senyawa pembawa menjadi berkurang, sedangkan pada pH penerima 7 juga memberikan hasil yang kurang optimal karena Cr (III) terdistribusi ke fasa membran kurang optimal.

Secara umum semakin tinggi beda pH antara fasa umpan dan fasa penerima, transport yang terjadi semakin baik. Hal ini dikarenakan transport membran cair yang menggunakan semua senyawa pembawa asam (penukar kation) dilakukan (*driving force*) oleh gradien konsentrasi ion H^+ antara fasa umpan dan penerima (Bartsch, 1996).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pemisahan ion logam Cr dari limbah elektroplating dengan teknik BLM (*Bulk Liquid Membrane*) dapat dilakukan dengan menggunakan polieugenol hasil sintesis. Sintesis polieugenol dapat dilakukan dengan menggunakan katalis H_2SO_4 pekat yang dimanfaatkan untuk proses pemisahan logam

berat yaitu Cr^{3+} . Hasil persen transport dengan senyawa pembawa polieugenol hasil sintesis dengan katalis H_2SO_4 pekat dengan variasi pH pada fasa umpan adalah pH 1 sebesar 20,88 %, pH 3 sebesar 40,16 %, pH 5 sebesar 101,42 %, dan pH 7 sebesar 89,52 %. Pada variasi pH fasa umpan pH 5 menunjukkan kondisi yang optimal dibandingkan dengan pH yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Harimu, La, dkk., 2010, Pemisahan Ion Logam Berat Fe (III), Cr (III), Cu (II), Ni (II), Co (II), dan Pb (II) Menggunakan Pengemban Ion Poli (Asam Eugenil Oksiasetat) dengan Metode Transpor Membran Cair, *Indonesian Journal Chemistry*, Sulawesi Tenggara, p. 69-74.
- Kaur, A., dan Vohra, D. K., 2010, Study of Bulk Liquid Membrane as A Separation Technique to Recover Acetic and Propionic Acids from Dilute Solutions, *Indian Journal of Chemical Technology*, India, p. 133-138.
- Kiswandono, A.K. 2016. Review: Metode Membran Cair untuk Pemisahan Fenol. *Anal. Environ. Chem.* Vol. 1(1), 74-88.
- Leon, Gerardo, dan Guzman, M. A., 2007, Facilitated Transport of Copper Through Bulk Liquid Membranes Containing different Carriers, *Jurnal Alchemis*, A Departement of Chemical and Engineering, Polytechnic University of Cartagena, Spanyol, p. 330-336.
- Religa, P., Gawronski, R., dan Gierycz, P., 2009, Kinetics of Chromium (III) Transport Through a Liquid Membrane Containing DNNSA as A Carrier, *Internasional Journal of Molecular Sciences*, Polandia, p. 964-975.
- Silva, B., Figueiredo, H., Neves, I. C., dan Tavares, T., 2009, The Role of pH on Cr (VI) Reduction and Removal by *Arthrobacter Viscosus*, *International Journal of Chemical and Biological Engineering*, p. 100-103.
- Sudarma, I made, Ulfa, M., dan Sarkono, 2009, Chemical Transformation of Eugenol Isolated from Clove Oil to 4-Allyl-2-Methoxy-6-Sulfonicphenol and 4-Allyl-2-Methoxy-6-Aminophenol, *Indonesian Journal Chemist*, p. 267-270.