

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembangunan sektor industri yang semakin meningkat menyebabkan peningkatan penggunaan sumber daya alam dan limbahnya. Salah satu penggunaan sumber daya alam adalah logam. Eksploitasi pemakaian logam mengakibatkan jumlah limbah logam dari berbagai industri juga semakin meningkat.

Salah satu limbah logam yang berbahaya yaitu Cr(VI) yang berasal dari industri pelapisan logam (elektroplating), industri cat/pigmen dan industri penyamakan kulit (*leather tanning*). Limbah Cr(VI) mendapat perhatian karena sifat karsinogenik yang dimilikinya. Selain bersifat karsinogenik, Cr(VI) bersifat toksik, mutagenik dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit manusia.

Kelebihan dari kromium yaitu kromium memiliki nilai jual yang tinggi. Selain itu kromium bermanfaat sebagai katalisator, anti korosi, penyamakan kulit, dan lain-lain. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi untuk mengolah ion Cr(VI) dari limbah cair elektroplating sehingga toksisitas Cr(VI) yang terkandung dalam limbah tersebut tidak mencemari lingkungan dan dapat dimanfaatkan kembali.

Beberapa upaya pengolahan limbah Cr(VI) seperti reduksi kimia, *ion exchange*, adsorpsi dengan batu bara atau karbon aktif dan reduksi

dengan bantuan bakteri telah dilakukan. Semua upaya tersebut memiliki kekurangan diantaranya diperlukannya biaya besar dan bahan kimia yang banyak. Biasanya ekstraksi ion kromium dari limbah elektroplating dilakukan dengan metode ekstraksi biasa, tetapi metode tersebut tidak cukup efektif untuk digunakan karena persentase ion logam yang diperoleh tidak signifikan (Endro. 2001).

Beberapa teknik pengolahan ion Cr(VI) dari limbah cair telah dipublikasikan antara lain, teknik ekstraksi pelarut (Sahu dkk. 2008), resin penukar ion (Khaldun. 2009), membran cair berpendukung (Djunaidi. 2009), dan teknik membran cair emulsi (Muhadi dkk. 1998). Namun semua teknik yang pernah dilakukan sebelumnya memiliki banyak kelemahan terutama dalam sisi waktu dan penggunaan pelarut organik sehingga perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pengolahan ion Cr(VI) dari limbah cair elektroplating.

Salah satu teknik ekstraksi yang bisa digunakan adalah teknik ekstraksi cair-cair dua tahap. Teknik ini merupakan teknik ekstraksi secara dua tahap dimana ion Cr(VI) yang berada di fasa air di ekstraksi dengan suatu senyawa *carrier* yang berada di fasa organik. Ion logam yang terekstraksi di fasa organik diekstraksi kembali dengan penambahan fasa air kedua (penerima), sehingga pelarut organik yang mengandung *carrier* dapat digunakan kembali untuk ekstraksi berikutnya dan kandungan ion Cr(VI) di fasa air maksimum. Perbedaan teknik ini dengan ekstraksi biasa adalah pada ekstraksi cair-cair dua tahap, fasa organik ditambahkan

senyawa *carrier* yang dapat bereaksi dengan logam membentuk senyawa kompleks yang larut di fasa organik. Karena prinsip ini sederhana dan menguntungkan, maka teknik ekstraksi cair-cair dua tahap dapat digunakan dalam pengolahan ion Cr(VI) dari limbah cair elektroplating (Cascaval. 1990).

Dalam penelitian ini akan digunakan teknik ekstraksi cair-cair dua tahap untuk ekstraksi ion Cr(VI) dalam limbah elektroplating dengan *carrier* tributil fosfat (TBP). Beberapa pengaruh yang dipelajari dalam penelitian ini adalah pH fasa umpan, konsentrasi *carrier* (TBP), dan waktu pengocokkan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang penelitian ini, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Apakah teknik ekstraksi cair-cair dua tahap dengan *carrier* TBP dapat digunakan untuk ekstraksi ion Cr(VI) dari limbah elektroplating?
2. Apakah logam-logam lain yang terdapat pada limbah elektroplating akan mempengaruhi selektivitas pemisahan dari ion Cr?
3. Pengaruh apa saja yang dapat mempengaruhi ekstraksi ion Cr(VI) dari limbah elektroplating?

4. Apakah teknik ekstraksi cair-cair dua tahap dengan *carrier* TBP dapat digunakan untuk memisahkan Cr(VI) dari Zn(II) pada limbah elektroplating?
5. Berapa harga faktor selektivitas pemisahan Cr(VI) terhadap Zn (II), jika limbah elektroplating di ekstraksi dengan teknik ekstraksi cair-cair dua tahap menggunakan *carrier* TBP?

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka penelitian ini dibatasi pada studi ekstraksi ion Cr(VI) dari limbah elektroplating dengan teknik ekstraksi cair-cair dua tahap menggunakan *carrier* tributil fosfat (TBP) dengan pengaruh pH fasa umpan, pengaruh konsentrasi *carrier* (TBP), dan waktu pengocokkan. Besarnya Cr(VI) yang dapat di ekstraksi dinyatakan dalam persentase logam (% ekstraksi).

D. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah diatas, maka rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pH fasa umpan, konsentrasi *carrier* TBP dan waktu pengocokkan terhadap % ekstraksi ion Cr(VI) dari limbah cair elektroplating menggunakan *carrier* TBP?

2. Berapa harga faktor selektivitas pemisahan Cr(VI) terhadap Zn(II), jika limbah elektroplating di ekstraksi dengan teknik ekstraksi cair-cair dua tahap menggunakan *carrier* TBP?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh pH fasa umpan, konsentrasi *carrier* TBP dan waktu pengocokkan terhadap % ekstraksi ion Cr(VI) dari limbah cair elektroplating menggunakan *carrier* TBP.
2. Mengetahui faktor selektivitas pemisahan Cr(VI) terhadap Zn(II) dari limbah elektroplating yang di ekstraksi dengan teknik ekstraksi cair-cair dua tahap menggunakan *carrier* TBP.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai informasi dalam alternatif teknologi pengolahan limbah cair bagi industri khususnya elektroplating dan industri lain yang menghasilkan limbah sejenis, sehingga dapat meminimalisir kadar logam kromium yang dapat membahayakan lingkungan dalam kehidupan manusia.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kandungan Logam dalam Limbah Elektroplating

Elektroplating merupakan suatu proses elektrokimia terhadap perlakuan permukaan suatu logam. Logam yang biasa digunakan untuk pelapis yaitu kromium, cadmium, tembaga, emas, nikel, perak, dan logam-logam sejenis. Elektroplating merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam lain menggunakan bantuan arus listrik melalui suatu elektrolit. Benda yang dilakukan pelapisan harus merupakan konduktor atau dapat menghantarkan arus listrik. Proses ini melibatkan perlakuan pendahuluan (pencucian, pembersihan, dan langkah-langkah persiapan lain), pelapisan, pembilasan, dan pengeringan. Air yang berasal dari pencucian, pembersihan dan proses plating menjadi air limbah karena mengandung logam-logam terlarut dan senyawa-senyawa berbahaya lainnya. (Purwanto dkk. 2005).

Limbah industri elektroplating berasal dari bahan-bahan kimia yang digunakan dan hasil dari proses pelapisan. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah bahan beracun berbahaya (B3) dimana limbah yang dihasilkan berbahaya bagi kesehatan manusia baik yang terlibat langsung dengan kegiatan industri maupun yang di sekitar perusahaan. Biasanya pabrik elektroplating memisahkan aliran limbahnya menjadi limbah yang mengandung sianida, limbah yang mengandung krom, dan limbah-limbah

lainnya (logam, asam dan alkali) (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2001).

Elektroplating merupakan salah satu proses berdasarkan pada elektrokimia. Pada sel ini terjadi transfer energi dari energi listrik menjadi energi kimia atau sebaliknya melalui interaksi antara arus listrik dan reaksi redoks. Proses elektroplating dikerjakan dengan melewati sejumlah arus listrik (DC) melalui larutan elektrolit diantara material dan bersifat konduktif. Akibat dari aliran kuat arus tersebut terjadi antara endapan logam pada kutub negatif yang disebut katoda, dan kutub lainnya disebut anoda. Dengan demikian pada dasarnya proses tergantung pada partikel-partikel dalam larutan yang dikenal sebagai ion (Keenan dkk. 1993).

1. Logam Kromium (Cr)

a. Sifat Logam Cr

Kromium secara alami bisa ditemukan di batuan, tumbuhan, hewan, tanah dan gas, serta debu gunung berapi. Logam berat kromium (Cr) merupakan logam berat tahan terhadap oksidasi meskipun pada suhu tinggi, mengkilat, keras, bersifat paramagnetik (sedikit tertarik oleh magnet), membentuk senyawa-senyawa berwarna, memiliki beberapa bilangan oksidasi, yaitu 0, +2, +3, dan +6. Bilangan oksidasi +4 dan +5 jarang ditemukan pada logam ini.



Gambar 1. Kromium (Cr) (anonim. 2010)

Tabel 1. Sifat Fisika dan Kimia Cr (Byrne dkk. 1998)

Sifat	Nilai
Simbol Kimia	Cr
Massa atom relatif, gr/mol	51,996
Densitas	7,19
Titik didih (<i>boiling point</i>), °C	2672
Titik lebur (<i>melting point</i>), °C	1857
Tekanan uap (844 °C), Pa	10^{-6}
Kelarutan	Larut dalam HCl dan H ₂ SO ₄
Warna	<i>Silver</i>

Logam Cr murni tidak pernah ditemukan, tetapi biasanya sudah berbentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lain. Sebagai bahan mineral, Cr paling banyak ditemukan dalam bentuk kromit (FeOCr₂O₃). Galian tambang Cr bernama kromit bisa diperoleh dengan reduksi dan elektrolisis. Kromium berkarbon tinggi memiliki kandungan kromium minimal 86% dengan 8-11% karbon (C) dengan jumlah besi (Fe) dan silicon (Si) masing-masing sekitar 0.5%.

Kromium terdapat di alam dalam bentuk batuan. Kromium yang berbentuk mineral digunakan dalam pembuatan baja tahan karat, logam campuran tahan panas, baja paduan berkekuatan tinggi, untuk plat elektro tahan aus, sebagai campuran pada pigmen kimia, serta pada bahan-bahan yang tahan api atau panas.

Kromium(III) secara alami terjadi di alam dan mudah diendapkan atau diabsorpsi oleh senyawa-senyawa organik dan anorganik pada pH netral atau alkalin. Sedangkan Cr(VI) pada umumnya berasal dari proses industri. Cr(VI) mudah larut dalam air dan membentuk *divalent oxyanion* yaitu *chromate* (CrO_4^{2-}) dan *dichromate* ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). Cr(VI) merupakan oksidator yang sangat kuat. Berbagai kegunaan kromium antara lain:

1. Bidang metalurgi untuk mencegah korosi, mengkilatkan logam, antara lain sebagai bahan komponen alloy, *anodized aluminium*, *chrome plating*, dan *wood treatment*. Kromium dalam jumlah kecil digunakan sebagai *water treatment*, katalisator, *safety matches*, *copy machine toner*, *photographic chemical*, *magnetic tapes*, pelapis pada *spare-part* kendaraan bermotor, dan *stainless steel*, yaitu campuran 18% Cr, 8% Ni, sedikit Mn, C, P, S, Si, Fe.
2. Dalam bidang kesehatan digunakan sebagai bahan pembuatan alat ortopedi, sebagai radio isotop kromium yang bisa menghasilkan sinar gamma untuk penandaan sel darah merah, serta sebagai penjiplak sel tumor.

3. Dalam bidang industri kimia digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pigmen cat/warna karena Cr mengandung komponen warna merah, kuning, orange dan hijau. Sebagai katalisator dan sebagai antikorosi pada alat pengeboran sumur berlumpur. Senyawa $ZnCrO_4$ atau *zinc yellow* digunakan untuk mencegah korosi pada *spare-part* pesawat yang menggunakan Al dan Mg. Kromium meningkatkan ketahanan korosi karena Cr bisa membentuk lapisan krom oksida di permukaan baja, meningkatkan kemampuan keras baja, kekuatan tarik, ketangguhan, dan ketahanan abrasi.

b. Tingkat Pencemaran

Di wilayah pedesaan, kadar Cr di udara kurang dari $0,1 \text{ ng/m}^3$, sedangkan di wilayah perindustrian mencapai $0,01 - 0,03 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Partikulat yang berasal dari pembakaran arang dan batu bara mengandung 2,3 –31 ppm Cr tetapi bisa dikurangi menjadi 0,91 – 6,6 ppm apabila menggunakan *fly-ash collection* (Klassen dkk. 1986).

c. Efek Toksik

Logam Cr adalah bahan kimia yang bersifat persisten, bioakumulatif, dan toksik serta tidak mampu terurai di dalam lingkungan, sulit diuraikan, dan akhirnya diakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Kestabilan kromium akan mempengaruhi toksisitasnya terhadap manusia secara berurutan, mulai dari tingkat toksisitas terendah, yakni Cr (0), Cr(III), dan Cr (VI).

Kromium(VI) pada umumnya 100 kali lipat lebih toksik dibandingkan Cr(III). Kromium(III) bersifat kurang toksik dibandingkan Cr(VI), tidak bersifat iritatif, serta tidak korosif. Bahkan Cr(III) sebenarnya merupakan salah satu jenis nutrisi yang dibutuhkan oleh makhluk hidup seperti manusia, hewan dan tumbuhan. Kadar yang dibutuhkan untuk pertumbuhan manusia normal adalah sekitar 0,1 – 0,3 mg/hari. Namun Cr(III) lebih toksik pada ikan dan binatang air lainnya. $LC_{50}Cr(III)$ pada ikan sebesar 2 – 7,5 mg/L, sedangkan $LC_{50}Cr(VI)$ sebesar 35 – 75 mg/L. Toksisitas Cr pada ikan dipengaruhi oleh sifat fisiko-kimia perairan, yaitu pH, kadar Ca, dan Mg. Perairan dengan pH rendah, tetapi kadar Ca dan Mg cukup tinggi menyebabkan toksisitas Cr terhadap ikan semakin rendah (Drew. 2006).

Kadar toksisitas logam berat Cr(VI) sangat tinggi sehingga bersifat racun terhadap semua organisme untuk konsentrasi >0,05 ppm. Logam Cr(VI) bersifat toksik, karsinogenik dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit manusia (US Environmental Protection Agency. 2006).

2. Senyawa *Carrier* Tributyl Fosfat (TBP)

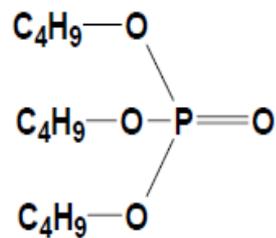
Tributyl fosfat atau TBP (tri-*n*-butyl phosphate) memiliki rumus molekul $C_{12}H_{27}O_4P$ dengan berat molekul yaitu 266,32 g/mol dengan kerapatan 0,9727 g/mL merupakan larutan tidak berwarna (Bernadeta dkk. 2007).

Fungsi *carrier* secara umum adalah sebagai ekstraktan, pengompleks dan penukar ion. Syarat yang dimiliki senyawa *carrier* antara lain: mempunyai fluks serta selektivitas pemisahan yang tinggi, mempunyai difusi besar, dapat larut dalam pelarut organik yang sesuai dan dapat digunakan dalam jumlah yang relatif sedikit (Coelhose dkk. 1995).

Beberapa syarat teknik ekstraksi yang akan dilakukan dengan penambahan *carrier* sebagai media transport yaitu: 1) senyawa yang akan dipisahkan dapat larut fasa organik setelah membentuk senyawa kompleks dengan *carrier*, 2) pembentukan senyawa kompleks terjadi diantara fasa umpan, 3) fasa organik dan senyawa kompleks yang terbentuk dapat terdifusi ke fasa organik (Mulder. 1996).

Mekanisme transport ekstraksi didasarkan pada jenis reaksi pengkompleksan antara ion logam dengan *carrier*. Pada pembentukan kompleks terjadi donasi pasangan elektron dari ligan-ligan ke atom pusat. Untuk pemisahan ion logam Cr^{6+} digunakan TBP atau tributyl fosfat yang akan membentuk kompleks tidak bermuatan. Kompleks tidak bermuatan ini dapat dibentuk melalui proses pembentukan kelat (yaitu kelat netral), solvasi atau pembentukan pasangan ion (Masykuri. 2000).

Senyawa *carrier* TBP yang terlarut dalam fasa organik bereaksi dengan ion logam menghasilkan senyawa kompleks. Senyawa *carrier* dapat bersifat asam, basa atau netral (Lee.1994).



Gambar 2. Struktur dari TBP (Bernadeta dkk. 2007)

3. Ekstraksi Cair-Cair Dua Tahap

Ekstraksi cair-cair adalah suatu proses transfer senyawa kimia dari suatu fasa cair ke fasa cair yang lain yang tidak saling bercampur. Ekstraksi cair-cair dua tahap merupakan teknik ekstraksi secara dua tahap dengan medium akhir yang di analisis yaitu fasa air. Ekstraksi cair-cair merupakan metode pemisahan yang sederhana dan populer. Seseorang tidak memerlukan alat yang khusus dan canggih kecuali corong pisah.

Prinsip metode ini didasarkan pada distribusi tertentu antara dua pelarut yang tidak saling bercampur. Batasannya adalah zat terlarut dapat ditransfer pada jumlah yang berbeda dalam kedua fase pelarut. Teknik ini dapat digunakan untuk kegunaan preparatif, pemurnian, memperkaya, pemisahan serta analisis, kemudian berkembang menjadi metode yang baik, sederhana, cepat dan dapat digunakan untuk ion-ion logam yang bertindak sebagai *tracer* (pengotor) dan ion-ion logam dalam jumlah makrogram (Khopkar. 1990).

Partisi suatu komponen antara dua cairan yang tak saling campur dapat memberikan berbagai kemungkinan yang atraktif pada suatu teknik pemisahan analitik. Walaupun demikian, metode ekstraksi ini umumnya

sebagai suatu teknik analisis namun seringkali merupakan salah satu tahapan yang penting dalam suatu prosedur analisis. Jika suatu *solute* terdistribusi antara dua cairan yang tidak saling campur, maka dalam keadaan yang berkesinambungan terdapat hubungan antara komponen yang *solute* pada kedua cairan bersangkutan. Hubungan kuantitatif inilah yang dikenal sebagai hukum distribusi dan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$KD = \frac{[A]_1}{[A]_2}$$

K_D = koefisien distribusi

$[A]_1$ = konsentrasi spesi A pada fasa 1

$[A]_2$ = konsentrasi spesi A pada fasa 2

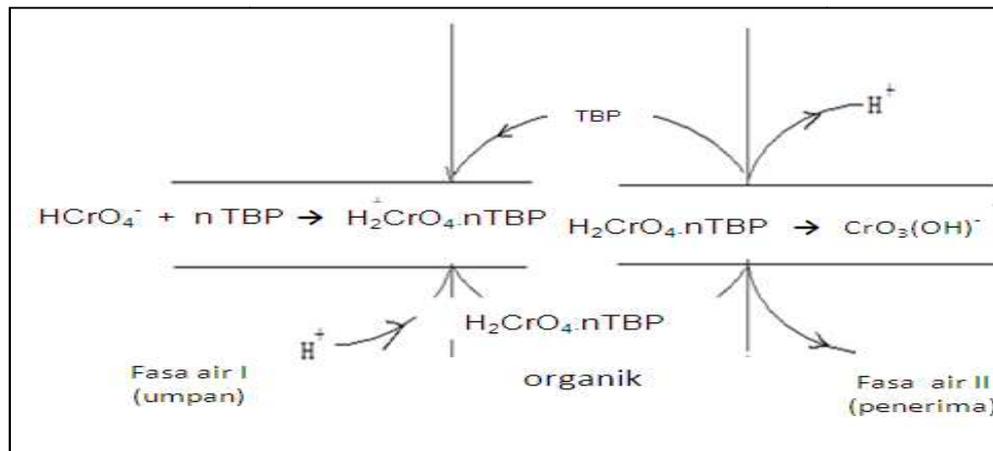
K_D adalah koefisien distribusi atau koefisien partisi yang merupakan tetapan keseimbangan yang merupakan kelarutan relatif dari suatu senyawa terlarut dalam dua pelarut yang tidak bercampur (Sudjadi, 1983).

Pemisahan berbagai ion logam dapat dilakukan melalui metode ekstraksi pelarut yang terlebih dahulu membentuk spesi netral dari logam bersangkutan. Salah satu cara yang umum dilakukan dalam hal ini melalui pembentukan senyawa kompleks atau senyawa kelat dengan pereaksi organik yang bersifat ligan. Pembentukan kompleks tak bermuatan merupakan tahap paling penting dalam ekstraksi. Jelaslah bahwa kompleks bermuatan tidak akan terekstraksi sehingga mutlak kompleks diekstraksi harus tanpa muatan (Masykuri, 2000).

Ekstraksi cair-cair dua tahap adalah proses pengambilan kembali logam dari fasa air ke fasa organik. Ekstraksi cair-cair dua tahap memiliki prinsip yang hampir sama seperti ekstraksi biasa hanya pada ekstraksi cair-cair dua tahap pada fasa organik ditambahkan senyawa *carrier* yang bisa bereaksi dengan logam. Selanjutnya logam yang terekstraksi ke fasa organik diekstraksi kembali dengan penambahan fasa air kedua.

4. Mekanisme Ekstraksi

Mekanisme transport ekstraksi cair-cair dua tahap didasarkan pada jenis reaksi pengompleksan antara logam kromium dengan *carrier*. Tributyl fosfat (sebagai *carrier*) dinotasikan dengan TBP, kromium terlarut dalam fasa air pertama bereaksi dengan TBP yang berada di fasa organik menghasilkan kompleks $\text{Cr}(\text{TBP})_6$. Reaksi antara TBP dengan ion Cr dipermukaan antara fasa air dengan fasa organik (Lee. 1994). Kompleks $\text{Cr}(\text{TBP})_6$ lalu terdifusi ke fasa organik, kemudian Cr^{6+} terlepas masuk ke fasa penerima sedangkan TBP kembali lagi ke permukaan antara fasa organik dan air. Secara keseluruhan proses transport berpasangan difusi ion digambarkan pada gambar 3 (Cascaval. 1990).



Gambar 3. Skema proses transport Cr^{6+} melalui ekstraksi cair-cair dua tahap (Cascaval. 1990)

Adapun reaksi yang terjadi adalah:



(Sahu dkk. 2008)

Dari reaksi tersebut membuktikan bahwa ion Cr(VI) yang bersifat polar akan membentuk senyawa kompleks dengan *carrier* TBP yang bersifat non polar.

5. Selektifitas dan % Ekstraksi

Selektifitas adalah kemampuan suatu metode dalam memisahkan analit dengan komponen lain yang mungkin ada dalam matriks sampel (Jacqueline. 1999).

$$\text{Selektifitas} = \alpha_{MN} = \frac{D_M}{D_N}$$

Misal, dua jenis logam dengan lambang M^{n+} dan N^{n+} dengan koefisien distribusi D_M dan D_N (Zolotov. 1970).

$$D = \frac{\text{konsentrasi total zat pada fasa organik}}{\text{konsentrasi total zat pada fasa air}} = \frac{[M]_{\text{org}}}{[M]_{\text{aq}}} \quad (\text{Minczewski, 1982})$$

Sedangkan kuantitas logam (M) yang diekstraksi dari fasa air ke fasa organik dapat ditentukan dengan persen ekstraksi (% ekstraksi).

$$\% \text{ Ekstraksi} = \frac{[Cr]_{\text{hasil ekstraksi}}}{[Cr]_{\text{awal}}} 100\%$$

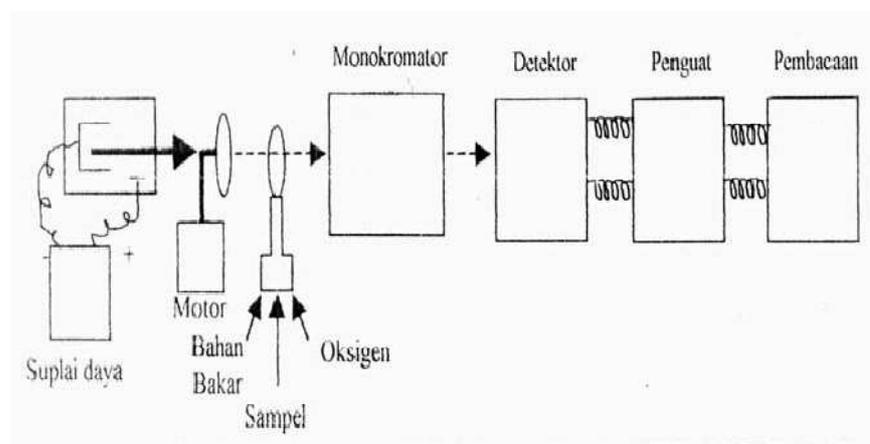
6. Spektrofotometri Absorpsi Atom

Spektrofotometri absorpsi atom yang biasa dikenal dengan nama cara AAS ialah suatu teknik analisis unsur yang didasarkan pada absorpsi sinar oleh atom bebas.

Metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) merupakan metode yang dapat diandalkan dalam hal kepekaan, ketelitian maupun ketepatan hasil namun analisis yang dilakukan oleh metode ini merupakan analisis terhadap unsur secara total tanpa hasil yang spesifik berdasarkan bentuk oksidasi dari unsur tersebut.

Bila suatu berkas sinar (radiasi elektromagnetik) berinteraksi dengan materi maka sinar tersebut akan mengalami beberapa kemungkinan, yaitu sinar tersebut sebagian diteruskan (emisi), diserap (absorpsi), dipendarkan (fluoresensi) atau dihamburkan (scattering). Atom-atom bebas dapat dihasilkan seperti pada flamefotometer yaitu dengan jalan menyemprotkan ke dalam nyala dari sampel yang berupa larutan atau campuran.

Ada tiga cara atomisasi dalam AAS yaitu memakai nyala (pembakar), tanpa nyala (memakai tungku grafit) dan tanpa nyala (dengan penguapan). Pada atomisasi memakai nyala, udara bertekanan (kompresor) sebagai oksidan ditiupkan ke dalam ruang pengkabut (nebulizer) sehingga akan menghisap larutan dan membentuk aerosol yang kemudian dicampur dengan bahan bakar. Kabut halus dari aerosol diteruskan ke pembakar sedangkan butir-butir yang besar akan mengalir keluar melalui pembuangan. Bentuk pembakar sangat spesifik yaitu berupa celah sempit yaitu berupa celah sempit sehingga dihasilkan nyala yang panjang (Ismail. 2004).



Gambar 4. Skema Sederhana Alat AAS (Sumar. 1994)

Komponen Dasar AAS meliputi:

1. Radiasi, yang akan memancarkan sinar radiasi pada panjang gelombang yang diinginkan.
2. Modulator, akan memodulasi sinar yang berasal dari sumber sehingga detektor mampu membedakannya dengan sinar yang berasal dari nyala.

3. Unit atomisasi, untuk mengubah analit menjadi uap atom.
4. Monokromator, untuk mengisolasi daerah panjang gelombang yang akan dipakai.
5. Detektor, yang akan menerima radiasi elektromagnetik dan mengubahnya menjadi arus sinyal.
6. Amplifier dan piranti pembacaan, yang akan membuat sinyal listrik yang sesuai dan menunjukkan besarnya sinyal dalam satuan yang diinginkan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tujuan Operasional Penelitian

Tujuan operasional penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh pH fasa umpan, konsentrasi *carrier* TBP dan waktu pengocokkan terhadap % ekstraksi ion Cr(VI) dari limbah cair elektroplating menggunakan *carrier* TBP.
2. Mengetahui faktor selektivitas pemisahan Cr(VI) terhadap Zn(II) dari limbah elektroplating yang di ekstraksi dengan teknik ekstraksi cair-cair dua tahap menggunakan *carrier* TBP.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta. Penelitian dilakukan mulai dari bulan Juli 2010 hingga Desember 2010.

C. Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen yang meliputi beberapa tahap yaitu:

1. Mengetahui pengaruh pH fasa umpan, konsentrasi *carrier* TBP dan waktu pengocokkan terhadap % ekstraksi ion Cr(VI) dari limbah cair elektroplating menggunakan *carrier* TBP.

2. Aplikasi ke limbah elektroplating
3. Menentukan faktor selektifitas Cr(VI) terhadap Zn(II) dari limbah elektroplating

D. Instrumentasi Penelitian

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah corong pisah, satu set spektrofotometer serapan atom (AAS) dan alat-alat gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium kimia

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari CrO₃ dari Merck kondisi PA, limbah elektroplating, aquades, tributil fosfat (TBP) dari Merck, Natrium Hidroksida (NaOH) , Asam Klorida (HCl) dan kerosin.

2. Prosedur Kerja

Tahapan prosedur kerja terdiri dari beberapa tahap antara lain:

a. Pembuatan Larutan Standar Cr(VI) untuk Kurva Kalibrasi dan Larutan Cr(VI) untuk Penentuan Pengaruh pH Fasa Upan, Konsentrasi *Carrier* TBP dan Waktu Pengocokan

Pembuatan Larutan Standar Cr(VI) untuk Kurva Kalibrasi

Pembuatan larutan standar Cr(VI) dengan konsentrasi antara 150 ppm - 210 ppm. CrO₃ sebanyak 0,0384 dilarutkan dalam labu ukur 100 ml sampai tanda batas yang diencerkan untuk mendapatkan konsentrasi 0,5 ppm; 1,0 ppm; 3,0 ppm dan 5,0 ppm.

Pembuatan Kurva Kalibrasi Cr(VI)

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan mengukur absorbansi dari sederet larutan standar Cr(VI) dengan konsentrasi berbeda. Kemudian dibuat kurva kalibrasi dengan mengalurkan nilai absorbansi terhadap konsentrasi.

Pembuatan Larutan Cr 200 ppm untuk Penentuan Pengaruh pH Fasa Umpan, Konsentrasi *Carrier* TBP dan Waktu Pengocokan

CrO₃ yang memiliki berat molekul 99,99 ditimbang sebanyak 0,0038 gram dilarutkan dalam labu ukur 10 mL dengan variasi pH fasa umpan kemudian ditambahkan pelarut organik yang mengandung variasi konsentrasi *carrier* TBP dan dilakukan pengocokkan selama variasi waktu pengocokkan.

b. Penentuan Pengaruh pH Fasa Umpan, Konsentrasi *Carrier* TBP dan Waktu Pengocokkan terhadap % Ekstraksi Ion Cr(VI)

1. Pengaruh pH Fasa Umpan

Ke dalam corong pisah berkapasitas 250mL dimasukkan CrO₃ 0,0038 gram yang telah dilarutkan dalam 10mL larutan HCl dengan variasi pH 1, 2, 3, 4 dan 5. Selanjutnya, ke dalam corong pisah yang telah berisi larutan CrO₃, ditambahkan 10mL larutan kerosin yang mengandung TBP 2 M. Campuran dikocok selama 5 menit dan selanjutnya didiamkan hingga lapisan air dan lapisan fasa organik memisah dengan sempurna. Setelah

fasa air dipisahkan dari fasa organik, selanjutnya ke dalam fasa organik ditambahkan 10mL larutan NaOH 0,1M untuk mengekstraksi kembali ion logam Cr(VI) dari fasa organik. Campuran dikocok selama 5 menit dan didiamkan agar fasa air dan fasa organik memisah dengan sempurna. Tahap berikutnya adalah memisahkan fasa air dan fasa organik. Kemudian dilakukan pengukuran dengan AAS. Bagan cara kerja ini, dapat dilihat dalam lampiran A pada hal 38.

2. Pengaruh *Carrier* TBP

Dari pengaruh pH fasa umpan yang di dapat, digunakan selanjutnya untuk penentuan pengaruh konsentrasi carrier TBP terhadap % ekstraksi ion Cr(VI). Variasi konsentrasi *carrier* TBP yang digunakan yaitu 0,5 M; 1,0 M; 1,5 M dan 2,0 M. Bagan cara kerja ini, dapat dilihat dalam lampiran A pada hal 39.

3. Pengaruh Waktu pengocokkan

Dari pengaruh pH fasa umpan dan pengaruh konsentrasi *carrier* TBP yang di dapat, digunakan selanjutnya dalam penentuan pengaruh waktu pengocokkan. Variasi waktu pengocokkan yang digunakan yaitu 1 menit, 3 menit, 5 menit dan 7 menit. Bagan cara kerja ini, dapat dilihat dalam lampiran A pada hal 40.

4. Penerapan Pengaruh pH Fasa Umpan, Konsentrasi *Carrier* TBP dan Waktu Pengocokkan ke Limbah Elektroplating

Persen ekstraksi maksimum yang diperoleh dari pH fasa umpan, konsentrasi TBP, dan waktu pengocokkan digunakan untuk ekstraksi ion Cr(VI) dari limbah elektroplating.

Konsentrasi Cr pada limbah elektroplating diukur berdasarkan kurva kalibrasi larutan standar Cr(VI). Kemudian dalam corong pisah berkapasitas 250mL dimasukan 10mL limbah elektroplating yang mengandung Cr(VI) dengan pH fasa umpan yang sesuai. Selanjutnya, ke dalam corong pisah yang telah berisi larutan Cr(VI), ditambahkan 10mL larutan kerosin yang mengandung konsentrasi *carrier* TBP yang sesuai. Campuran dikocok selama waktu pengocokkan yang sesuai dan selanjutnya didiamkan hingga lapisan air dan lapisan fasa organik memisah dengan sempurna. Setelah fasa air dipisahkan dari fasa organik, selanjutnya ke dalam fasa organik ditambahkan 10mL larutan NaOH 0.1M untuk mengekstraksi kembali ion logam Cr(VI) dari fasa organik. Campuran dikocok selama waktu pengocokkan yang sesuai dan didiamkan agar fasa air dan fasa organik memisah dengan sempurna. Tahap berikutnya adalah memisahkan fasa air dan fasa organik. Konsentrasi logam Cr dalam fasa air diukur berdasarkan kurva

kalibrasi larutan standar Cr(VI) secara AAS. Bagan cara kerja ini, dapat dilihat dalam lampiran A pada hal 41.

b.5. Faktor Selektifitas Teknik Ekstraksi Cair-Cair Dua Tahap terhadap Pemisahan Ion Logam Cr dari Ion Zn

Penentuan faktor selektifitas ini bertujuan untuk mengetahui selektifitas metode analisis terhadap adanya komponen lain selain analit yang mungkin ada dalam matriks sampel yaitu Zn. Bagan cara kerja ini, dapat dilihat dalam lampiran A pada hal 41.

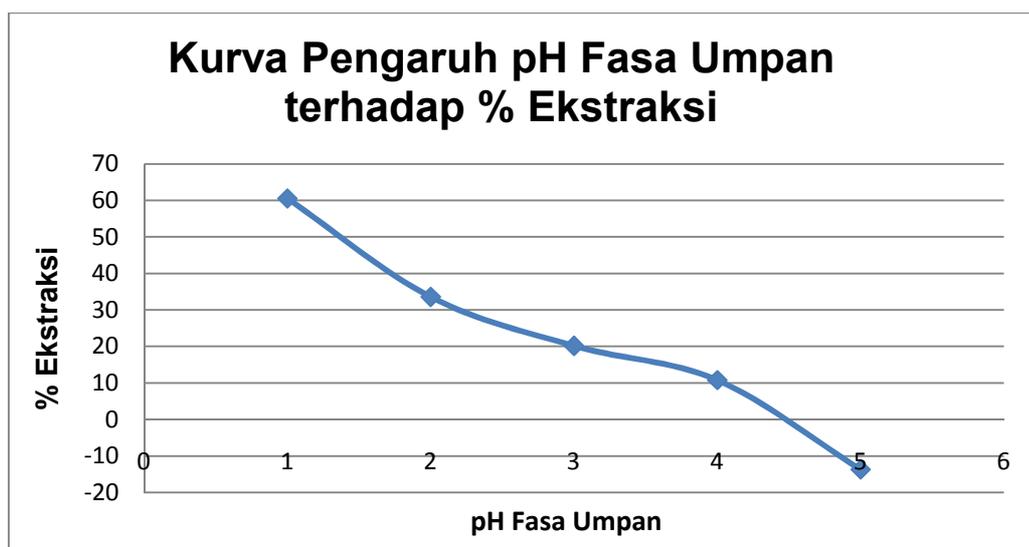
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Pengaruh pH Fasa Uman, Konsentrasi Carrier TBP dan Waktu Pengocokkan terhadap % Ekstraksi Ion Cr(VI)

1. Pengaruh pH Fasa Uman terhadap % Ekstraksi Ion Cr(VI)

Hasil % ekstraksi ion Cr(VI) pada variasi pH fasa umpan dapat dilihat pada Gambar 5 (perhitungan mendapatkan % ekstraksi dapat dilihat pada lampiran hal 43).



Gambar 5. Kurva Pengaruh pH Fasa Uman Terhadap % Ekstraksi

Dari Gambar 5, dapat dilihat bahwa semakin tinggi pH fasa umpan (semakin basa), % ekstraksi akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena adanya ion H^+ dan spesi-spesi yang terbentuk.

Sesuai teori, di dalam larutan pada pH tertentu, Cr(VI) mampu berada dalam bentuk spesi:

pH 1 = H_2CrO_4

pH 2- 6 = HCrO_4^- dan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

pH diatas 6 = CrO_4^{2-} (Sahu dkk. 2008).

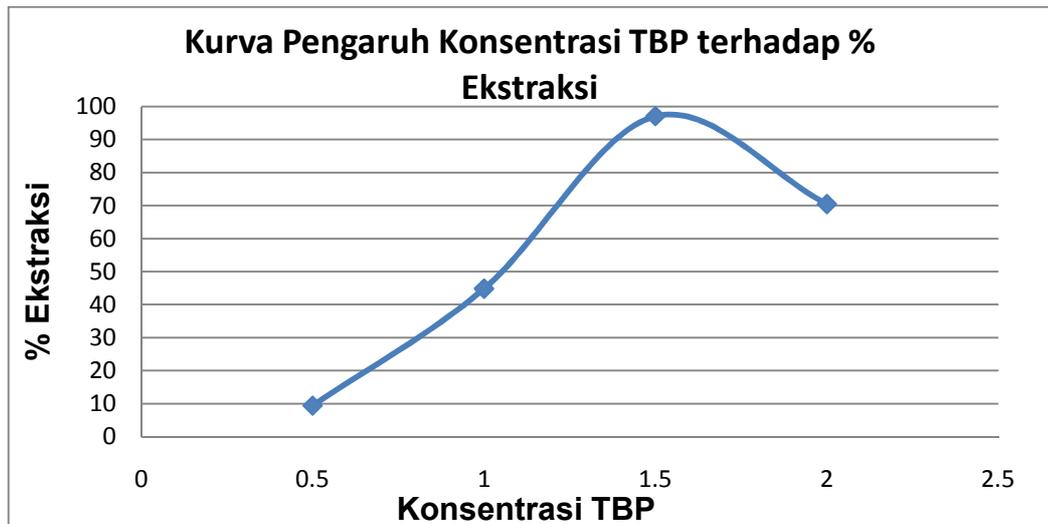
Reaksi Cr(VI) dengan *carrier* TBP optimum pada pH 1 karena spesi yang ada adalah H_2CrO_4 yang mudah berikatan kompleks dengan *carrier* TBP.

Pada pH diatas 1, % ekstraksi akan menurun karena pada kondisi ini spesi yang dominan adalah spesi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dan CrO_4^{2-} yang sulit membentuk kompleks dengan *carrier* TBP karena tidak memiliki ion H^+ sehingga akan menurunkan jumlah kompleks Cr(VI)-TBP yang terbentuk. Selain itu, pada pH tinggi, jumlah OH^- akan bertambah, dan akan berkompetisi dengan ion logam untuk membentuk kompleks sehingga hasil ekstraksi kurang signifikan.

Dari variasi pH fasa umpan yang dilakukan, tidak didapat kondisi optimum dari pengaruh pH fasa umpan. Seharusnya dilakukan variasi pada pH fasa umpan pada pH 0 atau pH 0,5. Akan tetapi dari variasi pH fasa umpan yang telah dilakukan, membuktikan bahwa semakin asam pH fasa umpan maka % ekstraksi yang diperoleh akan semakin tinggi.

2. Pengaruh Konsentrasi *Carrier* TBP terhadap % Ekstraksi Ion Cr(VI)

Hasil ekstraksi ion Cr(VI) dari variasi konsentrasi TBP dapat dilihat pada gambar 6 (perhitungan mendapatkan % ekstraksi dapat dilihat pada lampiran hal 45).



Gambar 6. Kurva Pengaruh Konsentrasi TBP terhadap % Ekstraksi

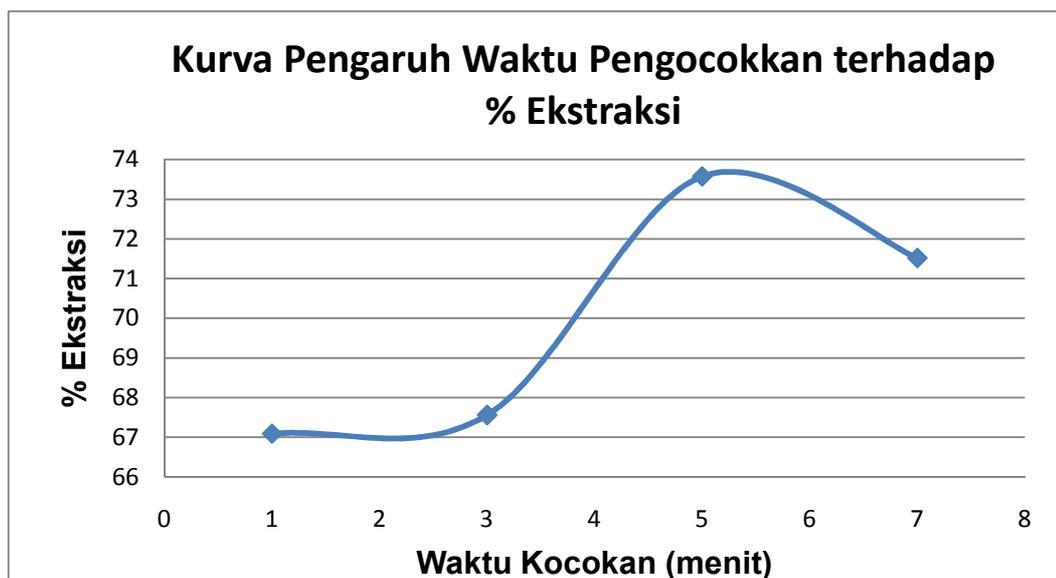
Dari gambar 6 terlihat bahwa % ekstraksi ion Cr(VI) akan naik pada konsentrasi TBP 1,5 M yaitu sebesar 97,1% dan mengalami penurunan pada konsentrasi TBP 2,0 M yaitu 70,5%.

Konsentrasi TBP di bawah kondisi optimum yaitu 1 M dan 0,5 M memiliki % ekstraksi ion Cr(VI) yang cenderung kecil. Hal ini disebabkan TBP tidak mampu untuk mengkomplekskan semua ion Cr(VI) yang ada di fasa umpan karena terlalu rendahnya konsentrasi. Terlalu rendah konsentrasi carrier TBP akan menyebabkan turunnya mobilitas TBP dalam membentuk senyawa kompleks dengan ion logam. Hal ini dapat dijelaskan bahwa *carrier* setelah mengikat logam lalu melepaskannya pada fasa penerima (fasa air kedua) kemudian *carrier* ini akan segera berdifusi balik ke fasa umpan untuk mengkomplekskan ion logam berikutnya (Cahn dkk. 1981).

Sedangkan di atas kondisi optimum yaitu konsentrasi TBP 2,0 M, persen ekstraksi akan menurun. Konsentrasi *carrier* diatas kondisi optimum dapat meningkatkan *carrier* di fasa organik akibatnya *carrier* lambat kembali ke permukaan fasa organik setelah proses pelepasan ion logam di fasa internal (Cahn dkk. 1981).

3. Pengaruh Waktu Pengocokkan Terhadap % Ekstraksi Ion Cr (VI)

Hasil % ekstraksi ion Cr(VI) variasi waktu pengocokkan dapat dilihat pada gambar 7 (perhitungan mendapatkan % ekstraksi dapat dilihat pada lampiran hal 46).



Gambar 7. Kurva Pengaruh Waktu Pengocokkan terhadap % Ekstraksi

Persen ekstraksi pada menit pertama hingga mencapai keadaan optimum yaitu pada menit ke-5 maka % ekstraksi ion Cr(VI) semakin

meningkat. Hal ini terjadi karena semakin lama pengocokan, meningkatkan terjadinya tumbukan antar molekul (Endro. 2002).

Waktu pengocokkan berpengaruh terhadap hasil ekstraksi. Semakin lama waktu pengocokkan, maka kesempatan kontak antara fasa umpan dengan pelarut atau fasa organik semakin efektif, sehingga kompleks yang terbentuk semakin meningkat dan pada penambahan waktu pengocokkan tertentu, yaitu 7 menit % ekstraksi menurun. Penurunan % ekstraksi ini disebabkan karena terbentuknya emulsi. Emulsi terjadi karena seringnya tumbukan yang terjadi akibat oleh Cr(VI) yang terekstraksi terperangkap di dalam emulsi.

4. Limbah Cair Elektroplating

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran kadar logam krom dan seng dari limbah cair industri elektroplating.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Limbah Cair Elektroplating

No	Parameter	Hasil	Alat Uji
1	Warna	Kuning Tua Agak Keruh	Visual
2	pH	3	pH meter
3	Kadar Krom	176,4 (mg/L)	AAS
4	Kadar Seng	104,6 (mg/L)	AAS

Limbah cair elektroplating terlihat kuning tua dan agak keruh yang menunjukkan adanya partikel terlarut. Partikel terlarut yang terdapat

dalam limbah cair elektroplating tersebut adalah krom dan seng. Kadar krom dan seng dalam limbah cair elektroplating masing-masing 176,4 mg/L dan 104,6 mg/L. Dalam penelitian ini, pH limbah cair elektroplating terlebih dahulu diturunkan menjadi pH 1. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi Cr(VI) dan Zn(II) mula-mula pada limbah cair elektroplating.

Tabel 3. Konsentrasi Ion Logam Cr(VI) dan Zn(II) pada Limbah Cair Elektroplating Hasil Ekstraksi

Ekstraksi Cr	Cr (ppm)	Zn (ppm)
1	77.6	4.43
2	78.2	4.12
3	79.2	4.43

Tabel 4. % Ekstraksi ion Cr(VI) dan Zn(II) dari Limbah Cair Elektroplating

Ekstraksi Cr	% Ekstraksi Cr	% Ekstraksi Zn
1	43.99	4.23
2	43.74	3.95
3	44.64	4.01

Adanya logam lain yaitu Zn(II) dalam reaksi Cr(VI) dengan *carrier* TBP akan menurunkan % ekstraksi ion Cr menjadi 44%. Sedikit menurun jika dibandingkan pada % ekstraksi ion Cr pada optimasi sebesar 98%. Keberadaan Zn(II) dan logam lain kemungkinan akan ikut bereaksi membentuk senyawa kompleks dengan *carrier* TBP. Banyaknya ion Zn yang terekstraksi pada limbah cair elektroplating sebesar 4%.

Berdasarkan perhitungan lampiran B hal 50, Cr(VI) yang terekstraksi yaitu 44 % dan Zn(II) hasil ekstraksi sebesar 4 % akan memberikan nilai selektivitas sebesar 18,64.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pH fasa umpan 1, persen ekstraksi ion Cr(VI) dengan *carrier* TBP memberikan nilai maksimum yaitu sebesar 60,49%.
2. Persen ekstraksi ion Cr(VI) dengan *carrier* TBP optimum pada konsentrasi 1,5 M yaitu sebesar 97.12%.
3. Persen ekstraksi ion Cr(VI) dengan *carrier* TBP optimum pada waktu kocokan 5 menit yaitu sebesar 73.58%.
4. Harga selektivitas Cr(VI) terhadap Zn(II) yaitu 18.64.

B. Implikasi

Implikasi dari penelitian ini adalah teknik ekstraksi cair-cair dua tahap dapat digunakan sebagai teknik ekstraksi dari berbagai jenis limbah yang mengandung Cr(VI) dengan *carrier* tributil fosfat (TBP). Untuk mengurangi interferensi logam lain seperti Zn(II), maka dapat dilakukan *masking* (penopengan) terhadap logam tersebut dengan cara mereaksikan dengan pereaksi pengkompleks membentuk kompleks yang bersifat non polar.

C. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan *carrier* yang selektif yang hanya dapat bereaksi dengan ion Cr(VI) saja sehingga % ekstraksi ion Cr(VI) mencapai $\pm 100\%$.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan *carrier* yang lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. Green Chemistry. <http://nurma.staff.fkip.uns.ac.id/green-chemistry/>, 24 Mei 2010, pk. 23.10 WIB.
- Anonim. 2010. Picture Google. <http://www.google.co.id/images?hl=id&qq=kromium&acts=1274267083778&um=1&ie=UTF-8&source=og&sa=N&tab=wi>, 20 Mei 2010, pk. 06.15 WIB.
- Bernadeta G and Mariusz B, B. 2007. *The Effect Of Tributyl Phosphate On The Extraction Of Nickel(II) And Cobalt(II) Ions With Di(2-Ethylhexyl)Phosphoric Acid*. Poznań: Poznań University Of Technology.
- Byrne, J. A., Eggins, B. R., Brown, N., McKinney, B., and Rouse, M. 1998. *Immobilisation of TiO₂ Powder for The Treatment of Polluted Water*. Application Catal. B: Environmental, 17, 25-36.
- Cahn R.P., Frankenfeld J.W. and N.N.Li. 1981. *Extraction of Cooper by Liquid Membrane*. Separation Science Technology, 14 (40 : 389).
- Cascaval, D. H., Wang, S. S and Huang, T. C. 2000. *Selective Separation of Phenylacetic Acid, 6-Aminopenicillanic Acid and Penecillin G with Electrodialysis Under Constant Current*, *journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 64, 284-292.
- Coelhoso, I. M., Moura, T. F., Crespo, J. P. S. G and Carraondo, M. J. T. 1995. *Transport Mechanisms in Liquid Membrane with Ion Exchange Carriers*, *Journal of Membrane Science*, 108, 231-244. I and Hori, F. 1990. *Extraction of penicillin with Liquid Surfactant membrane*. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 23:6, 772-775.
- Djunaidi. 2009. Garuda Referensi Ilmiah Indonesia. <http://digilib.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbpp-gdl-s2-2000-mcholid-610-chemistry>, 10 Mei 2010, pk. 13.10 WIB.
- Drew, D., I. S. Izuchukwu and Tucker, P. 2006. *Case Studies in Environmental*. *Rev Environ Contam Toxicol* 1989; 108: 105-32.
- Endro, D. 2002. *Optimasi proses distruksi limbah cair organic TBP kerosene*. Yogyakarta: Batan.

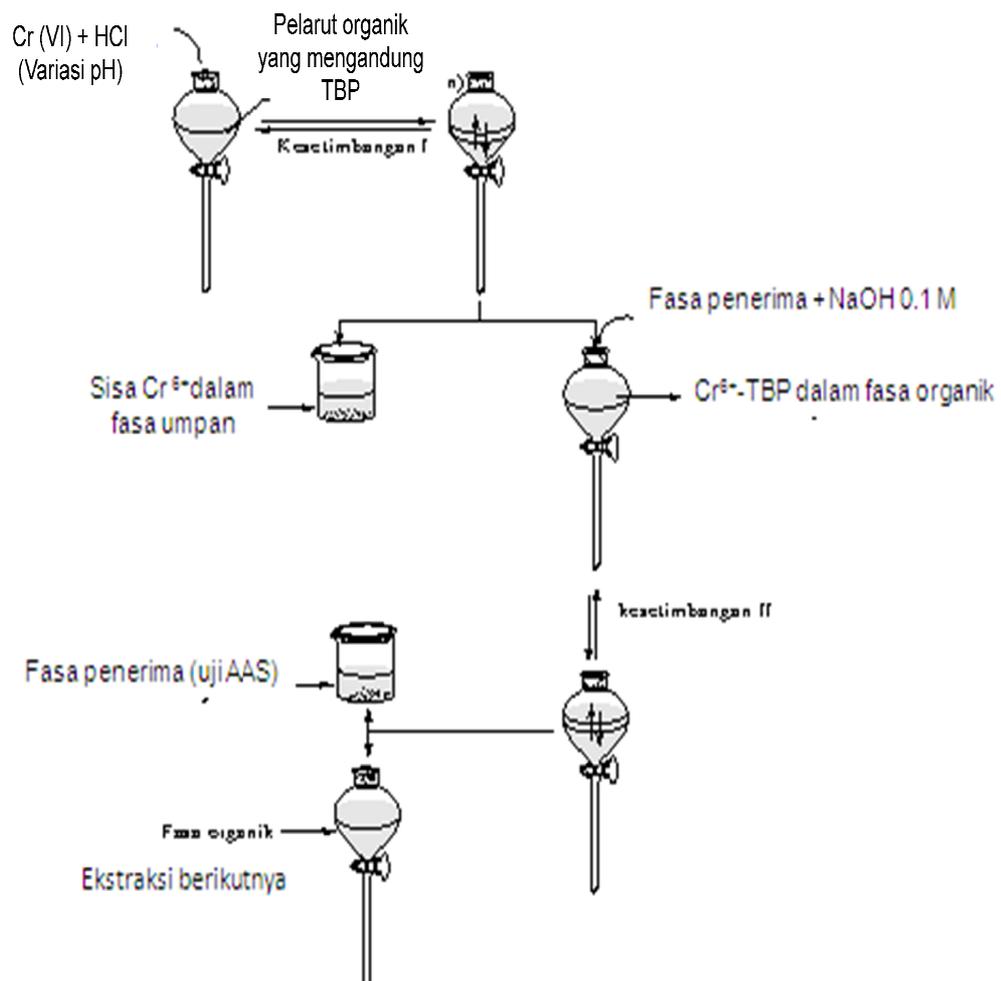
- Galkin, N., Sudarikon, B., Veryatin, U., Shishkov, Y and Maiorow, A. 1964. *Technology of Uranium*. Moskow: Atomizdat.
- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Ismail, Krisnandi. 2004. *Pengantar Analisis Instrumental*. Bogor: SMAKBO.
- Jacqueline, L. 1999. *Cara Validasi Prosedur Analisis PT. Bintang Toedjoe*. Jakarta: Bintang Toedjoe.
- Keenan, Kleinfelter, Wood and Pudjaatmaka. 1993. *Kimia Untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2001. *Pemanfaatan Limbah*. <http://www.menlh.go.id/usaha-kecil/index-view.php?sub=7>. 26 Mei 2010. pk. 23.00 WIB
- Khaldun, I., Buchari., Bachri, M. A., dan Sulaeman, A. 2009. *Pengaruh Komposisi Asam Bis(2-Etilheksil)Fosfat (D2EHPA) dan Tributyl Fosfat (TBP) dalam Resin Amberlite Xad-16 terhadap Sorpsion-Ion La(III), Nd(III) Dan Gd(III)*. Bandung: ITB.
- Khopkar, SM. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Klassen, C. D., Amdur, M. O and J. Doull. 1986. *Toxicology The Basic Science of Poison*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Lee, S. C. 1994. *Comparison of Extraction Effeciencies of Penicillin G by Amberlite LA-2 in Kerosine*. AICHE Journal, 50(1), 119-126.
- Masykuri, M. 2000. *Petunjuk Praktikum Kimia Analitik 3*. FKIP: UNS.
- Minczewski, J., Chawaston, J and Dybczynski. 1982. *Separation and Pre Concentration Method in Inorganic Trace Analysis*. New York: Ellis Hor Limited.
- Mulder, M. 1996. *Basic Principle of Membrane Technology*. London: kluwe Academic Publisher.
- Muhadi, A dan Prayitno S. 1998. *Ekstraksi Krom Menggunakan Pelarut TBP dengan Membran Emulsi*. Yogyakarta: BATAN.
- Nuk M. 1992. *Tesis: Ekstraksi ion Zn(II) dalam Air dengan Teknik Emulsi Membran Cair*. Bandung: ITB.

- Purwanto dan Syamsul Huda. 2005. *Teknologi Industri Elektroplating*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Sahu, S., Verma, F. K., Bagchi, D., Kumar, V., dan Pandey, P. 2008. *Recovery of Chromium (VI) from Elektroplating Effluent by Solvent Extraction with try-n-butyl fosfate*. India: Indian Journal of Chemical Technology. 397-402.
- Schrank, S. G., Jose, H. J and Moreira, R. 2002. *Simultaneous Photocatalytic Cr(VI) Reduction and Dye Oxidation in a TiO₂ Slurry Reaktor*. J. of Photochem Photobiol. A: Chemistry, 147, 71-76.
- Schweitzer, P. A. 1998. *Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers*, 2nd ed. McGraw-Hill Book Company.
- Smk Negeri 3 Kimia Madiun. 2008. Arsip 2008. <http://smk3ae.wordpress.com/2008/11/03/teknologi-proses-ekstrasi-membran-cair-emulsi-untuk-pengolahan-krom-dari-limbah-elektroplating/>, 27 Mei 2010, pk. 15.10 WIB
- Soebagio. 2003. *Jica common text book Kimia Analitik II*. Malang: UNM.
- Sudjadi. 1983. *Metode Pemisahan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sumar 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Semarang: IKIP Semarang Press.
- Rescke, M and Schugerl, K. 1984a. *Stability of Penicillin G in the Presence of Carriers and relationship for Distribution Coefficients of Extraction*. Chemical Engineering Journal, 28, B1-B9.
- U. S. Environmental Protection Agency. 2006. Arsenic. <http://www.epa.gov/>, 27 Mei 2010, pk. 15.30 WIB.
- Underwood. 2001. *Analisis Kimia Kuantitatif edisi ke-6*. Jakarta: Erlangga.
- Widowati, W., Sastiono, A dan Jusuf, R. 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Zolotov, Y. A. 1970. *Extraction of Chelat Compounds*. Michigan: Humphrey Science Publishers, Inc.

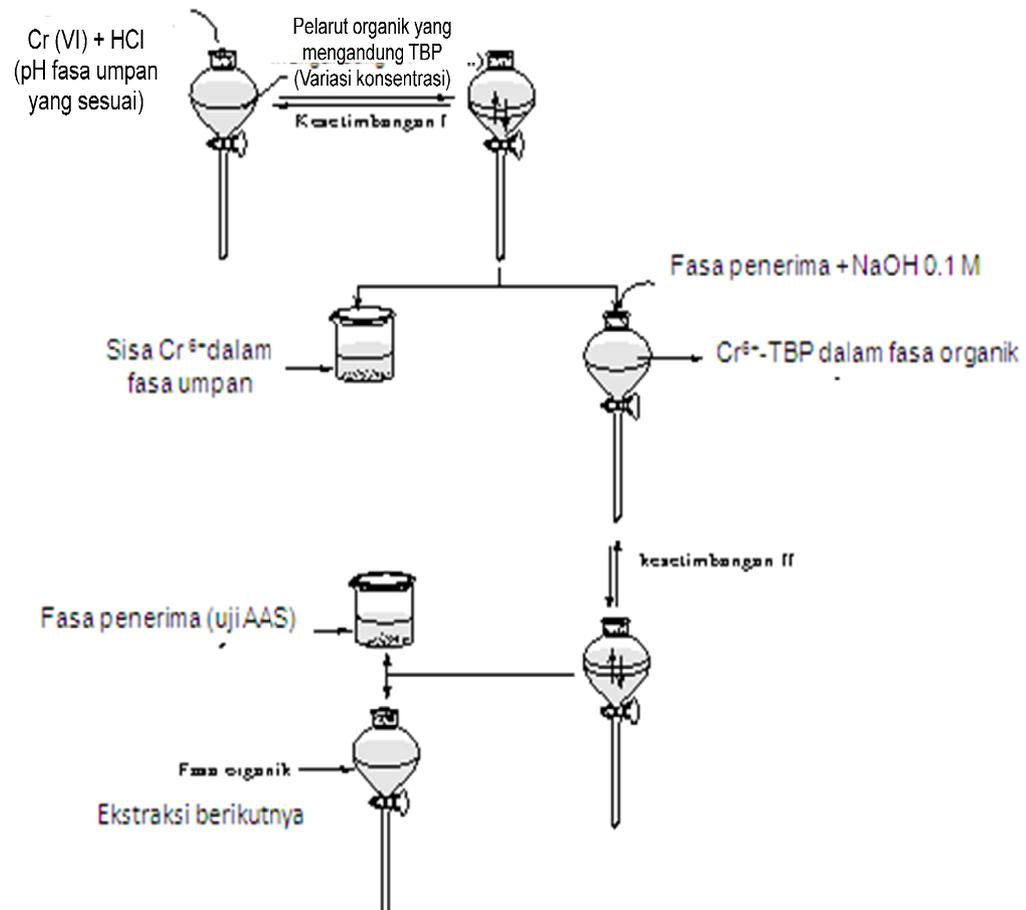
Lampiran A

Bagan Kerja

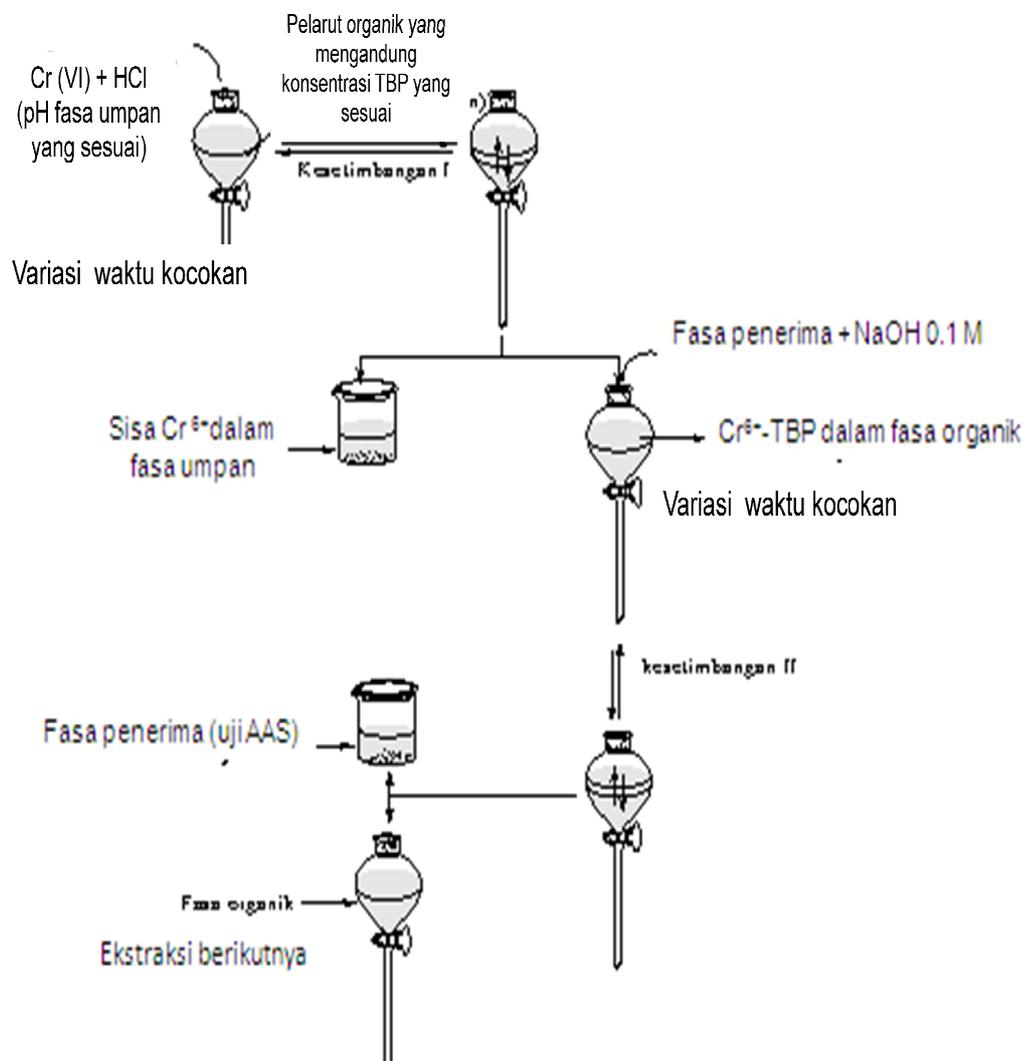
a. Pengaruh pH Fasa Umpan terhadap % Ekstraksi Ion Cr (VI)



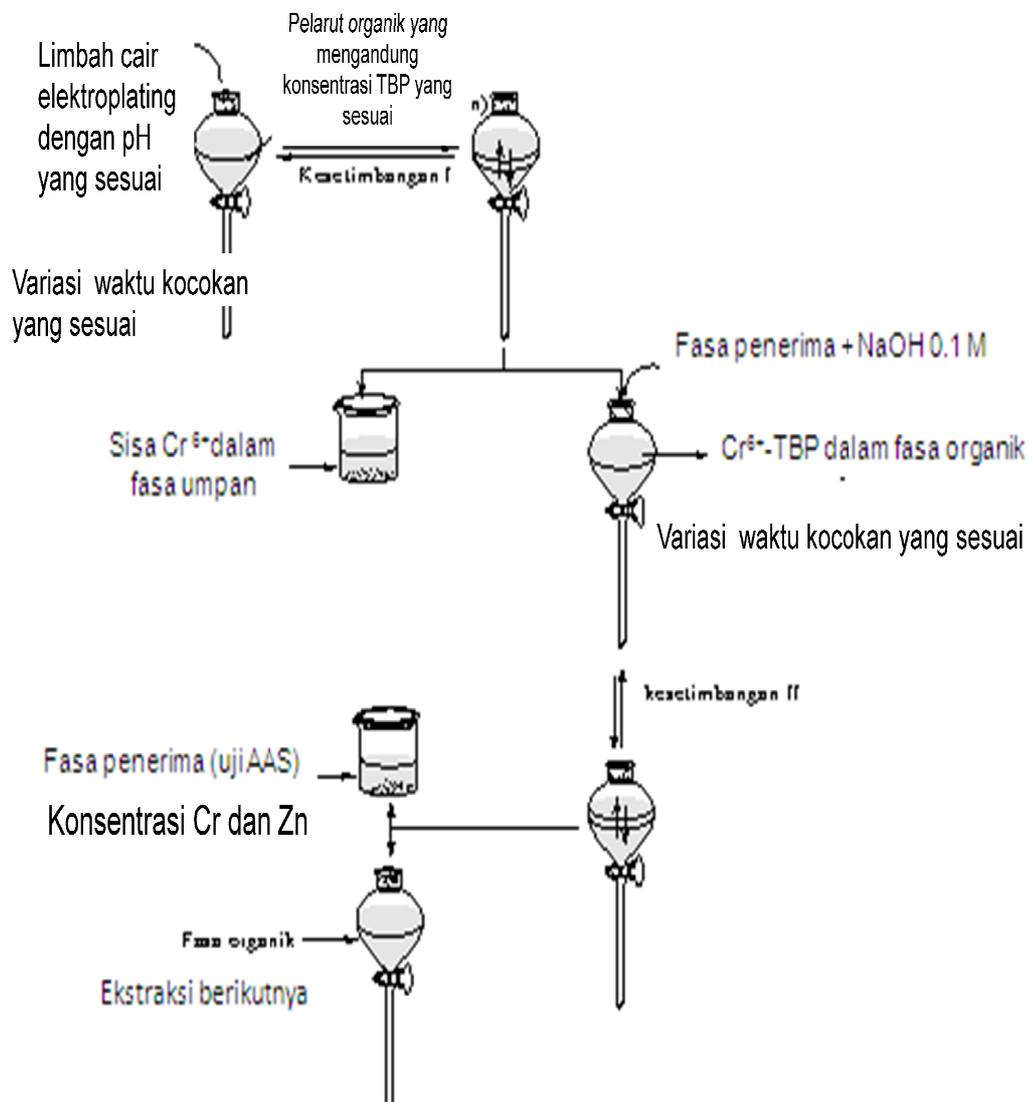
b. Pengaruh Konsentrasi *Carrier* TBP terhadap % Ekstraksi Ion Cr (VI)



c. Pengaruh Waktu Pengocokan terhadap % Ekstraksi Ion Cr (VI)



d. Limbah Cair Elektroplating



Lampiran B

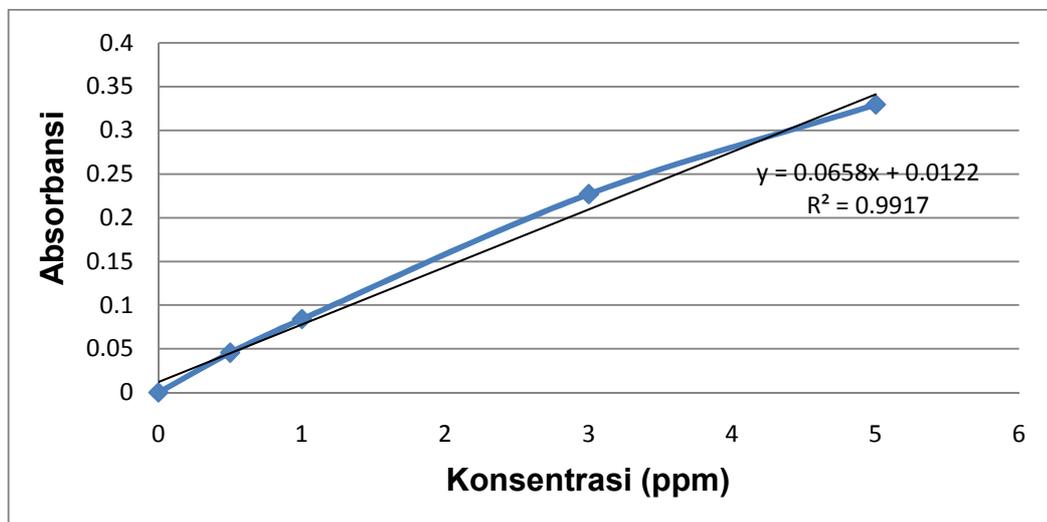
Pengolahan Data

a. Pengaruh pH Fasa Umpn terhadap % Ekstraksi Ion Cr(VI)

1. Data Kurva Kalibrasi antara Larutan Standar Konsentrasi Cr(VI) terhadap Absorban

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0.5	0.0455
1	0.084
3	0.227
5	0.3295

2. Kurva Kalibrasi antara Konsentrasi Cr(VI) terhadap Absorban



3. Perhitungan Pengaruh pH Fasa Umpan terhadap % Ekstraksi Ion Cr(VI)

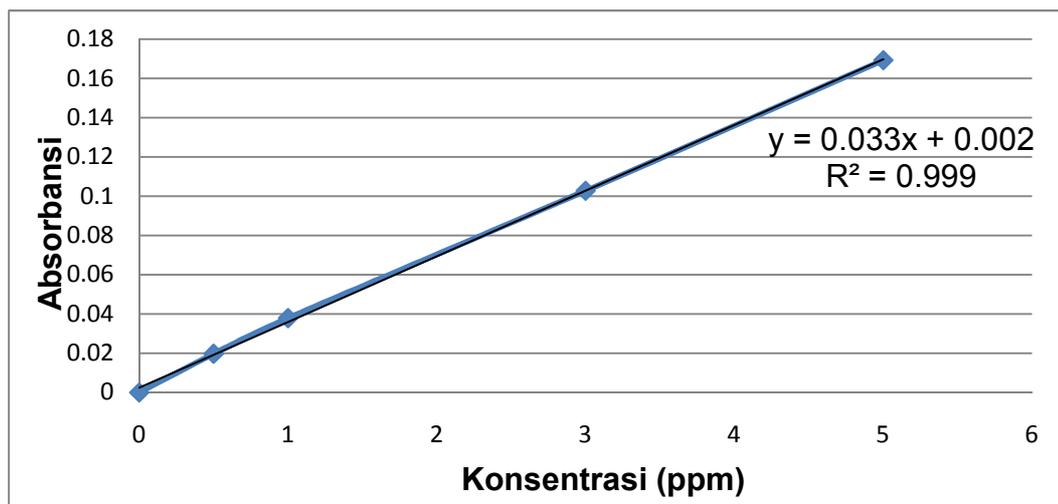
pH	Absorbansi	Persamaan Garis	Konsentrasi	Konsentrasi x fp	% Ekstraksi = $\frac{[\text{Cr}]_{\text{hasil ekstraksi}}}{[\text{Cr}]_{\text{awal}}} \times 100\%$
pH 1 [Cr]awal	0.1578	$y = 0,065x + 0,012$	2.2431	224.31	60.49
pH 1 hasil ekstraksi	0.1002	$y = 0,065x + 0,012$	1.3569	135.69	
pH 2 [Cr]awal	0.1044	$y = 0,065x + 0,012$	1.4215	142.15	33.55
pH 2 hasil ekstraksi	0.043	$y = 0,065x + 0,012$	0.4769	47.690	
ph 3 [Cr]awal	0.0662	$y = 0,065x + 0,012$	0.8338	83.380	21.40
pH 3 hasil ekstraksi	0.0236	$y = 0,065x + 0,012$	0.1785	17.850	
ph 4 [Cr]awal	0.1022	$y = 0,065x + 0,012$	1.3877	138.77	10.75
pH 4 hasil ekstraksi	0.0217	$y = 0,065x + 0,012$	0.1492	14.920	
pH 5 [Cr]awal	0.074	$y = 0,065x + 0,012$	0.9538	95.380	-13.71
pH 5 hasil ekstraksi	0.0035	$y = 0,065x + 0,012$	-0.1308	-13.080	

b. Pengaruh Konsentrasi *Carrier* TBP terhadap % Ekstraksi ion Cr (VI)

1. Data Kurva Kalibrasi antara Larutan Standar Konsentrasi Cr(VI) terhadap Absorban

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0.5	0.0197
1	0.0379
3	0.1028
5	0.1693

2. Kurva Kalibrasi antara Konsentrasi Cr(VI) terhadap Absorban



3. Perhitungan Pengaruh Konsentrasi *Carrier* TBP terhadap % Ekstraksi Ion Cr (VI)

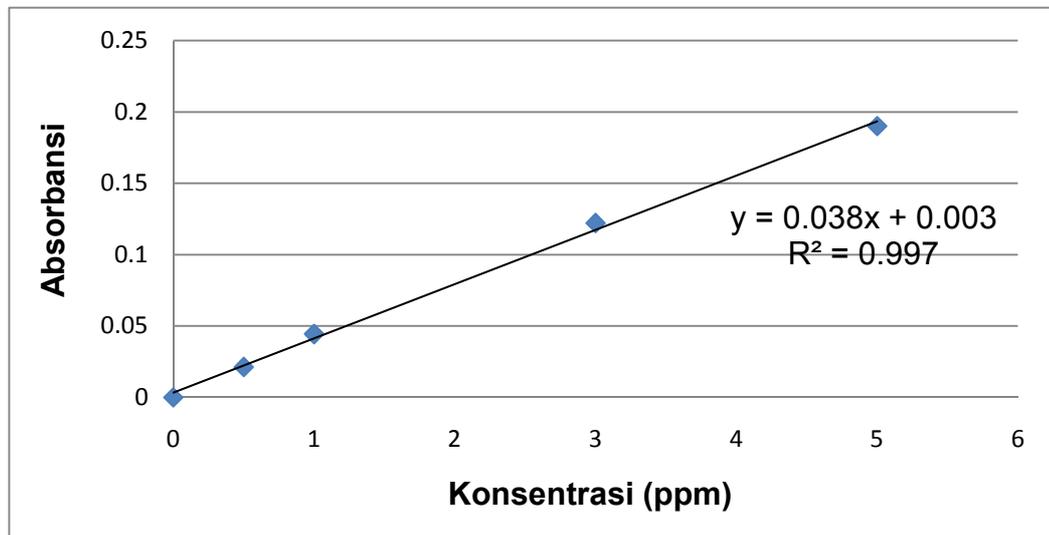
Konsentrasi	Absorbansi	Persamaan Garis	Konsentrasi	Konsentrasi x fp	% Ekstraksi = $\frac{[\text{Cr}]_{\text{hasil ekstraksi}}}{[\text{Cr}]_{\text{awal}}} \times 100\%$
[Cr]awal	0.0733	$y = 0,033x + 0,002$	2.0991	209.91	-
0.5 M	0.0104	$y = 0,033x + 0,002$	0.1972	19.724	9.40
1 M	0.0350	$y = 0,033x + 0,002$	0.941	94.105	44.83
1.5 M	0.0713	$y = 0,033x + 0,002$	2.0386	203.86	97.12
2 M	0.0528	$y = 0,033x + 0,002$	1.4792	147.92	70.47

c. Pengaruh Waktu Pengocokkan terhadap % Ekstraksi Ion Cr (VI)

1. Data Kurva Kalibrasi antara Larutan Standar Konsentrasi Cr(VI) terhadap Absorban

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0.5	0.0213
1	0.0444
3	0.1222
5	0.1901

2. Kurva Kalibrasi antara Konsentrasi Cr(VI) terhadap Absorban



3. Perhitungan Pengaruh Waktu Pengocokkan terhadap % Ekstraksi Ion Cr(VI)

Waktu Kocokan	Absorbansi	Persamaan Garis	Konsentrasi	Konsentrasi x fp	% Ekstraksi = $\frac{[\text{Cr}]_{\text{hasil ekstraksi}}}{[\text{Cr}]_{\text{awal}}} \cdot 100\%$
[Cr]awal	0.0662	$y = 0,038x + 0,003$	1.6632	166.32	-
1 menit	0.0454	$y = 0,038x + 0,003$	0.0458	1.1263	67.72
3 menit	0.0458	$y = 0,038x + 0,003$	0.0454	1.1158	67.09
5 menit	0.0495	$y = 0,038x + 0,003$	0.0495	1.2237	73.58
7 menit	0.0482	$y = 0,038x + 0,003$	0.0482	1.1895	71.52

d. Limbah Cair Elektroplating

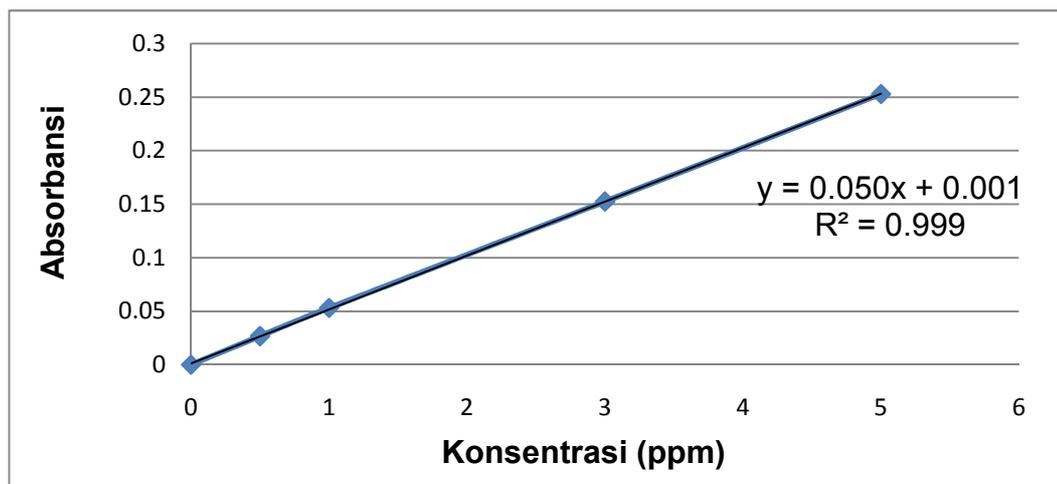
1. Data Kurva Kalibrasi antara Larutan Standar Konsentrasi Cr(VI) Limbah Cair Elektroplating terhadap Absorban

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0.5	0.0267
1	0.053
3	0.1525
5	0.2529

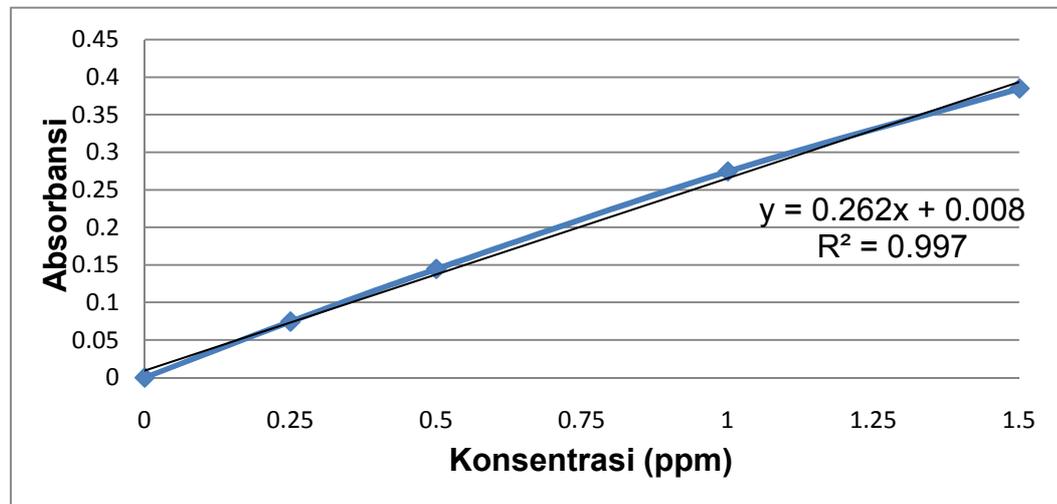
- Data Kurva Kalibrasi antara Larutan Standar Konsentrasi Zn(II) Limbah Cair Elektroplating terhadap Absorban

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
0.25	0.0745
0.5	0.1446
1	0.2744
1.5	0.3848

2. Kurva Kalibrasi antara Konsentrasi Cr(VI) terhadap Absorban



Kurva Kalibrasi antara Konsentrasi Zn(II) terhadap Absorban



3. Perhitungan % Ekstraksi Ion Cr(VI) dari Limbah Elektroplating

Cr (VI)	Absorbansi	Persamaan Garis	Konsentrasi	Konsentrasi x fp	% Ekstraksi = $\frac{[\text{Cr}]_{\text{hasil ekstraksi}}}{[\text{Cr}]_{\text{awal}}} \cdot 100\%$
[Cr]awal 1	0.0892	$y = 0,050x + 0,001$	1.764	176.4	43.99
Cr 1	0.0398	$y = 0,050x + 0,001$	0.776	77.6	
[Cr]awal 2	0.0904	$y = 0,050x + 0,001$	1.788	178.8	43.74
Cr 2	0.0401	$y = 0,050x + 0,001$	0.782	78.2	
[Cr]awal 3	0.0897	$y = 0,050x + 0,001$	1.774	177.4	44.64
Cr 3	0.0406	$y = 0,050x + 0,001$	0.792	79.2	

Perhitungan % Ekstraksi Zn(II) dari Limbah Elektroplating

Zn (II)	Absorbansi	Persamaan Garis	Konsentrasi	Konsentrasi x fp	% Ekstraksi = $\frac{[\text{Zn}]_{\text{hasil ekstraksi}}}{[\text{Zn}]_{\text{awal}}} \times 100\%$
[Zn]awal 1	0.2822	$y = 0,262x + 0,008$	1.0466	104.66	4.23
[Zn] 1	0.0196	$y = 0,262x + 0,008$	0.0443	4.4275	
[Zn]awal 2	0.2814	$y = 0,262x + 0,008$	1.0435	104.35	3.95
[Zn] 2	0.0188	$y = 0,262x + 0,008$	0.0412	4.1221	
[Zn]awal 3	0.2972	$y = 0,262x + 0,008$	1.1038	110.38	4.01
[Zn] 3	0.0196	$y = 0,262x + 0,008$	0.0443	4.4275	

e. Perhitungan Selektivitas

$$D = \frac{\text{konsentrasi total zat pada fasa organik}}{\text{konsentrasi total zat pada fasa air}} = \frac{[M]_{org}}{[M]_{aq}}$$

$$\text{Selektivitas} = \alpha_{MN} = \frac{D_M}{D_N}$$

Cr	Konsentrasi Cr(VI) mula-mula	Konsentrasi Cr(VI) di Fasa Organik	Konsentrasi Cr(VI) Sisa di Fasa Air	D
1	176.4	77.6	98.8	0.7854
2	178.8	78.2	100.6	0.7773
3	177.4	79.2	98.2	0.8065
Rata-rata D Cr				0.7898

Zn	Konsentrasi Zn(II) mula-mula	Konsentrasi Zn(II) di Fasa Organik	Konsentrasi Zn(II) Sisa di Fasa Air	D
1	104.6564885	4.427480916	100.2290076	0.044174
2	104.351145	4.122137405	100.2290076	0.041127
3	110.3816794	4.427480916	105.9541985	0.041787
Rata-rata D Zn				0.042363

$$\text{Jadi, selektivitas Cr terhadap Zn} = \frac{0.7898}{0.042363} = 18.64$$