

**APLIKASI METODE ELEKTROLISIS
MENGUNAKAN ELEKTRODA PLATINA (Pt), TEMBAGA (Cu) DAN
KARBON (C) UNTUK PENURUNAN KADAR Cr
DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT
DI DESA SITIMULYO, PIYUNGAN, BANTUL, YOGYAKARTA**

Wiharti, Riyanto dan Noor Fitri

Jurusan Ilmu Kimia, FMIPA, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Email : wie_arieqyu@yahoo.com

ABSTRACT

The research on reduction of Cr in tannery wastewater using electrolysis method has been done. Electrolysis process is carried on pH condition 0.5 which reached by by addition of H₂SO₄ 95-97%. Electrolysis was done with a variety of types of electrode, voltage and electrolysis time. Voltage that is used by 5, 10, 15 and 20V, while the electrolysis time used were 1, 2, 3, 4, and 5 hours and the type of electrodes used were Cu-Pt, Cu-Cu and Cu-C. The result of electrolysis was analyzed using AAS (Atomic Absorption Spectroscopy).

The results showed that the highest percentage of decreasing Cr concentration in the solution have obtained in the use of Cu-Cu electrodes for 2 hours and in 15 V voltage is equal to 71.73%, percentage of decreasing Cr using Cu-C electrode for 3 hours, 10 V is 58.64%. And percentage of decreasing Cr using Cu-Pt electrodes for 2 hours and voltage 20V is 49.63%.

Keywords: *Electrolysis, Copper, Platinum, Carbon and Tannery industrial wastewater*

ABSTRACT

Reduksi logam Cr dalam limbah penyamakan kulit dengan metode elektrolisis telah dilakukan. Proses elektrolisis dilakukan pada kondisi pH 0,5 dengan penambahan H₂SO₄ 95-97 %. Elektrolisis dilakukan dengan variasi jenis elektroda, voltase dan waktu. Voltase yang digunakan yaitu 5, 10, 15 dan 20 V, variasi waktu yang digunakan yaitu 1,2,3,4 dan 5 jam dan jenis elektroda yang digunakan yaitu Cu-Pt, Cu-Cu dan Cu-C. hasil elektrolisis dianalisis menggunakan AAS.

Hasil analisis menunjukkan penurunan konsentrasi Cr paling tinggi terdapat pada penggunaan elektroda Cu-Cu dengan waktu 2 jam dan voltase 15 V yaitu sekitar 71,73%, sementara dengan elektroda Cu-C dengan waktu 3 jam dan voltase 10 V yaitu 58,64 % dan dengan elektroda Cu-Pt dengan waktu 2 jam dan voltase 20 V terjadi penurunan konsentrasi logam Cr sebesar 49,63 %.

Kata kunci: elektrolisis, tembaga, platina, karbon, penyamakan kulit, limbah industri.

PENDAHULUAN

Salah satu jenis industri yang menggunakan bahan berbahaya dan beracun (B3) pada proses produksinya adalah industri penyamakan kulit yang menggunakan

senyawa kromium (Cr) (Palar, 1994). Pada industri penyamakan kulit hampir 90% menggunakan kromium trivalen dalam proses penyamakan karena efektif, murah, dan tersedia di pasaran. Senyawa krom (Cr)

pada industri penyamakan kulit berfungsi sebagai bahan penyamak agar menghasilkan kulit samak yang mempunyai sifat ketahanan terhadap panas dan kemuluran serta kelemasan yang tinggi.

Industri penyamakan kulit juga menghasilkan limbah yang berbahaya terhadap lingkungan. Jenis limbah yang dihasilkan, yaitu limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Limbah cair maupun lumpur yang dihasilkan dengan menggunakan bahan penyamak kromium trivalen ditandai dengan warna limbah yang kebiru-biruan. Limbah padat dan cair diduga mengandung krom valensi 6 dan krom valensi 3. Krom valensi 6 sangat toksik bersifat karsinogenik dan mutagenik (Manahan, 1992). Limbah tersebut dapat membahayakan lingkungan karena kromium trivalen dengan adanya oksidator tertentu dan kondisi lingkungan yang memungkinkan akan teroksidasi menjadi kromium heksavalen yang merupakan jenis bahan berbahaya dan beracun (B3) yang dapat membahayakan kesehatan.

Pada dasarnya logam dalam air buangan dapat dipisahkan dengan berbagai cara untuk mengurangi kandungan ion logam di dalam air buangan tersebut. Salah satu cara pengolahan yang sering dipakai untuk menurunkan kadar logam berat industri adalah dengan cara elektrolisis.

Elektrolisis merupakan suatu peristiwa dimana suatu larutan akan

diuraikan menjadi ion-ionnya, yaitu ion positif (kation) dan ion negatif (anion), ketika arus listrik searah dialirkan ke dalam larutan elektrolit melalui elektroda. Pada peristiwa ini kation akan mengalami reduksi karena menangkap elektron, sedangkan anion akan mengalami oksidasi karena melepaskan elektron. Maka peristiwa reduksi terjadi di katoda dan oksidasi terjadi di anoda, dan kation akan menuju katoda sedangkan anion akan menuju anoda (Skoog, 1993).

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan faktor-faktor yang mempengaruhi proses elektrolisis yaitu kerapatan arus listrik, waktu, tegangan, kadar keasaman (pH), ketebalan plat dan jarak antar elektroda (Putero, 2008).

Pada penelitian ini dilakukan penurunan kadar krom (Cr) dalam limbah cair penyamakan kulit menggunakan elektroda platina (Pt), tembaga (Cu) dan karbon (C). Secara teoritis penurunan kadar logam dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\%$$

Dimana :

C_0 = konsentrasi awal

C_t = konsentrasi akhir

Faktor-faktor yang dipertimbangkan ketika memilih bahan elektroda adalah stabilitas fisik dan kimiawi yang meliputi ketahanan terhadap korosi, pembentukan oksida dan hidrida tertentu, laju dan

selektivitas produk yang akan terbentuk, konduktivitas listrik, ketahanan dan harga faktor, serta kesesuaian dengan desain sel atau sistem (Artadi, 2007).

Bahan elektroda yang digunakan dalam proses elektrolisis adalah anoda tembaga, platina dan karbon dengan katoda tembaga. Dari variasi ini diharapkan mampu menentukan perbandingan hasil penurunan kadar Cr serta pengaruh elektroda. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan % penurunan kadar Cr terbesar dengan variasi yang dilakukan adalah jenis elektroda (Cu-Pt, Cu-Cu, dan Cu-C), Voltase (5, 10, 15 dan 20 Volt) dan waktu elektrolisis (1,2,3,4 dan 5 Jam).

Selain itu dilakukan pengambilan data berat katoda sebelum elektrolisis dan berat katoda setelah elektrolisis. Kemudian dihitung selisih berat katoda sebelum dan sesudah proses elektrolisis untuk mengetahui berat Cr yang menempel pada katoda dengan rumus:

Berat lapisan = Berat katoda akhir – Berat katoda awal
(Ahmad, 2011).

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Limbah Cair Penyamakan Kulit, Larutan standar Cr Spektrosol 1000 mg/L, Asam nitrat (HNO_3) 65% p.a (merck), Asam perklorat (HClO_4)

70% p.a (merck), Asam sulfat (H_2SO_4) 95-97% p.a (merck) dan Akuadest.

2.2 Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Voltameter IC Regulated DC Power Supply Thunder, Amperemeter DT 830 Digital Multimeter, pH Meter (Hanna instruments), Pengaduk Magnet dan *hot plate*, Peralatan Gelas Laboratorium, Kertas Saring Whatman 42, Platinum (Pt), Tembaga (Cu), Karbon (C), Kompor Listrik dan Seperangkat alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Perkin Elmer 5100.

2.3 Prosedur

Pembuatan Larutan Standar Cr

Dibuat larutan standar Cr 100 mg/L dengan mengencerkan 2,5 mL larutan standar kromium 1000 mg/L menjadi 25 mL. Melalui pengenceran, dapat dibuat satu seri larutan standar dengan variasi konsentrasi 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 dan 10 mg/L dengan mengencerkan 0 mL; 0,125 mL; 0,25 mL; 0,5 mL; 0,75 mL; 1,25 mL dan 2,5 mL larutan standar Cr 100 mg/L dengan akuades ke dalam labu ukur 25 mL sampai tepat tanda batas. Kemudian dianalisis dengan SSA untuk mendapatkan kurva kalibrasi dan untuk perhitungan kadar Cr dalam sampel.

Elektrolisis limbah cair penyamakan kulit

Sampel limbah cair penyamakan kulit diambil sebanyak 50 mL sebelum

dimasukkan dalam gelas beker 100 mL. Sampel dikondisikan dalam pH 0,5 dengan penambahan larutan H_2SO_4 95-97%. Elektrolisis dilakukan dengan anoda yang berbeda, pertama menggunakan Cu sebagai katoda dan Cu sebagai anoda, kedua menggunakan Pt sebagai anoda dan Cu sebagai katoda, ketiga menggunakan C sebagai anoda dan Cu sebagai katoda. Elektrolisis dijalankan dengan menggunakan variasi tegangan (5, 10, 15 dan 20V) dan waktu elektrolisis (1, 2, 3, 4 dan 5 jam). Elektrolisis dilakukan dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Setelah elektrolisis, larutan disaring terlebih dahulu dengan kertas saring whatman 42. Kemudian dilakukan penimbangan dan pengamatan katoda tembaga sebelum dan setelah proses elektrolisis.

Destruksi basah

Destruksi basah dilakukan dengan cara mengambil 50 mL sampel limbah cair penyamakan kulit ke dalam erlenmeyer berukuran 250 mL, ke dalam erlenmeyer tersebut ditambahkan 10 mL HNO_3 65%, sambil diaduk menggunakan batang pengaduk hingga bercampur rata. Larutan dipanaskan di atas penangas listrik pada suhu $105^\circ C$ sampai dengan $120^\circ C$ hingga volume larutan tersisa ± 10 mL, setelah itu larutan menjadi dingin ditambahkan 5 mL HNO_3 65% dan 3 mL $HClO_4$ 60% tetes demi tetes melalui dinding kaca erlenmeyer. Larutan

dipanaskan kembali pada penangas listrik sampai timbul asap putih dan larutan sampel menjadi jernih. Kemudian larutan sampel didinginkan, dan disaring dengan kertas whatman 42. Larutan sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tepat tanda batas.

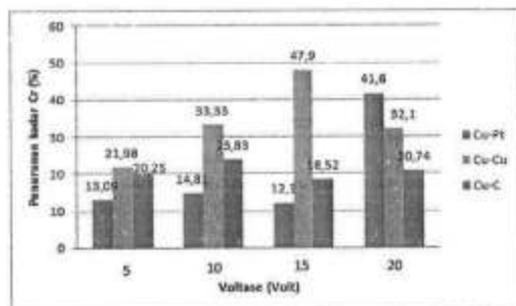
Analisis Cr total dengan Spektrometer Serapan Atom

Sampel limbah cair penyamakan kulit, sebelum dan sesudah dielektrolisis dilakukan analisis kadar Cr total dengan Spektrofotometer Serapan Atom Perkin Elmer 5100 pada daerah panjang gelombang 357,9 nm. Kemudian konsentrasi Cr total dibandingkan antara sebelum elektrolisis dan setelah elektrolisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh variasi tegangan listrik

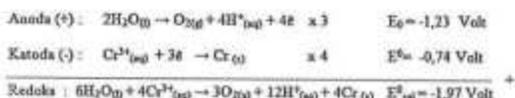
Hasil penurunan kadar Cr total dalam sampel limbah cair menggunakan AAS disajikan pada Gambar 1.



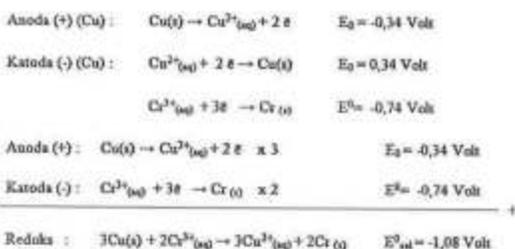
Gambar 1. Grafik hubungan voltase elektrolisis terhadap penurunan kadar Cr (%) selama 1 jam

Gambar 1 menunjukkan pengaruh voltase terhadap penurunan kadar Cr (%). Penurunan kadar Cr tertinggi untuk elektroda Cu-Cu adalah pada voltase 15V yaitu sebesar 47,9%, untuk elektroda Cu-Pt pada voltase 20V yaitu sebesar 41,6% dan untuk elektroda Cu-C penurunan kadar Cr tertinggi pada voltase 10V yaitu sebesar 23,83%. Dalam literatur menyebutkan bahwa voltase sangat berpengaruh pada saat ion-ion logam terikat membentuk endapan pada katoda.

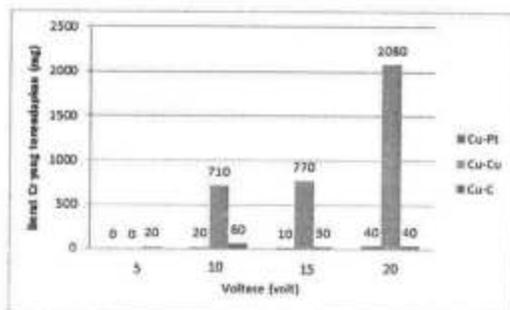
Reaksi yang mungkin terjadi pada elektroda Cu-Pt dan Cu-C adalah :



Reaksi yang mungkin terjadi pada elektroda Cu-Cu adalah :



Menurut Marwati dkk (2009) secara umum tidak ada kecenderungan yang beraturan antara jumlah penurunan konsentrasi ion logam dengan beda potensial yang digunakan. Hal ini terjadi karena operasional proses elektrolisis biasanya spesifik untuk bahan pelapis tertentu dan memerlukan komposisi yang tepat untuk pengendapan logam tertentu.



Gambar 2. Grafik hubungan voltase elektrolisis terhadap berat Cr yang terendapkan (mg) selama 1 jam

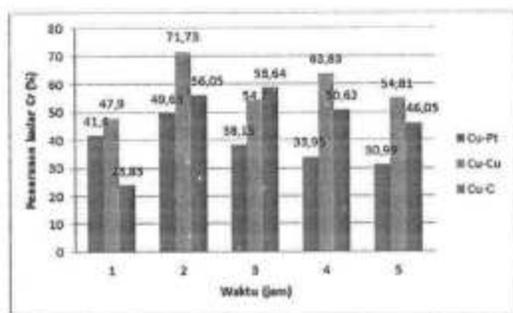
Gambar 2 menunjukkan informasi mengenai berat Cr yang terendapkan (mg) hasil penelitian ini. Berat Cr yang terendapkan tertinggi untuk elektroda Cu-Cu adalah pada voltase 20V yaitu sebesar 2080 mg, untuk elektroda Cu-Pt pada voltase 20V yaitu sebesar 40 mg dan untuk elektroda Cu-C pada voltase 10V yaitu sebesar 60 mg. Hasil berat Cr tertinggi pada katoda untuk elektroda Cu-Cu seharusnya pada voltase 15V namun karena Cu termasuk elektroda reaktif dan merupakan pereduksi yang kuat sehingga mudah sekali membentuk Cu^{2+} . Anoda Cu yang larut dalam larutan dimungkinkan ikut mengendap pada katoda sehingga bisa menjadi pengotor tambahan untuk proses elektrolisis.

Karbon (C) dan platina (Pt) merupakan elektroda inert karena sifatnya yang inert ini membuat elektroda Cu-C dan Cu-Pt menjadi elektroda yang cukup baik untuk mereduksi Cr^{3+} dan Cr^{6+} , sedangkan Cu merupakan elektroda reaktif. Karbon (C) memiliki sifat yang hampir sama dengan

logam yaitu merupakan bahan konduktor yang tinggi karena setiap logam cepat akan menimbulkan korosi di elektroda positif sehingga Cu dipilih sebagai katoda karena Cu lebih mudah mengalami korosi dibandingkan dengan C dan Pt. Elektroda ini berfungsi untuk mengumpulkan elektron-elektron yang terbentuk akibat reaksi reduksi dan oksidasi pada zat-zat kimia (Wulansari, 2013).

Pengaruh variasi waktu elektrolisis

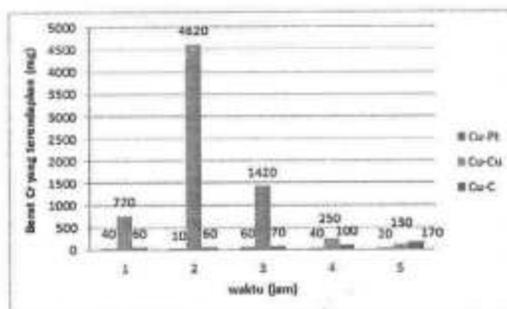
Gambar 3 menunjukkan pengaruh variasi waktu elektrolisis terhadap penurunan kadar Cr total (%) dalam limbah cair. Menurut hasil penelitian I Ketut Suarsana (2008), menunjukkan bahwa semakin lama waktu elektrolisis maka semakin tebal lapisan yang terbentuk pada katoda.



Gambar 3. Grafik hubungan waktu elektrolisis terhadap penurunan kadar Cr (%) pada voltase optimum

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui untuk elektroda Cu-Pt penurunan kadar Cr total tertinggi terjadi pada lama waktu 2 jam dengan voltase 15V yaitu 49,63%, untuk elektroda Cu-Cu penurunan

kadar Cr tertinggi terjadi pada lama waktu elektrolisis 2 jam dengan voltase 20 Volt yaitu 71,73%, dan untuk elektroda Cu-C penurunan kadar Cr tertinggi terjadi pada lama waktu elektrolisis 3 jam dengan voltase 10 Volt yaitu 58,64%.



Gambar 4. Grafik hubungan waktu elektrolisis terhadap berat Cr yang terendapkan (mg) pada voltase optimum

Gambar 4 menunjukkan informasi pengaruh waktu elektrolisis terhadap berat Cr yang terendapkan pada katoda (mg). Berat Cr yang terendapkan tertinggi untuk elektroda Cu-Cu adalah pada waktu 2 jam yaitu sebesar 4620 mg, untuk elektroda Cu-Pt pada waktu 3 jam yaitu sebesar 60 mg dan untuk elektroda Cu-C pada waktu 5 jam yaitu sebesar 170 mg. Hasil berat Cr tertinggi pada katoda untuk elektroda Cu-Pt dan Cu-C seharusnya pada waktu 2 dan 3 jam namun karena C sebagai anoda ikut larut maka dimungkinkan C ikut mengendap pada katoda dan ada pengotor lain yang ikut menempel pada katoda jika dilihat dari banyak anion yang terkandung dalam limbah cair penyamakan kulit.

Menurut hukum Faraday : $W = \frac{e \cdot i \cdot t}{96500}$,

seiring dengan meningkatnya waktu maka berat yang didapat semakin besar namun pada eksperimen semakin lama waktu elektrolisis berat Cr yang terendapkan pada katoda menurun. Hal ini dikarenakan endapan Cr yang sudah terendapkan mengalami kerontokkan sehingga mengendap pada dasar larutan.

KESIMPULAN

1. Dari jenis elektroda yang digunakan pada penelitian ini didapatkan, elektroda Cu-Cu dapat menurunkan kadar Cr pada limbah cair penyamakan kulit lebih besar dibandingkan dengan elektroda Cu-Cu dan elektroda Cu-C. Sedangkan dilihat dari ketahanan elektrodanya, elektroda Cu-Pt yang paling stabil dibandingkan dengan elektroda Cu-Cu dan Cu-C.
2. Dari variasi voltase dan waktu elektrolisis yang digunakan didapatkan % penurunan kadar Cr terbesar terjadi pada elektroda Cu-Cu dengan waktu 2 jam dan voltase 15V sebesar 71,73%, untuk Cu-C pada waktu 3 jam dan voltase 10V sebesar 58,64%, sedangkan pada elektroda Cu-Pt pada waktu 2 jam dan voltase 20V sebesar 49,63%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M.A., 2011, *Analisa Pengaruh Besar Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Pelapisan Krom Pada Pelat Baja dengan Proses Elektroplating*, Skripsi, Jurusan Mesin, Universitas Hasanudin, Makasar.
- Artadi, A., 2007, Penggunaan Grafit Batu Baterai Sebagai Alternatif Elektroda Spektrografi Emisi, *JFN*, 1, 2.
- I Ketut Suarsana, 2008, Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel pada Tembaga dalam Pelapisan Krom Dekoratif terhadap Kecerahan dan Ketebalan Lapisan, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, Vol 2, No. 1, Juni 2008, 48-60.
- Manahan, S.E., 1992, *Environmental Chemistry*, 6th, Ed, Lewis Publ USA.
- Marwati, S. Padmaningrum, R.T., dan Marfuatun., 2009, Pemanfaatan Ion Logam Berat Tembaga (II), Kromium (III), Timbal (II), dan Seng (II) Dalam Limbah Cair Industri Electroplating Untuk Pelapisan Logam Besi, *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol.14, No.1, 17-40.
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Putero, S.H., Kusnanto dan Yusriyani, 2008, Pengaruh Tegangan dan Waktu pada Pengolahan Limbah Radioaktif yang Mengandung Sr-90 Menggunakan Metode Elektrokoagulasi, Dalam *Prosiding Seminar Nasional Ke-14 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir ISSN : 0854-2910 Bandung, 5 November 2008 [online]*.

Skoog, D., A West, D.,M and Holler, F., J, 1993, *Principle of Instrumental Analysis*, 6th ed, Saunders Collage Pub: Philadelpia.

Wulansari, R., 2013, Pengaruh Elektroda Grafit-Grafit, Aluminium-Grafit, dan Seng -Grafit pada Elektrolisis Cobalt (Co^{2+}) Dengan Pengotor Ion Seng (Zn^{2+}), *E-Journal Karya Ilmiah SI*, UNDIP, Vol 1, No 1.