

# Optimasi Tegangan pada Proses Elektrokoagulasi Penurunan Kadar Kromium dari Filtrat Hasil Hidrolisis Limbah Padat Penyamakan Kulit.

Nur Chanifa Wahyulis, Ita Ulfin, dan Harmami.  
Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
*e-mail*: itau@chem.its.ac.id

**Abstrak**—Optimasi tegangan pada proses elektrokoagulasi penurunan kadar kromium dari filtrat hasil hidrolisis limbah padat industri penyamakan kulit telah dilakukan. Proses elektrokoagulasi dilakukan menggunakan elektroda Fe dengan variasi potensial (2 volt, 4 volt, 6 volt, 8 volt, dan 10 volt), waktu elektrokoagulasi 30 menit. Dari data hasil penelitian, diperoleh kadar kromium dalam filtrat hasil hidrolisis limbah padat industri penyamakan kulit sebesar 84,90 mg/L. Tegangan optimum proses elektrokoagulasi terjadi pada potensial 8 volt dengan presentase penurunan kromium dalam filtrate hasil hidrolisis sebesar 98,82%.

**Kata Kunci**— Elektrode Fe, Industri Penyamakan Kulit, Kromium Limbah Padat, dan Elektrokoagulasi.

## I. PENDAHULUAN

INDUSTRI penyamakan kulit merupakan salah satu agroindustri yang mengolah kulit mentah menjadi kulit tersamak. Penyamakan merupakan proses utama yang melindungi kulit dari pengaruh lingkungan seperti degradasi mikrobial, panas, keringat, atau kelembaban dan lainnya [1].

Menurut [2] jenis limbah yang dihasilkan dalam kegiatan produksi kulit samak yaitu limbah cair, lumpur dan limbah padat. Limbah padat yang dihasilkan terdiri dari limbah kulit mentah yang belum disamak dan limbah kulit yang telah disamak. Selama ini limbah kulit yang telah disamak belum dapat dimanfaatkan karena mengandung kromium. Kromium sudah sejak lama digunakan sebagai campuran senyawa tertentu untuk menghaluskan kulit binatang yang disamak [3]. Kadar maksimum kromium untuk industri penyamakan kulit menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi kegiatan industri adalah 0,60 mg/L. Jika kadar kromium sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan maka perlu dilakukan pengolahan, karena akan sangat berbahaya bagi manusia. Kromium dalam dosis tinggi dapat menyebabkan kanker paru-paru, kerusakan hati (liver) dan ginjal. Jika kontak dengan kulit menyebabkan iritasi dan jika tertelan dapat menyebabkan sakit perut dan muntah [4].

Pemisahan kromium dari limbah padat industri penyamakan kulit merupakan salah satu usaha untuk menurunkan kadar kromium pada limbah industri penyamakan kulit. Serta memperoleh kembali kromium sehingga dapat digunakan kembali dalam proses penyamakan kulit [5]. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk memisahkan logam kromium dalam limbah. Salah satu contohnya yaitu menggunakan cara hidrolisis dengan larutan NaOH. Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya oleh [6]. Pada penelitian sebelumnya menggunakan konsentrasi NaOH 10 % dan menggunakan

waktu hidrolisis selama 3 jam. Hasil yang didapatkan dari penelitian sebelumnya yaitu bahwa pada filtrat hasil hidrolisis yang diperoleh masih banyak terdapat kandungan kromium sebesar 275,305 mg/L. Konsentrasi kromium dalam filtrat hasil hidrolisis ini belum memenuhi standar baku mutu limbah yang telah ditetapkan oleh MENLH yaitu 0,6 mg/L. Oleh karena itu diperlukan metode alternatif untuk mengurangi kadar kromium yang ada dalam filtrat hasil hidrolisis.

Metode alternatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elektrokoagulasi. Metode elektrokoagulasi merupakan gabungan dari proses elektrolisis dan koagulasi [7]. Elektrokoagulasi mampu menyisihkan berbagai jenis polutan dalam air, yaitu partikel tersuspensi, logam-logam berat, zat pewarna, dll [8]. Metode ini mempunyai kelebihan yaitu nilai efisiensinya cukup tinggi dan hampir tidak diperlukan penambahan bahan kimia. Metode tersebut terbukti dapat menurunkan kekeruhan dan logam berat yang berada dalam air. Penerapan elektrokoagulasi yang telah dilakukan antara lain, yaitu pada pengolahan limbah cair elektroplating oleh [9], limbah cair industri tahu oleh [10], limbah radioaktif oleh [11], limbah cair pemotongan hewan oleh [8], limbah cair industri batik oleh [12], dan pengolahan air limbah industri penyamakan kulit oleh [13].

Dalam proses elektrokoagulasi pada penelitian ini menggunakan lempengan Fe sebagai pasangan elektrodanya. Dengan demikian akan terbentuk koagulan berupa  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  yang akan mengikat kromium yang masih terdapat dalam filtrat hasil hidrolisis. Sehingga flok ini akan terendapkan dan dapat dengan mudah dipisahkan dengan cara penyaringan. Pada penelitian ini ditentukan optimasi tegangan / potensial pada proses elektrokoagulasi.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker, pipet volum, kaca arloji, labu ukur, pipet tetes, Erlenmeyer, dan corong *Buchner*, spektrofotometer serapan atom, *magnetic stirrer*, penangas, oven, neraca digital, pengaduk, propipet, kertas saring whattman, gunting, pH meter, power supply, dan thermometer. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah padat industri penyamakan kulit, padatan natrium hidroksida (NaOH), aqua demineralisasi, padatan  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ , larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 98 %, larutan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 65 %, dan lempengan besi (Fe) sebagai pasangan elektroda.

**B. Prosedur Kerja**

**B.1 Proses Hidrolisis**

Sampel limbah padat dari industri penyamakan kulit dicuci dan dipotong kecil-kecil. Sampel diambil sebanyak 25,0106 gram dan dimasukkan ke dalam gelas beaker. Lalu ditambah dengan 1000 mL larutan NaOH 10 %. Kemudian diletakkan di atas penangas dan diaduk dengan magnetic stirrer. Pemanasan dilakukan selama 3 jam pada suhu 90°-100°C, prosedur ini mengacu pada penelitian [6] dengan judul “Pemisahan Kromium Dari Limbah Padat Industri Penyamakan Kulit Dengan Metode Hidrolisis NaOH”, dimana ini adalah kondisi optimumnya. Setelah itu, didinginkan pada suhu ruang dan dilakukan pemisahan menggunakan corong Buchner. Kemudian filtrat hasil penyaringan diukur pH nya dengan menggunakan pH meter dan didapatkan pH sebesar 14. Lalu dianalisis kadar kromium pada filtrat dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

**B.2 Proses Elektrokoagulasi**

Proses elektrokoagulasi dilakukan dengan cara mengambil filtrat hasil hidrolisis dan dimasukkan ke dalam bejana elektrokoagulasi. Kemudian larutan tersebut diatur pH nya dengan menambahkan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kemudian dirangkai alat untuk proses elektrokoagulasi dengan elektroda Fe, waktu 30 menit dan dialiri potensial dengan variasi 2 volt, 4 volt, 6 volt, 8 volt, dan 10 volt. Setelah itu larutan disaring dan filtrat dianalisis kadar kromiumnya yang tidak terkoagulasi dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Proses Hidrolisis**

Proses hidrolisis limbah padat penyamakan kulit dengan larutan NaOH ini telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yaitu [6]. Peneliti sebelumnya menemukan kondisi optimum dari proses ini yaitu dengan menggunakan konsentrasi larutan NaOH 10 % dan waktu hidrolisis selama 3 jam.

Setelah proses hidrolisis selesai, dilakukan penyaringan untuk memisahkan endapan dengan filtrat. Setelah proses penyaringan dihasilkan endapan berwarna hijau yang mengandung kromium dan filtrat yang berwarna kuning.

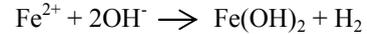
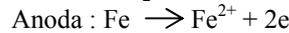
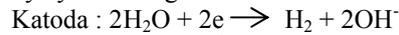
Filtrat yang didapatkan dari proses hidrolisis dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada λ 357,9 nm untuk mengetahui kadar kromium yang terdapat pada filtrat. Didapatkan konsentrasi kromium dalam filtrat hasil hidrolisis sebesar 84,90 mg/L. Selain itu filtrat hasil hidrolisis juga diukur pHnya dengan pH meter, didapatkan hasil pH dari pengukuran sebesar 14. Dapat dilihat bahwa hasil pH dari pengukuran ini sangat basa dikarenakan NaOH yang digunakan pada saat hidrolisis cukup banyak sehingga pH cenderung bersifat basa. Oleh karena itu pada metode elektrokoagulasi nantinya, pH harus diatur terlebih dahulu dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk menurunkan nilai pH. Dari hasil pengukuran dengan SSA dapat diketahui bahwa di dalam filtrat hasil hidrolisis limbah padat masih terdapat kandungan kromium yang cukup banyak, sehingga dilakukan penelitian dengan metode

elektrokoagulasi untuk menurunkan kadar kromium dari filtrat hasil hidrolisis.

**3.2 Optimasi Tegangan/ Potensial Pada Proses Elektrokoagulasi**

Pada penelitian ini digunakan variasi potensial pada proses elektrokoagulasi yaitu 2 volt, 4 volt, 6 volt, 8 volt, dan 10 volt. Variasi potensial ini digunakan untuk mengetahui pengaruh berbagai potensial terhadap besarnya penurunan kadar kromium dari filtrat hasil hidrolisis limbah padat.

Proses elektrokoagulasi dilakukan selama 30 menit. Dalam proses ini terjadi reaksi reduksi oksidasi, dimana filtrat hasil hidrolisis yang mengandung logam kromium akan direduksi dan diendapkan di kutub negatif (katoda) sedangkan elektroda positif (anoda) akan teroksidasi menjadi Fe(OH)<sub>2</sub> yang berfungsi sebagai koagulan. Reaksinya yaitu sebagai berikut :

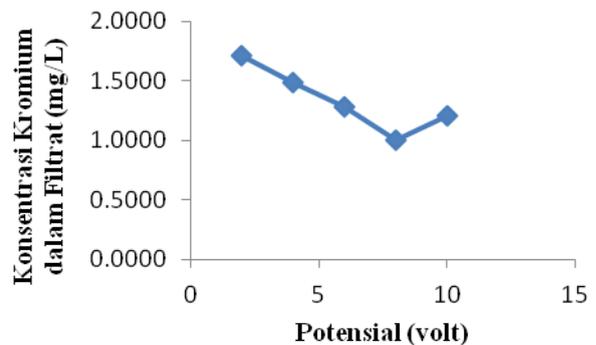


Setelah 30 menit terlihat bahwa larutan yang semula berwarna kuning menjadi berwarna hijau kehitaman dan terdapat banyak endapan. Perubahan warna tersebut mengindikasikan adanya kromium yang berhasil dipisahkan dari filtrat hasil hidrolisis. Setelah penyaringan, didapatkan filtrat berwarna kuning muda. Hal ini menunjukkan bahwa pada proses elektrokoagulasi dapat menurunkan intensitas warna larutan.

Endapan yang diperoleh berwarna coklat kehijauan. Sedangkan filtratnya dianalisis dengan SSA untuk mengetahui banyaknya kromium yang berhasil dipisahkan dari filtrat hasil hidrolisis. Hasil yang diperoleh dari pengukuran SSA dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Konsentrasi Kromium dalam Filtrat Hasil Elektrokoagulasi dengan Variasi potensial

Potensial (volt)	Konsentrasi Kromium dalam filtrat (mg/L)
2	1,709
4	1,4861
6	1,2784
8	1,0024
10	1,2101



Gambar 1. Data Konsentrasi Kromium dalam Filtrat ELEktrokoagulasi dengan Variasi Potensial

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa semakin besar potensial yang diberikan pada saat proses

elektrokoagulasi maka semakin besar pula kromium yang dapat dipisahkan dari filtrat hasil hidrolisis. Sehingga konsentrasi kromium dalam filtrat hasil elektrokoagulasi rendah. Pada potensial = 2 volt, konsentrasi kromium dalam filtrat hasil elektrokoagulasi sebesar 1,709 mg/L dan pada saat potensial yang digunakan sebesar 4 volt, 6 volt, dan 8 volt terjadi penurunan konsentrasi kromium pada filtrat hasil elektrokoagulasi, yaitu berturut-turut sebesar 1,4861 mg/L, 1,2784 mg/L, dan 1,0024 mg/L. Namun, untuk potensial = 10 volt terjadi kenaikan konsentrasi kromium dalam filtrat. Hal ini dikarenakan pada potensial yang lebih besar dari 8 volt terjadi kejenuhan pada plat elektroda yang digunakan yaitu semua permukaan plat elektroda tertutup oleh flok yang terbentuk, sehingga sudah berkurang kemampuannya untuk menarik ion-ion kromium dalam limbah. Dampak dari kondisi ini menyebabkan terjadinya penurunan besarnya kuat medan.

Oleh karena itu potensial optimum pada proses elektrokoagulasi untuk memisahkan kromium dari filtrat hasil hidrolisis adalah 8 volt. Pada potensial = 8 volt konsentrasi kromium dalam filtrat rendah yaitu 1,0024 mg/L dan kadar kromium yang berhasil dipisahkan dalam filtrat tinggi yaitu sebesar 98,82 %.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa proses pemisahan kromium dari filtrat hasil hidrolisis limbah padat penyamakan kulit dengan NaOH menggunakan metode elektrokoagulasi berlangsung pada tegangan/ potensial optimum sebesar 8 volt dengan konsentrasi kromium dalam filtrat sebesar 1,0024 mg/L dan kadar kromium yang berhasil dipisahkan dalam filtrat sebesar 98,82 %.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dra. Ita Ulfin, M.Si dan Dra. Harmami, MS selaku dosen pembimbing atas segala bimbingannya sampai terselesainya skripsi ini. Bapak dan Ibu dosen Kimia FMIPA ITS atas semua ilmu yang telah diberikan. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan motivasi dan do'a, serta teman-teman Jurusan Kimia atas semangat dan dukungan sampai terselesainya skripsi ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erdem M. (2006) Chromium Recovery from Chrome Shavings Generated in Tanning Process. In *Journal of Hazardous Materials B*. pp. 143–146.
- [2] Rasjidin R. (1994) *Studi Perencanaan Industri Penyamakan Kulit di Padang Panjang Sumatera Barat.*, FATETA IPB, Bogor.
- [3] Bapedal (1995) *Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Penyamakan Kulit.*, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, Jakarta.
- [4] Pellerin and Susan M. B. (2006) Reflection on Hexavalent Chromium : Health Hazards of an Industrial Heavyweight.
- [5] Benefield L., Borro L. and Joseph F. (1990) *Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment.* In Prentice Hall, New Jersey.
- [6] Puji D. (2012) *Pemisahan Kromium Dari Limbah Padat Industri Penyamakan Kulit dengan Metode Hidrolisis NaOH.*, Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
- [7] Susetyaningsih R., Endro K. and Prayitno (2008) *Kajian Proses Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Limbah Cair.* In Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir, Yogyakarta.
- [8] Ardhani A. F. and Dwi A. (2007) *Penanganan Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan dengan Metode Elektrokoagulasi.* In Jurusan Teknik Kimia FT UNDIP, Semarang.
- [9] Masita D., Samudro G. and Handayani D. S. (2010) *Studi Penurunan Konsentrasi Kromium dan Tembaga dalam Pengolahan Limbah Cair Elektroplating Artificial dengan Metode Elektrokoagulasi.* In Jurusan Teknik Lingkungan FT UNDIP, Semarang.
- [10] Simanjuntak W., Ginting Suka I. and Ramdhani R. (2007) *Pengaruh Variabel Dasar Elektrokimia Terhadap Elektrokoagulasi Limbah Cair Industri Tahu.* In Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [11] Putero S. H., Kusnanto and Yusriyani (2008) *Pengaruh Tegangan dan Waktu pada Pengolahan Limbah Radioaktif yang Mengandung Sr-90 Menggunakan Metode Elektrokoagulasi.* In Jurusan Teknik Fisika FT UGM, Yogyakarta.
- [12] Yulianto A., Hakim L., Purwaningsih I. and Pravitasari V. A. (2009) *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik pada Skala Laboratorium dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi.* In Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [13] Wardhani E., Dirgawati M. and Valyana K. P. (2012) *Penerapan Metode Elektrokoagulasi dalam Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit.* In Jurusan Teknik Lingkungan UGM, Yogyakarta.