



Penurunan Kadar Krom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit dengan Metode Elektrokoagulasi secara Batch

Luqman Sahlan R., Sarahesti Radinta, Siti Diyar Kholisoh, dan Titik Mahargiani

Program Studi Teknik Kimia, FTI, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta – 55283

E-mail: luqmansrd@gmail.com, radintasarahesti@yahoo.com, diyar.kholisoh@upnyk.ac.id

Abstract

Some industries produce wastewater containing heavy metals, such as chromium, that can pollute the environment and is harmful to the living things. An alternative way to treat such waste is electro-coagulation which is an integration of both electrochemical and coagulation processes by passing a direct electrical current. This research was aimed to treat wastewater containing chromium from a leather tanning industry by applying electro-coagulation process and to obtain the optimum voltage and time, as well. This laboratory work was carried out on the wastewater from PT Adi Satria Abadi Bantul with high content of chromium (about 761.504 ppm). It was conducted in a batch mode by processing 7.5 liters of waste in a glass tub and by using an electrode of aluminum (Al) plate (20 cm x 30 cm x 0.12 cm). The electrical voltage was varied at 2, 4, 6, and 8 volts, while the time of electro-coagulation was varied for 1, 2, 3, 4, and 5 hours. Content of chromium in the wastewater was therefore analyzed by AAS (atomic absorption spectroscopy) method. This study concluded that the electro-coagulation process was effectively able to reduce the content of chromium in the wastewater. In addition, the variations of voltage and processing time significantly influenced on the decreasing of content of chromium. The optimum voltage and time of electro-coagulation was obtained at 6 volts and 8 volts for 3 hours and 2 hours, respectively. The best result of electro-coagulation process of the wastewater performed on the voltage of 8 volts for 5 hours yielded the chromium content of 1.76 ppm. Such condition has promisingly reduced the content of chromium until 99.77% of the initial waste.

Keywords: Chromium; electro-coagulation; tannery wastewater; time; voltage

Pendahuluan

Perkembangan industri di Indonesia dewasa ini tidak hanya memberikan dampak positif, melainkan juga dampak negatif, terutama masalah limbah industri. Salah satunya adalah industri penyamakan kulit. Proses pengolahan produk kulit, meskipun memberikan nilai tambah besar pada kulit mentah, namun juga berpotensi menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan karena penggunaan bahan-bahan kimia tertentu dalam prosesnya yang berpotensi membahayakan lingkungan.

Salah satu zat kimia yang sering digunakan dalam proses penyamakan kulit adalah kromium sulfat ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$). Krom dipilih karena memberikan keuntungan lebih banyak, yaitu harga murah, proses penyamakan cepat, dan kulit yang dihasilkan jauh lebih lembut, kuat, dan tahan terhadap mikroorganisme. Pada industri penyamakan kulit, limbah cair merupakan limbah yang dominan dibandingkan limbah padat dan gasnya. Limbah cair yang dihasilkan dari proses penyamakan kulit ini masih mengandung krom dalam konsentrasi yang cukup besar sehingga akan berbahaya jika dibuang langsung tanpa diolah terlebih dahulu. Senyawa krom (Cr) dalam limbah cair industri penyamakan kulit berasal dari proses produksi penyamakan kulit, di mana dalam penyamakan kulit yang menggunakan senyawa kromium sulfat antara 60%-70% dalam bentuk larutan kromium sulfat tidak semuanya dapat terserap oleh kulit pada saat proses penyamakan sehingga sisanya dikeluarkan dalam bentuk cairan sebagai limbah cair. Krom yang hilang dapat dianggap sebagai barang berharga yang hilang, dan di sisi lain, terbuangnya krom bersama limbah cair merupakan cemaran bahan berbahaya dan beracun (B3) (Fatimah, 2009)

Krom heksavalen (Cr^{6+}) dari buangan industri penyamakan kulit biasanya terdapat dalam bentuk kromat (atau CrO_4^{2-}). Keracunan kromat ini dapat menimbulkan iritasi pada kulit, terakumulasi dalam hati, dan keracunan sistemik. Uap kromat apabila terhirup dapat menimbulkan infeksi (radang) pada saluran pernapasan dan kanker paru-paru, serta kerusakan kulit oleh garam krom. Mengingat bahaya dan pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh industri penyamakan kulit khususnya logam berat krom, maka pihak industri diharuskan untuk mengolah limbahnya terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Nilai baku mutu krom total menurut KEPMENLH No.51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri adalah 0,6 mg/L.



Pengolahan air limbah merupakan suatu usaha mengurangi konsentrasi masing-masing zat pencemar dalam air buangan, sehingga aman untuk dibuang ke media perairan, khususnya pada limbah cair penyamakan kulit yang mengandung logam berat krom (Tjokrokusumo, 1999). Pengolahan limbah cair yang dilakukan di antaranya dengan pemakaian bahan *exchanger*/ pertukaran ion dengan resin, penambahan bahan kimia, penyaringan, dan elektrokoagulasi.

Dalam penelitian ini digunakan metode elektrokoagulasi untuk penurunan kadar logam krom dalam limbah cair penyamakan kulit. Elektrokoagulasi adalah proses koagulasi dengan menggunakan arus listrik searah melalui proses elektrokimia, di mana elektrodanya terbuat dari alumunium atau besi. Arus listrik mendorong sejumlah reaksi kimia tergantung pada jenis dan sifat elektroda serta media larutan. Pada proses elektrokimia akan terjadi pelepasan Al^{3+} dari plat elektroda (anoda) sehingga membentuk flok $Al(OH)_3$ yang mampu mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah. Dengan demikian, bentuk kontaminan akan terendapkan dan dapat dengan mudah dihilangkan dengan cara pemisahan. Proses pengendapan terjadi sebagaimana proses koagulasi, dengan koagulan terbentuk dari elektroda reaktif, yang dipicu oleh arus listrik searah. Metode ini telah banyak digunakan untuk pengolahan air limbah karena peralatannya sederhana dan mudah dioperasikan bila dibandingkan dengan metode yang lain, tidak memerlukan tambahan bahan kimia yang dapat menghasilkan limbah baru, dan efisiensi pengolahan yang dihasilkan cukup tinggi.

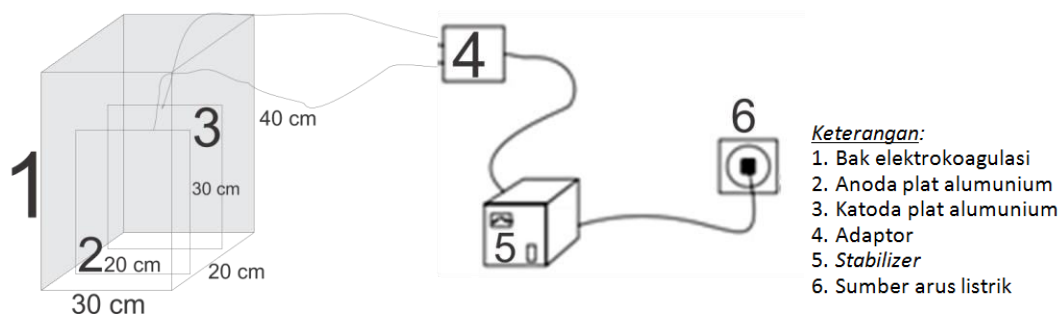
Aplikasi elektrokoagulasi yang telah dilakukan dalam beberapa tahun belakangan ini adalah untuk pengolahan limbah cair percetakan (Rusdiana., 2006), limbah cair pelarutan tembaga dalam proses pembuatan papan rangkaian tercetak (*PCB, printed circuit board*) (Hindarti., 2007), limbah cair tapioka, dan limbah cair industri batik (Yulianto et al., 2009). Selain itu, elektrokoagulasi juga telah diteliti untuk pengurangan kandungan logam berat pada limbah cair (Al Anbari et al., 2008).

Penelitian ini dimaksudkan untuk menurunkan kadar logam berat krom dalam proses pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit dengan metode elektrokoagulasi secara *batch* menggunakan elektroda alumunium, dengan mengetahui pengaruh voltase (tegangan listrik) dan waktu proses elektrokoagulasi terhadap kadar krom dalam limbah.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui kajian eksperimental untuk menentukan voltase dan waktu yang optimal pada proses pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit dengan metode elektrokoagulasi secara *batch*. Proses elektrokoagulasi dilakukan melalui 2 (dua) variasi percobaan, yaitu voltase dan waktu kontak. Percobaan pertama dilakukan dengan variasi voltase, di mana voltase merupakan variabel yang utama. Percobaan selanjutnya dilakukan dengan variasi waktu kontak untuk memperoleh voltase optimal pada masing-masing waktu.

Alat. Peralatan yang digunakan berupa bak elektrokoagulasi, anoda plat alumunium (Al), katoda plat alumunium, adaptor, *stabilizer*, dan sumber arus listrik (yang dirangkai seperti pada Gambar 1).



Gambar 1. Rangkaian alat elektrokoagulasi

Bahan. Bahan yang digunakan berupa limbah cair industri penyamakan kulit yang diperoleh dari PT Adi Satria Abadi yang berada di Kawasan Industri Dusun Banyak, Sitimulya, Piyungan, Bantul, dan plat alumunium yang diperoleh dari toko bangunan Jaya Abadi di *Ringroad* Utara, Sleman. Plat alumunium dibuat dengan tebal 1,2 mm dan ukuran sisinya 20 cm x 30 cm.

Cara Kerja. Cara kerja penelitian meliputi percobaan pendahuluan dan percobaan utama. **Percobaan Pendahuluan:** Mengambil limbah cair industri penyamakan kulit dari proses penyamakan kulit yang mengandung krom. Mengambil sampel sebanyak 200 ml, kemudian melakukan analisa sampel limbah dengan parameter kadar krom dalam limbah.

Percobaan Utama: Mengisi bak elektrokoagulasi dengan sampel limbah sebanyak 7,5 liter. Menimbang massa alumunium yang akan digunakan sebagai elektroda. Memasang elektroda berukuran 20 cm x 30 cm x 0,12 cm dengan luas elektroda yang tercelup sebesar 20 cm x 17 cm, dengan jarak 10 cm ke dalam bak. Menghidupkan

adaptor DC dan mengatur voltase sebesar 2 volt. Mengamati perubahan yang terjadi dan melakukan proses elektrokoagulasi selama 1 jam, kemudian menghentikan proses elektrokoagulasi dengan mematikan adaptor DC. Setelah itu, mendiamkan sampel selama 1 jam agar terjadi pengendapan dan mengambil sampel sebanyak 600 ml untuk diuji kadar krom yang terkandung dengan metode AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*) yang dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika FMIPA Universitas Gadjah Mada. Kemudian menimbang massa aluminium setelah proses elektrokoagulasi. Mengulangi percobaan seperti tersebut di atas dengan variasi waktu selama 1, 2, 3, 4, dan 5 jam serta variasi voltase sebesar 2, 4, 6, dan 8 volt. Efisiensi penurunan kadar krom dapat ditentukan dengan membandingkan antara penurunan kadar krom setelah proses elektrokoagulasi terhadap kadar krom dalam limbah cair awal.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Voltase terhadap Massa Anoda Aluminium yang Terlarut dan Penurunan Kadar Krom. Dalam proses elektrokoagulasi terjadi reaksi oksidasi pada anoda. Reaksi ini terjadi karena adanya aliran listrik. Semakin besar voltase yang diberikan maka anoda yang teroksidasi akan semakin banyak. Massa yang dihasilkan dari reaksi elektrokimia ini berbanding lurus dengan arus listrik dan waktu kontak, sesuai dengan hukum Faraday. Dalam hal ini, besarnya kuat arus listrik berbanding lurus dengan voltase. Semakin besar voltase maka kuat arus akan semakin besar dan banyaknya logam aluminium yang teroksidasi menjadi Al^{3+} semakin banyak. Anoda akan teroksidasi dan menjadi kation yang larut dalam air. Berdasarkan hukum Faraday, maka massa aluminium yang berkurang atau terlarut (secara teoritis) dapat ditentukan, seperti tersaji pada Tabel 1.

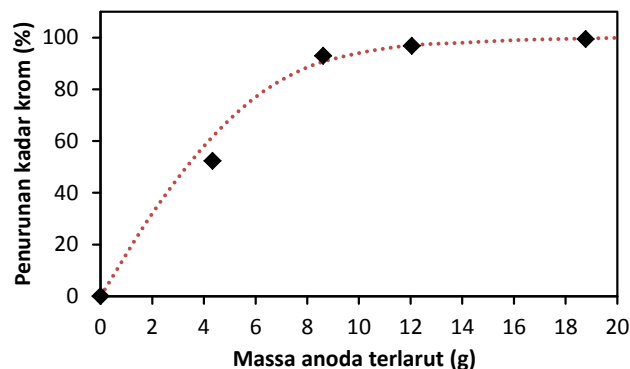
Tabel 1. Pengaruh voltase terhadap massa anoda aluminium yang terlarut

Voltase (volt)	Kuat arus (Ampere)	Massa anoda aluminium yang terlarut (g)	
		Praktek	Teori
2	3,72	4,3357	3,7470
4	7,76	8,6189	7,8163
6	11,53	12,0495	11,6136
8	15,69	18,7762	15,8038

Berdasarkan Tabel 1, adanya perbedaan hasil antara percobaan (praktek) dengan teori dimungkinkan oleh kuat arus listrik yang begitu besar sehingga ada sebagian kecil logam Al yang terlarut tanpa terionkan oleh energi listrik. Selain itu, hal tersebut juga dimungkinkan oleh spesifikasi atau kadar Al dalam plat anoda yang tidak murni (100%). Hubungan antara massa anoda aluminium yang terlarut dengan penurunan kadar krom pada limbah cair disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

Tabel 2. Pengaruh voltase terhadap massa anoda aluminium yang terlarut dan penurunan kadar krom (dengan kadar krom rerata dalam sampel limbah cair awal sebesar 761,504 ppm)

Voltase (volt)	Massa anoda terlarut (g)	Kadar krom rerata (ppm)	Penurunan kadar krom (%)
2	4,3357	362,942	52,34
4	8,6189	53,457	92,98
6	12,0495	24,666	96,76
8	18,7762	4,432	99,42



Gambar 2. Hubungan antara massa anoda Al yang terlarut dengan penurunan kadar krom

Tabel 2 dan Gambar 2 mengindikasikan bahwa penurunan kadar krom dipengaruhi oleh suplai kation Al^{3+} ke dalam limbah cair. Hal ini disebabkan semakin banyaknya suplai kation Al^{3+} maka semakin banyak kation yang

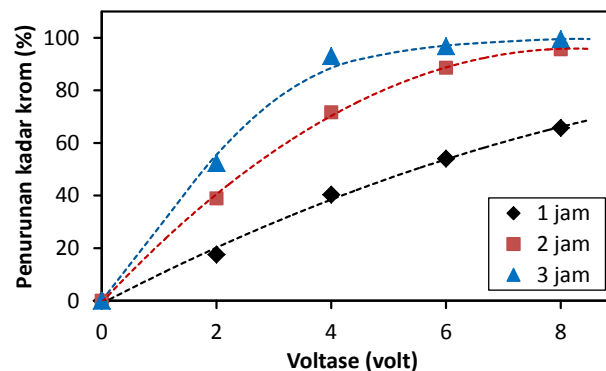
menyerap atau mengikat polutan (yang dalam hal ini berupa senyawa logam berat krom). Dengan demikian, hal tersebut juga berarti bahwa semakin meningkatnya pengurangan massa anoda aluminium mengakibatkan penurunan kadar krom dalam limbah cair yang semakin meningkat.

Pengaruh variasi voltase terhadap penurunan kadar krom dalam limbah cair industri penyamakan kulit setelah proses pengolahan dengan metode elektrokoagulasi pada berbagai waktu kontak (waktu proses) disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 3.

Tabel 3. Pengaruh voltase terhadap penurunan kadar krom

Voltase (volt)	Kadar krom rerata (ppm)			Penurunan kadar krom (%)		
	1 jam	2 jam	3 jam	1 jam	2 jam	3 jam
0	761,504	761,504	761,504	0	0	0
2	628,413	465,420	362,942	17,48	38,84	52,34
4	454,445	216,086	53,457	40,32	71,62	92,98
6	350,516	87,144	24,666	53,97	88,56	96,76
8	261,273	33,380	4,432	65,69	95,62	99,42

Dari hasil percobaan pada Tabel 3, teramati bahwa setiap perubahan voltase menghasilkan efisiensi proses elektrokoagulasi (yang ditandai dengan penurunan kadar krom) yang berbeda. Semakin besar voltase yang digunakan, maka semakin tinggi efisiensi proses elektrokoagulasi yang diperoleh. Selain itu, efisiensi proses semakin tinggi seiring dengan semakin lamanya waktu kontak.

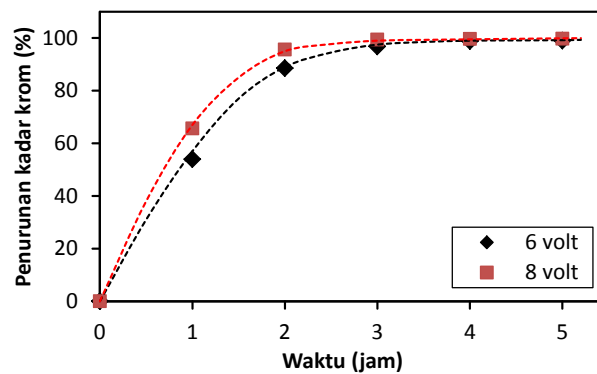


Gambar 3. Hubungan antara voltase dengan penurunan kadar krom

Dari profil grafik pada Gambar 3, teramati bahwa semakin tinggi voltase maka penurunan kadar krom dalam limbah akan semakin tinggi. Pada proses elektrokoagulasi selama 1 jam, voltase optimal belum teramati. Hal ini disebabkan karena kenaikan voltase mengakibatkan meningkatnya penurunan kadar krom secara proporsional. Dalam hal ini, penurunan kadar krom tertinggi (pada proses selama 1 jam) terjadi pada voltase 8 volt. Pada proses elektrokoagulasi selama 2 jam, kecenderungan grafik yang mulai landai teramati pada voltase 8 volt. Pada kondisi ini, ketika voltase dinaikkan maka perbandingan penurunan kadar krom yang dihasilkan tidaklah signifikan. Dalam hal ini, penurunan kadar krom tertinggi (pada proses selama 2 jam) juga terjadi pada voltase 8 volt. Selanjutnya, pada proses elektrokoagulasi selama 3 jam, voltase optimal dicapai pada 6 volt. Pada proses selama 3 jam ini, penurunan kadar krom tertinggi juga terjadi pada voltase 8 volt, kendatipun perubahannya tidak cukup signifikan dibandingkan dengan pada voltase 6 volt. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proses elektrokoagulasi dengan waktu kontak selama 2 jam dan 3 jam memiliki voltase optimal yang berbeda. Hal ini pada gilirannya dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi para perancang alat elektrokoagulasi untuk menentukan kondisi operasi yang optimal (berdasarkan pertimbangan teknis dan sekaligus ekonomis).

Tabel 4. Pengaruh waktu elektrokoagulasi terhadap penurunan kadar krom

Waktu (jam)	Kadar krom rerata (ppm)		Penurunan kadar krom (%)	
	6 volt	8 volt	6 volt	8 volt
0	761,504	761,504	0	0
1	350,516	261,273	53,97	65,69
2	87,440	33,380	88,56	95,62
3	24,666	4,432	96,76	99,42
4	9,100	2,380	98,81	99,69
5	7,400	1,760	99,03	99,77



Gambar 4. Hubungan antara waktu elektrokoagulasi dengan penurunan kadar krom

Pengaruh Waktu Elektrokoagulasi terhadap Penurunan Kadar Krom. Pengaruh variasi waktu terhadap penurunan kadar krom dalam limbah cair industri penyamakan kulit setelah proses pengolahan (pada voltase optimalnya) ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 4. Dari Tabel 4 dan Gambar 4, dapat diketahui bahwa semakin lama waktu elektrokoagulasi maka penurunan kadar krom pada limbah cair akan semakin tinggi. Pada elektrokoagulasi dengan voltase 6 volt, sudah terlihat bahwa kecenderungan data yang melandai menunjukkan penambahan waktu elektrokoagulasi mulai tidak mempengaruhi penurunan kadar krom dalam limbah. Waktu optimal pada proses dengan voltase 6 volt adalah 3 jam. Fenomena yang mirip juga teramati pada proses elektrokoagulasi dengan voltase 8 volt. Dalam hal ini, kondisi optimalnya dicapai dalam waktu yang lebih singkat, yaitu 2 jam.

Berdasarkan ulasan tersebut di atas, maka dapat disimpulkan bahwa besarnya voltase dan waktu kontak pada proses elektrokoagulasi secara *batch* sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar krom dalam limbah cair industri penyamakan kulit. Semakin besar voltase yang digunakan maka waktu kontak semakin singkat. Hal ini terjadi karena adanya perubahan arus listrik yang mengakibatkan terbentuknya medan magnet di sekitar elektroda. Dengan adanya medan magnet tersebut, maka ion-ion krom bergerak dengan lintasan berbentuk heliks mengitari plat elektroda sehingga ada kecenderungan ion-ion Cr^{3+} dapat menempel pada seluruh permukaan plat elektroda. Pada proses elektrokimia, adanya arus listrik di anoda mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi terhadap anion (ion negatif). Anoda yang terbuat dari logam seperti aluminium akan mengalami reaksi oksidasi membentuk ion Al^{3+} dan akan mengikat ion $(\text{OH})^-$ membentuk flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang selanjutnya dapat mengikat ion-ion Cr^{3+} serta menangkap sebagian logam krom yang tidak terdeposit pada batang katoda. Kondisi inilah yang memungkinkan terjadinya penurunan kadar krom dalam limbah. Hasil terbaik yang diperoleh dari proses elektrokoagulasi terhadap limbah cair industri penyamakan kulit pada penelitian ini dicapai pada voltase 8 volt dan waktu 5 jam, dengan kadar krom dalam limbah sebesar 1,76 ppm (atau dengan efisiensi penurunan kadar krom sebesar 99,77%).

Kesimpulan

Proses elektrokoagulasi dapat digunakan secara efektif untuk mengolah limbah cair industri penyamakan kulit dan mampu menurunkan kadar krom hingga 1,76 ppm (atau penurunan kadar krom sebesar 99,77%). Kondisi operasi optimal yang dicapai meliputi: (1) diperolehnya voltase optimal yang berbeda pada masing-masing waktu proses, di mana voltase optimal adalah sebesar 8 volt dan 6 volt untuk waktu proses masing-masing selama 2 jam dan 3 jam, serta (2) diperolehnya waktu optimal selama 3 jam pada voltase 6 volt dan 8 volt.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Program Kreativitas Mahasiswa dengan kategori bidang Pengembangan Teknologi (PKM-T) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Republik Indonesia Tahun Anggaran 2015 yang telah memberikan bantuan dana bagi terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Andriyani, D. R. 2006. Teknologi Sistem Elektrolisis untuk Pemurnian Kandungan Fe, Cu, dan TDS dalam Limbah Laboratorium. STTL YLH, Yogyakarta.
- Al-Anbari, Albaidani J., Alfatlawati S.M. dan Al-Hamdani T.A., 2008. Removal of Heavy Metals from Industrial Water using Electrocoagulation Technique. Twelfth International Water Technology Conference.
- Anonim, 1987. Kemungkinan Pemanfaatan Buangan Mengandung Khrom Sebagai Bahan Penyamak Kulit. BPPI, Semarang.
- Anonim. 2009. Industri Penyamakan Kulit. Mindgreen. www.mindgreen.co.id. Diakses pada 8 Oktober 2015.



- Asmadi dkk, 2009. Pengurangan Chrom dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tannery Menggunakan Senyawa Alkali NaOH dan NaHCO₃. (Studi Kasus PT Trimulyo Kencana Mas Semarang).
- Fatimah, S. N. 2009. Kinetika Pengendapan Krom dari Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Soda Kaustik (NaOH). Tesis. Teknik Kimia. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hadi, Sofyan. 2008. Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Elektrokoagulasi, Tesis FT UGM, Yogyakarta.
- Johannes, H. 1978. Listrik dan Magnet. Balai Pustaka, Jakarta.
- Kementerian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. 1995. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor: 51/MENLH/10/1995, Jakarta.
- Newman, J. S. 1984. Electrochemical Systems, 2nd Edition. Prentice Hall International Inc. New Jersey.
- Nofian, Dheni. 2005. Pengaruh Jarak Antar Elektroda dan Variasi Plat Elektroda dengan Metode Elektrolisis terhadap Penurunan Kadar Timbal (Pb) dalam Limbah Cair Percetakan. STTL, Yogyakarta.
- Mattheson Michael J. 1995. Electrocoagulation and Separation of Aqueous Suspension of Ultrafine Particles, Colloids, and Surface: A Physicochemical and Engineering Aspect. The University of Sydney.
- Mustanginah, T. 2011. Analisa Spesies Logam Fe(II), Fe(III), Cr(III), dan Cr(VI) dalam Limbah Cair Industri Menggunakan Metode Kombinasi Spektrofotometri UV-Tampak dan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Tesis. Ilmu Kimia. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Palar Heryando. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat, PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3.
- Reitz, R John, Frederick J. Milford, and Robert W Christy. 1993. Dasar Teori Listrik dan Magnet, Terjemahan, Drs. Sumoarjo Wiyasimin. ITB, Bandung.
- Rohaeti, E. 2007. Pencegahan Pencemaran Lingkungan oleh Logam Berat Krom Limbah Cair Penyamakan Kulit: Studi Kasus di Kabupaten Bogor. IPB, Bogor.
- Santi, D. N. 2004. Pengelolaan Limbah Cair pada Industri Penyamakan Kulit, Industri Pulp dan Kertas, Industri Kelapa Sawit. e-USU Repository. Universitas Sumatera Utara.
- Tjokrokusumo, KRT. 1999. Pengantar Enjiniring Lingkungan. STTL YLH, Yogyakarta.
- Wahyuadi, J., S. 1996. Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Penyamakan Kulit. Buku Panduan. Badan Pengendalian Dampak Lingkungan.
- Yulianto, A., Hakim L., Purwaningsih, I. dan Pravitasari V.A., 2009. PengolahanLimbah Cair Industri Batik pada SkalaLaboratrium dengan MenggunakanElektrokoagulasi. Jurnal Teknik Lingkungan UII-Yogyakarta.
- Zaenab. 2008. Industri Penyamakan Kulit dan Dampaknya terhadap Lingkungan. Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes - Makassar. (<http://keslingmks.wordpress.com/2008/08/18/industri-penyamakan-kulit-dan-dmpaknya-terhadap-lingkungan>).
- Zhang, X. 2000. Clean Technology and Theory of Leather Manufacturing in "Development Countries Training Course on Eco-Leather Manufacture Technology", pp 1-37. China Leather and Footwear Industry Research Institute.





Lembar Tanya Jawab
Moderator : Yuliusman (Universitas Indonesia Depok)
Notulen : Susanti Rina (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Yuliusman (UI Depok)
Pertanyaan : Hasil teori lebih besar dari Hukum Faraday? Bagaimana penjelasannya?
Jawaban : Kemungkinan berdasarkan dari elektroda yang digunakan yaitu (Al) Aluminium tidak 100% murni, impurities inilah yang memungkinkan hasil teori lebih besar dari Hukum Faraday

2. Penanya : Satriyo (UPN Yogyakarta)
Pertanyaan :
 1. Apa yang melatarbelakangi pemilihan limbah cair?
 2. Apa sistem koagulasi ini dapat dilakukan pada limbah yang lain?
Jawaban : Penelitian ini merupakan lanjutan PKM yang bekerjasama dengan PT Adi Setia Abadi yang merupakan industri Penyamakan kulit terbesar di DIY yang belum ada penanganan lebih lanjut mengenai limbah khrom. Bisa digunakan sesuai dengan parameter yang ada.

