PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TEMBAGA

Oleh
Istihanah Nurul Eskani, Ivone de Carlo
Balai Besar Kerajinan dan Batik, Yogyakarta
Jl. Kusumanegara No 7 Yogyakarta, Telp. 0274-512456

Intisari

Pengolahan limbah cair industri tembaga dengan menggunakan proses elektrokimia pada prinsipnya mengalirkan arus listrik ke dalam air limbah, sehingga arus tersebut menyebabkan ketidakstabilan partikel tersuspensi dalam air limbah, termasuk logam, hidrokarbon dan organik. Ketika partikel partikel tersebut tidak stabil, terjadi gaya tarik-menarik antara ion yang muatannya berlawanan membentuk partikel yang lebih besar sehingga mudah mengendap.

Sampel air limbah diambil pada tahap sesudah pencucian dan sesudah pewarnaan dari industri kerajinan tembaga. Masing masing sampel limbah dimasukkan dalam bak kaca ukuran 17 cm x 17 cm x 12 cm. Proses elektrokimia dijalankan dengan elektroda Al , arus 10 V dan 20 V dimana untuk tiap-tiap arus selama 2 jam, dan tiap ½ jam diambil sampel limbah sebanyak 25 ml untuk dianalisa kandungan Cu-nya.

Hasil proses elektrokimia pada sampel air limbah (pencucian), terjadi penurunan kandungan Cu sampai sebesar 35%, dalam waktu 2 jam dengan voltase 20 V. Sedangkan pada sampel air limbah (pewarnaan), terjadi penurunan kandungan Cu sampai sebesar 85%, dalam waktu 2 jam dengan voltase 10 V. Hasil pengolahan air limbah secara elektrokimia menunjukkan bahwa secara teknis perlu mempertimbangkan pengaruh voltase, waktu pengolahan dan luas permukaan katoda yang digunakan.

Kata Kunci : tembaga, limbah industri

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kemajuan teknologi dan berkembangnya kegiatan industri, selain membawa dampak positif juga membawa dampak negatif. Tumbuh pesatnya industri juga berarti makin banyak limbah yang dikeluarkan dan mengakibatkan permasalahan yang kompleks bagi lingkungan. Limbah yang sangat berbahaya dan memiliki daya racun tinggi umumnya berasal dari buangan industri, terutama industri kimia, termasuk industri logam. Oleh karena itu, proses penanganan limbah menjadi bagian yang sangat penting dalam industri. Logam berat tergolong limbah B3 yang pada kadar tertentu dapat membahayakan lingkungan sekitarnya karena bersifat toksik bagi hewan dan manusia [4].

Limbah tembaga merupakan salah satu limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Dalam Peraturan Pemerintah No 18 tahun 1999 disebutkan

bahwa limbah B3 adalah sisa suatu usaha yang mengandung bahan berbahaya dan atau beracun yang karena sifat atau konsentrasinya tinggi dapat mencemarkan lingkungan hidup. Tembaga juga merupakan logam berat. Usaha-usaha untuk menanggulangi pencemaran logam berat di Indonesia sampai saat ini belum banyak dilakukan. Hal ini terutama karena sebagian besar industri di Indonesia belum mempunyai sarana pengolahan limbah yang memadai. Usaha yang dapat kita lakukan untuk menghindari bahaya logam berat, antara lain dengan menghindari sumber bahan pangan yang memiliki risiko mengandung logam berat, mencuci dan mengolah bahan pangan yang akan dikonsumsi dengan baik dan benar. Selain itu, kita juga perlu memperhatikan dan peduli terhadap lingkungan agar pencemaran tidak semakin bertambah jumlahnya. Peningkatan pengetahuan mengenai logam berat juga dapat bermanfaat dan membuat kita lebih waspada terhadap pencemaran logam berat. Logam berat seperti Pb, Cd, Cu, dan Zn dapat terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar pada tanaman seperti padi, rumput, beberapa jenis leguminosa untuk pakan ternak, dan sayuran.

Sejak kasus kecelakaan merkuri di Minamata Jepang tahun 1953 yang secara intensive dilaporkan, issue pencemaran logam berat meningkat berdasarkan hasil pengembangan berbagai penelitian yang mulai diarahkan pada berbagai aplikasi teknologi untuk menangani polusi lingkungan yang disebabkan oleh logam berat. Kecemasan yang berlebihan terhadap hadirnya logam berat di lingkungan dikarenakan tingkat keracunannya yang sangat tinggi dalam seluruh aspek kehidupan makhluk hidup. Beberapa ion logam berat, seperti arsenik, timbal, kadmium dan merkuri pada kenyataannya berbahaya bagi kesehatan manusia dan kelangsungan kehidupan di lingkungan. Walaupun pada konsentrasi yang sedemikian rendah efek ion logam berat dapat berpengaruh langsung hingga terakumulasi pada rantai makanan. Seperti halnya sumber-sumber polusi lingkungan lainnya, logam berat tersebut dapat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh di lingkungan, selanjutnya berpotensi mengganggu kehidupan biota lingkungan dan akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia walaupun dalam jangka waktu yang lama dan jauh dari sumber polusi utamanya.

Reaksi pada anoda : $Au \longrightarrow Au^{3+} + 3e$.

Reaksi pada katoda :

$Au^{3+} + 3e \longrightarrow Au_{(s)}$ menempel pada tembaga

Dalam industri, proses elektrolisa banyak digunakan untuk membuat logam logam dari senyawanya, serta untuk memurnikan logam dari campuran zat zat lain. Termasuk disini adalah recovery logam dari limbah yang mengandung ogam, sehingga dapat digunakan sebagai alternatif cara pengolahan limbah.

Proses elektrokimia dapat juga digunakan untuk menghitung konsentrasi ion logam dalam larutan. Ion logam diendapkan sebagai logamnya pada katoda, sehingga dengan menghitung pertambahan berat katoda, kita dapat menghitung konsentrasi ion logam semula.

Dalam limbah kerajinan tembaga, baik limbah sesudah pencucian maupun sesudah pewarnaan mengandung asam (HCl atau H_2SO_4) dan tembaga itu sendiri. Penelitian ini menerapkan proses elektrokimia untuk mengambil Cu dalam limbah tersebut. Limbah kerajinan tembaga yang mengandung asam dan tembaga tersebut seakan akan sebagai larutan elektrolit ($CuCl_2$ atau $CuSO_4$). Elektroda yang digunakan adalah Al, sebagai elektroda negatif dan positif. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut : Katoda : terjadi reduksi terhadap kation

$$Cu^{2+} + 2e \longrightarrow Cu_{(}$$

mengendap pada katoda)

Anoda : karena Al termasuk elektroda selain Pt dan C maka Al dioksidasi

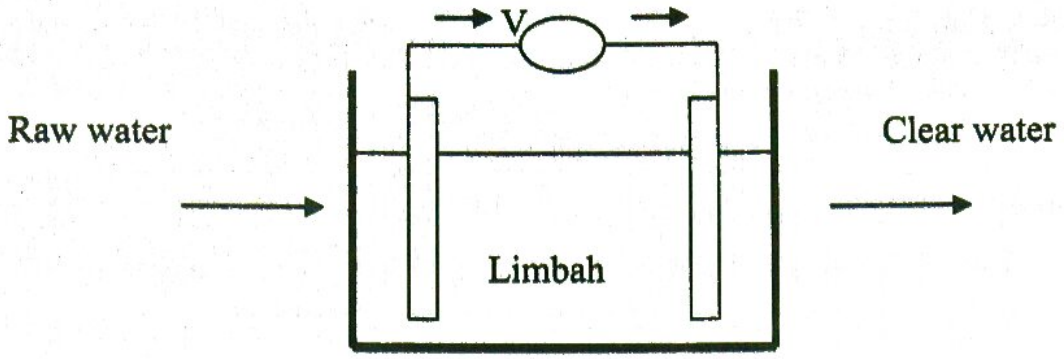
$$Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e$$

Jika asam H_2SO_4 yang digunakan untuk menghilangkan korosi (pada proses pencucian) maka air bilasan akan mengandung $CuSO_4$. Pada proses elektrokimia dengan elektroda Al akan terjadi reaksi $Al + CuSO_4 \longrightarrow AlSO_4 +$ Cu. Aluminium sulfat / tawas ($AlSO_4$) yang terbentuk ini juga bermanfaat dalam pengolahan air limbah, yaitu sebagai koagulan. Sehingga pada proses elektrokimia dengan elektrode Al ini, Cu akan mengendap di katoda dan partikel lain akan mengendap di dasar bak karena pengaruh koagulan tawas yang terbentuk.

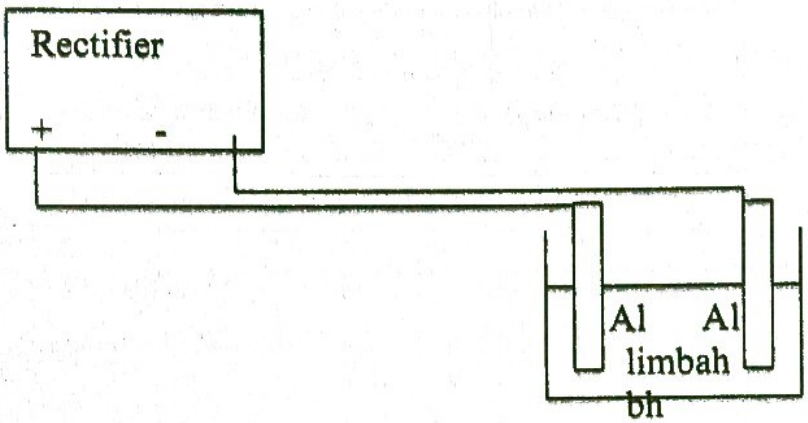
Pengolahan limbah secara elektrokimia dapat menghilangkan partikel tersuspensi, zat organik dan bakteri/virus, menurunkan BOD, menghilangkan logam berat, ataupun kombinasi dari hal-hal di atas [1]. Keuntungan dari elektrokimia ini adalah : penghematan biaya karena tidak menggunakan bahan kimia, air hasil pengolahan mempunyai kualitas yang lebih tinggi, sludge yang dihasilkan lebih sedikit, dan tempat yang dibutuhkan lebih kecil.

II. METODOLOGI

Alat alat yang digunakan dalam



Gambar 1. Prinsip kerja Pengolahan Limbah Secara Elektrokimia



Gambar 2. Rangkaian Alat Percobaan Pengolahan Limbah Tembaga secara Elektrokimia

penelitian ini adalah : Rectifier (penyearah arus), bak kaca ukuran 17 cm x 17 cm x 12 cm, kabel, pipet volume 25 ml, karet penghisap, gelas ukur 25 ml. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah : Lempeng Aluminium ukuran 5 x 20 cm dan air limbah industri tembaga.

Penelitian dilakukan dengan mengambil sampel limbah dari air bilasan pada tahap persiapan (sesudah pencucian) dan air bilasan pada tahap pewarnaan (sesudah pewarnaan).

Sebelum proses percobaan, air limbah diambil untuk dianalisa kadar Cu nya. Kemudian limbah dimasukkan ke bak kaca, sedangkan Al digunakan sebagai electrode + (anoda) dan electrode (katoda). Arus listrik dijalankan pada voltase 10 V dan 20 V. Proses dijalankan selama 2 jam dimana tiap ½ jam diambil sample limbah sebanyak 25 ml untuk dianalisa kadar Cu nya. Proses diatas dilakukan terhadap air limbah sesudah pencucian dan air limbah sesudah pewarnaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip pengolahan limbah secara elektrokimia adalah mengalirkan arus listrik ke dalam air limbah, di mana arus tersebut menyebabkan ketidakstabilan partikel tersuspensi dalam air limbah ,

Tabel 1. Kandungan Tembaga Sebelum dan Sesudah Pengolahan Limbah secara Elektrokimia pada Air Limbah Kerajinan Tembaga sesudah Pencucian (pH: 1)

Sebelum Proses Elektrokimia (ppm)	Proses Elektrokimia		
	Voltase	Waktu (jam)	Hasil setelah proses (ppm)
55966,28	10 V	0,5	43450,065
		1	42866,407
		1,5	40596,624
		2	47989,624
	20 V	0,5	42347,600
		1	41374,838
		1,5	47924,773
		2	36251,621

Tabel 2. Kandungan Tembaga Sebelum dan Sesudah Pengolahan Limbah secara Elektrokimia pada Air Limbah Kerajinan Tembaga sesudah Pewarnaan (pH: 12)

Sebelum Proses Elektrokimia (ppm)	Proses Elektrokimia		
	Voltase	Waktu (jam)	Hasil setelah proses (ppm)
4,500	10 V	0,5	3,183
		1	5,905
		1,5	4,173
		2	0,660
	20 V	0,5	7,726
		1	5,767
		1,5	2,386
		2	2,823

termasuk logam, hidrokarbon dan organik. Ketika partikel partikel tersebut tidak stabil, akan terjadi gaya tarik-menarik antara ion yang muatannya berlawanan membentuk partikel yang lebih besar sehingga mudah mengendap.

Penelitian ini mengambil sample air limbah kerajinan tembaga pada proses sesudah pencucian dan sesudah pewarnaan. Air limbah sesudah pencucian berwarna biru muda dan mengandung Cu diatas 50.000 ppm. Sesudah dilakukan proses elektrokimia terjadi penurunan kandungan Cu, seperti

terlihat dalam table 1. Pada voltase 10 V, terjadi penurunan kandungan Cu yang paling besar setelah proses selama 1 ½ jam, yaitu sebesar 30%. Namun setelah proses dilanjutkan, terjadi kenaikan kandungan Cu dalam air limbah jika dibandingkan waktu sebelumnya. Hal ini disebabkan karena Cu yang mengendap dalam katoda telah jenuh, sehingga dimungkinkan Cu yang menempel di katoda jatuh kembali ke dalam air limbah. Untuk mengantisipasi hal tersebut sebaiknya dilakukan penggantian katode dengan yang baru jika katode telah jenuh dengan Cu. Hal ini juga menunjukkan adanya pengaruh luas permukaan katoda dalam proses ini.

Pada voltase 20 V, terjadi penurunan kandungan Cu yang paling besar setelah proses selama 2 jam, yaitu sebesar 35%. Kenaikan kandungan Cu pada proses selama 1 ½ jam terjadi karena mekanisme seperti dijelaskan dimuka. Hasil pengolahan secara elektrokimia pada air limbah tembaga sesudah pencucian ini dapat dioptimalkan dengan menambah voltase dan waktu proses, juga penggantian katode yang telah jenuh dengan Cu atau memperluas permukaan katode.

Air limbah kerajinan tembaga setelah proses pewarnaan berwarna coklat hitam dan mengandung Cu di bawah 10 ppm, seperti terlihat pada tabel 2. Setelah proses, baik pada voltase 10 V maupun 20 V terjadi penurunan kandungan Cu yang signifikan (85% pada proses 10 V, 2 jam). Demikian juga warna air limbah setelah proses pengolahan terlihat putih jernih. Hal ini terjadi karena pengaruh arus yang menyebabkan ketidakstabilan kebanyakan partikel dalam air limbah sehingga mudah mengendap, juga karena tawas yang terbentuk (seperti dijelaskan di muka) berfungsi sebagai koagulan sehingga partikel partikel dalam air limbah tersebut akan mengendap di dasar bak. Hasil proses pengolahan ini dapat dioptimalkan dengan mempertimbangkan pengaruh luas permukaan katode. Secara umum, pengolahan limbah secara elektrokimia dapat diterapkan pada limbah kerajinan tembaga. Hasil yang optimal akan dapat dicapai dengan mempertimbangkan pengaruh voltase, waktu proses dan luas permukaan katoda.

IV. KESIMPULAN

Kandungan Cu dalam limbah cair industri kerajinan tembaga dapat diturunkan dengan proses pengolahan limbah secara elektrokimia.

Penelitian pengolahan limbah cair industri kerajinan tembaga secara elektrokimia ini dapat menurunkan kandungan tembaga pada proses sesudah pewarnaan sampai 85%, dan pada proses

sesudah pencucian sampai 35%.

Agar hasil pengolahan optimal, perlu dipertimbangkan pengaruh voltase, waktu pengolahan dan luas permukaan katoda.

Agar memudahkan pengolahan, limbah cair industri kerajinan tembaga sesudah pencucian dan sesudah pewarnaan sebaiknya dipisahkan karena kandungan Cu-nya yang jauh berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Asis Djajadiningrat, "Waste Water Treatment Without Chemical, Electrochemical Treatment of Wastewater," Makalah seminar pada Seminar Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair : Saatnya untuk Melangkah, Pusteklim Yogyakarta, 2005.

[2] Dwi Suheryanto, dkk, "Pengembangan Teknologi Logam pada Industri Kerajinan Kuningan dan Tembaga di Cepogo, Boyolali, Jateng", No. DP/BPPIP/BBKB/06/2003, Balai Besar Kerajinan dan Batik Yogyakarta, 2003.

[3] Roekmijati, Praswasti, Yulianti, "Presipitasi Bertahap Logam Berat Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Larutan Kaustik Soda", Makalah Seminar Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta, 2005.

[4] Sigit E Wijanto, "Limbah B3 dan Kesehatan", Makalah On Air Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2005.

[5] Suhendrayatna, "Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan", Seminar On Air Bioteknologi untuk Indonesia abad 21, 1-14 Februari 2001, Sinergi Forum-PPI, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 2001.

[6] _____, "Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia, Sumber, Pengendalian dan Baku Mutu", EMDI-BAPEDAL, 1994.

[7] _____, " Peraturan Pemerintah RI No. 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun (B3)", Jakarta, 1999.