

KARAKTERISASI SIFAT FISIKA-KIMIA LIMBAH CAIR INDUSTRI *ELECTROPLATING*

Siti Marwati, Regina Tutik Padmaningrum dan Marfuatun

Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

siti_marwati@uny.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika dan sifat kimia limbah cair *electroplating*. Identifikasi sifat fisika dilakukan dengan pengamatan secara visual dengan panca indera oleh ketiga peneliti. Besarnya pH diukur dengan pH meter. Identifikasi anion dan kation dilakukan dengan menambahkan pereaksi tertentu ke dalam limbah cair kemudian diamati terjadinya reaksi kimia yang dinyatakan oleh terbentuknya gas, endapan atau perubahan warna. Kadar CN^- , SO_4^{2-} dan Cr^{6+} ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis sedangkan kadar Pb^{2+} , Cr total, Cu^{2+} , Fe^{2+} dan Zn^{2+} ditentukan dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara umum limbah cair *electroplating* berwarna hijau jernih dan berbau khas asam. Anion yang teridentifikasi secara umum Cl^- , CN^- , CNS^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , S^{2-} , SO_3^{2-} dan SO_4^{2-} . Kation yang teridentifikasi secara umum Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Al^{3+} , Cr^{6+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} dan Zn^{2+} . Pada Sampel I tidak teridentifikasi adanya Co^{2+} , pada Sampel I dan III tidak teridentifikasi adanya Hg_2^{2+} , Fe^{2+} dan Zn^{2+} serta pada Sampel II dan III tidak teridentifikasi adanya Pb^{2+} . Kadar SO_4^{2-} pada Sampel I-V berturut-turut adalah 13,084 ppm, 5,860 ppm, 26,542 ppm, 12,913 ppm, 31,482 ppm. Kadar CN^- pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,185 %, 1,590 %, 0,015 %, 5,074% dan 3,218 %. Kadar Pb^{2+} pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,273 ppm, 0,277 ppm, 0,276 ppm, 0,262 ppm dan 0,287 ppm. Kadar Fe^{2+} pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,841 ppm, 0,928 ppm, 0,954 ppm, 4,337 ppm dan 1,110 ppm. Kadar Cu^{2+} pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,754 ppm, 1,224 ppm, 1,472 ppm, 1,264 ppm dan 1,278 ppm. Kadar Cr total pada Sampel I-V berturut-turut adalah 1,639 ppm, 1,088 ppm, 1,381 ppm, 2,130 ppm dan 1,994 ppm. Kadar Cr^{6+} pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,059 ppm, 0,840 ppm, 0,032 ppm, 1701 ppm dan 0,659 ppm. Kadar Zn^{2+} pada Sampel II, IV dan V berturut-turut adalah 0,088 ppm, 20,982 ppm dan 6,137 ppm, pada Sampel I dan III di bawah batas deteksi alat.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Kehidupan masyarakat modern tidak dapat terlepas dari benda-benda yang dibuat dengan proses *electroplating*. Benda-benda yang dilakukan dengan pengerjaan akhir melalui proses *electroplating* antara lain komponen dan aksesoris kendaraan bermotor, aksesoris mebel, kursi lipat, berbagai alat perkantoran, alat-alat pertanian, aksesoris rumah tangga dan berbagai alat industri. *Electroplating* atau penyepuhan merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan arus listrik searah melalui suatu larutan elektrolit.

Pada Sentra Industri Kerajinan Perak di Kotagede, Yogyakarta, banyak usaha kecil yang mengolah bahan industri dan alat rumah tangga. Mereka melapisi produknya dengan perak, krom, nikel, emas dan logam-logam lain melalui proses *electroplating*. Usaha ini dikelola secara konvensional dengan teknologi sangat sederhana.

Proses *electroplating* menggunakan larutan elektrolit. Larutan yang digunakan untuk *electroplating* biasanya diganti setiap dua minggu untuk mempertahankan mutu dan kehalusan permukaan serta penampilannya. Penggantian larutan ini menyebabkan biaya produksi tinggi dan limbah *electroplating* yang dihasilkan semakin banyak. Larutan yang digunakan tersebut berupa bahan-bahan kimia yang merupakan bahan beracun dan berbahaya sehingga limbah yang dihasilkan berbahaya bagi kesehatan manusia. Hampir semua industri *electroplating* saat ini belum memiliki pengolahan limbah yang memadai.

Berdasarkan hasil penelitian Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Kota Yogyakarta dan UGM tahun 2001 (Suara Pembaharuan:2004), diperoleh bahwa wilayah Kotagede terancam penyakit minamata karena terjadi pencemaran lingkungan yang kemungkinan besar disebabkan oleh industri *electroplating* perak. Hampir semua industri kerajinan perak saat ini belum memiliki pengolahan limbah yang memadai. Limbah-limbah yang dihasilkan langsung dibuang melalui *septic tank*. *Septic tank* yang ada di wilayah tersebut tidak kedap air. Limbah yang dihasilkan tersebut dimungkinkan mengandung logam-logam berbahaya. Air yang ada dalam *septic tank* kemungkinan merembes ke sumur-sumur yang ada di perkampungan penduduk. Diperkirakan antara tahun 2010 hingga 2014 akibat dari pembuangan limbah tersebut akan muncul (Suara Pembaharuan:2004).

Kegiatan *electroplating*, selain menghasilkan produk yang berguna juga menghasilkan limbah padat dan cair serta emisi gas. Limbah padat berasal dari kegiatan *polishing* maupun penghilangan kerak. Limbah cair berupa air limbah yang berasal dari pencucian, pembersihan dan proses *electroplating*. Air limbah dan limbah cair dapat pula mengandung padatan. Air limbah juga mengandung logam-logam terlarut dan senyawa-senyawa berbahaya lainnya.

Berdasarkan uraian tersebut, seharusnya limbah cair industri *electroplating* diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia maupun biologi (Bishop, 2001). Pengolahan limbah secara fisika maupun secara kimia memerlukan karakter limbah tersebut. Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi sifat fisika dan kimia dari limbah cair industri *electroplating*. Sifat fisika yang diamati meliputi warna dan bau yang dilakukan secara visual menggunakan panca indera (Rukaesih Ahmad, 2004:14). Sifat kimia yang diamati dan diukur adalah derajat keasaman, kandungan anion terlarut dan kandungan kation terlarut (Srikandi Fardiaz, 1992:169). Data hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar penelitian lebih lanjut yaitu pengolahan limbah cair secara fisika, kimia dan biologi.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dirumuskan masalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana sifat fisika limbah cair *electroplating* di Sentra Industri Kerajinan Perak Kotagede?
- 2) Bagaimana sifat kimia limbah cair *electroplating* di Sentra Industri Kerajinan Perak Kotagede?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah, penelitian ini bertujuan:

- 1) Mengetahui sifat fisika limbah cair *electroplating* di Sentra Industri Kerajinan Perak Kotagede.
- 2) Mengetahui sifat kimia limbah cair *electroplating* di Sentra Industri Kerajinan Perak Kotagede.

Manfaat Penelitian

- 1) Sebagai dasar penelitian lebih lanjut sehingga diperoleh metode pengolahan limbah cair yang dapat diterapkan di Sentra Industri Kerajinan Perak Kotagede.
- 2) Menambah wawasan pengetahuan tentang karakter limbah cair khususnya limbah cair *electroplating*.

METODE PENELITIAN

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah limbah cair. Objek penelitian ini adalah karakter fisika limbah cair *electroplating* dan karakter kimia limbah cair *electroplating*.

Alat dan Bahan Kimia yang diperlukan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas, kertas saring, pH meter, neraca analitik, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), spektrofotometer UV-Vis, pengaduk magnet dan botol-botol sampel.

Bahan yang diperlukan adalah sampel limbah cair *electroplating*, dan beberapa larutan dengan konsentrasi 0,1 M yaitu larutan AgNO_3 , larutan HCl , larutan NH_4OH , larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, larutan kalium dikromat, larutan HNO_3 , larutan KI , larutan H_2SO_4 pekat dan encer, larutan HgNO_3 , larutan Na_2CO_3 , larutan PB-asetat, larutan asam asetat, larutan garam antimon, larutan difenil karbazid, larutan NH_4Cl , larutan $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, larutan SnCl_2 , larutan Na_2HPO_4 , larutan $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, larutan KSCN , larutan MgSO_4 , larutan NaOH , larutan buffer 4, larutan buffer 7, larutan standar Cu , Pb , Cr , Fe dan Zn masing-masing 1000 ppm.

Teknik Pengumpulan Data.

Data penelitian meliputi karakter limbah cair yaitu sifat fisika dan sifat kimia. Data tersebut diperoleh melalui percobaan di laboratorium mengikuti prosedur berikut:

1. Sifat fisika meliputi warna dan bau. Pengamatan warna dan bau limbah cair diamati secara visual dengan panca inder oleh ketiga peneliti.
2. Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter.
3. Identifikasi anion dilakukan dengan menambahkan pereaksi tertentu ke dalam limbah cair kemudian diamati terjadinya reaksi kimia yang dinyatakan oleh terbentuknya gas, terbentuknya endapan atau perubahan warna. Anion yang diidentifikasi adalah anion Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , CNS^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , S_2^- , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , dan $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$.
4. Identifikasi kation dilakukan dengan menambahkan pereaksi tertentu ke dalam limbah cair kemudian diamati terjadinya reaksi kimia yang dinyatakan oleh terbentuknya gas, terbentuknya endapan atau perubahan warna. Kation yang diidentifikasi adalah kation golongan I (Ag^+ , Hg^+ , dan Pb^{2+}), golongan II (Hg^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , As^{2+} , Sb^{2+} dan Sn^{2+}) dan golongan III (Co^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+}).
5. Setelah diketahui adanya anion tertentu dalam limbah cair maka dilakukan analisis kuantitatif anion yaitu anion CN^- dan SO_4^{2-} untuk mengetahui kadarnya. Analisis kuantitatif dilakukan secara spektrofotometri UV-Vis.
6. Setelah diketahui adanya kation tertentu dalam limbah cair maka dilakukan analisis kuantitatif kation yaitu Cu^{2+} , Cr total, Fe^{2+} , Zn^{2+} dan Pb^{2+} untuk mengetahui kadarnya dengan menggunakan AAS. Analisis kuantitatif kation Cr^{6+} dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui kadarnya.

Analisis Data

Data hasil karakterisasi sifat fisika adalah warna dan bau. Data karakterisasi sifat kimia adalah pH, kandungan logam, kandungan kation dan kandungan anion. Data absorbansi larutan sampel diekstrapolasikan pada persamaan regresi linear kurva standar sehingga diperoleh konsentrasi logam, konsentrasi kation dan konsentrasi anion dalam sampel.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Identitas Limbah Cair *Electroplating*

Sampel limbah cair *electroplating* diambil dari 3 pengrajin yang terletak di 3 kampung di daerah Kotagede. Limbah cair yang diambil merupakan limbah cair yang berasal dari air bekas cucian benda-benda sebelum proses *electroplating* maupun sesudah proses *electroplating*. Identitas masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Identitas Sampel.

No	Parame- Ter	Sampel				
		I	II	III	IV	V
1.	Asal	Semoyan	Semoyan	Mondorakan	Citran	Citran
2.	Sumber	Air bekas cuci- an benda-benda sebelum proses <i>electro- plating</i>	Air bekas cuci- an benda-benda sesudah proses <i>electro- plating</i>	Air bekas cuci- an benda-benda sesudah proses <i>electro- plating</i>	Air bekas cuci- an benda-benda sesudah proses <i>electro- plating</i> sebelum diolah	Air bekas cuci- an benda-benda sesudah proses <i>electro- plating</i> sesudah diolah
3.	<i>Electro- plating</i> yang dilaku- kan	Emas, perak, krom dan kuningan	Emas, perak, krom dan kuningan.	Perak, tembaga, krom dan kuningan	Emas, perak, tembaga, krom dan kuningan	Emas, perak, tembaga, krom dan kuningan

Karakter Fisika Limbah Cair *Electroplating*

Karakter fisika limbah cair yang diamati meliputi warna dan bau. Karakter fisika diamati secara visual dan panca indera oleh ketiga peneliti. Hasil pengamatannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakter Fisika Limbah Cair *Electroplating*.

No	Parameter	Sampel				
		I	II	III	IV	V
1	Warna	Hijau jernih	Jernih tak warna	Hijau muda jernih	Jernih tak warna	Jernih tak warna
2	Bau	Menyengat khas asam	Menyengat khas asam	Menyengat khas asam	Menyengat khas asam	menyengat khas asam

Karakter fisika masing-masing sampel berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh sumber dan proses *electroplating* yang dilakukan oleh para pengrajin. Warna hijau yang terlihat pada Sampel I dimungkinkan berasal dari pengotor berupa kerak yang berasal dari benda-benda yang akan dilapisi secara *electroplating*. Sampel II, IV dan V semua jernih tak warna karena ketiga sampel berasal dari air bekas cucian benda-benda sesudah proses *electroplating*. Sampel III menunjukkan adanya warna hijau muda jernih dimungkinkan berasal dari logam khususnya logam tembaga yang menempel kurang kuat pada benda-benda sesudah proses *electroplating*. Jika dilihat dari proses *electroplating* yang menghasilkan sampel III menunjukkan bahwa proses *electroplating* yang dilakukan adalah *electroplating* perak, tembaga, krom dan kuningan.

Karakter fisika berupa bau, semua sampel berbau menyengat khas bau asam. Bau khas asam disebabkan oleh adanya penambahan asam untuk menghilangkan kerak pada saat mencuci benda-benda sebelum proses *electroplating*. Bau asam juga berasal dari larutan

elektrolit yang digunakan untuk proses *electroplating*. Pada larutan elektrolit biasanya ditambahkan larutan asam misalnya H_2SO_4 untuk memperbesar hantaran arus listrik.

Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UNY. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran pH

No.	Sampel	pH
1.	I	6,9
2.	II	8,9
3.	III	6,2
4.	IV	10,6
5.	V	9,6

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pH sampel yang bersifat asam adalah Sampel I dan III. Jika dilihat dari sumber limbahnya, Sampel I merupakan air bekas cucian benda-benda sebelum proses *electroplating*. Untuk mencuci benda-benda sebelum proses *electroplating* biasanya ditambah sedikit HCl atau H_2SO_4 sehingga Sampel I bersifat sedikit asam. Sampel III mempunyai pH yang paling rendah. Hal ini dimungkinkan karena Sampel III diperoleh dari pengrajin yang melakukan proses *electroplating* perak, tembaga, krom dan kuning. Pada proses tersebut elektrolit yang digunakan biasanya ditambah H_2SO_4 untuk memperbesar hantaran listrik. Pada Sampel II, IV dan V menunjukkan pH cukup tinggi. Hal ini dimungkinkan karena ketiga sampel tersebut merupakan air bekas cucian benda-benda sesudah proses *electroplating* dan pada umumnya proses *electroplating* dilakukan pada pH 11-13 kecuali pada proses *electroplating* tembaga asam dan seng pada pH 4-5.

Identifikasi Anion

Identifikasi anion dilakukan dengan menambah pereaksi tertentu ke dalam sampel limbah cair kemudian diamati terjadinya reaksi kimia yang dinyatakan oleh terbentuknya gas, terbentuknya endapan atau perubahan warna. Identifikasi anion dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UNY. Hasil identifikasi anion dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Identifikasi Anion

No	Anion	Sampel				
		I	II	III	IV	V
1.	Cl^-	√	√	√	√	√
2.	Br^-	-	-	-	-	-
3.	I^-	-	-	-	-	-
4.	CN^-	√	√	√	√	√
5.	CNS^-	√	√	√	√	√
6.	$C_2O_4^{2-}$	√	√	√	√	√
7.	CO_3^{2-}	-	√	√	√	√

8.	NO_2^-	√	√	√	√	√
9.	NO_3^-	-	√	√	√	√
10.	PO_4^{3-}	√	√	√	√	√
11.	S^{2-}	-	√	√	√	√
12.	SO_3^{2-}	√	√	√	√	√
13.	SO_4^{2-}	√	√	√	√	√
14.	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	-	-	-	-	-

Secara umum anion yang teridentifikasi pada semua sampel hampir sama kecuali pada Sampel I ada sedikit perbedaan karena sumber Sampel I berasal dari air bekas cucian benda-benda sebelum proses *electroplating* sedangkan sampel yang lain berasal dari air bekas cucian benda-benda sesudah proses *electroplating*. Sumber anion tersebut berasal dari bahan-bahan yang digunakan dalam proses *electroplating* yaitu bahan berupa asam, basa maupun garam. Bahan-bahan asam yang sering digunakan adalah HCl, HNO₃ dan H₃PO₄. Bahan-bahan basa yang sering digunakan adalah KOH, NaOH dan NH₄OH. Bahan-bahan garam yang sering digunakan adalah garam-garam sianida, garam-garam sulfat dan garam-garam karbonat.

Berdasarkan Tabel 4 terlihat adanya anion yang teridentifikasi walaupun secara umum proses tidak menggunakan bahan-bahan sumber anion tersebut misalnya anion oksalat. Hal ini disebabkan karena identifikasi anion dengan menambahkan pereaksi tertentu ke dalam sampel limbah cair kemudian diamati terjadinya reaksi kimia yang dinyatakan oleh terbentuknya gas, terbentuknya endapan atau perubahan warna terdapat kelemahan-kelemahan. Kelemahan-kelemahan tersebut antara lain sulitnya membedakan endapan yang terbentuk karena kompleksnya anion yang terdapat dalam sampel limbah. Kadang-kadang endapan tidak terlihat karena kemungkinan belum mencapai titik jenuhnya dan terbentuknya gas juga kurang terlihat.

Identifikasi Kation

Identifikasi kation dilakukan dengan menambah pereaksi tertentu ke dalam sampel limbah cair kemudian diamati terjadinya reaksi kimia yang dinyatakan oleh terbentuknya gas, terbentuknya endapan atau perubahan warna. Identifikasi kation dilakukan di Laboratorim Kimia Analitik FMIPA UNY. Hasil identifikasi kation dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Identifikasi Kation

No	Kation	Sampel				
		I	II	III	IV	V
1.	Ag^+	√	√	√	√	√
2.	Hg_2^{2+}	-	√	-	√	√
3.	Pb^{2+}	√	-	-	√	√
4.	Hg^{2+}	-	-	-	-	-
5.	Bi^{3+}	-	-	-	-	-
6.	Cu^{2+}	√	√	√	√	√
7.	Co^{2+}	-	√	√	√	√
8.	Al^{3+}	√	√	√	√	√
9.	Cr^{6+}	√	√	√	√	√

10.	Fe ²⁺	-	√	-	√	√
11.	Mn ²⁺	-	-	-	-	-
12.	Ni ²⁺	√	√	√	√	√
13.	Zn ²⁺	-	√	-	√	√

Secara umum kation yang teridentifikasi hampir sama karena bahan-bahan yang digunakan untuk *electroplating* hampir sama. Pada Sampel I kation yang teridentifikasi paling sedikit karena sumber limbah berasal dari air bekas cucian benda-benda sebelum proses *electroplating*. Kation-kation yang teridentifikasi dimungkinkan berasal dari logam-logam yang sedikit terlarut oleh sedikit asam yang terdapat pada air pencuci.

Pada Sampel II kation yang tidak teridentifikasi adalah Pb²⁺, Bi²⁺, Hg²⁺ dan Mn²⁺. Tidak teridentifikasinya kation tersebut kemungkinan karena kecilnya kandungan kation-kation tersebut sehingga belum sampai titik jenuhnya dan tidak terlihat adanya pembentukan endapan.

Pada Sampel III, kation yang tidak teridentifikasi adalah Hg₂²⁺, Pb²⁺, Bi²⁺, Hg²⁺, Mn²⁺, Fe²⁺ dan Zn²⁺. Pada sampel III ini tidak teridentifikasi merkuri (Hg) karena Sampel III ini diperoleh dari pengrajin yang tidak melakukan proses *electroplating* emas. Untuk kation-kation lain yang tidak teridentifikasi kemungkinan karena kecilnya kandungan kation-kation tersebut sehingga belum sampai titik jenuhnya dan tidak terlihat adanya pembentukan endapan.

Pada Sampel IV dan Sampel V, kation yang teridentifikasi sama karena kedua sampel tersebut berasal dari pengrajin yang sama. Perbedaan kedua sampel ini adalah Sampel IV merupakan sampel limbah cair yang belum diolah sedangkan Sampel V merupakan sampel yang sudah diolah. Kedua sampel ini pun teridentifikasi adanya merkuri karena proses *electroplating* yang dilakukan adalah *electroplating* emas, perak, tembaga, krom dan kuning. Merkuri biasanya digunakan oleh pengrajin yang melakukan *electroplating* emas.

Analisis Kuantitatif Anion

Analisis kuantitatif anion yang teridentifikasi dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UNY. Anion yang dianalisis adalah SO₄²⁻ dan CN⁻ karena pada umumnya proses *electroplating* menggunakan H₂SO₄ dan garam-garam sianida pada setiap tahap proses *electroplating*. Kedua anion tersebut dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Data Hasil analisis kuantitatif anion dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Hasil Analisis Kuantitatif Anion

No.	Anion	Konsentrasi				
		I	II	III	IV	V
1.	SO ₄ ²⁻ (ppm)	13,084	5,8603	26,542	12,913	31,482
2.	CN ⁻ (%)	0,185	1,590	0,015	5,074	3,218

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa kadar anion SO_4^{2-} dan CN^- pada semua sampel sangat tinggi. Pada Sampel I, kadar SO_4^{2-} lebih tinggi daripada Sampel II. Sumber SO_4^{2-} dalam Sampel I dimungkinkan berasal dari bahan pembersih barang-barang sebelum proses *electroplating*. Bahan pembersih yang sering digunakan adalah pembersih alkali yang terdiri dari senyawa karbonat dan fosfat serta ditambah detergen sintetik misalnya natrium lauril sulfat (Purwanto dan Syamsul Huda, 2005). Penambahan detergen tersebut untuk mempertinggi efisiensi pembersihan benda kerja dan pengemulsian kotoran dengan cepat. Sumber yang lain dimungkinkan berasal dari adanya penambahan asam kuat teknis ke dalam air pencuci misalnya H_2SO_4 untuk lapisan tipis oksida atau senyawa-senyawa pengotor lain yang menempel pada benda kerja.

Pada Sampel II, kadar SO_4^{2-} jauh lebih rendah daripada Sampel II. Hal ini karena sumber SO_4^{2-} pada Sampel II hanya berasal dari larutan elektrolit yang menempel pada benda-benda sesudah proses *electroplating*.

Pada Sampel III, kadar SO_4^{2-} cukup tinggi. Sumber SO_4^{2-} tersebut berasal dari sisa larutan elektrolit yang menempel pada benda-benda sesudah proses *electroplating*. Pada proses *electroplating* tembaga, larutan elektrolitnya berisi komponen utama berupa CuSO_4 dan H_2SO_4 . Jika konsentrasi asam sulfat dalam larutan elektrolit rendah maka terjadi polarisasi anoda sehingga konduktivitas larutan menjadi rendah terutama di sekitar katoda sehingga kecepatan pelapisan menjadi rendah serta tidak merata. Konsentrasi H_2SO_4 yang sering digunakan adalah 55-65 ppm. Oleh karena itu kadar SO_4^{2-} pada Sampel III relatif tinggi.

Pada Sampel IV dan V, sumber SO_4^{2-} berasal dari sisa larutan elektrolit yang digunakan untuk proses *electroplating*. Pada Sampel V, kadar SO_4^{2-} paling tinggi diantara sampel yang lain. Sampel V merupakan limbah cair yang telah diolah atau dengan kata lain Sampel IV yang telah diolah. Para pengrajin biasanya mengolah limbah dengan metode netralisasi berdasarkan harga pH yang terukur pada limbah tersebut (Beny Syaputra, 2007). Jika ditinjau dari harga pH Sampel IV yaitu 10,6 sedangkan pH Sampel V 9,6 maka kemungkinan sumber SO_4^{2-} berasal dari proses pengolahannya. Jika limbah bersifat basa maka dinetralkan dengan menambah asam seperti H_2SO_4 sehingga dapat mempertinggi kadar SO_4^{2-} .

Kadar CN^- pada semua sampel sangat tinggi karena semua proses *electroplating* menggunakan garam-garam sianida maupun sianida bebas. Sianida dalam proses *electroplating* berfungsi untuk memperbesar konduktivitas dan mempercepat proses pelapisan. Kadang-kadang bahan sianida digunakan sebagai pencuci benda-benda sebelum proses *electroplating* khususnya untuk tembaga, perak, kuningan nikel dan lain-lain kecuali besi. Pencucian dengan menggunakan bahan sianida dilakukan jika proses *electroplating*

menggunakan larutan garam-garam sianida. Pencucian dengan menggunakan bahan sianida dilakukan untuk mencegah terbawanya sisa-sisa asam ke dalam larutan elektrolit sehingga mengakibatkan kontaminasi.

Kadar sianida tertinggi terdapat pada Sampel IV dan kadar sianida terendah pada Sampel III. Hal ini karena proses *electroplating* emas, perak, krom dan kuning menggunakan bahan sianida mulai dari proses pencucian sampai proses *electroplating*. Pada proses *electroplating* tembaga senyawa yang lebih dominan dipakai adalah senyawa-senyawa sulfat sehingga Sampel III mempunyai kadar CN^- terendah diantara sampel yang lain.

Analisis Kuantitatif Kation

Analisis kuantitatif logam total (Pb, Fe, Cu, Cr dan Zn) dilakukan dengan AAS di Laboratorium Kimia FMIPA UGM dan Laboratorium Kimia Sekolah Menengah Teknologi Industri (SMTI) Yogyakarta. Analisis kuantitatif Cr^{6+} dilakukan dengan Spektrofotometer UV-Vis di Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UNY. Data Hasil analisis kuantitatif logam dan kationnya dapat dilihat pada Tabel 7 dan data penunjang lainnya dapat dilihat di Lampiran.

Tabel 7. Data Hasil Analisis Kuantitatif Logam dan Kation

No.	Logam	Konsentrasi (ppm)				
		I	II	III	IV	V
1.	Pb	0,273	0,277	0,276	0,262	0,287
2.	Fe	0,841	0,928	0,954	4,337	1,110
3.	Cu	0,754	1,224	1,472	1,264	1,278
4.	Cr Total	1,639	1,088	1,381	2,130	1,994
5.	Zn	ttd	0,088	ttd	20,982	6,137
6.	Ion Cr^{6+}	0,059	0,840	0,032	1,701	0,659

ttd = tidak terdeteksi/di bawah limit deteksi alat.

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa kadar masing-masing logam untuk tiap-tiap sampel hampir sama kecuali kadar Zn, Fe dan ion Cr^{6+} . Secara umum limbah cair *electroplating* mengandung Cu, Ni, Zn, Cr, Fe dan logam lain yang berbahaya (Zhang Yi, et al, 1999). Pada Sampel I, kadar logam-logamnya paling rendah diantara sampel yang lain kecuali kadar Cr total. Hal ini karena Sampel I berasal dari bekas air cucian benda-benda sebelum proses *electroplating* sehingga dimungkinkan logam-logam yang terlarut dalam limbah relatif rendah. Kadar Cr total pada Sampel I relatif lebih tinggi daripada Sampel II kemungkinan karena pada air pencuci kadang-kadang ditambah *metal cleaner* yang dapat sedikit melarutkan logam-logam tertentu (Purwanto dan Syamsul Huda, 2005).

Pada Sampel II, kadar masing-masing logam hampir sama dengan Sampel I. Kadar tertinggi adalah Cu dan ion Cr^{6+} juga relatif tinggi. Jika dilihat dari proses *electroplating* yang

dilakukan adalah *electroplating* emas, perak, krom dan kuningan. Kadar Cu yang tinggi dan terdeteksinya Zn kemungkinan berasal dari proses *electroplating* kuningan karena elektrolit yang digunakan pada *electroplating* kuningan adalah campuran senyawa Cu dan Zn.

Pada Sampel III, kadar tertinggi adalah Cu, kadar Cr total relatif tinggi, kadar ion Cr^{6+} paling rendah diantara sampel yang lain dan Zn terdeteksi. Proses *electroplating* yang dilakukan adalah *electroplating* perak, tembaga, krom dan kuningan. Kadar tembaga yang tinggi dapat berasal dari proses *electroplating* tembaga dan kuningan. Sumber Cr berasal dari proses *electroplating* krom. Kadar ion Cr^{6+} yang rendah kemungkinan dipengaruhi oleh pH sampel. Sampel III mempunyai pH 6,2 sehingga ion Cr dimungkinkan ada yang berada dalam bentuk Cr^{3+} .

Pada Sampel IV, kadar tertinggi adalah kadar Zn. Kadar Fe pada Sampel IV tertinggi diantara sampel yang lain dan kadar Cr total serta ion Cr^{6+} relatif tinggi. Proses *electroplating* yang dilakukan adalah proses *electroplating* emas, perak, krom, tembaga dan kuningan. Kadar Zn maupun Fe yang tinggi berasal dari proses *electroplating* kuningan. Pada *electroplating* kuningan biasanya digunakan benda kerja yang terbuat dari seng atau besi baja. Sumber Cr berasal dari *electroplating* krom, dan keberadaan ion Cr^{6+} dipengaruhi oleh pH Sampel IV yaitu 10,6. Pada kondisi basa, sebagian Cr berada pada kondisi Cr^{6+} (Maryeni, 2007).

Pada Sampel V, kadar kation-kationnya hampir sama dengan kadar kation-kation pada Sampel IV. Sampel IV dan Sampel V berasal dari pengrajin yang sama. Sampel V merupakan limbah cair yang telah diolah sehingga kadar kation-kationnya relatif lebih rendah daripada kadar kation-kation pada Sampel IV yang merupakan limbah cair yang belum diolah.

SIMPULAN

- Karakter fisika limbah cair *electroplating* secara umum berwarna hijau jernih dan berbau khas asam
- Anion yang teridentifikasi secara umum Cl^- , CN^- , CNS^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, CO_3^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , S^{2-} , SO_3^{2-} dan SO_4^{2-} .
- Kation yang teridentifikasi secara umum Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Al^{3+} , Cr^{6+} , Fe^{2+} , Ni^{2+} dan Zn^{2+} . Pada Sampel I tidak teridentifikasi adanya Co^{2+} , pada Sampel I dan III tidak teridentifikasi adanya Hg_2^{2+} , Fe^{2+} dan Zn^{2+} serta pada Sampel II dan III tidak teridentifikasi adanya Pb^{2+} .
- Kadar SO_4^{2-} dalam Sampel I-V berturut turut adalah 13,084 ppm, 5,860 ppm, 26,542 ppm, 12,913 ppm, 31,482 ppm.
- Kadar CN^- pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,185 %, 1,590 %, 0,015 %, 5,074% dan 3,218 %.

- Kadar Pb^{2+} dalam Sampel I-V berturut-turut adalah 0,273 ppm, 0,277 ppm, 0,276 ppm, 0,262 ppm dan 0,287 ppm.
- Kadar Fe^{2+} pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,841 ppm, 0,928 ppm, 0,954 ppm, 4,337 ppm dan 1,110 ppm.
- Kadar Cu^{2+} pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,754 ppm, 1,224 ppm, 1,472 ppm, 1,264 ppm dan 1,278 ppm.
- Kadar Cr total pada Sampel I-V berturut-turut adalah 1,639 ppm, 1,088 ppm, 1,381 ppm, 2,130 ppm dan 1,994 ppm.
- Kadar Cr^{6+} pada Sampel I-V berturut-turut adalah 0,059 ppm, 0,840 ppm, 0,032 ppm, 1701 ppm dan 0,659 ppm.
- Kadar Zn^{2+} pada Sampel II, IV dan V berturut-turut adalah 0,088 ppm, 20,982 ppm dan 6,137 ppm, pada Sampel I dan III di bawah batas deteksi alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2004). *Kotagede Terancam Minamata*. Suara Merdeka Terbit Tanggal 20 Oktober 2004
- Anonim. (2004). *Kawasan Kotagede DIY Tercemar Merkuri*, Suara Pembaharuan Terbit Tanggal 22 Oktober 2004
- Bishop, P.L. (2001). *Pollution Prevention: Fundamentals and Practice*, McGraw-Hill, Boston
- Beny Syahputra. (2007). *Pemanfaatan Algae Chlorella pyrenoidosa untuk Menurunkan Tembaga (Cu) pada Industri Pelapisan Logam*. (<http://bennysyah.edublogs.org/files/2007/04/jurnal-algae-1.doc>). Diakses tanggal 6 Agustus 2007.
- Maryeni, Y., (2007). *Pengolahan Limbah Elektroplating Industri Kecil dengan Metode Presipitasi sebagai Hidroksida Logam (Recovery dan Reuse Logam Kromium Heksavalen)*. Thesis. Bandung: Teknik Lingkungan ITB.
- Purwanto dan Syamsul Huda. (2005). *Teknologi Industri Elektroplating*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Rukaesih Achmad. (2004). *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Andi
- Srikandi Fardiaz. (1998). *Polusi Air dan Udara*, Yogyakarta: Kanisius
- Zhang Yi, et al. (1999). *Recovery of Heavy Metals from Electroplating Sludge and Stainless Steel Pickle Waste Liquid by Ammonia Leaching Method*. Journal of Environmental Sciences, Vol. 11, No. 3. Beijing

SEMINAR NASIONAL

Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA

Sertifikat

No. : 1820/H34.13/PS/2008

diberikan kepada: Siti Marwati, M.Si.
Jurdik.FMIPA UNY



sebagai: *Pemakalah*

dengan judul : KARAKTERISASI SIFAT FISIKA-KIMIA LIMBAH CAIR INDUSTRI ELECTROPLATING

diselenggarakan oleh FMIPA UNY, pada tanggal 30 Mei 2008 di Gedung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY.



Yogyakarta, 30 Mei 2008
Ketua Panitia,

Dr. Hartono
NIP. 131656357

