

PENGGUNAAN METODE PRESIPITASI UNTUK MENURUNKAN KADAR Cu DALAM LIMBAH CAIR INDUSTRI PERAK DI KOTAGEDE

Chanel Tri Handoko, Tri Budi Yanti, Halimatus Syadiyah, Siti Marwati

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta
e-mail: chaneltrihandoko@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimal penurunan kadar logam Cu menggunakan metode presipitasi serta efektivitas aplikasi penurunan kadar logam Cu menggunakan agen pengendap larutan kapur. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan sampel limbah cair industri perak di Kotagede dari 3 sumber yang berbeda, menganalisis kandungan awal logam Cu, perlakuan presipitasi terhadap sampel, dan menganalisis kandungan akhir logam Cu. Proses presipitasi dilakukan dengan cara mereaksikan sampel limbah cair dan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0,2 M pada variasi pH 7, 8, 9, 10, dan 11, kemudian dibiarkan selama 24 jam. pH optimal dari percobaan tersebut digunakan sebagai pH pada proses presipitasi menggunakan larutan kapur 5%. Analisis kandungan logam Cu pada penelitian ini menggunakan alat AAS. pH sampel C = 10,3 (basa), sehingga tidak dilakukan proses presipitasi lebih lanjut terhadap sampel C. pH optimal presipitasi untuk menurunkan kadar logam Cu adalah 8. Kadar Cu setelah perlakuan presipitasi menggunakan larutan kapur 5% pada pH 8 adalah 0,6583 ppm untuk sampel A dan 0,4697 ppm untuk sampel B. Jika dibandingkan dengan kadar awal Cu untuk sampel A sebesar 28132,7430 ppm dan sampel B sebesar 11233,467 ppm, maka metode presipitasi menggunakan larutan kapur efektif digunakan untuk menurunkan kadar Cu.

Kata kunci: presipitasi, AAS, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, larutan kapur, Cu

Abstract

This research was to determine the optimal pH decreased level of Cu using precipitation method and effectivity of the reduction Cu metal level using lime solution as precipitating agent. The research was conducted by collecting the silver industrial wastewater samples from 3 different places, analyzing the initial Cu level, precipitation treatment of the sample, and analyzing the Cu level after precipitation process. Precipitation process was done by reacting the waste water sample and a solution of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 0.2 M at pH variation of 7, 8, 9, 10, and 11, then allowed to settle for 24 hours. Then the optimal pH of the experiment was used as a pH in the precipitation process using 5% lime solution. Analysis of the Cu metal level in this study was using AAS instrument. Sample C has pH value =10.3 (alkaline), so no further precipitation process is carried out on sample C. Optimal pH precipitation to decrease Cu level is 8. Cu level after treatment precipitation using 5% lime solution at pH 8 is 0.6583 ppm for sample A and 0.4697 ppm for sample B. When compared with the initial Cu level it is 28132.7430 ppm for sample A and 11233.467 ppm for sample B, the precipitation method using lime solution effective to reduce Cu level.

Keywords: precipitation, AAS, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, lime solution, Cu

PENDAHULUAN

Industri kerajinan perak di Kotagede merupakan salah satu industri Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang terbesar di kota Yogyakarta. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh penulis, sampai sekarang ini masih ada kurang lebih 150 perajin perak rumahan yang masih aktif. Seiring dengan meningkatnya komoditas kerajinan ini, maka meningkat pula limbah buangan yang dihasilkan. Beberapa limbah buangan cair dari kerajinan perak merupakan limbah logam berat yang sangat berbahaya bagi lingkungan, salah satunya adalah logam tembaga (Cu) yang terkandung dalam air buangan (Giyatmi dkk, 2008). Limbah Cu biasanya muncul dari pencelupan dengan menggunakan HCl yang bersifat asam dan berfungsi untuk melarutkan kotoran-kotoran yang menempel pada perak setelah proses penempaan (Andaka, 2008). Apabila tidak dilakukan proses *treatment*, maka limbah logam berat ini akan meresap ke tanah dan menimbulkan pencemaran.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Giyatmi (2008), kandungan Ag, Cr, dan Cu dalam limbah cair kerajinan perak di Kotagede secara berturut-turut adalah 0,052 ppm, 4,464 ppm, dan 11,457 ppm. Sedangkan berdasarkan Keputusan Gubernur Kepala Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor: 281/KPTS/1998 tentang baku mutu limbah cair kegiatan industri di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, kadar maksimum

limbah cair industri untuk logam Ag, Cr, dan Cu berturut-turut adalah 0,1 ppm, 0,5 ppm, dan 2 ppm (Anonim, 1998). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar Cu jauh melampaui nilai ambang batas. Jika hal tersebut dibiarkan, maka limbah logam berat ini akan meresap ke tanah dan mencemari sumber-sumber air yang ada di pemukiman warga karena limbah ini sangat sulit didegradasi. Apabila air yang mengandung limbah logam berat ini sampai masuk ke tubuh manusia, maka akan terakumulasi terus-menerus dan menimbulkan keracunan (Inglezakis *et al.*, 2003)

Tembaga dengan nama kimia cuprum dilambangkan dengan Cu, berbentuk kristal dengan warna kemerahan dan di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia tembaga menempati posisi dengan nomor atom 29 dan mempunyai bobot 63.456 (Palar, 1994). Tembaga adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa, liat, dan melebur pada suhu 1038°C. Logam tembaga juga dinamakan cupro untuk yang bervalensi +1 dan cupri yang bervalensi +2. Garam-garam tembaga (II) umumnya berwarna biru, baik dalam bentuk hidrat, padat, maupun dalam larutan air. Logam tembaga dan beberapa bentuk persenyawannya seperti CuO, CuCO₃, Cu(OH)₂, dan Cu(CN)₂ tidak dapat larut dalam air

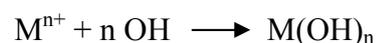
dingin atau air panas, tetapi dapat dilarutkan dalam asam. Logam tembaga itu sendiri dapat dilarutkan dalam senyawa asam sulfat panas, dan dalam larutan basa NH_4OH (Vogel, 1985).

Toksisitas yang dimiliki oleh tembaga baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Palar, 1994). Setiap studi toksikologi yang pernah dilakukan terhadap penderita keracunan tembaga hampir semuanya meninjau metabolisme tembaga yang masuk ke dalam tubuh secara oral. Pada saat proses penyerapan bahan makanan yang telah diolah di lambung, tembaga yang ada ikut terserap oleh darah. Darah selanjutnya akan membawa tembaga ke dalam hati (tempat penyimpanan tembaga yang paling besar dalam tubuh manusia), kemudian tembaga dikirim dalam kandung empedu dan dikeluarkan kembali ke usus untuk selanjutnya dibuang melalui feses. Pada manusia dalam dosis tinggi dapat menyebabkan gejala ginjal, hati, muntaber, pusing, lemah, anemia, koma, dan dapat menyebabkan penderita meninggal. Dalam dosis rendah dapat menimbulkan rasa kesat, warna dan korosi pada pipa, sambungan, dan peralatan dapur (Palar, 1994).

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam berat antara lain: presipitasi, *ion exchange*, elektrodialisis, *reverse osmosis*, ultrafiltrasi, mau-

pun adsorpsi (Erdem *et al.*, 2004). Dari beberapa metode tersebut, metode yang paling sederhana adalah metode presipitasi (pengendapan) dengan cara mereaksikan limbah buangan yang mengandung logam berat dengan suatu bahan kimia pengendap. Bahan-bahan yang biasa digunakan untuk proses pengendapan beberapa logam berat adalah senyawa hidroksida, karbonat, dan sulfida (Mahmood, 2011).

Sekitar 75% dari kegiatan elektroplating menggunakan metode presipitasi untuk mengurangi kadar logam berat dalam limbahnya. Senyawa yang biasanya dipakai adalah hidroksida, karbonat, sulfida, atau kombinasi dari ketiganya. Teknik presipitasi yang sering digunakan adalah presipitasi menggunakan senyawa hidroksida, karena sangat sederhana, biaya yang diperlukan relatif murah, dan mudah untuk mengontrol pH nya. Presipitasi logam berat menggunakan senyawa hidroksida mengikuti reaksi sebagai berikut:



Ketika logam berat memasuki proses *treatment*; logam-logam berat ini sangat stabil dalam larutan dan tidak dapat membentuk suatu padatan. Tujuan *metal treatment* menggunakan hidroksida sebagai agen pengendap ini adalah meningkatkan pH (konsentrasi H^+) dari air, sehingga logam-logam berat akan mengendap. Ketika logam mengendap, maka akan dengan mudah dipisahkan dari larutan ataupun air, sehingga kadar logam

dalam air pun menjadi lebih rendah. Proses pengendapan ini pada prinsipnya bergantung pada 2 faktor, yaitu konsentrasi logam berat dan pH air. Konsentrasi logam berat yang ada dalam limbah cair biasanya berkisar antara 1-100 ppm dengan pH air kurang dari 7. Kedua faktor inilah yang menyebabkan logam-logam sukar mengendap.

Beberapa logam berat bersifat amfoter, oleh karena itu kelarutannya mencapai nilai minimum dalam pH tertentu (berbeda untuk masing-masing logam berat). Penambahan senyawa hidroksida ini akan meningkatkan pH larutan. Senyawa hidroksida yang sering digunakan yaitu natrium hidroksida (NaOH) dan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2). Kekurangan penggunaan natrium hidroksida yaitu lebih mahal daripada kalsium hidroksida. Sedangkan keuntungan apabila digunakan larutan kalsium hidroksida adalah dapat berfungsi ganda sebagai koagulan selama proses pengendapan berlangsung. Apabila limbah cair mengandung suatu agen pengompleks, yang dapat menjaga fase logam berat dalam larutan dan mencegah terjadinya pengendapan, maka ke dalam agen pengompleks tersebut ditambahkan senyawa hidroksida agar logam berat dapat mengendap (Ayres *et al.*, 1994).

Berdasarkan hasil uraian tersebut, maka usaha untuk menurunkan kadar logam Cu dalam limbah cair industri perak di Kotagede dengan menggunakan metode presipitasi merupakan hal yang bisa dilaku-

kan sebagai alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat logam berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimal penurunan kadar logam Cu menggunakan metode presipitasi serta efektivitas aplikasi penurunan kadar logam Cu menggunakan agen pengendap larutan kapur. Agen pengendap awal yang digunakan adalah Ca(OH)_2 , kemudian setelah didapat pH optimal maka akan diaplikasikan menggunakan agen pengendap larutan kapur/gamping untuk mengetahui efektivitas penurunan kadar logam Cu.

METODE PENELITIAN

Subjek penelitian adalah limbah cair industri kerajinan perak di Kotagede dan objek penelitian adalah penurunan kadar Cu dalam limbah cair industri kerajinan perak di Kotagede. Bahan yang digunakan adalah Ca(OH)_2 teknis, akuades, kapur, dan larutan Buffer 4 dan 7.

Analisis kadar Cu pada sampel limbah cair sebelum diberi perlakuan. Sebanyak 500 mL sampel limbah cair industri kerajinan perak di Kotagede diambil dari 3 sumber yang berbeda. Sampel dimasukkan ke dalam botol dan diberi label. Kadar awal logam Cu pada sampel dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).

Analisis kadar Cu pada sampel limbah cair setelah perlakuan presipitasi. Sebanyak 500 mL larutan Ca(OH)_2 0,2 M dibuat menggunakan labu takar. Sampel limbah cair

sebanyak 15 mL dimasukkan dalam beaker glass 500 mL. Ditambahkan larutan Ca(OH)_2 0,2 M secara perlahan-lahan ke dalam larutan tersebut sampai didapatkan pH 7, kemudian diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 2 menit dan 50 rpm selama 40 menit. Campuran didiamkan 24 jam sehingga terjadi endapan. Setelah terbentuk 2 lapisan, campuran disaring dan larutan dianalisis kadar Cr dan Cu nya menggunakan AAS.

Hal yang sama dilakukan untuk analisis kadar Cu pada pH 8, 9, 10, dan 11. Prosedur yang sama diulangi, tetapi larutan Ca(OH)_2 0,2 M diganti dengan larutan kapur 5% (b/v). pH presipitasi yang digunakan adalah pH optimal yang didapatkan pada percobaan dengan larutan Ca(OH)_2 0,2 M.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses presipitasi terutama tergantung pada 2 faktor, yaitu konsentrasi logam dan pH larutan. Logam berat sangat stabil dalam suasana asam sehingga terlarut dalam

air dan tidak dapat membentuk padatan. Tujuan dari proses presipitasi adalah meningkatkan pH larutan, sehingga logam akan mengendap. pH yang tinggi berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi ion hidroksida dalam larutan. Ketika ion hidroksida ditambahkan pada sampel limbah yang mengandung logam berat, maka logam berat akan bereaksi dengan ion hidroksida sehingga membentuk endapan logam hidroksida. Setelah logam berat mengendap, maka kandungan logam berat dalam air limbah akan menjadi rendah, sehingga dapat dibuang langsung ke perairan (Mahmood *et al.*, 2011).

Sampel limbah cair yang diambil adalah sampel yang sudah tidak dipakai lagi dan hanya dikumpulkan di pinggir persawahan maupun di pinggiran perumahan penduduk tanpa dilakukan proses *treatment*. Kadar awal logam Cu dalam sampel limbah cair sebelum dilakukan proses presipitasi ditunjukkan pada Tabel 1.

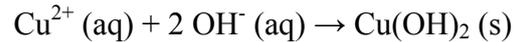
Tabel 1. Kadar Cu sebelum Perlakuan Presipitasi

No	Sampel	Pengulangan ke-	Kadar Cu (ppm)	Kadar Rata-Rata (ppm)	pH Awal
1.	A	I	28243,558	28132,7430	0,8
		II	27744,891		
		III	28409,780		
2.	B	I	11122,652	11233,4670	1,5
		II	10956,430		
		III	11621,319		
3.	C	I	1743,910	1766,0730	10,3
		II	1777,155		
		III	1777,155		

Tabel 1 menunjukkan kadar Cu sangat pekat, bahkan jauh melebihi ambang batas yang ditetapkan pemerintah sebesar 2 ppm (Anonim, 1998), sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut sebelum limbah dibuang ke perairan. Sampel A dan B mempunyai pH asam karena kemungkinan larutan limbah tersebut dicampurkan dengan larutan HCl yang digunakan untuk mencuci barang-barang kerajinan perak. pH sampel C 10,3 (basa) sehingga tidak mungkin dilakukan proses presipitasi menggunakan larutan basa (Ca(OH)₂ maupun larutan kapur.

Pengaruh meningkatnya pH larutan terhadap penurunan kadar Cu dalam sampel dapat dilihat pada Tabel 2. Kadar Cu dalam sampel mengalami penurunan dibandingkan kadar awalnya. Endapan Cu(OH)₂ akan terbentuk seiring dengan meningkatnya pH larutan. Kadar Cu dalam sampel cenderung mengalami penurunan sampai pH 8, tetapi ketika pH sampel ditingkatkan lagi, maka kadar logam Cu kembali meningkat. Hal ini

dikarenakan endapan Cu(OH)₂ yang dihasilkan dari proses presipitasi larut kembali sebagai ion kompleks akibat penambahan larutan basa, sehingga logam Cu kembali ada dalam larutan sebagai ion Cu²⁺. Reaksi pengendapan yang terjadi adalah:

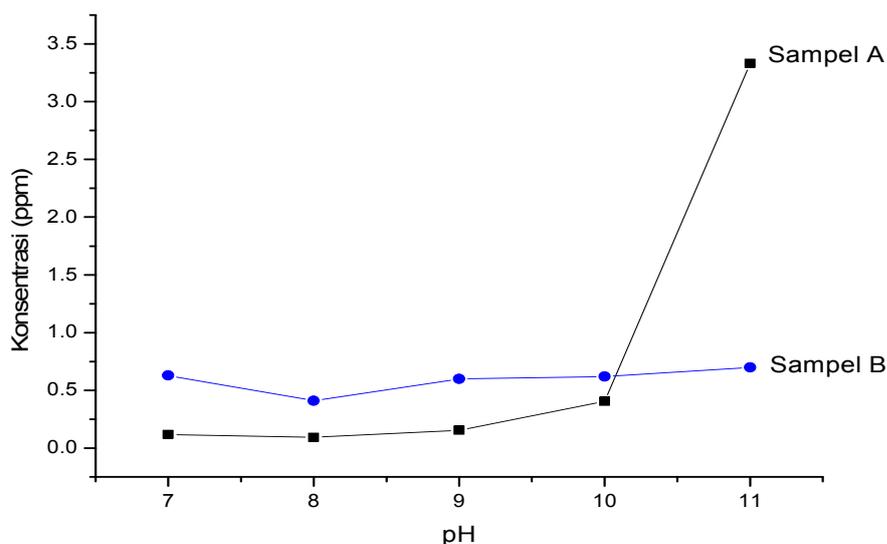


Proses presipitasi Cu²⁺ menggunakan larutan Ca(OH)₂ 0,2 M menghasilkan endapan yang berwarna biru, yaitu endapan tembaga (II) hidroksida (Vogel, 1985). Pada proses presipitasi terjadi pembentukan koloid yang mengikat Cu²⁺ dan akan mengendap menghasilkan Cu(OH)₂ karena adanya gaya gravitasi (Andaka, 2008). Kadar Cu setelah perlakuan presipitasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa kondisi pH optimal presipitasi pada percobaan ini adalah pH 8, karena pada pH 8 didapatkan kadar Cu yang paling kecil. Hal tersebut berarti banyak ion Cu²⁺ yang mengendap pada pH 8 sehingga kadar Cu

Tabel 2. Kadar Rata-Rata Cu setelah Presipitasi dengan Larutan Ca(OH)₂ 0,2 M pada Berbagai Variasi pH

No	pH	Kadar Cu (ppm)	
		Sampel A	Sampel B
1.	7	0,1168	0,6298
2.	8	0,0915	0,4085
3.	9	0,1555	0,5998
4.	10	0,4040	0,6193
5.	11	3,3320	0,6980



Gambar 1. Kadar Cu setelah Perlakuan Presipitasi

dalam larutan menjadi sangat kecil. Oleh karena itu, pH 8 diterapkan untuk perlakuan presipitasi menggunakan larutan kapur 5%.

Kadar Rata-Rata Cu setelah Presipitasi dengan Larutan Kapur 5% pada pH 8 ditunjukkan pada Tabel 3.

Persentase penurunan kadar Cu dalam sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ penurunan} = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100\%$$

dengan

A_0 = kadar awal Cu (ppm)

A_t = kadar akhir Cu (ppm)

Tabel 3 menunjukkan bahwa larutan kapur 5% juga dapat menurunkan kadar Cu secara signifikan jika dibandingkan dengan kadar awal sampel. Persentase penurunan kadar Cu untuk sampel A sebesar 99,9977% dan untuk sampel B sebesar 99,9958%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa metode ini efektif digunakan untuk menurunkan kadar Cu pada limbah cair industri perak di

Tabel 3. Kadar Rata-Rata Cu setelah Presipitasi dengan Larutan Kapur 5% pada pH 8

No	Sampel	Pengukuran ke-	Kadar Cu (ppm)	Rata-Rata (ppm)	% Penurunan
1.	A	I	0,673	0,6583	99,9977%
		II	0,644		
		III	0,658		
2.	B	I	0,455	0,4697	99,9958%
		II	0,484		
		III	0,470		

Kotagede. Metode ini sangat sederhana, membutuhkan biaya yang relatif kecil, dan bahan-bahan yang digunakan juga mudah didapatkan sehingga harapannya metode ini dapat diaplikasikan di masyarakat.

KESIMPULAN

pH optimal presipitasi untuk menurunkan kadar logam Cu adalah 8. Kadar Cu setelah perlakuan presipitasi menggunakan larutan kapur 5% pada pH 8 adalah 0,6583 ppm untuk sampel A dan 0,4697 untuk sampel B. Jika dibandingkan dengan kadar awal Cu untuk sampel A sebesar 28132,7430 ppm dan sampel B sebesar 11233,467 ppm, maka metode presipitasi menggunakan larutan kapur efektif digunakan untuk menurunkan kadar Cu.

Endapan yang dihasilkan pada proses presipitasi akan lebih bermanfaat jika digunakan sebagai campuran beton dengan perbandingan tertentu, sehingga tidak menimbulkan masalah baru.

DAFTAR PUSTAKA

Andaka, Ganjar. 2008. Penurunan kadar tembaga pada limbah cair industri kerajinan perak dengan presipitasi menggunakan natrium hidroksida. *Jurnal Teknologi*. 1 (2): 127-134.

Anonim. 1998. "Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta".

Ayres, David M., Davis, Allen P. & Gietka, Paul M.. 1994. *Removing heavy metals from wastewater*. University of Maryland: Engineering Research Center Report.

Erdem, E., Karapinar, N. & Donat, R. 2004. The removal of heavy metal cations by natural zeolite. *Journal of Colloid and Interface Science*. 280: 309-314.

Giyatmi, Kamal, Zaenul & Melati, Damajati. 2008. Penurunan Kadar Cu, Cr, dan Ag dalam limbah cair industri perak di kotagede setelah diadsorpsi dengan tanah liat dari daerah Godean. *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008*. Hal. 99-106.

Inglezakis, V.J., Loizidou, M.D. & Grigoriopoulou, H.P. 2003. Ion exchange of Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} and Cr^{3+} on natural clinoptilolite: Selectivity determination and influence of acidity on metal uptake. *Journal of Colloid and Interface Science*. 261 (1): 49-54.

Mahmood B.M., Abid, Balasim A. & Al-Shuwaiki, Najah M. 2011. Removal of heavy metals using chemicals precipitation. *Eng. & Tech. Journal*. 29 (3): 595-612.

Palar, H. 1994. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Jakarta: Rineka Cipta.

Vogel. 1985. *Analisa anorganik kuantitatif makro dan semi mikro*. London: Longman Scientific & Technical.