

PENURUNAN KADAR TEMBAGA PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI KERAJINAN PERAK DENGAN PRESIPITASI MENGGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA

Ganjar Andaka

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28 Komplek Balapan Yogyakarta 55222

ABSTRACT

In the silver industry, copper is one of the metal that's mixed with silver to produce a mixture of metal that it's harder and stronger than pure silver itself. The silver industry produce jewelry, accessories, and also a lot of liquid waste containing copper metal. Copper is a heavy metals and toxic. So the liquid waste must be processed first to reduce the cooper content.

This research aims to decrease the copper content in the waste liquid by using a presipitation method with sodium hydroxide solution as precipitant. This investigation studies the effect of concentration of sodium hydroxide toward the copper content in the waste liquid and the effect of the precipitation time toward the volume of precipitate. Firstly, reagent (NaOH) with a certain concentration added to the liquid waste that has been known the copper content, and then stirred with a speed of 50 rpm for 15 minutes. After a certain time we obtain a precipitate and a liquid. The liquid is taken and analyzed using spectrophotometer to determine the copper content.

The results of this research show that the presipitation method using a sodium hydroxide solution can reduce copper content in the waste liquid of the silver industry. Optimum results are achieved at the addition of 20 mL NaOH 9% for the sample of 250 mL of liquid waste with the copper reduction rate up to 95.47%, and copper content can be derived from a 14.35 ppm to 0.65 ppm. This copper content almost reaches the level of quality standard liquid waste, which is equal to 0.6 ppm. The effect of precipitation time toward the settling volume shows that the rate of the overall volume of precipitation process is 0.028125 mL/min.

Keywords: Precipitation, Copper, Sodium hydroxide, Liquid waste

INTISARI

Dalam industri kerajinan perak, tembaga adalah salah satu logam yang dicampurkan dengan perak untuk menghasilkan logam campuran yang lebih keras dan lebih kuat dari perak murninya. Hasil dari industri kerajinan perak ini berupa perhiasan, asesoris, dan tentu saja limbah cair yang banyak mengandung logam tembaga. Tembaga termasuk logam berat yang bersifat racun. Agar limbah cair ini tidak berbahaya jika dibuang ke perairan, maka limbah tersebut harus diolah terlebih dahulu.

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar tembaga dalam limbah cair dengan metode presipitasi menggunakan larutan natrium hidroksida. Penelitian ini mempelajari pengaruh konsentrasi natrium hidroksida terhadap penurunan kadar tembaga dalam limbah cair, dan lama waktu pengendapan terhadap volume endapan yang terbentuk. Mula-mula reagen (NaOH) dengan konsentrasi tertentu ditambahkan ke dalam limbah cair yang telah diketahui kadar tembaganya, kemudian diaduk dengan kecepatan 50 rpm selama 15 menit. Setelah itu hasil didiamkan selama waktu tertentu untuk mengendapkan presipitat yang terbentuk. Setelah terjadi endapan kemudian cairan beningnya diambil dan dianalisis kadar tembaganya menggunakan spektrofotometer.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode presipitasi menggunakan larutan NaOH dapat menurunkan kadar tembaga pada limbah cair industri kerajinan perak. Hasil optimum yang dicapai terjadi dengan penambahan 20 mL NaOH 9% untuk sampel limbah cair sebanyak 250 mL dengan penurunan kadar tembaga hingga 95,47%, dan kadar tembaga bisa diturunkan dari 14,35 ppm menjadi 0,65 ppm. Kadar ini hampir mencapai baku mutu limbah cair, yakni sebesar 0,6 ppm. Dari pengaruh waktu pengendapan terhadap volume endapan didapatkan bahwa laju volume pengendapan keseluruhan dari proses ini sebesar 0,028125 mL/menit.

Kata kunci: Presipitasi, Tembaga, Natrium Hidroksida, Limbah Cair

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Masalah limbah menjadi perhatian yang sangat serius dari masyarakat dan pemerintah Indonesia, terutama sejak dekade terakhir ini. Terkadang ada industri atau perusahaan yang bersifat acuh tak acuh terhadap masalah limbah, yang dipikirkan hanyalah kualitas dan banyaknya produksi yang dapat dihasilkan tanpa memikirkan dampak yang akan berpengaruh terhadap lingkungan sekitar. Apabila pemerintah Indonesia dan masyarakat tidak serius dalam melakukan penanganan terhadap limbah, baik itu limbah padat, limbah cair maupun limbah gas, maka akan berdampak buruk bagi lingkungan sekitar.

Semakin pesatnya perkembangan industri yang merupakan tulang punggung peningkatan perekonomian Indonesia menyebabkan pencemaran lingkungan. Semakin pesat perkembangan teknologi maka semakin besar pula dampak yang ditimbulkan. Dengan melihat perkembangan industri yang semakin pesat memicu penggunaan bahan yang menimbulkan bahan beracun dan berbahaya, maka kita harus mengurangi kadar limbah agar pencemaran limbah dapat berkurang.

Dalam penelitian ini, kami menitikberatkan pada limbah cair. Limbah cair ini merupakan hasil buangan dari industri pengolahan perak di Kotagede yang mengandung logam berat, diantaranya unsur cuprum (Cu^{2+}) atau yang lebih dikenal dengan nama tembaga. Limbah ini jika langsung dibuang ke saluran peresapan, riol, tanah atau ke lingkungan sekitar akan berpotensi mencemari air dan sungai. Adapun limbah Cu^{2+} muncul dari pencelupan dengan menggunakan HCl yang bersifat asam dan berfungsi untuk melarutkan kotoran-kotoran yang menempel pada perak setelah proses penempaan agar didapatkan perak dengan warna yang cemerlang. CuCl_2 yang terlarut pada proses ini akhirnya lolos ke perairan dan menimbulkan pencemaran..

Sebagian besar limbah domestik mengandung logam berat, bersifat racun, tahan lama, dan dapat memasuki tubuh atau organ serta tinggal menetap didalam tubuh dalam jangka waktu yang lama. Hal ini menunjukkan betapa bahayanya limbah domestik, apalagi limbah industri tersebut mengandung unsur-unsur logam berat seperti cuprum, hydrargyrum, plumbum, arsen, cadmium, chrom, dan nikel yang akan memberikan dampak tidak baik bagi lingkungan dan manusia dan dapat mengakibatkan kematian. Dalam penelitian ini, kami berusaha untuk menurunkan kadar Cu^{2+}

yang ada pada air buangan industri pengolahan perak dengan presipitasi menggunakan larutan NaOH. Diharapkan dari penelitian ini nantinya dapat menghasilkan air buangan sesuai dengan standar baku mutu, sehingga dapat mengurangi kadar limbah pada air buangan tersebut, serta dapat memberikan pengertian tentang betapa pentingnya kita menjaga kesehatan lingkungan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas maka dapat ditentukan perumusan masalah yaitu: berapa besar pengaruh variasi konsentrasi NaOH dalam penurunan kadar Cu^{2+} , dan berapa besar pengaruh waktu untuk mengendapkan endapan yang terbentuk.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar Cu^{2+} dengan presipitasi menggunakan NaOH. Selain itu juga untuk mengetahui konsentrasi NaOH yang efektif dalam penurunan kadar Cu^{2+} serta untuk mengetahui waktu pengendapan yang efektif.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang terkait dalam penanganan limbah sebagai salah satu alternatif metode pengolahan limbah cair terutama untuk menurunkan kadar logam berat yaitu Cu^{2+} . Selain itu untuk memberikan informasi bagi penelitian selanjutnya mengenai penurunan limbah cair Cu^{2+} menggunakan larutan NaOH.

Tinjauan Pustaka

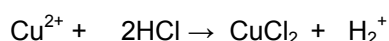
Pengertian pencemaran lingkungan menurut UU lingkungan hidup nomor 23 tahun 1997 adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh berbagai macam sumber seperti pencemaran oleh makhluk hidup, pencemaran oleh energi, pencemaran oleh komponen kimia, dan pencemaran oleh zat atau unsur kimia yang terlarut dalam air atau cairan dalam bentuk ion-ion terutama ion logam.

Pencemaran juga dapat diklasifikasikan menjadi 4 (empat) macam, yaitu pencemaran lingkungan oleh kegiatan rumah tangga dan

perorangan, pencemaran lingkungan oleh kegiatan pertanian, pencemaran lingkungan oleh kegiatan industri, dan pencemaran lingkungan oleh kegiatan transportasi.

Limbah cair yang dihasilkan oleh industri kerajinan perak bersifat asam (pH antara 1 sampai dengan 2) dan mengandung kadar Cu^{2+} yang tinggi. Hal ini disebabkan karena kerajinan perak yang dihasilkan adalah hasil campuran perak dengan tembaga. Pada saat pencucian dengan larutan HCl, sisa-sisa logam tembaga larut dalam larutan HCl dalam bentuk CuCl_2 , dan hasil pencucian ini langsung dibuang ke perairan. Reaksi proses pencucian dengan HCl adalah sebagai berikut:



Tembaga (Cu)

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 . Senyawa-senyawa yang dibentuk oleh logam tembaga mempunyai bilangan valensi yang dibawanya. 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 (Vogel, 1985).

Logam tembaga dan beberapa bentuk persenyawaannya seperti CuO , CuCO_3 , 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 (Palar, 1994). Tembaga banyak digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, sebagai *alloy* dengan perak (Ag), kadmium (Cd), timah putih dan seng (Zn) (Dharmono, 1995).

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 feces (Palar, 1994). Pada manusia dalam dosis tinggi dapat menyebabkan gejala ginjal, hati, muntaber, pusing, lemah, anemia, kram, kovulsi, *shock*, koma, dan dapat menyebabkan penderita meninggal. Dalam dosis rendah dapat menimbulkan rasa kesat, warna, dan korosi pada pipa, sambungan dan peralatan dapur (Palar, 1994).

Presipitasi

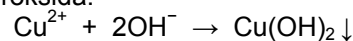
Metode presipitasi (pengendapan) merupakan salah satu metode pengolahan limbah yang banyak digunakan untuk memisahkan logam berat dari limbah cair. Dalam metode presipitasi kimia dilakukan penambahan sejumlah zat kimia tertentu untuk mengubah senyawa yang mudah larut ke bentuk padatan yang tak larut.

Presipitasi kimiawi dapat dipakai untuk mengolah limbah encer yang mengandung bahan beracun, yang dapat diubah menjadi bentuk tak larut, misalnya limbah yang mengandung arsen, kadmium, chrom, cuprum, plumbum, hidrargyrum, nikel, argentum, dan zink.

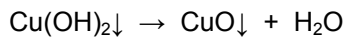
Pada pengolahan air limbah yang mengandung ion logam seperti Cu^{2+} perlu dilakukan suatu reaksi pengendapan (presipitasi) dengan suatu reagen kimia dengan didasarkan atas apakah suatu kation Cu^{2+} yang bereaksi dengan beberapa reagensia yang ada akan membentuk endapan atau tidak. Menurut Vogel (1985), pengendapan (presipitasi) adalah suatu proses pemisahan diri suatu fase padat keluar dari larutan. Endapannya mungkin berupa kristal atau koloid dan dapat dikeluarkan dari larutan dengan penyaringan atau pemusingan (*centrifuge*).

Adapun beberapa reaksi-reaksi ion Cu^{2+} yaitu sebagai berikut (Vogel, 1985):

1. Natrium hidroksida dalam larutan dingin akan terbentuk endapan biru tembaga (II) hidroksida:

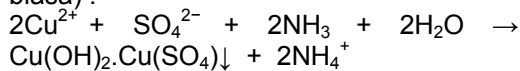


Endapan tak larut dalam reagensia berlebihan. Bila dipanaskan, endapan diubah menjadi tembaga (II) oksida hitam oleh dehidrasi.

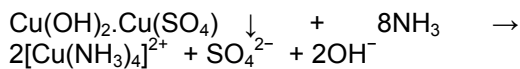


Dengan adanya asam tartrat/asam sitrat dalam larutan, tembaga (II) hidroksida tak diendapkan oleh larutan basa alkali, tetapi larutan jadi berwarna biru. Larutan garam tembaga (II) yang bersifat basa, yang mengandung asam tartrat, biasa dikenal orang sebagai larutan *Fehling*, ia mengandung ion kompleks $[\text{Cu}(\text{COO}\cdot\text{CHO})]^{2-}$

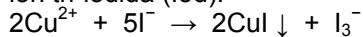
2. Larutan amonia bila ditambahkan dalam jumlah yang sangat sedikit timbul endapan biru suatu garam basa (tembaga sulfat biasa):



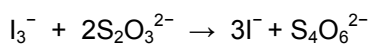
yang larut dalam reagensia berlebihan sehingga terjadi warna biru tua yang disebabkan oleh terbentuknya ion kompleks tetrae-monikuprat (II)



3. Kalium iodida: mengendapkan tembaga (II) iodida yang putih, tetapi larutannya berwarna coklat tua karena terbentuk ion-ion tri-iodida (Iod):

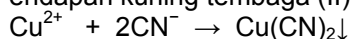


dengan menambahkan natrium tiosulfat berlebihan kepada larutan, ion triiodida direduksi menjadi ion iodida yang tak berwarna, dan warna putih dari endapan menjadi terlihat. Reduksi dengan tiosulfat menghasilkan ion tetratioat:



Reaksi ini dipakai dalam analisis kualitatif untuk penentuan tembaga secara iodometri.

4. Kalium sianida (racun): bila ditambahkan dengan sedikit sekali, mula-mula terbentuk endapan kuning tembaga (II) sianida:



Endapan dengan cepat terurai menjadi tembaga (I) sianida putih dan sianogen (gas yang sangat beracun):



Tiap-tiap logam memiliki karakteristik pH optimum presipitasi tersendiri, yaitu pH pada saat logam tersebut memiliki kelarutan minimum. Pengendapan dengan presipitasi kimia di sini merupakan proses pemisahan partikel padat dari suspensi secara gravitasi atas dasar konsentrasi dan kecenderungan partikel berinteraksi. Menurut Vogel (1985) beberapa faktor yang mendukung terhadap

penurunan kadar tembaga (Cu^{2+}) limbah cair industri perak antara lain:

- Waktu atau lama kontak
Semakin lama kontak antara limbah cair dan reagen maka ion-ion tembaga (Cu^{2+}) akan semakin banyak yang mengendap sehingga kadar tembaga (Cu^{2+}) dalam limbah cair berkurang.
- Derajat keasaman (pH)
Derajat keasaman (pH) atau konsentrasi ion hidrogen limbah cair industri perak menurut peneliti terdahulu sebelum melakukan sebesar 2.0. Nilai ini menunjukkan pH yang bersifat asam. Pada pH yang asam/rendah proses pembentukan koloid tidak dapat berlangsung dengan baik, bersifat korosif, dan menimbulkan gangguan pada proses pengolahan. Dengan adanya presipitasi NaOH dan kapur tawas yang sekaligus dapat mengkondisikan pH menjadi naik sehingga pengendapan dapat berjalan dengan optimal.
- Tempat pengendapan
Tempat pengendapan yang mempunyai dasar berbentuk segitiga dapat mempercepat proses terjadinya pengendapan. Hal ini karena dipengaruhi oleh adanya gaya gravitasi.

Apabila suatu presipitan kimia ditambahkan ke dalam limbah cair encer yang mengandung logam dan dilakukan pengadukan dalam suatu tangki reaksi berpengaduk, maka logam terlarut tersebut diubah menjadi suatu bentuk tak larut dengan reaksi kimia antar senyawa logam terlarut dan presipitan. Hasil padatan tersuspensi dipisahkan dengan pengendapan di dalam wadah pengendapan.

Flokulasi dengan atau tanpa koagulan kimia atau bahan pembantu pengendapan, mungkin digunakan untuk menaikkan pemisahan padatan tersuspensi. Dari reaksi pengendapan yang ada, bila ternyata ion Cu^{2+} masih sulit diendapkan dan waktu pengendapannya lama, maka perlu dilanjutkan dengan koagulasi kapur tawas sebagai pengolahan lanjutan. Hal ini bertujuan untuk mempermudah proses penurunan kadar Cu^{2+} , dimana pengolahan secara kimia melalui proses flokulasi dan koagulasi dengan cara menambah bahan koagulan atau penyerapan dapat terjadi endapan logam Cu^{2+} (Purwanti, 1994).

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proses Industri Kimia IST

AKPRIND Yogyakarta. Sedangkan analisa sampel Cu^{2+} dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan IST AKPRIND Yogyakarta.

Obyek penelitian ini adalah air limbah industri perak Kotagede yang belum mengalami pengolahan.

Dari berbagai macam variabel yang bisa digunakan dalam penelitian ini, kami menitikberatkan pada beberapa variabel saja, yaitu variabel bebas meliputi variabel konsentrasi dengan memvariasi konsentrasi NaOH dari 3% sampai dengan 15%, dan variabel waktu pengendapan dengan memvariasi waktu (lama) pengendapan dari 20 menit sampai dengan 100 menit. Sedangkan variabel terikat dalam penelitian ini adalah kandungan Cu^{2+} dalam limbah cair industri perak dan jumlah volume endapan.

Untuk pengumpulan data, data primer diperoleh dari hasil penelitian penurunan kadar Cu^{2+} pada limbah cair industri perak di Kotagede dengan cara presipitasi menggunakan NaOH. Sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur-literatur di perpustakaan seperti buku-buku pustaka maupun data dari instansi terkait. Data ini digunakan sebagai alat pendukung.

Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel limbah cair industri kerajinan perak dan larutan NaOH. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meliputi spektrofotometer, pengaduk mekanik, motor penggerak, beker gelas 400 mL, gelas ukur 500 mL, gayung, jirigen, ember plastik, botol sampel, kertas label, pH stick, timbangan analitik, pipet volum, stop watch, dan corong gelas.

Prosedur Penelitian

Sebelum dilakukan uji pendahuluan, sampel yang berupa limbah cair industri kerajinan perak dimasukkan dalam botol sampel, diberi label, kemudian dikirim ke Laboratorium Teknik Lingkungan untuk dianalisis kandungan tembaga (Cu^{2+}) dengan spektrofotometer. Kemudian dilakukan uji pendahuluan untuk mengetahui terbentuknya endapan, dan jumlah volume endapan dengan cara menambahkan larutan NaOH 9% dengan volum tertentu ke dalam sampel limbah cair. Hasil optimum yang diperoleh dari uji pendahuluan ini digunakan pada pelaksanaan penelitian.

Pada tahap penelitian, uji presipitasi dengan variasi konsentrasi NaOH digunakan konsentrasi NaOH sebesar 3%, 6%, 9%, 12%,

dan 15%. Sampel limbah cair diambil sebanyak 250 mL, kemudian dimasukkan ke dalam beker gelas 400 mL dan ditambahkan sebanyak 20 mL larutan NaOH dengan variasi konsentrasi, kemudian diaduk dengan kecepatan 50 rpm selama 15 menit, dan diukur pHnya. Campuran didiamkan selama 60 menit sehingga terjadi endapan. Setelah terjadi 2 lapisan, kemudian beningannya diambil untuk dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer untuk menentukan kadar Cu^{2+} dalam larutan.

Untuk uji presipitasi dengan variabel waktu pengendapan digunakan variasi waktu pengendapan 20, 40, 60, 80, dan 100 menit. Konsentrasi optimum dari penelitian pada variabel konsentrasi NaOH digunakan sebagai dasar pada penelitian dengan variabel waktu pengendapan. Sampel limbah cair sebanyak 250 mL dimasukkan ke dalam gelas beker 400 mL. Larutan NaOH diambil sesuai jumlah optimum yang diperoleh pada uji pendahuluan, kemudian ditambahkan ke dalam gelas beker dan diaduk dengan kecepatan 50 rpm selama 15 menit, kemudian diukur pHnya. Kemudian didiamkan selama variasi waktu yang telah ditentukan sehingga terbentuk endapan, kemudian diukur volume endapan yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal penelitian, sampel limbah cair industri kerajinan perak Kotagede dilakukan analisis kandungan tembaga menggunakan spektrofotometer di Laboratorium Teknik Lingkungan Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan tembaga (Cu^{2+}) dari limbah cair industri kerajinan perak Kotagede sebesar 14,35 ppm dan pH limbah cair sebesar 2.

Menurut baku mutu limbah cair, ambang batas kadar Cu^{2+} pada limbah cair sebesar 0.6 ppm, sehingga limbah cair tersebut terlihat telah melebihi ambang batas. Oleh karena itu diperlukan pengolahan sebelum limbah dibuang ke perairan. Limbah ini juga memiliki pH rendah (bersifat asam) karena pada pengolahannya menggunakan HCl untuk menghasilkan perak yang bersih dan cemerlang.

Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap penurunan kadar tembaga

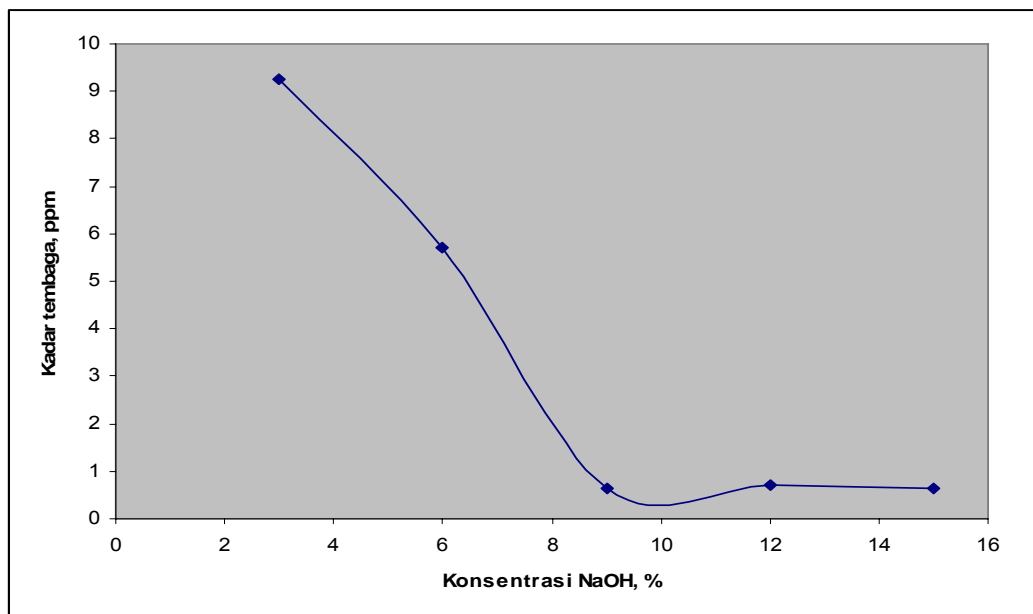
Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap penurunan kadar Cu^{2+} dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1. Variabel tetap yang digunakan adalah volume NaOH 20 mL yang diperoleh dari uji pendahuluan, waktu

pengendapan 60 menit diperoleh dari hasil penelitian terdahulu, dan kecepatan

pengadukan 50 rpm selama 15 menit yang diperoleh dari referensi.

Tabel 1. Penurunan kadar Cu^{2+} dengan presipitasi NaOH dengan volume 20 mL

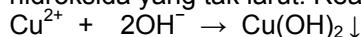
Konsentrasi NaOH, %	Kadar Cu^{2+} (ppm)	Prosentase Penurunan (%)	pH
3	9,25	35,54	2
6	5,70	60,28	13
9	0,65	95,47	14
12	0,7	85,02	14
15	0,65	81,88	14



Grafik 1. Hubungan antara konsentrasi NaOH dan kadar Cu^{2+}

Berbagai konsentrasi NaOH dari 3% sampai 15% sebanyak 20 mL yang ditambahkan dalam 250 mL limbah cair industri kerajinan perak memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar Cu^{2+} pada beningannya. Penurunan kadar Cu^{2+} limbah cair industri perak menunjukkan kecenderungan yang semakin besar dengan bertambahnya konsentrasi NaOH yang ditambahkan pada limbah cair awal. Pada penambahan NaOH dengan konsentrasi 3%, 6%, dan 9% menunjukkan adanya penurunan yang semakin besar, namun pada penambahan NaOH dengan konsentrasi 12% dan 15% kadar Cu^{2+} kembali naik. Hal ini kemungkinan disebabkan karena konsentrasi Cu^{2+} dalam limbah dan konsentrasi NaOH telah jenuh pada kisaran konsentrasi tersebut, sehingga tidak dapat lagi mempengaruhi jumlah Cu^{2+} yang terendapkan, dengan demikian kadar Cu^{2+} pada beningannya menjadi fluktuatif.

Dari data hasil penelitian pada variabel ini menunjukkan bahwa kadar Cu^{2+} limbah cair industri perak dapat diturunkan melalui presipitasi dengan NaOH. Adanya penurunan kadar Cu^{2+} ini disebabkan adanya NaOH yang mengubah keadaan kimia dan fisika partikel Cu^{2+} sehingga memungkinkan untuk dipisahkan dari limbah cair dengan cara pengendapan. Presipitasi ini meliputi penggunaan NaOH sebagai presipitan untuk menghilangkan logam Cu^{2+} sebagai logam hidroksida yang tak larut. Reaksi:



Proses pengendapan Cu^{2+} dengan menggunakan NaOH menghasilkan endapan yang berwarna biru, yaitu endapan tembaga (II) hidroksida (Vogel, 1985). Pada proses pengendapan terjadi pembentukan koloid yang mengikat Cu^{2+} dan akan mengendap menjadi $\text{Cu}(\text{OH})_2$ karena adanya gaya gravitasi.

Dari grafik dan tabel di atas dapat dilihat bahwa hasil yang optimum untuk menurunkan kadar Cu^{2+} limbah cair industri

perak, terjadi pada penambahan NaOH konsentrasi 9% yang menghasilkan beningan dengan kadar Cu^{2+} sebesar 0.65 ppm atau menurunkan kadar Cu^{2+} sebesar 95,47%. Dalam hal ini konsentrasi optimum ditunjukkan oleh jumlah bahan presipitan yang ditambahkan dalam limbah cair yang dalam percobaan kadar Cu^{2+} yang paling rendah. Meskipun hasil penurunan kadar Cu^{2+} dengan konsentrasi yang optimum (9%) masih belum mencapai baku mutu limbah cair industri yang dipersyaratkan, yakni 0,6 ppm, namun metode ini sudah cukup baik karena dapat menurunkan kadar Cu^{2+} hingga 95,47%.

Kadar atau konsentrasi zat terlarut dalam limbah cair tersebut mempengaruhi konsentrasi NaOH yang digunakan. Bila semakin tinggi konsentrasi zat terlarut (logam Cu) dalam limbah cair, maka semakin tinggi

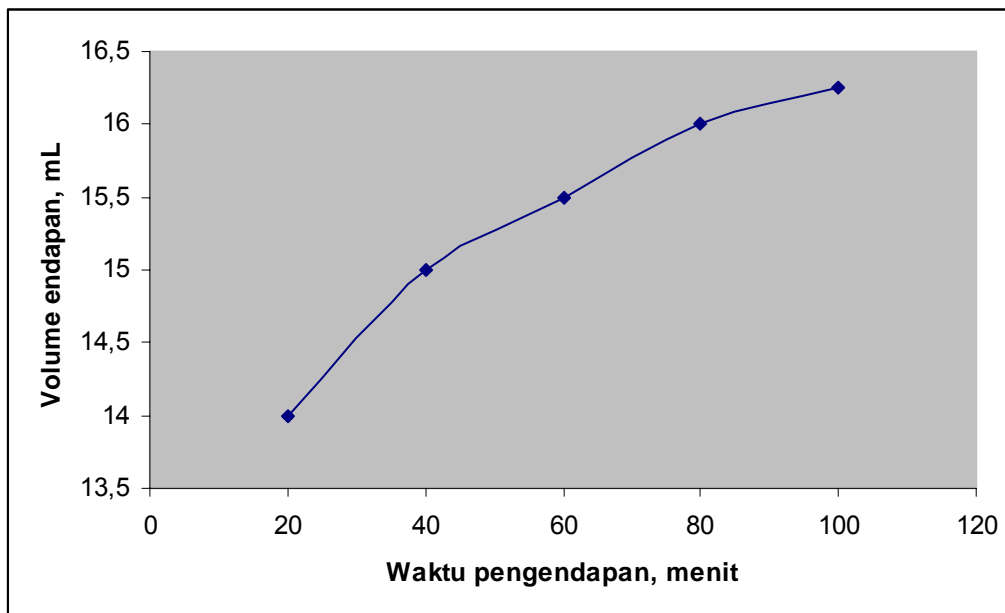
konsentrasi NaOH yang ditambahkan. Hal tersebut disebabkan semakin tinggi konsentrasi zat terlarut (logam Cu) dalam limbah cair, maka semakin banyak zat presipitan yang diperlukan untuk membentuk flok yang dapat mengendap.

Pengaruh waktu pengendapan terhadap volume endapan

Pengaruh waktu pengendapan terhadap volume endapan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 2. Variabel tetap yang digunakan adalah konsentrasi NaOH 9% yang diperoleh dari hasil optimum pada penelitian dengan variabel konsentrasi NaOH, volume NaOH 20 mL yang diperoleh dari uji pendahuluan, kecepatan pengadukan 50 rpm yang diperoleh dari referensi.

Tabel 2. Waktu pengendapan dengan presipitasi 20 mL NaOH 9%

Waktu Pengendapan (menit)	Volume Endapan (mL)
20	14
40	15
60	15.5
80	16
100	16.25



Gambar 2. Hubungan waktu pengendapan dan volume endapan

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa variasi waktu pengendapan yang dilakukannya memberikan pengaruh terhadap volume endapan yang terbentuk. Pada gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pengendapan maka volume endapan yang terbentuk semakin banyak. Namun bila dilihat dari laju pengendapan (satuan volume/satuan

waktu) maka laju pengendapan pada tahap awal (20 menit sampai dengan 40 menit) mengalami laju pengendapan sebesar 0,05 mL/menit, kemudian pada tahap berikutnya (40 menit sampai dengan 80 menit) mempunyai laju yang konstan, yakni 0,025 mL/menit, sedangkan pada tahap akhir (100 menit ke atas) mengalami penurunan yang konstan

(0,0125 mL/menit). Sedangkan bila dilihat secara keseluruhan (20 menit sampai dengan 100 menit) maka laju pengendapan sebesar 0,028125 mL/menit. Hal ini menunjukkan bahwa laju pengendapan setelah waktu pengendapan 40 menit akan mengalami penurunan secara konstan dengan bertambahnya waktu pengendapan dan diperkirakan untuk waktu di atas 120 menit laju volume pengendapan tidak mengalami perubahan yang signifikan atau terhenti sama sekali.

KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan:

1. Kadar Cu^{2+} pada limbah cair industri perak dapat diturunkan dengan metode presipitasi menggunakan larutan NaOH.
2. Penurunan kadar Cu^{2+} limbah cair industri kerajinan perak yang optimum terjadi pada penambahan 20 mL NaOH 9% diperoleh kadar Cu^{2+} mencapai 0.65 ppm dengan prosentasi penurunan sebesar 95,47%.
3. Penurunan kadar Cu^{2+} dengan presipitasi menggunakan larutan NaOH cukup baik karena metode ini mampu menurunkan kadar Cu^{2+} menjadi 0,65 ppm. Kadar ini mendekati baku mutu yang diizinkan yaitu 0,6 ppm.
4. Semakin lama waktu pengendapan maka volume endapan yang terbentuk semakin banyak. Laju pengendapan secara keseluruhan diperoleh sebesar 0,028125 mL/menit.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada limbah cair lain yang mengandung logam berat lainnya.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari reagen-reagen yang dapat digunakan pada proses presipitasi untuk menurunkan kadar Cu^{2+} pada limbah cair industri perak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997, *Konsep Metode Standar Pemeriksaan Fisik Kimia dan Radioaktif Air*, BTKL, Yogyakarta.
- Chatib, B., 1998, *Pengolahan Air Limbah*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Dharmono, 1995, *Logam dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Fandeli, C., 1994, *Dampak Limbah Cair terhadap Matra Darat*, PPLH, Jakarta.
- Laksmi, B. S. J. dan Rahayu, W. P., 1993, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Purwanti, S., 1994, *Cara Penanggulangan Limbah Cair (Cara Fisika & Kimia)*.
- Sudaryanti, 1993, *Flokulasi dan Koagulasi*, Puslitbang Kimia Terapan, Yogyakarta.
- Tjokrokusumo, 1998, *Kegiatan Engineering Lingkungan*, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan "YLH," Yogyakarta.
- Vogel, G., 1985, *Analisa Anorganik Kuantitatif Makro dan Semi Mikro*. Longman Scientific & Technical, Vol. 1, London.