

# Penurunan Konsentrasi Cr(VI) Dalam Air Dengan Koagulan FeSO<sub>4</sub>

POEDJI LOEKITOWATI HARIANI, NURLISA HIDAYATI, DAN MELLY OKTARIA

Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

**INTISARI:** Telah dilakukan penelitian untuk menurunkan kadar kromium dalam air dengan menggunakan koagulan FeSO<sub>4</sub>. Parameter yang diteliti adalah pH, konsentrasi koagulan dan waktu kontak optimum. Pengukuran kadar ion kromium pada semua perlakuan ditentukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum koagulasi pada pH 8 dengan konsentrasi koagulan FeSO<sub>4</sub> 140 mg/L dan waktu kontak 60 menit dapat menurunkan konsentrasi ion kromium 100 % dari konsentrasi ion kromium awal 20 mg/L.

**KATA KUNCI:** Ferro sulfat, koagulan, ion kromium

**ABSTRACT:** A research has been done to reduce chromium value in water by using ferrosulphate coagulant. The parameters which are researched are at pH, concentration of coagulant and optimum contact time. Chromium ion value measurement on whole interaction have been done made Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The result shown that the optimum condition in pH 8 with concentration of ferrosulphate 140 mg/L and contact time 60 minutes can reduce chromium ion value up to 100% from the beginning of chromium ion 20 mg/L.

**KEYWORDS:** Ferrosulphate, coagulant, ion chromium

Mei 2009

## 1 PENDAHULUAN

**K**romium merupakan logam transisi yang penting, senyawanya berupa senyawa kompleks yang memiliki berbagai warna yang menarik, berkilau, titik lebur pada suhu yang tinggi serta tahan terhadap perubahan cuaca<sup>[1]</sup>. Selain itu pelapisan logam dengan kromium menghasilkan paduan logam yang indah, keras, dan melindungi logam lain dari korosi. Sifat-sifat kromium inilah yang menyebabkan logam ini banyak digunakan dalam industri *electroplating*, penyamakan kulit, cat tekstil, fotografi, pigmen (zat warna), besi baja, dan industri kimia.

Dilain pihak logam kromium ini juga dapat menimbulkan kerugian bagi lingkungan tanah, udara, dan terutama lingkungan air yang sangat vital bagi kehidupan manusia apabila tidak dikendalikan dengan baik<sup>[2]</sup>. Air yang mengandung ion krom (III) akan menimbulkan masalah karena ion logam ini dapat berubah menjadi ion krom yang bervalensi enam (heksavalen) yang bersifat toksik (racun), karena jika terakumulasi dalam tubuh dapat menyebabkan kanker dan perubahan genetik. Hal ini dapat terjadi karena krom dapat merusak sel-sel di dalam tubuh<sup>[3]</sup>.

Senyawa krom pada sumber-sumber air alam ataupun air limbah industri dapat berada dalam bentuk krom (III) dan krom (VI) yang mempunyai sifat berbeda. Krom (III) esensial bagi mamalia untuk metabolisme gula, protein, dan lemak. Senyawanya

lebih stabil di air serta sifat racunnya tidak terlalu besar. Berbeda dengan krom (VI) karena bersifat sangat oksidatif. Batas maksimum krom(VI) yang diperbolehkan dalam air sehat 0,05 mg/L sedangkan dalam air limbah 0,1 mg/L<sup>[4]</sup>.

Berbagai macam usaha yang telah dilakukan untuk mengurangi konsentrasi logam krom di lingkungan salah satunya dengan proses koagulasi. Pada prinsipnya koagulasi adalah menggumpalkan partikel-partikel koloid dan zat-zat organik yang tersuspensi. Tahapan proses ini yaitu destabilisasi sistem koloid, pembentukan mikrofluk dan aglomerasi. Partikel koloid biasanya bermuatan akibat terjadinya lapisan rangkap pada antar muka<sup>[5]</sup>. Kefektifan proses koagulasi dipengaruhi oleh jenis koagulan, konsentrasi, pH larutan dan kekuatan ion dari koagulan. Koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan limbah dapat berupa koagulan alami atau koagulan sintesis (bahan kimia). Djakfar<sup>[6]</sup> menggunakan poli elektrolit dari pati ubi jalar sebagai koagulan dalam penjernihan air. Bahan kimia lain yang digunakan sebagai koagulan misalnya tawas, feri klorida, zeolit dan lain-lain. Cara-cara ini diharapkan dapat mengurangi konsentrasi kromium di lingkungan tetapi tidak dapat mereduksi krom heksavalen menjadi krom trivalen.

Pada penelitian ini dipelajari penggunaan metode koagulasi dengan koagulan FeSO<sub>4</sub> untuk menurunkan konsentrasi kromium di dalam air sekaligus mere-

duksi ion kromium heksavalen menjadi ion kromium trivalen.  $\text{FeSO}_4$  disebut juga fero sulfat atau *copper ash* merupakan senyawa kimia yang berbentuk kristal dengan warna putih kehijauan yang sangat mudah larut dalam air dan bersifat asam. Jadi dalam proses ini ferrosulfat selain berfungsi sebagai koagulan juga bertindak sebagai pereduksi, yang selanjutnya pada pH tertentu ion krom akan terendapkan atau mengendap sebagai hidroksidanya. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Senyawa krom sebagai oksida (+6) merupakan padatan yang berwarna merah, sedangkan garam kaliumnya bila berbentuk dikromat berwarna oranye dan berwarna kuning dalam bentuk kromat.

Parameter yang diteliti meliputi pH, konsentrasi  $\text{FeSO}_4$ , dan waktu kontak yang dapat mempengaruhi proses koagulasi. Pengukuran konsentrasi kromium di dalam larutan dilakukan secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merk Perkin Elmer 2380. *jar test Richmond*, sentrifus, pH meter merk corning, neraca analitik dan peralatan gelas.

Bahan yang digunakan meliputi kalium dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), ferro sulfat ( $\text{FeSO}_4$ ), ammonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 0,5 M, buffer pH 4, pH 7 dan pH 9, NaOH 0,1 M, asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,1 M dan akuades.

### 2.2 Penentuan pH Optimum Koagulasi

Ke dalam 6 buah gelas piala 500 mL dimasukkan masing-masing 50 ml larutan ion kromium(VI) 100 mg/L. Ke dalam masing-masing gelas piala tersebut ditambahkan 25 mL larutan  $\text{FeSO}_4$  1000 mg/L. Campuran tersebut diencerkan sampai 250 mg/L sehingga konsentrasi ion kromium 20 mg/L dan konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  100 mg/L. pH larutan diatur dengan penambahan NaOH 0,1N atau  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 N sampai pH tertentu (pH 4-9).

Keenam gelas piala diletakkan dalam alat jar tes, kemudian diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 2 menit dan dilanjutkan dengan kecepatan 40 rpm selama 20 menit. Selanjutnya dibiarkan sampai beberapa saat ( $\pm 5$  menit) sampai terjadinya pemisahan dan terbentuk endapan. Bagian larutan yang jernih diambil kemudian disentrifuse. Ke dalam labu takar 50 mL dimasukkan 0,5 mL amonium klorida 0,5 M dan larutan yang telah disentrifuse kemudian ditentukan kadar kromiumnya. Dibuat grafik hubungan pH terhadap

persen penurunan kadar kromium. pH optimum yang diperoleh digunakan untuk penentuan tahap berikutnya.

### 2.3 Penentuan Konsentrasi Optimum Koagulan

Ke dalam 6 gelas piala 250 mL dimasukkan masing-masing 50 mL larutan ion kromium (VI) 100 mg/L, masing-masing ditambahkan 15, 20, 25, 30, 35 dan 40 mL larutan  $\text{FeSO}_4$  1000 mg/L. Campuran kemudian diencerkan sampai 250 mL sehingga diperoleh konsentrasi ion kromium 20 mg/L dan  $\text{FeSO}_4$  masing-masing 60, 80, 100, 120, 140 dan 160 mg/L. pH larutan diatur dengan penambahan NaOH atau  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sampai pH optimum.

Masing-masing gelas piala diletakkan pada alat jar tes, kemudian diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 2 menit dan dilanjutkan dengan kecepatan 40 rpm selama 20 menit. Selanjutnya dibiarkan sampai beberapa saat (5 menit) sampai terjadinya pemisahan dan terbentuk endapan. Bagian larutan yang jernih diambil kemudian disentrifuse. Ke dalam labu takar 50 mL dimasukkan 0,5 mL amonium klorida 0,5 M dan larutan yang telah disentrifuse kemudian ditentukan kadar kromiumnya. Dibuat grafik hubungan konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  terhadap persen penurunan konsentrasi kromium. Konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  optimum yang diperoleh digunakan untuk penentuan tahap berikutnya.

### 2.4 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Ke dalam 6 gelas piala 250 mL dimasukkan masing-masing 50 mL larutan ion kromium (VI) 100 mg/L, masing-masing ditambahkan 35 mL larutan  $\text{FeSO}_4$  1000 mg/L (konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  optimum). Campuran kemudian diencerkan sampai 250 mL sehingga diperoleh konsentrasi ion kromium 20 mg/L dan  $\text{FeSO}_4$  140 mg/L. pH larutan diatur dengan penambahan NaOH atau  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sampai pH optimum.

Masing-masing gelas piala diletakkan pada alat jar tes, kemudian diaduk dengan kecepatan 40 rpm, masing-masing selama 15, 30, 45, 60 dan 90 menit. Selanjutnya dibiarkan sampai beberapa saat (5 menit) sampai terjadinya pemisahan dan terbentuk endapan. Bagian larutan yang jernih diambil kemudian disentrifuse. Ke dalam labu takar 50 mL dimasukkan 0,5 mL amonium klorida 0,5 M dan larutan yang telah disentrifuse kemudian ditentukan kadar kromiumnya. Dibuat grafik hubungan waktu kontak terhadap persen penurunan konsentrasi kromium.

## 2.5 Analisis Data

Persen penurunan ion kromium dihitung dari perumusan:

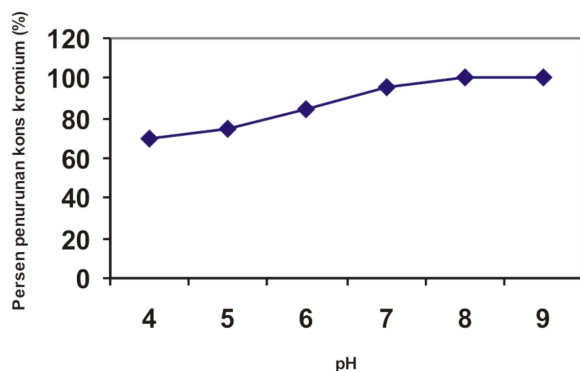
$$\% \text{ penurunan} = \frac{C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}}{C_{\text{awal}}} \times 100\%$$

dengan  $C_{\text{awal}}$  adalah konsentrasi ion kromium mula-mula, sedangkan  $C_{\text{akhir}}$  adalah konsentrasi ion kromium setelah penambahan koagulan

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 pH Optimum Koagulasi

pH koagulasi memberikan pengaruh terhadap penyerapan ion kromium. Dari hasil penelitian terhadap larutan standar ion kromium (VI) dengan konsentrasi awal 20 mg/L menggunakan koagulan  $\text{FeSO}_4$  100 mg/L, masing-masing dengan pH bervariasi antara 4 sampai 9 didapatkan penurunan konsentrasi kromium yang tinggi antara 69,40 sampai 100 % seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



GAMBAR 1: Grafik hubungan antara pH dengan persen penurunan konsentrasi ion kromium

Berdasarkan gambar 1. diketahui bahwa pH optimum adalah pH 8 dengan persen penurunan ion kromium 100 %. Bila ditinjau dari nilai konstanta hasil kali kelarutan ( $K_{sp}$ ),  $K_{sp} \text{Cr}(\text{OH})_3$  dan  $K_{sp} \text{Fe}(\text{OH})_3$  yaitu  $6,3 \cdot 10^{-31}$  dan  $10^{-37,9}$ [7], maka dapat dijelaskan bahwa pada pH 4 atau  $[\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ M}$  dan  $[\text{Cr}] = 20 \text{ mg/L}$  atau  $3,8 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ , maka  $[\text{Cr}][\text{OH}]^3 = 3,8 \cdot 10^{-34}$ .

Nilai tersebut belum melampaui nilai  $K_{sp} \text{Cr}(\text{OH})_3$ , tetapi bila ditinjau dari  $K_{sp} \text{Fe}(\text{OH})_3$  pada pH 4, maka  $[\text{OH}] = 10^{-4} \text{ M}$  dan  $[\text{Fe}] = 100 \text{ mg/L}$  atau  $1,78 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ , nilai ini melampaui  $K_{sp} \text{Fe}(\text{OH})_3$ . Dengan demikian penurunan konsentrasi kromium pada pH 4 lebih disebabkan oleh kopresipitasi bersama endapan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

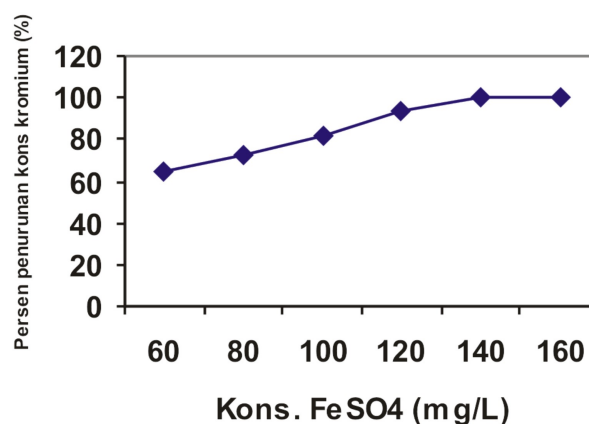
Pada pH 8 hasil kali  $[\text{Cr}][\text{OH}]^3 = 3,8 \cdot 10^{-22}$  sehingga secara teoritis pada pH tersebut akan terjadi endapan sebagai  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ , walaupun tidak menutup ke-

ungkinan peristiwa adsorpsi dan kopresipitasi terjadi bersamaan.

### 3.2 Konsentrasi Koagulan Optimum

Dari hasil penelitian terhadap larutan standar ion kromium (VI) 20 mg/L pada pH 8 dan konsentrasi koagulan  $\text{FeSO}_4$  bervariasi antara 60-160 mg/L, ternyata terjadi penurunan konsentrasi ion kromium antara 65,05 sampai 100 % seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2. dapat diketahui bahwa konsentrasi koagulan  $\text{FeSO}_4$  optimum diperoleh pada 140 mg/L dengan persen penurunan ion kromium 100 %. Pada konsentrasi koagulan di bawah 140 mg/L belum semua ion kromium mengendap, hal ini sesuai dengan penambahan koagulan juga masih sedikit.



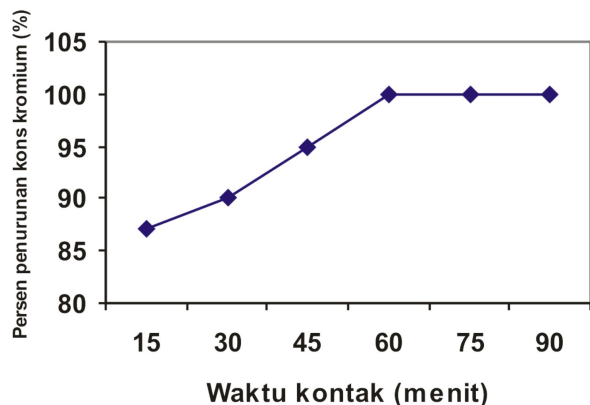
GAMBAR 2: Grafik hubungan antara konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  dengan persen penurunan konsentrasi ion kromium

Pada konsentrasi koagulan 140 mg/L maka penambahan koagulan menyebabkan ion kromium sudah habis bereaksi sehingga penambahan koagulan lebih besar dari 140 mg/L tidak mempengaruhi persen penurunan ion kromium.

### 3.3 Waktu Kontak Optimum

Dari hasil penelitian terhadap larutan standar ion kromium (VI) dengan konsentrasi awal 20 mg/L pada pH 8 dan konsentrasi  $\text{FeSO}_4$  140 mg/L dengan waktu kontak yang bervariasi antara 15 sampai 90 menit, ternyata terjadi penurunan konsentrasi ion kromium antara 87,30 sampai 100% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Waktu kontak optimum diperoleh pada waktu kontak 60 menit dengan persen penurunan ion kromium 100 %. Selanjutnya bertambah lamanya waktu kontak tidak mempengaruhi penurunan konsentrasi ion kromium.



GAMBAR 3: Grafik hubungan antara waktu kontak dengan persen penurunan konsentrasi ion kromium

Pada waktu kontak kurang dari 60 menit tumbukan yang terjadi antara ferro sulfat dan ion kromium belum banyak terjadi sehingga persen penurunan ion kromium kurang dari 100%. Selanjutnya pada waktu kontak di atas 60 menit tidak mempengaruhi persen penurunan ion kromium karena tumbukan yang terjadi antara ferro sulfat dan ion kromium sudah sempurna.

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi optimum penurunan ion kromium(VI) menggunakan koagulan  $\text{FeSO}_4$  pada pH 8, konsentrasi koagulan 140 mg/L dan waktu kontak 60 menit.
2. Pada kondisi optimum tersebut persen penurunan ion kromium adalah 100 % dengan konsentrasi awal ion kromium (VI) 20 mg/L.

### 4.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat diaplikasikan pada limbah yang mengandung ion kromium untuk mengetahui sejauh mana efektifitas koagulan Ferrosulfat dapat digunakan untuk menurunkan ion kromium.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] James, S.R., 1989, *Chromium*, John Wiley and Sons, New York
- [2] Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Mahkluk Hidup*, Universitas Indonesia Press, Jakarta
- [3] Huheey, 1986, *Inorganic Chemistry*, 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley and Sons, New York

[4] Anonim, 1988, *Pedoman Umum Pengawasan Pencemaran Limbah Industri*, Ditjen PPM dan PLK DEPKES RI, Jakarta

[5] Bahri, S. dan Raimon, 1995, Efisiensi Penurunan COD Air Limbah Tekstil dengan Proses Koagulasi dan Flokulasi, *Laporan Penelitian Departemen Perindustrian (BIPA)*, Palembang

[6] Djakfar, A.M., 1990, Polielektrolit dari Pati Ubi Kayu sebagai Bahan Koagulan Pada Penjernihan Air, *Laporan Penelitian Departemen Perindustrian (BIPA)*, Palembang

[7] Day, R.A. and Underwood, 1984, *Theoretical Inorganic Chemistry*, 2nd edition, diterjemah oleh Wisnu Susetyo, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta