



## **PENURUNAN KANDUNGAN NIKEL(II) DALAM PROSES KOAGULASI MENGUNAKAN $\text{FeSO}_4$ DAN LIMBAH BESI PADA LIMBAH ELEKTROPLATING**

**Siti Kholipuk\*), Sri Mantini Rahayu Sedyawati, dan Triastuti Sulistyanyingsih**

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### **Info Artikel**

Sejarah Artikel:  
Diterima Maret 2012  
Disetujui April 2012  
Dipublikasikan Mei 2012

Kata kunci:  
koagulasi  
Ni(II)  
 $\text{FeSO}_4$   
limbah besi

### **Abstrak**

Telah dilakukan penelitian tentang perbedaan penurunan kandungan ion nikel(II) pada proses koagulasi menggunakan  $\text{FeSO}_4$  dengan limbah besi pada limbah elektroplating. Limbah cair nikel dan limbah besi diambil dari salah satu industri rumah tangga pabrik pelapisan logam di Juwana, Pati, Jawa Tengah. Limbah besi berupa serbuk yang berasal dari proses pengamplasan yang sudah tidak terpakai lagi. Parameter yang diteliti adalah pH, massa, dan waktu kontak optimum. Pengukuran kadar ion nikel pada semua perlakuan ditentukan dengan metode spektroskopi serapan atom (SSA). Hasil penelitian diperoleh kondisi optimum pengendapan limbah  $\text{Ni}^{2+}$  dengan penambahan  $\text{FeSO}_4$  0,6 g terjadi pada pH 3, waktu 30 menit dengan penurunan ion nikel(II) sebesar 84,15%, sedangkan kondisi optimum pengendapan limbah  $\text{Ni}^{2+}$  dengan penambahan limbah besi 0,6 g terjadi pada pH 3, waktu 30 menit dengan penurunan ion nikel(II) sebesar 79,84%.

## Pendahuluan

Industri lapis listrik (*electroplating*) merupakan industri yang menggunakan beberapa bahan-bahan kimia. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah larutan logam, sehingga limbah yang dihasilkan berbahaya bagi kesehatan manusia, baik yang terlibat langsung dengan kegiatan, maupun yang ada di sekitar industri. Salah satunya adalah limbah cair nikel. Dalam keadaan logam nikel tidak beracun namun dalam keadaan cairan menyebabkan kanker, korosif dan iritasi (Yudo S dan Nusa IS, 2005).

Logam berat tidak dapat diuraikan atau dimusnahkan. Logam berat dapat masuk ke tubuh makhluk hidup melalui makanan, air minum dan udara. Logam berat berbahaya karena cenderung terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup. Laju akumulasi logam-logam berat di dalam tubuh lebih cepat dari kemampuan tubuh untuk membuangnya. Akibatnya, keberadaannya di dalam tubuh semakin tinggi dan semakin lama memberi dampak merusak (Yudartomo, 2009).

Berbagai macam usaha yang telah dilakukan untuk mengurangi ion nikel (II) 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 mikroflok, dan aglomerasi. Keefektifan proses koagulasi dipengaruhi oleh jenis koagulan, konsentrasi, pH larutan dan kekuatan ion dari larutan. Koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan limbah dapat berupa koagulan alami atau koagulan sintesis. Bahan koagulan kimia yang biasa digunakan sebagai koagulan misalnya tawas, ferrosulfat, feri klorida, zeolit dan lain-lain. Cara ini diharapkan dapat mengurangi ion nikel (II) dalam limbah industri elektroplating (Hariani dkk, 2009).

Untuk menurunkan ion nikel (II) dalam penelitian ini menggunakan koagulan  $\text{FeSO}_4$  dan limbah besi. Limbah besi yang digunakan berbentuk serbuk yang berasal dari proses pengampelasan pada proses industri pelapisan logam. Limbah serbuk besi berfungsi sebagai sumber ion fero,  $\text{Fe}(\text{II})$  yang dapat dimanfaatkan untuk menurunkan ion logam Ni (II). Limbah serbuk besi apabila dicelupkan dalam larutan asam kuat misalnya  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$ , maka limbah besi tersebut akan melepaskan elektron. Asam kuat yang ditambahkan akan berfungsi ganda, yaitu

pelepas elektron dan sebagai pengatur pH. Limbah besi diusahakan tidak terlalu keras teksturnya, sehingga pelepasan  $\text{Fe}(\text{II})$  dapat berlangsung dengan mudah (Sedyawati dan Triastuti, 2009). Pada dasarnya besi dalam air dalam bentuk fero ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dan feri ( $\text{Fe}^{3+}$ ), hal ini bergantung pada pH dan oksigen yang terlarut dalam air. Pada pH netral dan adanya oksigen terlarut yang cukup, maka ion fero yang terlarut dapat terionisasi menjadi feri dan selanjutnya terbentuk endapan ferihidroksida yang sukar larut, berupa hablur (presipitat) yang biasanya berwarna kuning kecoklatan, oleh karena pada kondisi asam dan aerobik bentuk ferolah yang larut dalam air (Joko, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2007) dengan menggunakan koagulan ferisulfat, hasil yang diperoleh untuk menurunkan limbah Cr pada limbah industri penyamakan kulit sebesar 99,88% pada pH optimum 6 dan massa ferisulfat 0,4 gram. Selanjutnya, penelitian Purwiyati (2005) juga menggunakan koagulan ferisulfat untuk menurunkan zat warna tekstil dengan hasil 300 ppm dengan pH optimum 2 dan waktu koagulasi 5 menit. Hariani dkk (2009) telah meneliti tentang penurunan konsentrasi Cr(VI) dalam air menggunakan koagulan  $\text{FeSO}_4$  dengan waktu 60 menit dapat menurunkan ion Cr (VI) 80%. Penelitian Dermatezis dkk (2011) tentang penghilangan Ni, Cu, Zn dan Cr sintetik maupun industri pengolahan air dengan proses elektrokoagulasi dengan waktu optimum 60 menit dapat menurunkan konsentrasi ion nikel sebesar 75 %.

Pengolahan limbah pada logam dengan serbuk besi telah dilakukan oleh Bramandita (2009) tentang pengendapan kromium heksavalen dengan serbuk besi menunjukkan penurunan konsentrasi Cr (IV) sebesar 0,14 ppm pada pH 3 dengan waktu pengendapan 10 menit dan jumlah serbuk besi yang digunakan sebanyak 5 gram. Penelitian yang dilakukan oleh Sedyawati dan Triastuti (2009) menunjukkan, bahwa penurunan konsentrasi Cr (IV) menjadi Cr (III) yang optimum pada pH 2 dengan waktu reduksi 30 menit mencapai 0,0406 ppm atau 99,89%. Berdasarkan hal tersebut peneliti ingin membandingkan penggunaan koagulan  $\text{FeSO}_4$  dan limbah besi untuk mengolah limbah cair industri elektroplating untuk menurunkan kandungan ion nikel (II).

## Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini

adalah alat-alat gelas, neraca analitik, spektrofotometer serapan atom (SSA). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat,  $\text{CaO}$  buatan Merck, limbah serbuk besi dari industri pelapisan logam di Juwana, limbah cair nikel, dan aquademineralisasi.

Karakterisasi awal sampel limbah cair nikel dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 100 ml limbah cair nikel dari industri elektroplating ditentukan konsentrasi nikel dengan menggunakan SSA dan diukur pH serta suhunya.

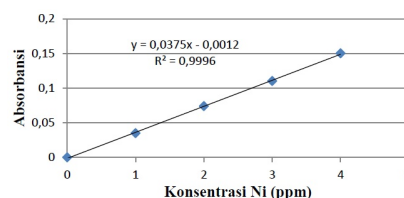
Penentuan pH optimum proses koagulasi menggunakan  $\text{FeSO}_4$  atau limbah besi dilakukan dengan cara memasukkan masing-masing 20 ml limbah cair nikel ke dalam 5 buah elenmeyer 100 mL. pH larutan diatur dengan penambahan  $\text{NaOH}$  0,1 N atau  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 N sampai pH tertentu (pH 1, 2, 3, 4, dan 5). Masing-masing gelas piala tersebut ditambahkan 0,6 gram  $\text{FeSO}_4$  atau limbah besi dan 1 mL  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , kemudian diaduk selama 45 menit. Setelah selesai larutan diputar menggunakan sentrifuge dan filtratnya diukur absorbansinya menggunakan SSA pada panjang gelombang 232 nm.

Penentuan waktu kontak optimum proses koagulasi menggunakan  $\text{FeSO}_4$  atau limbah besi dilakukan dengan cara memasukkan ke dalam 5 elenmeyer 100 mL dimasukkan masing-masing 20 mL limbah cair nikel. pH larutan diatur dengan penambahan  $\text{NaOH}$  atau  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sampai pH optimum. Masing-masing elenmeyer ditambahkan 0,6 gram  $\text{FeSO}_4$  atau limbah besi dan 1 mL  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , kemudian diaduk masing-masing selama 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Setelah selesai larutan diputar menggunakan sentrifuge dan filtratnya diukur absorbansinya menggunakan SSA pada panjang gelombang 232 nm.

Penentuan massa optimum koagulan  $\text{FeSO}_4$  atau limbah besi dilakukan dengan cara memasukkan masing-masing 20 mL limbah cair nikel ke dalam 5 elenmeyer 100 mL. pH larutan diatur dengan penambahan  $\text{NaOH}$  atau  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sampai pH optimum. Masing-masing elenmeyer ditambahkan 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 gram  $\text{FeSO}_4$  atau limbah besi dan 1 mL  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , selanjutnya diaduk dengan waktu optimum. Setelah selesai larutan diputar menggunakan sentrifuge dan filtratnya diukur absorbansinya menggunakan SSA pada panjang gelombang 232 nm.

## Hasil dan Pembahasan

Pembuatan kurva kalibrasi larutan standar dimaksudkan untuk mencari hubungan antara adsorbansi dengan konsentrasi larutan standar Nikel. Kurva kalibrasi dibuat dari pengukuran adsorbansi masing-masing seri larutan  $\text{Ni}^{2+}$  mulai dari 0; 1; 2; 3 dan 4 ppm, kemudian dibuat grafik hubungan antara konsentrasi dengan adsorbansi seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kurva kalibrasi larutan nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ )

Dari Gambar 1 menunjukkan kurva kalibrasi larutan  $\text{Ni}^{2+}$  memiliki persamaan garis lurus  $y = 0,037x - 0,001$ . Persamaan ini dipakai untuk mengkonversi harga adsorbansi hasil penelitian menjadi konsentrasi.

**Tabel 1.** Hasil analisis karakteristik limbah cair nikel

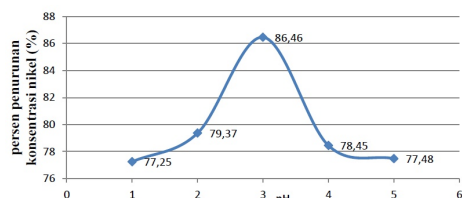
No	Parameter	Hasil	Alat Uji
1	Warna	Hijau tua	Visual
2	Bau	Tidak berbau	Visual
3	Fase	Cairan encer tanpa endapan	Visual
4	Suhu	25°C	Termometer
5	pH	5	pH meter
6	Kadar Nikel (mg/L)	38,11 mg/L	AAS

Sumber: Data Primer (2011)

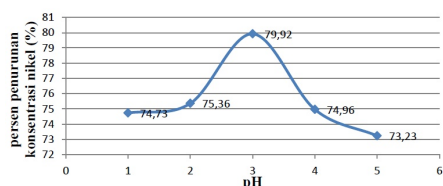
Limbah cair nikel dari industri elektroplating ini berwarna hijau tua. Kadar nikel dalam limbah industri elektroplating adalah 38,11 mg/L (Tabel 1) dan ini masih jauh lebih tinggi dari baku mutu yang diizinkan pemerintah sesuai Peraturan Daerah Profinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri pelapisan logam untuk logam nikel, yaitu 1,0 mg/L. Industri pelapisan logam ini terletak di tengah-tengah lingkungan penduduk. Limbah cair nikel ini dibuang ke selokan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu, sehingga akan menyebabkan pencemaran bagi masyarakat di sekitar.

Derajat keasaman atau pH larutan merupakan salah satu faktor yang penting yang menentukan kinerja koagulan dalam proses koagulasi. Nilai pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi akan membuat  $\text{FeSO}_4$  atau limbah besi tidak mampu bekerja optimum sebagai koagulan, karena pada pH rendah logam akan larut dan begitu juga sebaliknya.

Gambar 2 menunjukkan Grafik hubungan antara pH dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) dengan penambahan  $\text{FeSO}_4$ , dan Gambar 3 menunjukkan Grafik hubungan antara pH dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel(II) dengan penambahan limbah besi.



**Gambar 2.** Grafik hubungan antara pH dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) dengan penambahan  $\text{FeSO}_4$

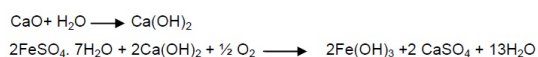


**Gambar 3.** Grafik hubungan antara pH dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) dengan penambahan limbah serbuk besi

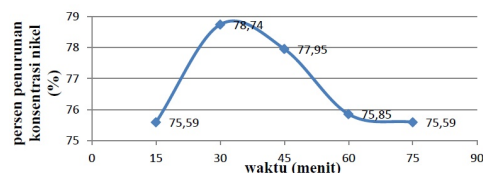
pH pada proses koagulasi memberikan pengaruh terhadap penyerapan ion nikel(II). Dari hasil penelitian terhadap limbah cair nikel dengan penambahan  $\text{FeSO}_4$ , ion nikel (II) yang turun sebesar 86,46% sedangkan dengan penambahan limbah besi sebesar 79,92% dengan pH optimum 3.

Hasil koagulasi Nikel dengan  $\text{FeSO}_4$  maupun limbah besi adalah flok  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , selanjutnya flok yang terbentuk akan mengikat ion  $\text{Ni}^{2+}$  yang ada dalam limbah, sehingga flok akan memiliki kecenderungan mengendap. Flok yang telah mengikat kontaminan  $\text{Ni}^{2+}$  tersebut akan mengendap dan kemudian dipisahkan dari larutannya. Bila ditinjau dari nilai konstanta hasil kali kelarutan ( $K_{sp}$ )  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  akan mengendap dengan sempurna pada pH 3 yang dapat dihitung dengan harga  $K_{sp}$  yaitu  $3,8 \times 10^{-38}$  (Vogel, 1990), hal ini sesuai dengan pH optimum koagulasi penelitian di atas.

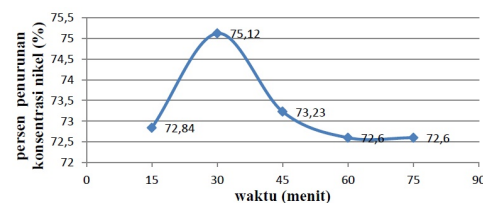
$\text{FeSO}_4$  hasil oksidasi akan bereaksi dengan ion hidroksida dan ion sulfat membentuk endapan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Endapan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  akan semakin banyak apabila  $\text{CaO}$  ditambahkan. Dalam reaksi koagulasi, oksigen direduksi dan ion besi dioksidasi menjadi feri, dan akan mengendap sebagai  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Reaksinya sebagai berikut:



Waktu kontak merupakan faktor yang berpengaruh dalam proses koagulasi. Penelitian ini waktu divariasikan yaitu mulai dari 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan grafik hubungan antara waktu kontak dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) oleh  $\text{FeSO}_4$  dan limbah besi.



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara waktu kontak dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) oleh  $\text{FeSO}_4$

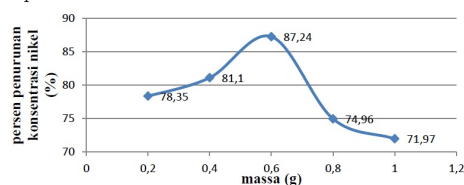


**Gambar 5.** Grafik hubungan antara waktu kontak dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) oleh limbah besi

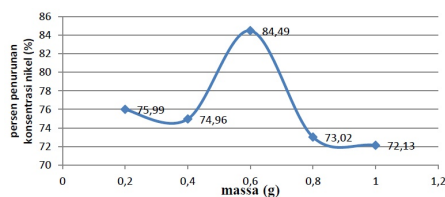
Berdasarkan pada Gambar 4 dan 5 waktu kontak optimum diperoleh pada waktu kontak 30 menit dengan persen penurunan ion nikel (II) 78,74% pada penambahan  $\text{FeSO}_4$  dan 75,12% pada penambahan limbah besi.

Waktu kontak kurang dari 30 menit tumbukan yang terjadi antara limbah besi atau  $\text{FeSO}_4$  dan ion nikel (II) belum banyak terjadi sehingga persen penurunan ion nikel(II) belum sempurna, selanjutnya pada waktu kontak di atas 30 menit tidak mempengaruhi persen penurunan ion nikel (II) karena tumbukan yang terjadi antara limbah besi dan ion nikel (II) sudah sempurna.

Massa merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses koagulasi. Variasi dalam penelitian ini adalah 0,2 ; 0,4 ; 0,6; 0,8; dan 1 g. Gambar 6 dan 7 menunjukkan Grafik hubungan antara massa dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) oleh  $\text{FeSO}_4$  dan limbah besi.



**Gambar 6.** Grafik hubungan antara massa dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) oleh  $\text{FeSO}_4$



**Gambar 7.** Grafik hubungan antara massa dengan persen penurunan konsentrasi ion nikel (II) dengan penambahan limbah besi

Berdasarkan Gambar 6 dan 7 persen ion nikel (II) yang turun setelah penambahan  $\text{FeSO}_4$  sebesar 87,24% sedangkan pada penambahan limbah besi sebesar 84,49% terjadi pada penambahan 0,6 g. Penambahan 0,6 g limbah besi dalam penelitian ini dapat menurunkan ion nikel (II) dengan baik. Semakin besar massa limbah besi yang digunakan tidak akan efektif, karena konsentrasi larutan sudah jenuh sehingga penggumpalan semakin susah terjadi.

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat  $\text{FeSO}_4$  dan limbah besi dapat menurunkan ion nikel (II). Hasil nikel yang turun pada penambahan  $\text{FeSO}_4$  dan limbah besi tidak jauh beda. Berdasarkan penelitian yang didapat jumlah ion nikel (II) yang turun setelah penambahan dengan penambahan limbah besi ion nikel (II) yang turun sebesar 5,91 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa metode koagulasi dengan limbah besi dapat dijadikan alternatif penanganan limbah cair yang mengandung  $\text{FeSO}_4$  sebesar 4,86 mg/L, sedangkan ion nikel (II). Proses koagulasi ini memiliki berbagai kelebihan diantaranya prosesnya mudah dan dilihat dari segi ekonomi murah karena menggunakan limbah yang sudah tidak terpakai lagi.

### Simpulan

Kondisi optimum pengendapan limbah  $\text{Ni}^{2+}$  dengan penambahan  $\text{FeSO}_4$  0,6 g terjadi pada pH 3, waktu 30 menit dengan penurunan ion nikel (II) sebesar 84,15%. Kondisi optimum pengendapan limbah  $\text{Ni}^{2+}$  dengan penambahan limbah besi 0,6 g terjadi pada pH 3, waktu 30 menit dengan penurunan ion nikel (II) sebesar 79,84%.

### Daftar Pustaka

- Bramandita, Andre. 2009. Pengendapan Kromium Heksavalen Dengan Serbuk Besi. Skripsi: FMIPA IPB.
- Hariani P. L., N. Hidayah, & M. Oktaria. 2009. Penurunan Konsentrasi Cr(VI) Dalam Air Dengan Koagulan  $\text{FeSO}_4$ . Jurnal Penelitian Sains. Vol 12 (2). Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Sriwijaya. Sumatra Selatan. Indonesia.
- Joko, Tri. 2010. Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomer 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Purwiyati, Evi. 2005. Pengaruh Penggunaan Feri Sulfat ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) Sebagai Koagulan Pada Adsorpsi Zat Warna Tekstil Solophenyl Turauoise Blue oleh Biopolimer Kitosan. Skripsi. Semarang: FMIPA UNNES.
- Sedyowati, S. M. R., & Triastuti, S. 2009. Prototipe Unit Pengolahan Limbah Cair Sebagai Teknik Pengolahan Limbah Krom Heksavalen Menjadi Krom Trivalen Menggunakan Limbah Besi Pada Limbah Cair Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. Laporan Penelitian Terapan. Semarang: FMIPA UNNES.
- Yudartomo. 2009. Logam Berat (Heavy Metal). Tersedia di [www.icempo.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=64:logam-berat-heavy-metal&catid=37:teknologi](http://www.icempo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=64:logam-berat-heavy-metal&catid=37:teknologi) & Itemid =65 [diakses 02-01-2010].
- Yudo, S., & N. I. Said. 2005. Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Pelapisan Logam. Jurnal Pengolahan Air Limbah. Volume 1 (1). Pusat pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.