

PENYISIHAN BESI (Fe) DALAM AIR DENGAN PROSES ELEKTROKOAGULASI

Satriananda

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Kota Lhokseumawe
Email : satria_pnl@gmail.com

ABSTRAK

Air yang mengandung Besi (Fe) dapat mengganggu kesehatan, sehingga ion-ion Fe berlebihan dalam air harus disisihkan. Banyak metode dapat digunakan untuk menyisihkan ion Fe dalam air. Fokus penelitian ini adalah menurunkan konsentrasi ion Fe yang terkandung dalam air dengan metode elektrolisis. Elektrolisis adalah proses perubahan energi listrik menjadi energi kimia. Metode ini mengubah ion-ion logam dalam air menjadi padatan dan kemudian disisihkan dari air. Penelitian ini menggunakan elektroda Alumunium. Percobaan dilakukan pada variasi tegangan sebesar 6 V, 9 V dan 12 V, sedangkan waktu elektrolisis divariasikan 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Hasil yang diperoleh, efisiensi penyisihan kandungan besi dalam air yang terbaik mencapai 97% pada tegangan 12 volt dan waktu 150 menit.

Kata Kunci : Air, Besi (Fe), Elektrolisis, Energi Listrik, Energi Kimia

ABSTRACT

Water containing Iron (Fe) can be harmful to health, so excessive Fe ions in water must be removed. Many methods can be used to remove Fe ions in water. The focus of this research is to reduce the concentration of Fe ions contained in water by electrolysis method. Electrolysis is the process of converting electrical energy into chemical energy. This method converts metal ions in water into solids and then removed from the water. This research uses aluminum electrodes. The experiment was conducted at voltage variations of 6 V, 9 V and 12 V, while the electrolysis time was varied at 30, 60, 90, 120 and 150 minutes. The results obtained, the best iron removal efficiency in water reached 97% at a voltage of 12 volts and a time of 150 minutes.

Keywords : Water, Iron (Fe), Electrolysis, Electrical Energy, Chemjcal Energy,

1. PENDAHULUAN

Air berperan penting dalam kehidupan manusia, masalah air dewasa ini menjadi perhatian yang cukup serius. Dalam kehidupan sehari-hari air banyak dibutuhkan untuk kegiatan domestik, industri dan lain-lain.

Permasalahan utama yang dihadapi sumber daya air adalah menyangkut kualitas dan kuantitas air. Banyak sumber air yang ada saat ini telah tercemar baik oleh senyawa organik ataupun ion-ion logam. Saat ini pengolahan air di Indonesia banyak dilakukan secara konvensional melalui filtrasi, sedimentasi, koagulasi dan lain-lain. Sebenarnya penyisihan kandungan logam dalam air dapat juga dilakukan dengan metode elektrolisis.

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian suatu elektrolit oleh arus listrik. Pada proses elektrolisis, energi listrik di ubah menjadi

energi kimia. Arus listrik dari sumber arus, yang di alirkan ke dalam suatu larutan atau leburan elektrolit, akan menyebabkan terjadinya reaksi redoks, hasilnya adalah terjadinya perubahan ion-ion logam terlarut menjadi endapan oksida.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka pada penelitian ini ingin dilihat apakah metode elektrolisis dapat efektif untuk menurunkan kandungan logam yang terdapat di dalam air.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Besi Dalam Air

Besi merupakan salah satu ion logam yang banyak terdapat pada air permukaan dan air tanah. Air yang dikonsumsi untuk keperluan rumah tangga dapat menyebabkan bekas karat pada pakaian, porselin dan alat-alat lainnya serta menimbulkan rasa yang tidak enak pada

air minum pada konsentrasi sekitar 0,31 mg/l (Rukaesih Achmad).

Besi (II) merupakan jenis besi yang terdapat dalam air tanah, karena air tanah tidak berhubungan dengan oksigen dari atmosfer. Oleh karena itu, besi dengan bilangan oksidasi rendah, yaitu Fe (II) umum ditemukan dalam air tanah dibandingkan Fe (III).

Secara umum Fe (II) terdapat dalam air tanah berkisar antara 1,0 – 10 mg/l, namun demikian tingkat kandungan besi sampai sebesar 50 mg/l dapat juga ditemukan dalam air tanah. Air tanah yang mengandung Fe (II) mempunyai sifat yang unik. Dalam kondisi tidak ada oksigen air tanah yang mengandung Fe (II) jernih, begitu mengalami oksidasi oleh oksigen yang berasal dari atmosfer ion ferro akan berubah menjadi ion ferri dengan reaksi sbb :



Dengan adanya Fe(OH)₃ menyebabkan air menjadi keruh. Pada pembentukan besi (III) oksidasi terhidrat yang tidak larut menyebabkan air berubah menjadi abu-abu.

2.2 Elektrolisis

Hantaran listrik melalui larutan disertai suatu reaksi disebut elektrolisis. Reaksi elektrolisis tergolong reaksi redoks tidak spontan. Reaksi itu dapat berlangsung karena pengaruh energi listrik. Jadi, pada elektrolisis terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia.

Kemampuan proses elektrolisis sangat dipengaruhi oleh beda potensial yang digunakan dan arus yang mengalir melalui sel elektrolisis.

Pada larutan atau leburan elektrolit yang akan di elektrolisis, dicelupkan dua buah batang yang bertindak sebagai elektroda-elektroda, masing-masing sebagai katoda dan anoda. Proses reduksi terjadi di katoda dan oksidasi akan terjadi di anoda. Kedua elektroda itu dihubungkan dengan sumber arus listrik. Kemudian arus listrik masuk kedalam larutan melalui elektroda sehingga terjadi reaksi redoks.

Pada larutan elektrolit terdapat kation (ion positif) dan anion (ion negatif) yang berasal dari ionisasi elektrolit. Jika arus listrik di

alirkan ke dalam larutan, maka kation akan mengalami reduksi dengan menangkap elektron, sedangkan anion akan mengalami oksidasi dengan melepaskan elektron. Oleh karena reduksi terjadi di katoda dan oksidasi terjadi di anoda, maka kation akan menuju katoda dan anion akan menuju anoda. Jadi, dalam sel elektrolisis katoda merupakan elektroda negatif (sebab dituju oleh ion negatif) dan anoda merupakan anoda elektroda positif.

2.3 Elektroda

Elektroda dalam sel elektrokimia dapat disebut sebagai anoda atau katoda. Anoda ini didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron datang dari sel elektrokimia dan oksidasi terjadi, dan katoda didefinisikan sebagai elektroda di mana elektron memasuki sel elektrokimia dan reduksi terjadi. Setiap elektroda dapat menjadi sebuah anoda atau katoda tergantung dari tegangan listrik yang diberikan ke sel elektrokimia tersebut. Elektroda bipolar adalah elektroda yang berfungsi sebagai anoda dari sebuah sel elektrokimia dan katoda bagi sel elektrokimia lainnya.

Agar terjadi elektrolisis diperlukan potensial minimum, karena adanya beda potensial antara elektroda menyebabkan ion-ion dalam sistem bergerak ke elektroda. Hidrogen dan oksigen yang mula-mula terbentuk menutupi permukaan elektroda dan reaksi sebaliknya yang terjadi.

2.4 Potensial Elektroda

Suatu reaksi reduksi (penangkapan elektron) dapat menimbulkan potensial listrik tertentu, yang disebut potensial reduksi atau potensial elektroda, lambangnya : E . Makin mudah suatu unsur mengalami reduksi, makin besar E yang ditimbulkannya.

Oleh karena itu, harga E yang kita pakai adalah harga E relatif yang dibandingkan terhadap suatu elektroda standar. Itulah sebabnya harga E lebih tepat disebut harga E° , yaitu potensial reduksi standar atau potensial elektroda standar.

Berdasarkan harga E° , kita dapat menyusun suatu deret unsur-unsur, mulai dari unsur yang memiliki E° terkecil sampai kepada unsur yang memiliki E° terbesar :

K- Ba – Ca – Na – Mg – Al – Mn – Zn – Cr – Fe – Cd – Co – Ni – Sn – Pb – (H) – Sb – Bi – Cu – Hg – Ag – Pt – Au

Deret unsur- unsur di atas disebut deret potensial logam, atau dikenal juga sebagai deret volta. Hidrogen ditempatkan dalam tanda kurung, sebab ia bukan logam. Irfan Anshory (1992) menyatakan bahwa sifat logam berdasarkan deret volta adalah sebagai berikut :

- Logam – logam yang terletak disebelah kiri H memiliki E° negatif. Logam – logam yang terletak disebelah kanan H memiliki E° positif
- Makin ke kanan letak suatu logam dalam deret volta, harga E° semakin besar. Hal ini berarti bahwa logam – logam di sebelah kanan mudah mengalami reduksi serta sukar mengalami oksidasi
- Makin ke kiri letak suatu unsur dalam deret volta, harga E° makin kecil. Hal ini berarti bahwa logam-logam di sebelah kiri sukar mengalami reduksi serta mudah mengalami oksidasi.
- Oleh karena unsur-unsur logam cenderung melepaskan elektron (mengalami oksidasi), maka logam-logam di sebelah kiri merupakan logam-logam yang aktif (mudah melepaskan elektron), sedangkan logam-logam di sebelah kanan merupakan "logam-logam mulia" (sangat sukar melepaskan elektron). Emas terletak di ujung paling kanan, sebab emas paling sukar teroksidasi.
- Makin ke kanan, sifat reduktor semakin lemah (sukar teroksidasi). Semakin ke kiri, sifat reduktor semakin kuat (mudah teroksidasi). Itulah sebabnya, unsur- unsur dalam deret volta hanya mampu mereduksi unsur-unsur di kanannya, tetapi tidak mampu mereduksi unsur-unsur di kirinya.

2.5 Hukum Faraday

Michael Faraday (1791 – 1867) dari Inggris adalah orang pertama yang menerangkan hubungan kuantitatif antara banyaknya arus listrik yang digunakan pada elektrolisis dan banyaknya hasil elektrolisa yang terbentuk di katoda dan anoda.

Jumlah listrik yang di alirkan ke dalam sel elektrolisa untuk mendapatkan 1 mol yang terlibat dalam reaksi redoks, dikenal sebagai

satu Faraday. Dari eksperimen diketahui bahwa 1 Faraday setara dengan 96.487 coulomb, dan sering dibulatkan menjadi 96.500 Coulomb.

Berat zat hasil elektrolisis, baik yang terbentuk di katoda maupun yang terbentuk di anoda, dapat dirumuskan dengan Hukum Faraday :

$$W = e \cdot F \quad (2)$$

dimana :

w = massa zat hasil elektrolisis (gram)
e = massa ekivalen zat hasil elektrolisis
F = Jumlah arus listrik dalam faraday

Massa ekivalen (e) suatu zat adalah massa atom dibagi valensi.

$$e = Ar / v \quad (3)$$

Untuk menghitung jumlah arus listrik dalam faraday digunakan rumus :

$$F = i \cdot t / 96500 \quad (4)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah larutan artifisial FeSO_4 , sebagai pembanding digunakan sampel air tanah di lingkungan Politeknik Negeri Lhokseumawe (PNL). Air/sampel di analisa awal terlebih dahulu dan kemudian dimasukkan ke dalam reaktor elektrolisis. Elektroda yang digunakan dihubungkan dengan arus listrik DC dengan variasi kuat arus 6V, 9V dan 12 V. Waktu elektrolisis divariasikan 30, 60, 90, 120 dan 150 menit.

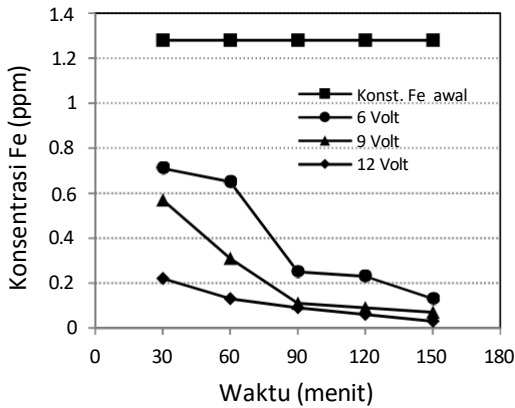
Setelah proses elektrolisis berlangsung sesuai waktu dan voltase yang ditentukan, lalu diendapkan dan disaring. Setelah disaring, kemudian dilakukan analisa akhir.

Analisa sampel dilakukan menggunakan alat *Bench Photometer* yang mengadaptasi metode Standard methods for the examination of Water and Wastewater EPA Phenatrolin 315B.

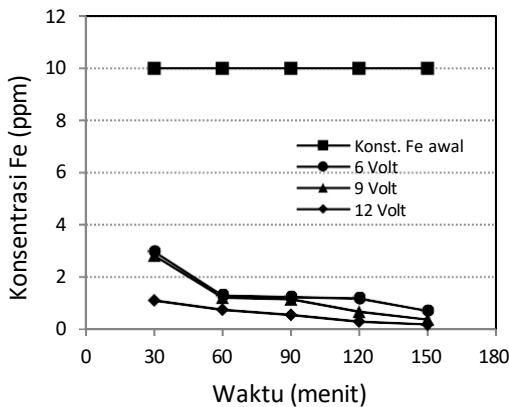
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Elektrolisis terhadap sampel air dilakukan pada voltase 6 Volt, 9 Volt dan 12 Volt. Sampel air di elektrolisis dengan variasi waktu dari 30

sampai 150 menit, kemudian diama penurunan konsentrasi Fe yang terjadi.



Gambar 1. Pengaruh Waktu Elektrolisis Terhadap Penurunan Konsentrasi Fe dalam Sampel Air PNL pada Berbagai Voltase.



Gambar 2. Pengaruh Waktu Elektrolisis Terhadap Penurunan Konsentrasi Fe dalam Larutan Artifisial FeSO₄.7H₂O pada Berbagai Voltase

Pengaruh waktu elektrolisis terhadap penurunan konsentrasi Fe dalam sampel air PNL pada berbagai voltase diperlihatkan pada Gambar 1, sedangkan pengaruh waktu elektrolisis terhadap penurunan konsentrasi Fe dalam sampel artifisial FeSO₄.7H₂O diperlihatkan pada Gambar 2.

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa konsentrasi akhir ion logam Fe di dalam sampel air PNL, setelah proses elektrolisis pada tegangan 6 volt dan waktu elektrolisis 150 menit dapat mencapai 0,7 ppm dari konsentrasi awal 1,8 ppm, sedangkan pada tegangan 9 volt

mencapai 0,37 ppm. Hasil penyisihan pada tegangan 12 volt mencapai 0,18 ppm.

Sedangkan pada Gambar 2 dapat dilihat perbandingan penurunan konsentrasi Fe pada sampel artifisial. Konsentrasi Fe dapat diturunkan dari konsentrasi awal 10 ppm hingga mencapai 0,37 ppm pada voltase 9 volt dan waktu elektrolisis 150 menit.

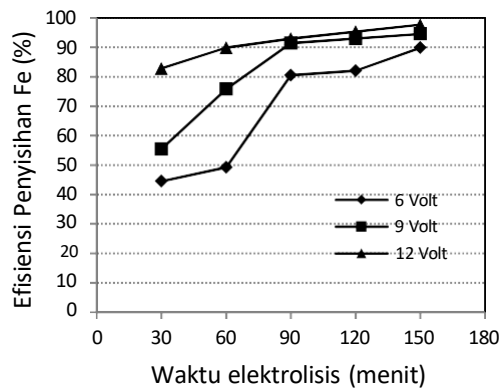
Jika dibandingkan konsentrasi Fe akhir antara sampel air PNL dengan sampel artifisial, terlihat bahwa konsentrasi akhir hasil proses elektrolisis pada sampel air PNL lebih kecil. Hal ini disebabkan kandungan Fe awal yang kecil dalam sampel tersebut dibandingkan dengan sampel artifisial.

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 juga dapat dilihat bahwa semakin lama waktu elektrolisis, maka semakin kecil konsentrasi Fe yang terdapat di dalam larutan. Hal ini sesuai dengan konsep Hukum Faraday :

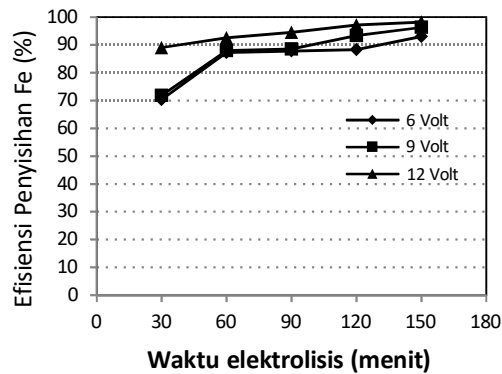
$$W = e. i.t / 96500 \quad (5)$$

Secara teoritis, dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa semakin lama waktu elektrolisis, maka semakin besar massa zat yang terendapkan. Hasil elektrolisis terhadap sampel air PNL dan sampel artifisial menunjukkan secara umum terjadi penurunan konsentrasi ion logam Fe yang ada di dalam sampel. Ion-ion tersebut diubah menjadi padatan Fe yang kemudian terendapkan.

Meskipun konsentrasi Fe akhir hasil proses elektrolisis pada sampel air PNL lebih kecil dibandingkan dengan sampel artifisial, namun hal tersebut tidak berarti bahwa efisiensi penyisihan Fe pada sampel artifisial juga kecil. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Pengaruh Waktu Elektrolisis Terhadap Efisiensi Penyisihan Logam Fe dalam Sampel Air PNL pada Berbagai Voltase



Gambar 4. Pengaruh Waktu Elektrolisis Terhadap Efisiensi Penyisihan Konsentrasi Fe dalam Larutan Artifisial $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ Pada Berbagai Voltase

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 dapat dilihat pengaruh waktu elektrolisis dan perbedaan voltase terhadap efisiensi penyisihan Fe pada sampel air PNL dan sampel artifisial. Dari kedua gambar tersebut terlihat bahwa efisiensi penyisihan Fe rata-rata sudah cukup tinggi.

Namun jika dibandingkan efisiensi penyisihan pada kedua sampel, terlihat bahwa efisiensi penyisihan Fe pada sampel artifisial relatif lebih tinggi dibandingkan dengan sampel air PNL. Hal ini disebabkan pada sampel artifisial tidak mengandung ion-ion logam lain selain Fe, sedangkan pada sampel air PNL kemungkinan mengandung ion-ion logam lain selain Fe. Ion-ion logam lain tersebut akan memanfaatkan arus listrik yang ada, sehingga supply listrik yang tersedia untuk menyisihkan Fe menjadi berkurang. Ini dapat dilihat pada waktu elektrolisis yang singkat, efisiensi penyisihan Fe relatif kecil.

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa semakin besar tegangan yang diberikan dalam proses elektrolisis maka efisiensi penyisihan ion logam Fe makin baik. Secara teoritis menurut hukum Ohm, tegangan berbanding lurus dengan arus. Semakin besar tegangan maka arus juga akan semakin besar. Sesuai hukum Faraday, semakin besar arus maka akan semakin besar endapan ion logam yang terbentuk, sehingga efisiensi penyisihan ion Fe dalam sampel menjadi semakin besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semakin voltase yang diberikan terhadap proses elektrolisis dan semakin lama waktu elektrolisis, maka efisiensi penyisihan Fe menjadi semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, H, *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*, Bandung : 1992
- [2] Achmad, R, *Kimia Lingkungan*, Yogyakarta : 2004
- [3] Anonymous, *Pengolahan Air dan Limbah 2005, Penuntun Praktikum Pengolahan Air dan Limbah*, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [4] Oxtoby, David W, *Kimia Modern*, Chicago :1998
- [5] Panduan Pelaksanaan Laboratorium Instruksional I/II, Departemen Teknik Kimia ITB
- [6] Sugiharto, *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*, Jakarta : 1987