

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DENGAN METODE ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN ALAT *JARTEST* UNTUK PENURUNAN KADAR LOGAM Fe PADA LABORATORIUM PENGENDALIAN PENCEMARAN

Erniati Anzar

Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya
e-mail ernieanzar.27@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar logam Fe dengan metode elektrokoagulasi dilakukan pada limbah cair sisa kegiatan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya yang bersumber dari dominan penggunaan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Limbah cair laboratorium mengandung beberapa bahan kimia berbahaya, salah satunya logam Fe yang tergolong kedalam logam berat. Limbah logam berat Fe yang berwarna merah orange diolah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke lingkungan dengan metode elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi dilakukan menggunakan alat *jartest* dengan penambahan *Poly Aluminium Chlorida* (PAC) 1% sebagai koagulen. Limbah yang bersifat sangat asam ($\text{pH} = 2$) dinetralkan dengan penambahan CaCO_3 . Penurunan konsentrasi limbah Fe secara elektrokoagulasi alat *jartest* pada kecepatan pengadukan 100 rpm dan 200 rpm secara berturut-turut 84% dan 95% dengan penambahan 10 mL *Poly Aluminium Chloride* (PAC) 1%. Metode elektrokoagulasi dengan alat *jartest* dengan penambahan PAC 1% sebagai koagulen merupakan salah satu metode yang efektif untuk pengolahan kadar logam Fe pada limbah cair sisa kegiatan Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Kimia.

Kata kunci : Elektrokoagulasi, *Jartest*, Limbah Cair, Logam Fe, PAC.

ABSTRACT

*The objective of this research was using electrocoagulation method to decrease concentration of Metal Fe contained in waste water of Pollution Control Laboratory at Politeknik Negeri Sriwijaya which is derived from the dominant use of $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Laboratory waste water contains several harmful chemicals, one of which is Fe that classified as heavy metals. Waste water contains of Fe colored as orange red liquid was processed through electrocoagulation method before flowed into the environment. The electrocoagulation process was performed using a *jartest* tool by adding 1% Poly Aluminum Chloride (PAC) as coagulent. Very acidic laboratory waste water ($\text{pH} = 2$) was neutralized by CaCO_3 addition. The decreases of Fe concentration in waste water by electrocoagulation with addition of 10 mL Poly Aluminum Chloride (PAC) 1% using *jartest* tool at stirring speed of 100 rpm and 200 rpm were 84% and 95% respectively. Electrocoagulation method using the *jartest* tool with the addition of 1% PAC as coagulent is one of the effective methods to process Fe contents in waste water of Pollution Control Laboratory at Politeknik Negeri Sriwijaya.*

Keywords: Electrocoagulation, Jartest, Metal Fe, PAC, Waste Water.

I. Pendahuluan

Laboratorium di tingkat perguruan tinggi merupakan prasarana bagi mahasiswa dosen, PLP atau peneliti untuk melakukan kegiatan praktikum dan penelitian. Selain itu, laboratorium berperan penting dalam terwujudnya tri dharma perguruan tinggi. Dalam kegiatan praktikum di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya penggunaan bahan-bahan kimia berbahaya B3 tidak dapat dihindari. Dalam pelaksanaan kegiatan praktikum maupun penelitian oleh mahasiswa di laboratorium menghasilkan limbah cair laboratorium.

Sudah selayaknya Perguruan Tinggi seperti Politeknik Negeri Sriwijaya mempunyai sistem pengelolaan limbah laboratorium yang baik sebelum limbah cair tersebut dialirkan ke lingkungan. Setiap proses kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan pada Laboratorium Pengendalian Pencemaran akan menghasilkan limbah dari sisa-sisa kegiatan tersebut. Limbah tersebut berupa limbah cair dari sisa pembuatan larutan. Limbah cair tersebut akan mencemari lingkungan apabila langsung dibuang ke badan air dan dapat membahayakan bagi kehidupan dan dapat mencemari lingkungan. Oleh sebab itu perlu adanya

tindakan proses pengolahan limbah yang selama ini masih diabaikan.

Limbah cair sisa kegiatan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang bersumber dari dominan penggunaan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ mengandung beberapa bahan kimia berbahaya, salah satunya logam Fe yang tergolong kedalam logam berat.

Ada banyak metode proses pengolahan limbah, antara lain proses pengolahan limbah dengan lumpur aktif, dengan proses biologis, elektrokoagulasi, filtrasi, koagulasi dan flokulasi. Salah satu teknik pengolahan limbah untuk mengurangi kadar logam berat pada limbah cair laboratorium yang banyak dilakukan dilakukan sebelumnya yakni koagulasi, presipitasi maupun adsorpsi.

Metode elektrokoagulasi menggunakan alat *jartest* dianggap dapat mengurangi kadar logam Fe pada limbah cair sisa kegiatan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Dipilihnya metode pengolahan limbah menggunakan alat *jartest* dibandingkan dengan metode lain adalah karena *jartest* memiliki variable kecepatan putar pengaduk yang dapat mengontrol energi yang diperlukan untuk proses. PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dipilih sebagai koagulan pada pengolahan limbah cair laboratorium tersebut.

Selain kadar logam, beberapa parameter juga ditentukan pada kondisi awal limbah cair, yakni kekeruhan dan derajat keasaman (pH). Turbidimeter digunakan untuk menentukan kekeruhan limbah cair laboratorium. pH larutan merupakan salah satu faktor kadar logam berat terlarut pada limbah cair. Nilai pH limbah cair laboratorium pengendalian pencemaran yang masih bersifat asam, membutuhkan penetralan sebagai salah satu tahapan pada proses pengolahan limbah cair di laboratorium pengendalian pencemaran. Penentuan pH limbah cair dilakukan dengan kertas pH.

Jartest dilengkapi dengan alat flokulator. Cara kerja flokulator dibedakan menjadi 3 jenis yaitu *pneumatic*, *mechanic* dan *baffle*. Flokulator adalah alat yang digunakan untuk flokulasi dan pada dasarnya flokulator bertugas untuk pengadukan lambat supaya jangan sampai mikroflok yang ada menggumpal (Anonim,2010). Penggunaan alat *jartest* memberikan data mengenai kondisi optimum untuk parameter-parameter proses antara lain, dosis koagulan, pH, metode pembubuhan bahan kimia, kepekatan larutan kimia, waktu dan intensitas pengadukan cepat dan pengadukan lambat, waktu penjernihan. Alat *jartest* akan mensimulasikan proses koagulan dan flokulasi untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan zat-

zat organik yang dapat menyebabkan masalah kekeruhan, warna, bau dan rasa.

Penelitian pengolahan limbah cair dengan metode elektrokoagulasi menggunakan alat *jartest* bertujuan antara lain adalah :

1. Menentukan sifat dan karakteristik limbah sisa kegiatan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Menentukan metode yang tepat untuk pengolahan limbah logam berat Fe menggunakan alat *jartest* di laboratorium di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Menurunkan kadar logam Fe yang terkandung pada limbah sisa kegiatan setelah dilakukan pengolahan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya.

II. Metode Penelitian

3.1 Alat dan Bahan

- Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas kimia 1 liter, Labu takar 100 ml, gelas kimia 150 ml, batang pengaduk, spatula, corong kaca, pipet ukur 25 ml, pipet tetes, Neraca analitik, hotplate, kertas pH, dan alat *Jartest*.
- Bahan yang digunakan adalah PAC (*Poly Aluminium Chloride*) 1%, CaCO_3 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, Aquades.

3.2 Cara Kerja

Penurunan kadar logam Fe limbah cair Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya terdiri dari beberapa tahap kerja, yaitu :

- Penentuan panjang gelombang (λ) maks dan absorbansi larutan standar Fe
 1. Larutan standar Fe dibuat menggunakan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dengan 4 variasi konsentrasi standar yaitu 0.1, 0.5, 1.0 dan 2.0 ppm.
 2. Panjang gelombang (λ) maks larutan Fe diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis.
 3. Masing-masing larutan standar Fe diukur absorbansinya pada panjang gelombang (λ) maks larutan standar Fe terukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis.
- Preparasi dan karakteristik sampel limbah cair
 1. Sampel limbah sisa-sisa praktikum dikumpulkan dalam derigent selama satu semester. Limbah cair sisa-sisa praktikum ditutup rapat.

2. Limbah diaduk agar homogen.
 3. Derajat keasaman (pH) limbah diukur menggunakan kertas pH.
 4. Kadar logam Fe pada limbah cair diukur pada panjang gelombang (λ) maks larutan standar Fe terukur.
- Penetralkan pH limbah cair
Kedalam limbah cair ditambahkan CaCO_3 sampai pH limbah cair netral (pH =7). Pengukuran pH setelah dinetralkan menggunakan kertas pH.
 - Pengolahan logam Fe pada limbah cair dengan metode elektrokoagulasi
 1. Kedalam 600 ml larutan limbah cair yang ditempatkan pada gelas kimia 1 L, ditambahkan 1 % PAC (*Poly Aluminium Chlorida*) dengan variasi volume masing-masing 5 ml, 7,5 ml dan 10 ml dan pada kecepatan pengadukan 100 dan 200 rpm selama 10 menit.
 2. Setelah alat *jartest* dimatikan, sampel didiamkan beberapa menit sampai terlihat endapan berupa flok-flok dibagian dasar larutan sampel.
 - Penentuan kadar logam Fe pada limbah cair setelah pengolahan metode elektrokoagulasi
 1. Larutan limbah cair yang telah melalui elektrokoagulasi dengan alat *jartest* diukur absorbannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang (λ) maks terukur.
 2. Absorbansi masing-masing larutan limbah dengan variasi volume penambahan PAC dan kecepatan pengadukan dikonversikan ke dalam persamaan garis larutan standar Fe.

III. Hasil dan Pembahasan

Pada tahapan awal dikumpulkan limbah sisa-sisa dari praktikum Laboratorium Pengendalian Pencemaran selama satu semester di dalam dirigen, limbah disimpan dan ditutup rapat seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Penyimpanan sementara limbah cair laboratorium.

Limbah yang disimpan selama satu semester kemudian dilakukan karakterisasi yang bertujuan untuk mengetahui metode pengolahan yang terhadap sifat karakterisasi Hasil karakteristik nilai pH pada limbah cair sebelum diolah menggunakan kertas pH seperti pada gambar 2 dan didapatkan nilai pH 2.



Gambar 2. Limbah cair pada kondisi awal (pH 2)

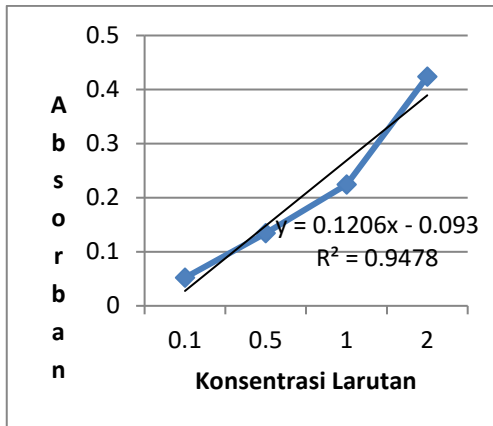
Karakteristik kadar logam Fe pada limbah cair sebelum pengolahan dilakukan menggunakan alat spektrofotometer uv-visible. Penentuan panjang gelombang dan nilai absorbansi pada larutan standar Fe bertujuan untuk mendapatkan persamaan garis dari grafik konsentrasi larutan Fe terhadap nilai absorbansi untuk penentuan konsentrasi logam Fe pada sampel limbah cair

Larutan standar digunakan untuk menentukan panjang gelombang Fe yakni 510 nm. Untuk penentuan konsentrasi Fe pada sampel limbah cair sebelum dan sesudah pengolahan digunakan nilai absorbansi dari 4 variasi konsentrasi larutan standar logam Fe (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai Absorbansi Larutan Standar Logam Fe.

No.	Larutan standar Fe (ppm)	Absorbansi
1	0.1	0.052
2	0.5	0.134
3	1.0	0.224
4	2.0	0.424

Kurva larutan standar seperti yang terlihat pada gambar 3 didapatkan dengan memplotkan konsentrasi logam Fe dengan nilai absorbansi yang terukur menggunakan alat spektrofotometer uv-visible. Pada kurva larutan standar didapatkan persamaan $y = 0.1206x - 0.093$ dengan $R^2 = 0.94785$.

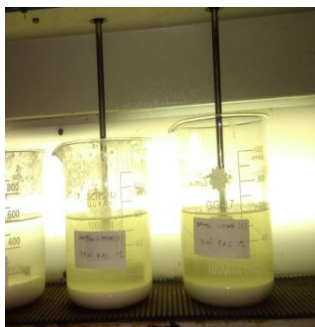


Gambar 3. Kurva Larutan Standar Logam Fe

Nilai absorbansi limbah cair sebelum diolah adalah 0.354. Dengan menggunakan grafik larutan standar logam Fe, didapatkan konsentrasi logam Fe pada limbah cair sisa kegiatan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yakni 2.5116 ppm.

Setelah dilakukan karakterisasi, pengolahan limbah cair laboratorium dilakukan menggunakan metode koagulasi dan flokulasi dengan variasi volume penambahan PAC 1 % sebagai koagulan yakni 5, 7.5 dan 10 mL. Sedangkan untuk penetralan limbah cair yang sebelumnya bersifat sangat asam ditambahkan CaCO_3 kedalam limbah cair laboratorium.

Proses elektrokoagulasi menggunakan alat jartest dilakukan dengan kecepatan putaran pada 100 rpm dan 200 rpm. Setelah proses elektrokoagulasi menggunakan alat jartest terlihat endapan berupa flok-flok dibagian dasar pada larutan limbah, sedangkan dibagian atas sampel terlihat lebih jernih seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Sampel limbah laboratorium setelah diberi PAC 1% elektrokoagulasi dengan Jartest.

Limbah yang telah di elektrokoagulasi kemudian diukur absorbannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang

(λ) 510 nm. Didapatkan hasil pengukuran pada absorbansi limbah cair laboratorium dengan variasi penambahan PAC dan kecepatan putaran alat jartest (Tabel 2).

Tabel 2. Absorbansi Limbah Laboratorium Setelah Elektrokoagulasi

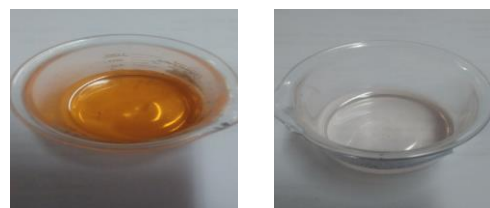
Sampel	Vol PAC (ml)	Absorbansi	
		100 rpm	200 rpm
1	5	0.178	0.160
2	7.5	0.170	0.142
3	10	0.164	0.138

Dari absorbansi yang terukur, dengan menggunakan persamaan kurva larutan standar Fe, didapatkan konsentrasi Fe yang terkandung pada limbah cair laboratorium setelah proses elektrokoagulasi (Tabel 3).

Tabel 3. Konsentrasi Limbah Laboratorium Setelah Elektrokoagulasi

Sampel	Vol PAC (ml)	Konsentrasi Fe (ppm)	
		100 rpm	200 rpm
1	5	0.5625	0.3632
2	7.5	0.4739	0.1639
3	10	0.4075	0.1196

Dari hasil yang didapatkan, metode elektrokoagulasi dapat menurunkan kadar Fe pada limbah cair laboratorium yang pada keadaan awal sebesar 2.5116 ppm. Hal ini dapat terlihat dari sampel awal yang warna merah bata menjadi warna bening setelah diolah dengan koagulasi dan flokulasi menggunakan alat jartest (Gambar 5)



Gambar 5. Sampel limbah unsur Fe setelah diolah

Berdasarkan hasil pengukuran, volume penambahan PAC 1% pada limbah yang di elektrokoagulasi berbanding lurus dengan pengurangan kadar logam Fe pada limbah. Semakin banyak volume PAC 1% yang ditambahkan, semakin berkurang kadar logam Fe pada limbah.

Kecepatan putaran yang digunakan berpengaruh terhadap penurunan kadar logam Fe pada metode elektrokoagulasi dengan alat *jartest*. Penurunan kadar logam Fe (Tabel 4) pada kecepatan putaran 200 rpm lebih besar dibandingkan dengan kecepatan putaran 100 rpm.

Tabel 3. *Konsentrasi Limbah Laboratorium Setelah Elektrokoagulasi*

Sampel	Vol PAC (ml)	% Penurunan konsentrasi logam Fe	
		100 rpm (ppm)	200 rpm (ppm)
1	5	78%	86%
2	7.5	81%	93%
3	10	84%	95%

Persen penurunan konsentrasi logam Fe didapatkan dengan penambahan PAC 1% sebagai koagulen pada proses elektrokoagulasi dengan kecepatan putaran alat *jartest* 200 rpm yakni 95%.

Kesimpulan

1. Limbah cair sisa kegiatan di Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Kimia bersifat asam dengan pH 2 dan kadar logam Fe 2.5116 ppm.
2. Metode elektrokoagulasi dengan alat *jartest* dengan penambahan PAC 1 % sebagai koagulen merupakan salah satu metode yang efektif untuk pengolahan kadar logam Fe pada limbah cair sisa kegiatan Laboratorium Pengendalian Pencemaran Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Kimia.
3. Penurunan kadar logam Fe sebesar 95% didapat dengan menambahkan PAC 1 % 10 ml dengan kecepatan putaran 200 rpm.

IV. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada semua pihak yang membantu terutama kepada Aninda Tifani Puari, S.Si atas bimbingan dan bantuan dalam penulisan jurnal ini dan teman sejawatku Annisah, A.Md yang banyak membantu dan mendukung penelitian ini sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Daftar Pustaka

Alaerts G., Santika, Sri Sumestri. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya (1987).

Anonim. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 1999, Sekretariat Negara, Jakarta.

Astuti, S., Triyono, E., Sulasih. Teknologi Proses Penyisihan Logam Besi Pada Air Permukaan Dengan Metode Elektrolisa Dalam Upaya Mendapatkan Air Yang Layak Di Konsumsi. *Jurnal Teknis*. Vol. 7 (3) (2012).

Harini, B.Dwiastuti, R., Wijayanto, L.W. Aplikasi Metode Spektrofotometri Visibel Untuk Mengukur Kadar Curcuminoid pada Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica*). *Jurnal Sains Kimia*. Vol. 2 (4) (2012).

Khopkar, S. *Analisis Kuantitatif*. Jakarta (2002).