

Penurunan Konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride* pada Limbah Cair Industri Asam Fosfat Menggunakan Elektrokoagulasi

Herdika Afiant Bimantara^{1*}, Adhi Setiawan², Novi Eka Mayangsari³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail : herdikaafiantbimantara@gmail.com

Abstrak

Suatu industri asam fosfat menghasilkan air limbah dari berbagai proses seperti kegiatan *blowdown*, pencucian gypsum, dan kondensat. Air limbah tersebut diolah pada unit *Waste Water Treatment* (WWT) dengan metode koagulasi flokulasi kimia. Penggunaan bahan kimia yang tinggi serta perlengkapan mekanik dalam *chemical preparation* memiliki *operating cost* yang cukup besar. Terdapat teknologi pengolahan air limbah yang dinamakan elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan metode pengolahan air limbah yang dapat meminimalisir bahkan tidak membutuhkan bahan kimia, sehingga perlu dilakukan sebuah penelitian tentang pengolahan air limbah industri asam fosfat menggunakan metode elektrokoagulasi. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan reaktor dengan dimensi 25 cm x 30 cm x 25 cm serta pelat elektroda aluminium sebesar 0,1 cm x 5 cm x 20 cm. Air limbah yang digunakan berasal dari industri asam fosfat dengan volume sebesar 13,5 liter diolah secara batch lalu diukur konsentrasi dari COD, TSS, dan *Fluoride*. Hasil pengukuran kandungan COD, TSS, dan *Fluoride* dianalisis pengaruh dari nilai tegangan yang digunakan yakni 10 Volt, 20 Volt, dan 30 Volt dengan jarak antar pelat elektroda sebesar 0,5 cm. Dari penelitian ini didapatkan penurunan konsentrasi tertinggi untuk COD adalah 640,675 mg/liter; TSS sebesar 701,955 mg/liter; dan *Fluoride* sebesar 15,615 mg/liter dengan menggunakan tegangan listrik sebesar 30 V.

Kata Kunci: *Chemical Oxygen Demand*, Elektrokoagulasi, *Fluoride*, *Total Suspended Solid*

1. PENDAHULUAN

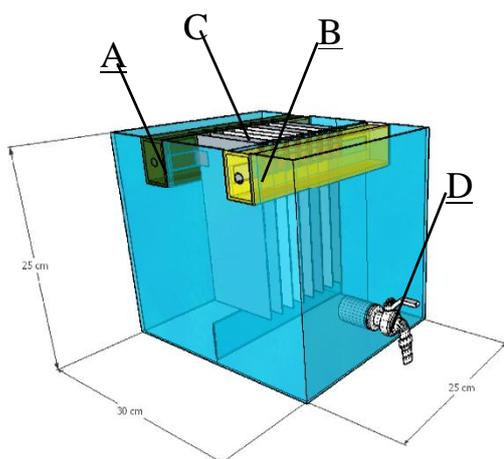
Industri asam fosfat merupakan industri yang menghasilkan asam fosfat dengan mereaksikan asam sulfat dengan batu fosfat. Dalam proses produksi akan dihasilkan limbah yang harus diolah terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke badan air agar tidak terjadi pencemaran lingkungan. Teknologi yang digunakan dalam mengolah air limbah industri asam fosfat adalah koagulasi flokulasi kimia. Metode ini memiliki tingkat kebutuhan bahan kimia dan produksi sludge yang tinggi. Selain itu, koagulan dan flokulan membutuhkan proses *chemical preparation* sebelum diinjeksikan ke dalam air limbah. *Chemical preparation* membutuhkan lahan dan berbagai peralatan seperti *mixer*, *dosing pump*, dan *dosing tank*.

Menurut Trapsilasiwi dan Assomadi (2011) melaporkan bahwa elektrokoagulasi merupakan metode yang mampu menyisihkan berbagai jenis polutan dalam air, yaitu partikel tersuspensi, logam-logam berat, produk minyak bumi, warna pada zat pewarna, larutan humus, dan defluoridasi air. Metode ini memiliki keuntungan dibandingkan dengan teknik pengolahan kimia pada umumnya seperti perlengkapan yang sederhana, mudah untuk dioperasikan, waktu retensi yang lebih singkat, mengurangi atau bahkan dapat meniadakan penggunaan zat kimia, pengendapan flok yang cepat, dan jumlah lumpur yang dihasilkan lebih sedikit. Dalam penelitian ini dilakukan analisis pengaruh dari nilai tegangan listrik yang digunakan terhadap penurunan konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride* setelah dilakukan proses pengolahan menggunakan metode elektrokoagulasi.

2. METODOLOGI

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor elektrokoagulasi. Desain reaktor elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Keterangan:

- A = Rumah Rangkaian Katoda
- B = Rumah Rangkaian Anoda
- C = Elektroda
- D = Kran

Gambar 10 Desain Reaktor Elektrokoagulasi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair dari industri asam fosfat.

B. Prosedur Percobaan

Reaktor elektrokoagulasi dipersiapkan dengan memasang pelat elektroda aluminium pada penjepit elektroda. Jarak antar pelat elektroda diatur 0,5 cm. Selanjutnya *power supply* dipersiapkan dengan menghubungkannya ke sumber listrik lalu dinyalakan dengan menekan tombol power. Nilai tegangan diatur sesuai dengan variasi tegangan yang akan digunakan dalam penelitian ini yakni 10 Volt, 20 Volt, dan 30 Volt. Setelah nilai tegangan diatur, *power supply* dimatikan terlebih dahulu. Air limbah industri asam fosfat dengan volume 13,5 dimasukkan ke dalam reaktor elektrokoagulasi lalu rumah rangkaian pada reaktor elektrokoagulasi dihubungkan ke *power supply* dengan menggunakan kabel sesuai dengan rangkaian berikut ini. *Power supply* dinyalakan bersamaan dengan dimulainya *stopwatch*. Apabila sudah mencapai 30 menit maka *power supply* dimatikan. Air limbah dialirkan melalui kran lalu disaring menggunakan kertas saring. Air yang telah disaring akan diukur kandungan COD, TSS, dan *Fluoride*.

C. Analisis kandungan COD, TSS, dan Fluoride

Air limbah industri asam fosfat baik sebelum maupun sesudah diolah dengan elektrokoagulasi dianalisis kandungan COD, TSS, dan *Fluoridenya* sehingga dapat diketahui penurunan konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoridenya*. Konsentrasi COD diukur dengan metode titrimetri sesuai dengan SNI 6989.73:2009. Untuk pengukuran konsentrasi TSS dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri sesuai dengan SNI 06-6989.3-2004. Sedangkan untuk analisis kandungan *Fluoride* pada sampel uji menggunakan metode spektrofotometri sesuai dengan SNI 06-6989.29-2005.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride* dengan menggunakan metode elektrokoagulasi merupakan selisih konsentrasi antara konsentrasi air limbah sebelum diolah dengan sesudah diolah menggunakan elektrokoagulasi. Hasil dari analisis konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride* pada air limbah sebelum dan sesudah menggunakan proses elektrokoagulasi dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

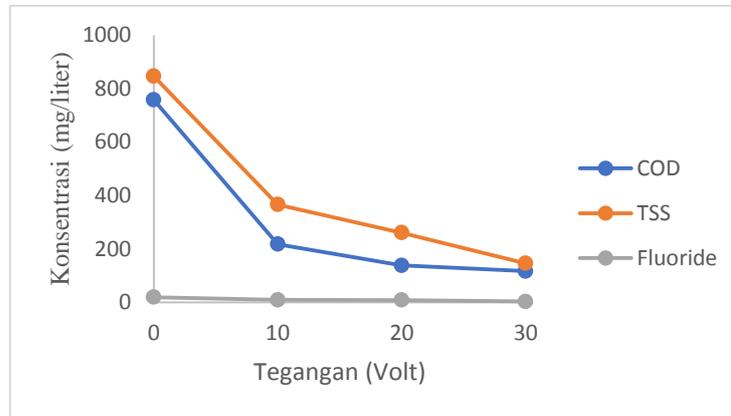
Tabel 7 Hasil Analisis Konsentrasi COD, TSS, dan Fluoride pada Air Limbah Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokoagulasi

Nama Sampel	Konsentrasi			
	COD (mg/liter)	TSS (mg/liter)	<i>Fluoride</i> (mg/liter)	
Sebelum Proses Elektrokoagulasi	757,7	845,905	19,29	
Sesudah Proses Elektrokoagulasi	10 Volt	217,55	365,65	
	20 Volt	138,175	260,64	
	30 Volt	117,025	143,95	
		9,58	8,6	3,675

Berdasarkan dari hasil analisis konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride* baik sebelum maupun setelah melalui proses elektrokoagulasi, didapatkan nilai selisih konsentrasi yang selanjutnya dapat dibuat trem

sehingga dapat diidentifikasi pengaruh dari nilai tegangan listrik yang digunakan dalam proses elektrokoagulasi terhadap

penurunan konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride*. Pengaruh nilai tegangan listrik terhadap penurunan konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride* dengan menggunakan proses elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 11 Pengaruh Nilai Tegangan Listrik terhadap Penurunan Konsentrasi COD, TSS, dan Fluoride setelah Melalui Proses Elektrokoagulasi

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride* menurun seiring dengan bertambahnya nilai tegangan listrik yang digunakan. Penurunan tertinggi COD adalah sebesar 640,675 mg/liter; TSS sebesar 701,955 mg/liter; dan *Fluoride* sebesar 15,615 mg/liter dengan menggunakan tegangan listrik 30 Volt.

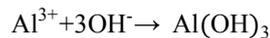
Nilai tegangan listrik yang semakin meningkat menyebabkan penurunan yang semakin besar. Hal ini dikarenakan semakin tingginya nilai tegangan listrik yang digunakan jumlah aluminium yang teroksidasi menjadi meningkat sehingga polutan dalam air limbah yang tersisihkan semakin banyak. (Takdastan dkk, 2014)

Berdasarkan persamaan dari *Faraday's Law* mengenai *electrode consumption*, bahwa jumlah elektroda yang terlarut berbanding lurus dengan nilai arus listrik yang ada pada sistem elektrokoagulasi. Apabila ditinjau dari hukum Ohm, maka kuat arus listrik berbanding lurus dengan nilai tegangan listrik. Oleh karena itu semakin tinggi nilai tegangan listrik yang digunakan maka penurunan konsentrasi setelah melalui proses elektrokoagulasi akan semakin besar. Selain itu, tegangan listrik yang diaplikasikan pada proses elektrokoagulasi menentukan jumlah dosis koagulan dan pembentukan gelembung yang mana sangat berpengaruh terhadap pengadukan air limbah dan transfer massa pada elektroda. (Farhadi dkk, 2012)

Pada pelat elektroda aluminium terjadi reaksi oksidasi pada anoda dan reduksi pada katoda. Reaksi oksidasi yang terjadi pada pelat anoda adalah sebagai berikut:

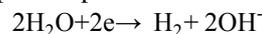


Pelat anoda aluminium teroksidasi menjadi ion Al^{3+} yang berfungsi sebagai koagulan dalam air limbah. Ion Al^{3+} yang telah dihasilkan akan mendestabilisasi polutan dalam air limbah sehingga dapat dipisahkan. Di dalam air limbah akan terjadi reaksi kimia berikut:



Berdasarkan reaksi kimia diatas maka dihasilkan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dimana senyawa ini merupakan *sweep flocs* yang memiliki luas permukaan yang tinggi. *Sweep flocs* yang terbentuk akan mengadsorpsi senyawa organik dan menangkap partikel koloid sehingga akan mudah untuk dipisahkan. Berkurangnya kandungan senyawa organik dan partikel koloid menyebabkan kandungan COD menurun. (Bratby, 2006)

Reaksi reduksi yang terjadi pada pelat katoda aluminium adalah sebagai berikut:



Berdasarkan reaksi reduksi pada pelat katoda aluminium diatas dihasilkan gas H_2 atau hidrogen. Terbentuknya gas hidrogen akan mengakibatkan tereduksinya material organik. Sebagian molekul yang terdapat pada limbah ditangkap $\text{Al}(\text{OH})_3$ kemudian penyisihan oleh H_2 sebagai senyawa organik membentuk gelembung yang dapat menurunkan COD. (Setianingrum dkk, 2016)

Reaksi defluoridasi adalah sebagai berikut:



Berdasarkan reaksi defluoridasi maka seiring dengan bertambahnya koagulan dari pelat elektroda aluminium maka jumlah *sweep flocs* akan semakin tinggi sehingga jumlah *fluoride* yang diendapkan dalam bentuk $\text{Al(OH)}_{3-x}\text{F}_x$ akan meningkat (Gosh, 2009).

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan percobaan didapatkan bahwa seiring dengan bertambahnya nilai tegangan listrik maka penurunan konsentrasi COD, TSS, dan *Fluoride* semakin besar. Penurunan konsentrasi terbesar COD adalah 640,675 mg/liter; TSS sebesar 701,955 mg/liter; dan *Fluoride* sebesar 15,615 mg/liter dengan menggunakan tegangan listrik sebesar 30 Volt.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bratby, J. (2006). *Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment Second Edition*. London: IWA.
- Farhadi, S., Aminzadeh, B., Torabian, A., Khatibikamal, V., & Fard, M. A. (2012). *Comparison of COD removal from pharmaceutical wastewater by electrocoagulation, photoelectrocoagulation, peroxi-electrocoagulation and peroxi-photoelectrocoagulation processes*. *Journal of Hazardous Materials*, 219-220.
- Ghosh, D. (2009). *Removal of Fluoride, Iron and Arsenic from Drinking Water using a Combination of Electrocoagulation and Microfiltration*.
- Setianingrum, Novie Putri. dkk. (2016). Pengaruh Tegangan dan Jarak Antar Elektroda Terhadap Pewarna *Remazol Red RB* dengan Metode Elektrokoagulasi. 93-97.
- Takdastan, A., Tabar, S. E., Islam, A., Bazafkan, M., & Naisi, A. (2015). *The Effect of the electrode in fluoride removal from drinking water by electrocoagulation process*.
- Trapsilapsiwi & Assomadi. (2011). Aplikasi Elektrokoagulasi Menggunakan Pasangan Elektroda Aluminium Untuk Pengolahan Air Dengan Sistem Kontinyu.