

# PENGARUH POLA DAN JARAK ELEKTRODA PADA PROSES ELEKTROKOAGULASI LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU

Aditya Nugraha<sup>1)</sup>, Idral Amri<sup>2)</sup>, Irdoni HS<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia,  
Laboratorium Pertamina EP Lirik Field

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

E-mail: [aditya.nugrahaadit@student.unri.ac.id](mailto:aditya.nugrahaadit@student.unri.ac.id)

## ABSTRACT

*Tofu industry in Lirik produce 0.9 m<sup>3</sup> liquid waste in a day, and immediately disposed without processing. There are two parameters in liquid waste that exceed standard value in Permen LH No.5 2014, which is TSS and pH. Electrocoagulation method used to decrease TSS and increase pH of waste. By varying pattern and range of electrode, obtained results: (1) The best electrode pattern was 2 cathode – 2 anode with TSS removal efficiency was 75%, and increase pH from 3.9 to 6.8. (2) Range of electrode 1.5 and 2.0 cm resulted the greatest TSS removal efficiency were 75% and 76.39%, but in range 2.0 cm increase of pH was only up to 6.1, while in range 1.5 cm it increased to 6.8.*

**Keywords :** *electrocoagulation, TSS, pH*

## 1. PENDAHULUAN

Limbah cair industri tahu umumnya langsung dibuang ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan. Padahal limbah ini memiliki kandungan BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), dan TSS (*Total Suspended Solid*) yang cukup tinggi (Said, 1999). Hasil sampling terhadap limbah cair dari salah satu industri tahu yang ada di Kecamatan Lirik menunjukkan bahwa kandungan TSS dan pH limbah tersebut tidak sesuai dengan Permen LH No.5 Tahun 2014. Terdapat beberapa metoda yang bisa digunakan untuk menurunkan nilai TSS serta menetralkan pH limbah, salah satunya dengan elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan metoda pengolahan air dimana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam (biasanya aluminium atau besi) ke dalam larutan, sedangkan pada katoda terjadi pelepasan gas hidrogen (Holt, et al., 2004). Pengolahan limbah dengan metoda elektrokoagulasi telah dilakukan dalam beberapa penelitian. Jarak elektroda optimal pada elektrokoagulasi

adalah 1,5 cm (Saputra & Farida, 2016). Sedangkan rapat arus optimal pada elektrokoagulasi adalah 1 A/dm<sup>2</sup> (Ngatin, et al., 2010). Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa jarak elektroda dan rapat arus merupakan variabel yang menentukan hasil elektrokoagulasi. Selain kedua variabel tersebut, secara teori ada satu variabel lainnya yang dapat berpengaruh pada hasil elektrokoagulasi, yaitu pola elektroda. Pola elektroda akan berdampak pada jumlah pelepasan koagulan aktif dan pelepasan gas hidrogen selama proses elektrokoagulasi berlangsung. Atas dasar tersebut maka dilakukan pengolahan limbah cair industri tahu secara elektrokoagulasi dengan melakukan variasi pola dan jarak elektroda, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap penurunan TSS dan penetralan pH limbah cair.

## 2. BAHAN DAN METODOLOGI

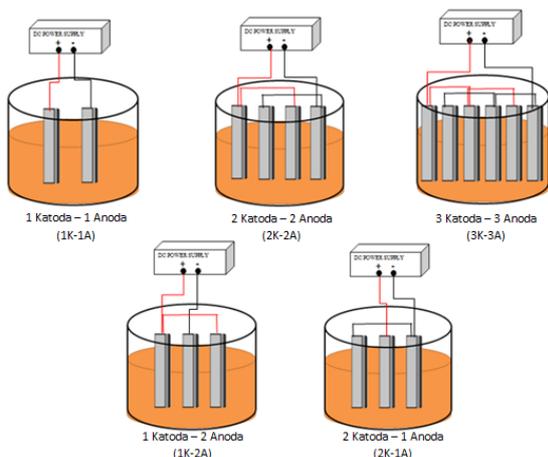
### 2.1 Bahan dan Alat

Penelitian ini memerlukan bahan dan alat yang akan digunakan untuk proses elektrokoagulasi, pengukuran TSS, pH, dan

kadar besi. Adapun bahan dan alat yang digunakan adalah sampel limbah industri tahu, elektroda besi (10 cm x 5 cm, tebal 1 mm), DC power supply, alligator clip, wadah plastik (22 cm x 22cm x 12 cm), pipet volume 50 mL, corong buchner, pompa vakum, erlenmeyer, spektrofotometer Hach DR-2800, kertas saring Pall tipe A/E, desikator, oven, neraca analitik, cawan porselen, pH meter, dan reagent iron.

## 2.2 Proses Elektrokoagulasi

Sebanyak 4 liter limbah cair dimasukkan ke dalam reaktor elektrokoagulasi. Lalu dipasang alligator clip pada elektroda besi dengan pola 1 katoda - 1 anoda dan jarak elektroda 1,5 cm. Alirkan arus listrik dengan rapat arus 1 A/dm<sup>2</sup>. Lakukan proses elektrokoagulasi selama 120 menit dengan pengambilan sampel setiap 20 menit. Lakukan pengukuran TSS, pH, dan kadar besi pada masing-masing sampel yang telah diambil, dan bandingkan dengan hasil pengukuran sampel awal. Lakukan kembali proses elektrokoagulasi dengan pola 2 katoda – 2 anoda, 3 katoda – 3 anoda, 1 katoda – 2 anoda, dan 2 katoda – 1 anoda. Pola elektroda terbaik selanjutnya dipilih pada variasi jarak elektroda 0,5 cm; 1 cm; 1,5 cm; 2 cm; 2,5 cm. Selanjutnya dapat ditentukan pola dan jarak elektroda terbaik pada proses elektrokoagulasi limbah cair industri tahu.



**Gambar 1.** Variasi Pola Elektroda

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Analisa Sampel Awal

Analisa sampel awal bertujuan untuk memperoleh data karakteristik limbah sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi.

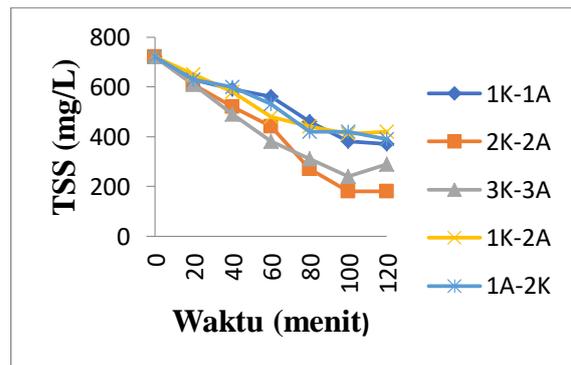
**Tabel 1.** Hasil Analisa Sampel Awal

Parameter	Sampel Limbah Cair	Permen LH No.5 Tahun 2014
TSS	720 mg/L	200 mg/L
pH	3,9	6 – 9
Kadar besi	0,57 mg/L	1 mg/L

### 3.2 Variasi Pola Elektroda

#### 3.2.1 Total Suspended Solid (TSS)

Salah satu parameter yang dianalisa dalam penelitian ini adalah TSS. Kadar TSS sampel awal sebesar 720 mg/L harus dapat diturunkan hingga < 200 mg/L. Hasil analisa TSS pada variasi pola elektroda ditunjukkan oleh Gambar 2.

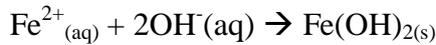
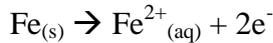


**Gambar 2.** Perubahan TSS pada Variasi Pola Elektroda (jarak 1,5 cm)

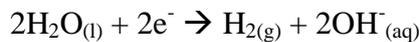
Semakin lama proses elektrokoagulasi maka kadar TSS pada limbah akan semakin berkurang. Penurunan kadar TSS disebabkan oleh adanya oksidasi logam besi menjadi ion Fe<sup>2+</sup> di katoda serta pembentukan ion OH<sup>-</sup> di anoda. Ion Fe<sup>2+</sup> dan OH<sup>-</sup> selanjutnya akan membentuk Fe(OH)<sub>2</sub> yang bertindak sebagai koagulan. Koagulan akan mengikat padatan tersuspensi yang terdapat pada limbah cair sehingga terbentuklah flok. Flok yang

terbentuk akan terangkat ke permukaan oleh hidrogen yang terbentuk di katoda. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

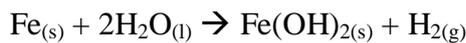
Anoda



Katoda



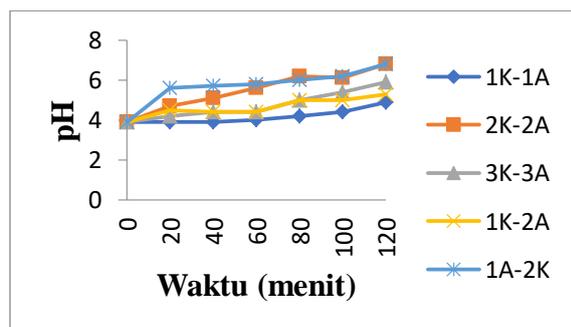
Overall



Terdapat dua pola elektroda yang menghasilkan efisiensi penyisihan TSS di atas 60% yaitu pola 2K-2A dan 3K-3A. Tingginya efisiensi penyisihan TSS pada dua pola elektroda tersebut menandakan jumlah koagulan dan hidrogen yang dihasilkan seimbang dengan jumlah padatan tersuspensi yang terdapat pada limbah cair, sehingga padatan tersuspensi dapat terikat dan mengapung ke permukaan limbah

**3.2.2 pH**

Penambahan asam asetat pada proses pembuatan tahu berakibat pada pH limbah cair yang dihasilkan. Hasil analisa pada sampel awal menunjukkan bahwa limbah bersifat asam dengan pH sebesar 3,9. Setelah dilakukan elektrokoagulasi dengan variasi pola elektroda, diperoleh hasil perubahan pH limbah seperti yang tercantum pada Gambar 3.

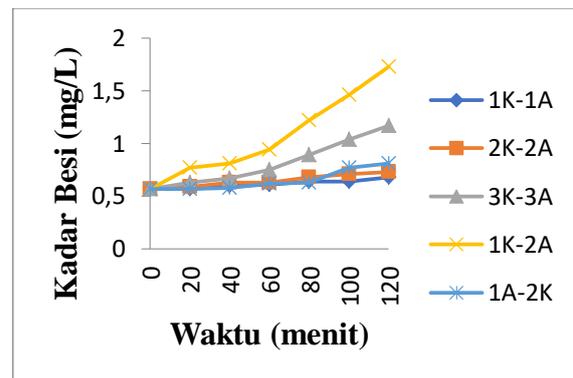


**Gambar 3.** Perubahan pH pada Variasi Pola Elektroda (jarak 1,5 cm)

Berdasarkan data pada Gambar 3., terdapat dua pola elektroda yang mengalami perubahan pH hingga 6,8, yaitu pola 2K-2A dan 1A-2K. Perubahan pH tersebut menandakan bahwa dihasilkan ion OH<sup>-</sup> berlebih di katoda yang mengubah pH dari asam menjadi netral.

**3.2.3 Kadar Besi**

Adanya oksida pada logam besi (elektroda) selama proses elektrokoagulasi berdampak pada air hasil olahan. Dari Gambar 4 diketahui bahwa kada besi pada air hasil olahan terus meningkat seiring berlangsungnya elektrokoagulasi



**Gambar 4.** Perubahan Kadar Besi pada Variasi Pola Elektroda (jarak 1,5 cm)

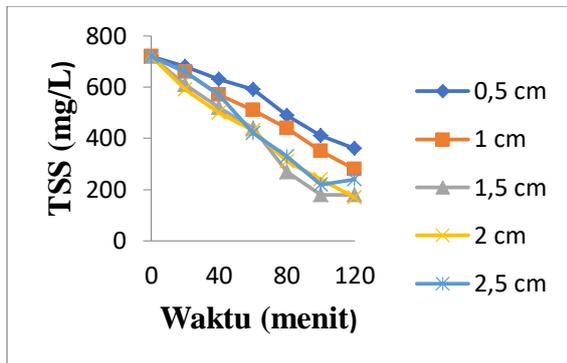
Peningkatan kadar besi yang paling signifikan terjadi pada pola elektroda 1K-2A. Hal tersebut dikarenakan jumlah ion besi yang dihasilkan pada anoda tidak sebanding dengan jumlah OH<sup>-</sup> yang dihasilkan pada katoda, sehingga tidak terjadi pembentukan koagulan Fe(OH)<sub>2</sub>. Ion besi yang tidak membentuk koagulan tersebut akan terperangkap di dalam larutan sehingga meningkatkan kadar besi pada air hasil olahan.

**3.3 Variasi Jarak Elektroda**

**3.3.1 Total Suspended Solid (TSS)**

Jarak elektroda berdampak pada kecepatan transfer antara anoda yang melepas elektron dengan katoda sebagai tempat terjadinya proses reduksi. Data yang ditampilkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa terdapat dua variasi jarak elektroda

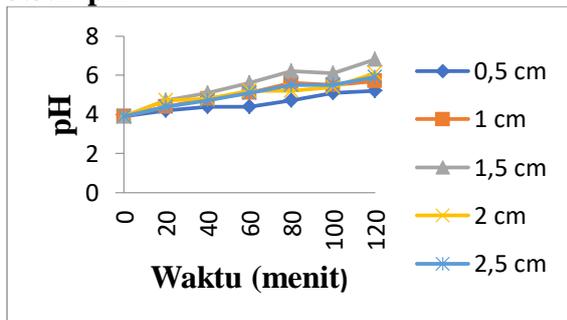
yang mampu mengurangi kadar TSS hingga di bawah nilai ambang batas (200 mg/L), yaitu pada jarak elektroda 1,5 cm dan 2 cm.



**Gambar 5.** Perubahan TSS pada Variasi Jarak Elektroda (pola 2K-2A)

Ketika jarak elektroda terlalu dekat maka koagulan yang terbentuk hanya berada di sekitar elektroda dan tidak mampu menjangkau seluruh padatan tersuspensi. Sedangkan ketika jarak elektroda terlalu jauh maka interaksi antara molekul-molekul menjadi lemah.

### 3.3.2 pH

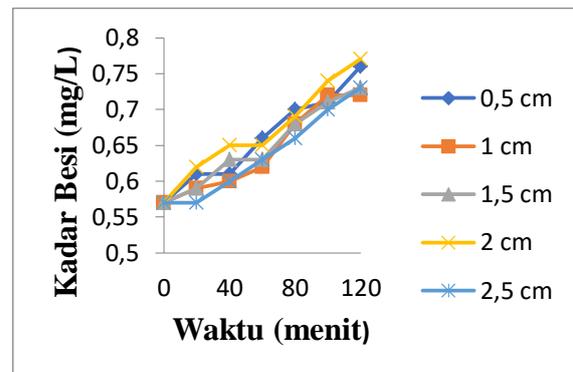


**Gambar 6.** Perubahan pH pada Variasi Jarak Elektroda (pola 2K-2A)

Berdasarkan data pada Gambar 6, dapat diketahui bahwa perubahan pH tertinggi terjadi pada jarak elektroda 1,5 cm. Sedangkan perubahan pH terendah terjadi pada jarak 0,5 cm. Rendahnya perubahan pH pada jarak 0,5 cm disebabkan oleh jarak elektroda yang terlalu dekat sehingga gas hidrogen yang dihasilkan menumpuk pada area sekitar elektroda. Akibatnya ion  $\text{OH}^-$  akan langsung terangkat ke permukaan.

### 3.3.3 Kadar Besi

Peningkatan kadar besi pada variasi jarak elektroda masih berada di bawah nilai ambang batas (1 mg/L). Hal tersebut menunjukkan bahwa ion  $\text{Fe}^{2+}$  yang dihasilkan pada proses oksidasi logam besi di anoda berikatan dengan  $\text{OH}^-$  yang dihasilkan di katoda, sehingga terbentuk  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ . Jika  $\text{Fe}^{2+}$  tidak berikatan dengan  $\text{OH}^-$  maka akan terjadi peningkatan kadar besi yang signifikan pada air hasil olahan.



**Gambar 7.** Perubahan Kadar Besi pada Variasi Jarak Elektroda (pola 2K-2A)

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu metoda elektrokoagulasi mampu menurunkan kadar TSS dan menetralkan pH limbah cair industri tahu. Pola dan jarak elektroda berpengaruh pada efisiensi penyisihan TSS dan penetralan pH limbah cair. Pola dan jarak elektroda terbaik adalah 2 Katoda – 2 Anoda dengan jarak 1,5 cm, yang menghasilkan efisiensi penyisihan TSS sebesar 75% dan peningkatan pH hingga 6,8.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing dan semua pihak yang telah memberikan masukan dan arahan serta bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Hendriarianti, E., & Angelina, S. (2011). Pengaruh jenis elektroda dan jarak antar elektroda dalam penurunan COD

- dan TSS limbah cair laundry menggunakan elektrokoagulasi. *Jurnal Lingkungan*, 4 (2), 375-386.
- Holt, P.K., Geoffrey, W.B., & Cynthia, A.M. (2004). The future for electrocoagulation as a localised water treatment technology. *Chemosphere*, 59, 355-367.
- Idaman Said, 1999. Teknologi pengolahan air limbah tahu-tempe. [Http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Limbahtt/limbahtt.html](http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Limbahtt/limbahtt.html), diakses pada 21 Desember 2017, Pkl. 21.30 WIB.
- Kementrian Lingkungan Hidup. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta: KLH.
- Koparal, A.S., & Ogutveren, U.B. (2002). Removal of nitrate from water by electroreduction and electrocoagulation. *Journal of Hazardous Materials*, B89, 83-94.
- Mollah, Y.A., Robert, S., & Jose, R.P. (2000). Electrocoagulation – science and applications. *Journal of Hazardous Materials*, B84, 29-41.
- Ngatin, A., Yunus, T., & Mukhtar, G. (2010). Pengaruh pasangan elektroda terhadap proses elektrokoagulasi pada pengolahan air buangan industri tekstil. *Jurnal RACE*, 4 (1), 2010.
- Pak, K. (2015). Factors influencing treatment of nitrate contaminated water using batch electrocoagulation process. *Journal of Current Engineering and Technology*, E-ISSN 2277-4106.
- Saputra, E., & Farida, H. (2016). Pengaruh jarak antara elektroda pada reaktor elektrokoagulasi terhadap pengolahan effluent limbah cair pabrik kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5 (4), 2016.
- Sutanto, Danang, W., & Hidjan. (2011). Penurunan kadar logam berat dan kekeruhan air limbah menggunakan proses elektrokoagulasi. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, 2 (1), 1-6.
- Tarigan, M.S., & Edward. (2003). Kandungan total zat padat tersuspensi di perairan raha, sulawesi tenggara. *Jurnal Makara*, 7 (3), 2003.