

# Netralisasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Metoda Elektrokoagulasi dengan Elektroda Al-Al dengan Variabel Waktu Proses dan Ketebalan Plat

Ihda Nurjanah<sup>1</sup>, Idral Amri<sup>2</sup>, irdoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, <sup>2</sup>Dosen Teknik Kimia  
Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru 28293

Email : [ihda.nurjannah@student.unri.ac.id](mailto:ihda.nurjannah@student.unri.ac.id)

## ABSTRACT

*The tofu factory located in Pangkalan Kerinci, Pelalawan District, produces 1 m<sup>3</sup> of liquid waste every day and are immediately disposed of without going through the processing before release to environment. The analysis shows that the liquid waste is not in accordance with Permen LH No. 5 2014. This will decrease the oxygen level in the water. The purpose of this study was to determine reduce levels of TSS, BOD and pH with plate thickness and processing time. Neutralization of liquid waste of tofu industry. The electrocoagulation method was used to reduce BOD, TSS and neutralize pH by varying the time, plate thickness. The conclusions obtained are: (1) Time variation (20, 40 and 60 minutes), and effective time is 60 minutes, current strength of 0.6 A decreases 72% BOD concentration, TSS 69.9% and pH becomes 6.01. (2) Variation in plate thickness (0.5; 1.0 and 1.5 mm), and effective plate thickness of 1 mm at 60 minutes can reduce BOD concentration 73.14%, TSS 68.78%, pH becomes 6.83. The results of the research obtained are in accordance with Permen LH No.5 of 2014.*

**Keywords :** Tofu Liquid Waste, Electrocoagulation, BOD, TSS, pH.

## A. PENDAHULUAN

Industri dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria, salah satunya berdasarkan jumlah tenaga kerja. Terdapat empat kategori industri berdasarkan jumlah tenaga kerja, yaitu industri rumah tangga, industri kecil, industri sedang, dan industri besar. Dari empat kategori industri tersebut, perkembangan industri kecil adalah yang paling pesat. Industri kecil merupakan industri yang tenaga kerjanya berjumlah sekitar 5 sampai 19 orang. Ciri industri kecil adalah modal yang relatif kecil dan

tenaga kerjanya berasal dari lingkungan sekitar. Contoh industri kecil misalnya industri batu bata, industri pengolahan rotan, dan industri tahu.

Kegiatan industri tahu di Indonesia didominasi oleh usaha-usaha skala kecil dengan modal yang terbatas, sehingga sebagian besar industri tahu tidak memiliki unit pengolahan limbah, dimana limbah cair langsung dibuang ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah cair tahu mengandung zat organik yang dapat menyebabkan pesatnya pertumbuhan mikroba dalam air. Hal tersebut

akan mengakibatkan kadar oksigen dalam air menurun tajam. Limbah industri cair tahu mengandung zat tersuspensi, sehingga mengakibatkan air menjadi kotor atau keruh (Subekti, 2011).

## B. TINJAUAN PUSTAKA

### B.1 . Karakteristik Limbah Industri Tahu

Limbah industri tahu dibagi menjadi dua jenis, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat digunakan sebagai pakan hewan ternak, sehingga tidak perlu dilakukan pengolahan. Sedangkan limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu, atau biasa disebut air dadih (*whey*). Limbah cair ini masih banyak mengandung zat organik seperti protein, karbohidrat, lemak, dan padatan tersuspensi. Adanya bahan organik yang cukup tinggi menyebabkan mikroba menjadi aktif dan menguraikan bahan organik tersebut secara biologis menjadi senyawa asam-asam organik (Adack, 2013).

**Tabel B.1** Kadar Organik dalam Limbah Ampas Tahu

Protein	26.60%
Lemak	18.30%
Karbohidrat	41.30%
Fosfor	0.29%
Kalsium	0.19%
Besi	0.04%
air	0.09%

Sumber : (Kaswinarni, 2007).

### B.2. Elektrokoagulasi

Proses elektrokoagulasi merupakan gabungan dari proses elektrokimia, koagulasi dan proses flokulasi-koagulasi. Ketiga proses dasar ini saling berinteraksi dan berhubungan untuk menjalankan elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi diduga dapat menjadi pilihan metode pengolahan limbah radioaktif dan limbah B3 cair fase air alternatif mendampingi metode-metode pengolahan yang lain yang telah dilaksanakan. Kelebihan proses pengolahan limbah dengan elektrokoagulasi antara lain (Purwaningsih, 2008).

Faktor yang Mempengaruhi Elektrokoagulasi yaitu :

#### a) Kuat Arus

Arus merupakan elektron yang berpindah setiap satuan luas. Sehingga semakin besar rapat arus maka elektron yang berpindah maka semakin besar, hal ini akan menyebabkan pembentuk koagulan yang terbentuk akan semakin banyak.

#### b) Jenis Elektroda

Setiap jenis elektroda memberikan pengaruh yang berbeda-beda. Penggunaan jenis elektroda dipengaruhi kereaktifan logam serta pembentukan koagulan untuk mengikat kotoran yang ada.

#### c) Waktu

Dalam elektrokoagulasi, semakin lama waktu proses maka penurunan parameter pencemaran akan semakin baik.

#### d) Ketebalan Plat

Semakin tebal plat elektroda yang digunakan, daya tarik elektrostatisnya dalam mereduksi dan mengoksidasi ion logam dalam larutan akan semakin besar.

#### e) Pengadukan

Pengadukan akan membantu kontak antara larutan dengan elektroda selama proses elektrokoagulasi.

#### f) Tegangan

Karena tegangan listrik yang menghasilkan perubahan kimia mengalir melalui medium (logam atau elektrolit) disebabkan karena adanya beda potensial karena tahanan listrik pada medium lebih besar dari logam, maka yang perlu diperhatikan adalah mediumnya dan batas antar logam dengan medium.

#### g) Kadar Keasaman (pH)

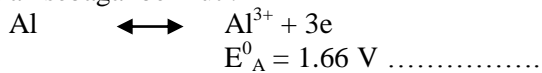
Karena pada proses elektrokoagulasi terjadi proses elektrolisis air yang menghasilkan gas hydrogen dan ion hidroksida, dengan semakin lama waktu kontak yang digunakan, maka semakin cepat pula pembentukan gas hydrogen dan ion hidroksida.

#### h) Jarak Antar Elektroda

Besarnya jarak antar elektroda mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit, semakin besar jaraknya semakin besar hambatannya, sehingga semakin kecil arus yang mengalir (Rachmanita, 2012).

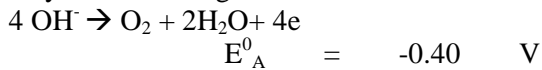
Menurut Ngatin (2010) aluminium merupakan elektroda yang paling banyak digunakan, dimana pada proses elektrokoagulasi

terjadi proses pelarutan anodik yang reaksinya adalah sebagai berikut :



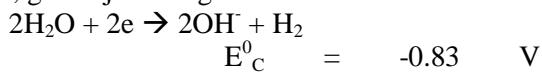
(i)

Pembentukan oksigen juga terjadi di anoda, reaksinya adalah sebagai berikut :



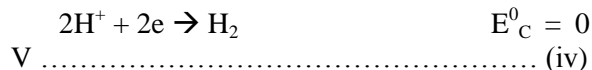
..... (ii)

Selain itu, secara simultan terjadi reaksi di kutub katoda yaitu pembentukan gas hidrogen. Reaksi yang terjadi di katoda tergantung pada pH air yang diolah. Pada kondisi netral atau basa, gas terjadi dengan reaksi :



..... (iii)

Sedangkan pada kondisi asam, reaksi pembentukan gas hidrogen adalah sebagai berikut :



(iv)  
Proses elektrokoagulasi dilakukan pada bejana elektrolisis yang di dalamnya terdapat katoda dan anoda sebagai penghantar arus listrik searah yang disebut elektroda, yang tercelup dalam larutan limbah sebagai elektrolit. Karena dalam proses elektrokoagulasi ini menghasilkan gas yang berupa gelembung-gelembung gas, maka kotoran-kotoran yang terbentuk yang ada dalam air akan terangkat ke atas permukaan air. Flok-flok terbentuk ternyata mempunyai ukuran yang relatif kecil, sehingga flok-flok yang terbentuk tadi lama kelamaan akan bertambah besar ukurannya. Setelah air mengalami elektrokoagulasi, kemudian dilakukan proses pengendapan, yaitu berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel atau flok yang terbentuk tadi (Bambang, 2010).

## C. METODOLOGI PENELITIAN

### C.1 Prosedur Penelitian

#### C.1A Penentuan Kadar Parameter Awal

Penentuan kadar parameter awal dilakukan dengan metoda berikut :

- a) Penentuan kadar BOD dilakukan dengan metoda gravimetri sesuai dengan SNI 6989.72:2009.

- b) Penentuan kadar TSS dilakukan dengan metoda gravimetri sesuai dengan SNI 06-6989.3-2004.

- c) pH awal sampel limbah diukur dengan pH meter.

### C.1B Proses Elektrokoagulasi

#### a. Variasi Ketebalan Plat

1. Memasukkan air limbah ke dalam reaktor elektrokoagulasi.
2. Memasang penjepit pada elektroda AL.
3. Mengalirkan arus listrik.
4. Melakukan proses elektrokoagulasi (tanpa pengadukan).
5. Mengambil sampel lalu mengukur nilai TSS, BOD dan pH akhir.
6. Menghitung efisiensi penyisihan parameter TSS, BOD dan pH.
7. Melakukan kembali langkah 1-6 menggunakan variasi.
8. Menentukan ketebalan elektroda yang menghasilkan efisiensi penyisihan terbaik.

## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Tahu

Parameter	Kadar (mg/L)
BOD	150
TSS	200
pH	6-9

Sumber : Permen LH No 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

### Hasil Analisa Sampel Limbah Cair Industri Tahu

Tabel D.1 Hasil Analisa Variasi Waktu Proses

Paraeter	Variasi wktu Proses 0	Variasi wktu Proses 20	Variasi wktu Proses 40	Variasi wktu Proses 60
BOD (mg/L)	525	486	340	147
TSS (mg/L)	628	503	373	189
pH	3.51	3.74	4.66	6.01

Salah satu parameter yang dianalisa adalah BOD. Nilai BOD sampel awal adalah sebesar 525 mg/L dan harus dapat diturunkan sesuai baku mutu yaitu sebesar 150 mg/L. Dari **Tabel D.1** diketahui bahwa terdapat satu variasi yang dapat menurunkan nilai BOD dalam sampel air limbah yaitu variasi waktu proses 60 menit, dimana nilai BOD awal sebesar 525 mg/L menjadi 147 mg/L yang menghasilkan efisiensi penysisihannya sebesar 72%.

Parameter yang dianalisa berikutnya adalah TSS. Nilai TSS sampel awal adalah sebesar 628 mg/L dan harus dapat diturunkan sesuai baku mutu yaitu sebesar 200 mg/L. Dari **Tabel D.1** diketahui bahwa terdapat satu variasi yang dapat menurunkan nilai TSS dalam sampel air limbah yaitu variasi waktu proses 60 menit, dimana nilai TSS awal sebesar 628 mg/L menjadi 189 mg/L yang menghasilkan efisiensi penysisihannya sebesar 69,9%.

Penambahan asam asetat pada proses pengendapan tahu berakibat pada pH limbah cair yang dihasilkan. Hasil analisa pada sampel awal menunjukkan bahwa limbah bersifat asam dengan pH sebesar 3,51, dimana pada percobaan elektrokoagulasi menggunakan sampel limbah cair industri tahu yang telah dilakukan dapat menaikkan nilai pH dari 3,9 menjadi 6,8.

**Tabel D.2** Hasil Analisa Variasi Ketebalan Plat

Nama Sampel	Parameter (mg/L) BOD	Parameter (mg/L) BOD	Parameter (mg/L) BOD
Ketebalan Plat	487	533	3.64
0,5 mm waktu	391	421	4.21
20 menit	258	253	5.13
Ketebalan Plat	483	526	4.72
0,5 mm waktu	350	387	5.04
40 menit	143	198	6.83
Ketebalan Plat	475	512	4.65
0,5 mm waktu	354	379	5.02
60 menit	141	196	6.3

Salah satu parameter yang dianalisa adalah BOD. Nilai BOD sampel awal adalah sebesar 525 mg/L dan harus dapat diturunkan sesuai baku mutu yaitu sebesar 150 mg/L. Ketebalan plat 1,5 mm waktu 60 menit didapatkan hasil

nilai BOD 141 mg/L dari nilai awal 525 mg/L hal ini dikarenakan pada ketebalan proses 1,5 mm. Pada variasi ketebalan plat 1,5 mm waktu 60 menit efisiensi penurunan nilai BOD awal sebesar 525 mg/L menjadi 141 mg/L yang menghasilkan efisiensi penysisihan sebesar 73,14%.

Parameter yang dianalisa berikutnya adalah TSS. Nilai TSS sampel awal adalah sebesar 628 mg/L dan harus dapat diturunkan sesuai baku mutu yaitu sebesar 200 mg/L, dimana pada ketebalan plat 1,5 mm waktu 60 menit didapatkan hasil nilai TSS 196 mg/L dari nilai awal 628 mg/L hal ini dikarenakan pada ketebalan plat 1,5 mm. Pada variasi ketebalan plat 1,5 mm waktu 60 menit nilai TSS yang dihasilkan TSS awal sebesar 628 mg/L menjadi 196 mg/L yang menghasilkan efisiensi sebesar 68,78%.

Hasil analisa pada sampel awal menunjukkan bahwa limbah bersifat asam dengan pH sebesar 3,51. Setelah dilakukan elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda, diperoleh hasil analisa perubahan pH limbah cair. Tertinggi pada variasi ketebalan plat 1,5 mm yaitu sebesar 3.51 kenaikan pH.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengaruh variabel proses terhadap ketebalan plat dan waktu proses dimana semakin besar ketebalan plat dan semakin lama waktu proses elektrokoagulasi limbah cair industri tahu berpengaruh terhadap % *removal* baik BOD, TSS ataupun pH, nilai awal BOD 525 mg/L menjadi 141 mg/L, nilai awal TSS 628 mg/L menjadi 196 mg/L, dimana penysisihan optimum pada ketebalan plat 1,5 mm selama 60 menit dengan penysisihan optimum BOD % *removal* 73,14%, penysisihan optimum TSS % *removal* 68,78%, penysisihan optimum pada variasi ketebalan plat nilai pH awal 3,51 menjadi 6,83. Hasil penelitian yang didapat sudah sesuai dengan Permen LH No.5 tahun 2014.

## DAFTAR USTAKA

Adack, Jessy. (2013). *Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.

- Bambang Hari P, 2010. *PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEKSTIL MENGGUNAKAN PROSES ELEKTROKOAGULASI DENGAN SEL Al-Al*. Jurusan Teknik Kimia – Universitas Jenderal Achmad Yani. Yogyakarta.
- Kaswinarni, (2007). *Kajian Teknis pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*. Thesis. Semarang : Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Ngatin, Agustinus, Yunus Tonapa dan Mukhtar Gozali. 2010. *Pengaruh Pasangan Elektroda Terhadap Proses Elektrokoagulasi Pada Pengolahan Air Buangan Industri Tekstil*. Bandung: Jurnal Refrigerasi, Tata Udara, dan Energi, Politeknik Negeri Bandung.
- Purwaningsih, Indah, (2008). *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik CV. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta Dengan Metode Elektrokoagulasi Ditinjau dari Parameter COD dan Warna*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Rachmanita. 2012. *Studi penurunan konsentrasi nikel dan tembaga pada limbah cair elektroplating dengan metode elektrokoagulasi*. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan, UNDIP.
- Subekti Sri, (2011). *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Skripsi, Program Studi Ilmu Lingkungan, Universitas Padjajaran, Semarang.