

## ***EFFECT OF FeCl<sub>3</sub> COAGULAN DOSAGE ON DECREASING TURBIDITY OF LEATHER TANNERY WASTE PROCESSING***

### **PENGARUH DOSIS KOAGULAN FeCl<sub>3</sub> PADA PENURUNAN TURBIDITAS PENGOLAHAN LIMBAH PENYAMAKAN KULIT**

**Nanda Brilian Tantri<sup>1</sup>, Swatika Juhana<sup>1,\*</sup>, Ragil Yuliatmo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Leather Processing Technology, Politeknik ATK Yogyakarta, 55188, Yogyakarta, Indonesia

\* Corresponding author : \*email: swatika.rustiawan@gmail.com

#### **Abstract:**

The leather tanning industry is one of the industries that produces liquid waste. The liquid waste of the leather tanning industry contains pollutants with a high level of turbidity. This research was conducted to determine variations in the dose of FeCl<sub>3</sub> as a coagulant to reduce the turbidity of leather tanning wastewater. The coagulant added was 5 mL of FeCl<sub>3</sub> with various doses of 1%, 2%, 3%, 4% and 5%. The optimum dose of FeCl<sub>3</sub> coagulant to treat 300 mL of liquid waste is 3% with a volume of 5 mL, which means that 500 mg/L or 500 ppm is needed. The results showed a decrease in turbidity at the optimum dose was 94%, a decrease in chromium content of 83,53%. This shows that the effect of FeCl<sub>3</sub> on reducing total chromium content and turbidity gives quite good results.

**Keywords:** coagulant, FeCl<sub>3</sub>, turbidity, leather tanning waste, chromium content

#### **Intisari:**

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair. Limbah cair industri penyamakan kulit mengandung polutan dengan tingkat turbiditas yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variasi dosis FeCl<sub>3</sub> sebagai koagulan untuk menurunkan turbiditas limbah cair penyamakan kulit. Koagulan yang ditambahkan yaitu 5 mL FeCl<sub>3</sub> dengan variasi dosis 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Dosis optimum koagulan FeCl<sub>3</sub> untuk mengolah 300 mL limbah cair adalah 3%, volume 5 mL, yang berarti dibutuhkan 500 mg/L atau 500 ppm. Hasil menunjukkan penurunan turbiditas pada dosis optimum adalah 94%, penurunan kadar krom 83,53%. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh FeCl<sub>3</sub> terhadap penurunan kadar krom total dan turbiditas memberikan hasil yang cukup baik.

**Kata kunci :** koagulan, FeCl<sub>3</sub>, turbiditas, limbah penyamakan kulit, kadar krom

#### **Pendahuluan**

Industri penyamakan kulit merupakan industri yang mengolah limbah dari pengolahan makanan (pengolahan daging) menjadi produk yang lebih bermanfaat, awet, dan stabil. Proses penyamakan kulit menggunakan 4 golongan bahan penyamak, yaitu golongan mineral logam, tannin, aldehid, dan syntan. Teknologi penyamakan kulit telah berkembang secara alami dari praktik penyamakan tradisional menjadi aktivitas industri. Produk kulit telah menjadi bahan yang berguna sejak awal sejarah manusia. Dalam industri penyamakan, kulit mentah diubah menjadi kulit jadi melalui

rangkaian proses kimia dan mekanis. Pada proses industri ini memberikan kontribusi besar terhadap pencemaran lingkungan. Limbah dari industri penyamakan kulit, meliputi limbah padat, cair, dan gas. Tantangan lingkungan dari pengolahan kulit muncul dari sifat dan jumlah limbah yang dibuang [1,2,3,4]. Pengolahan satu ton kulit mentah menghasilkan 200 kg kulit samak, 200–250 kg limbah kulit samak, 190–350 kg limbah bukan kulit samak, dan 50.000 kg air limbah [5]. Limbah cair penyamakan kulit perlu diolah dengan baik sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan melalui 3 proses yaitu fisika, kimia, dan biologi. Pengolahan fisika dilakukan dengan prinsip hukum fisika, contoh: screening, sedimentasi, fitrasi. Prinsip utama pengolahan limbah secara fisika adalah untuk menghilangkan padatan yang tersuspensi pada air [6]. Screening merupakan proses awal pengolahan limbah untuk menyaring partikel padatan dari cairannya. Sedimentasi bertujuan memisahkan partikel yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi terhadap larutan yang digunakan [7]. Pengolahan kimia adalah menambahkan bahan kimia yang dapat mengikat bahan pencemar yang terkandung dalam limbah, kemudian memisahkannya dengan cara mengendapkan atau mengapungkan, contoh: koagulasi, flokulasi dan adsorpsi. Pengolahan biologi dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme atau bahan biologi, contoh: proses aerob, anaerob, fitoremediasi. Proses pengolahan limbah cair secara biologi, umumnya merupakan proses menghancurkan dan menghilangkan zat kontaminan menggunakan bantuan mikroorganisme. Pengolahan secara biologi juga digunakan untuk menghilangkan nitrogen dan fosfor dari air limbah [6].

Pengolahan kimia limbah dapat dilakukan dengan koagulasi dan flokulasi. Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan partikel koloid, padatan tersuspensi halus, dengan penambahan koagulan disertai dengan pengadukan cepat untuk mendispersikan bahan kimia secara merata. Pengadukan cepat hanya dilakukan sebentar saja 30-60 detik [8]. Haydar, S and Aziz, J.A (2009) melakukan penelitian koagulasi-flokulasi pada limbah penyamakan kulit menggunakan kombinasi alum dengan polimer kationik dan anionik. Kombinasi dosis optimum tawas adalah 100 mg/L sebagai  $Al_2(SO_4)_3$  dengan 5 mg/L polimer C-496. Kombinasi tawas dengan polimer anionik A-100 yang sesuai menghasilkan penyisihan turbiditas efluen sebesar 99,7%, penyisihan TSS 96,3%, penyisihan COD 48,3% dan penyisihan kromium 99,7%. Islam, *et al* [10] melakukan penelitian efisiensi perbedaan koagulan pada pengolahan limbah penyamakan kulit di Bangladesh menggunakan koagulan tawas, besi klorida dan kapur. Setelah perlakuan pada limbah penyamakan didapatkan pH optimum 7,13 dan TS terendah 3833,33 mg/L, Kadar  $Cr^{6+}$  berkurang secara signifikan menjadi 0,07 mg/L. Penelitian merekomendasikan kombinasi tawas dan besi klorida untuk yang efektif pengolahan utama limbah penyamakan kulit. Zand [11] mengungkapkan bahwa proses koagulasi dipengaruhi oleh pH, dosis koagulan serta turbiditas awal limbah cair.

Koagulan anorganik yang dapat digunakan sebagai pengolah limbah, antara lain tawas, PAC (Poli Aluminium Clorida), kapur, dan  $FeCl_3$ . Tantri, N.B., *et al* [12] telah melakukan optimasi penggunaan PAC sebagai koagulan pada pengolahan limbah penyamakan kulit. Hasil penelitian tersebut menunjukkan dosis optimum PAC adalah 2% sebanyak 5 mL untuk 300 mL limbah penyamakan kulit dan hasil persen penyisihan turbiditas 95%. PAC merupakan jenis koagulan anorganik yang banyak digunakan di industri. Menurut Suryadiputra [13], penambahan koagulan yang semakin banyak dapat menyebabkan pemecahan kembali padatan yang sudah terbentuk, dikarenakan dosis koagulan mencapai konsentrasi berlebih sehingga terjadi penstabilan kembali muatan koloid yang terbentuk yang menyebabkan koloid menjadi stabil kembali. Oleh karena itu dosis optimum koagulan menjadi sesuatu yang perlu diteliti. Hasil tersebut dapat dibandingkan dengan efektifitas koagulan anorganik lain untuk pengolahan limbah penyamakan kulit. Pada penelitian ini dilakukan penelitian pengaruh dosis koagulan anorganik lain yaitu  $FeCl_3$  pada limbah penyamakan kulit

terhadap penurunan nilai turbiditas. Dengan diketahui dosis optimum  $\text{FeCl}_3$ , maka dapat diketahui efektifitas  $\text{FeCl}_3$  terhadap persen penurunan turbiditas terhadap pengolahan limbah penyamakan kulit.

## **Metode Penelitian**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu flokulator, turbidimeter, gelas beaker 500 ml sebanyak 5 buah dan gelas beaker berukuran 100 ml sebanyak 5 buah, kertas pH, gelas ukur 100 mL, pengaduk, kaca arloji, neraca analitik, pipet tetes, pipet volume 5 ml, labu ukur berukuran 100 mL sebanyak 6 buah, corong kaca, kertas label.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel limbah cair penyamakan kulit. Koagulan  $\text{FeCl}_3$  1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Flokulan yang digunakan yaitu polielektrolit baseflok 1% dan akuades sebagai pelarut.

### **Metode**

Metode kerja pada penelitian ini yaitu dengan jar tes, diawali dengan pengukuran pH sampel limbah awal dan diatur pada pH 7 karena  $\text{FeCl}_3$  bekerja efektif pada pH 4-8. Sampel limbah awal masing-masing 300 mL dimasukkan ke dalam masing-masing gelas beaker (5 gelas beaker). Setelah itu ke dalam masing-masing gelas beaker ditambahkan 5 mL koagulan  $\text{FeCl}_3$  dengan konsentrasi berbeda yaitu: 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Proses koagulasi dilakukan dengan metode jar tes menggunakan alat flokulator. Kecepatan flokulator pada proses koagulasi diatur 100 rpm dengan waktu 1 menit. Flokulator dinyalakan hingga alat berhenti sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan flokulasi dengan flokulan polielektrolit baseflok 1% ditambahkan ke dalam masing-masing sampel limbah sebanyak  $\pm 3$  mL. Pengaturan kecepatan flokulator pada proses flokulasi yaitu 25 rpm dengan waktu 15 menit. Sampel limbah yang sudah diolah secara koagulasi dan flokulasi dengan jar tes dibiarkan selama 15 menit sampai flok-flok mengendap dengan sempurna. Pengukuran turbiditas dilakukan untuk semua variasi dosis dengan alat turbidimeter. Pengukuran TDS dilakukan untuk dosis optimum dengan TDS-meter. Pengujian kadar krom dan besi untuk dosis optimum dilakukan di Laboratorium Kimia, Universitas Negeri Yogyakarta dengan metode Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).

## **Hasil dan Pembahasan**

Koagulan  $\text{FeCl}_3$  merupakan koagulan anorganik yang mengandung kation logam  $\text{Fe}^{3+}$  dan anion  $\text{Cl}^-$ . Keberadaan anion dan kation inilah yang menyebabkan  $\text{FeCl}_3$  dapat digunakan sebagai koagulan untuk mendestabilkan partikel koloid pada limbah cair agar dapat bereaksi dengan ion-ion dari koagulan sehingga membentuk inti flok yang dapat mengendap. Pengaruh dosis koagulan menjadi sesuatu yang penting untuk diteliti, dikarenakan semakin banyak koagulan dapat menyebabkan pemecahan kembali padatan yang sudah terbentuk. Dosis koagulan yang mencapai konsentrasi berlebih menyebabkan terjadinya penstabilan kembali muatan koloid yang terbentuk sehingga menyebabkan koloid menjadi stabil kembali dan sulit mengendap (Suryadiputra, 1995). Hasil penelitian pengaruh dosis  $\text{FeCl}_3$  terhadap nilai turbiditas limbah cair penyamakan kulit dapat dilihat pada Tabel 1.

Koagulan  $\text{FeCl}_3$  dengan dosis 3% memiliki hasil yang terbaik untuk menurunkan turbiditas limbah cair penyamakan kulit dengan flok yang mengendap yang berukuran besar. Pada dosis tersebut didapatkan nilai turbiditas yang rendah dengan flok mengendap, berukuran besar, dan warna yang dihasilkan berwarna kekuningan sedikit jernih. Sedangkan pada dosis yang lebih kecil, flok yang dihasilkan melayang dan ukurannya sangat kecil, sehingga jika limbah cair hasil pengolahan

ini di buang ke badan air akan menambah kontaminan flok-flok melayang di perairan. Hasil pengukuran turbiditas limbah cair sebelum dikoagulasi dengan  $\text{FeCl}_3$  adalah 1882 NTU, sedangkan setelah melalui proses pengolahan dengan menggunakan koagulan  $\text{FeCl}_3$  dengan konsentrasi 3% mengalami penurunan turbiditas menjadi 109 NTU, persen penurunan turbiditas sebesar 94%. Menurut Hernowo (2021), hasil pengukuran turbiditas dipengaruhi oleh konsentrasi. Semakin besar konsentrasi koagulan, maka turbiditas semakin tinggi. Semakin banyak koagulan yang ditambahkan melampaui dosis optimum, menyebabkan koagulan sisa yang mampu mengendapkan partikel koloid justru menambah sisa residu koagulan sebagai penambah turbiditas air. Koagulan  $\text{FeCl}_3$  3% merupakan jenis koagulan yang mampu menurunkan turbiditas pada air limbah sebesar 94%. Koagulan ini merupakan salah satu senyawa kimia yang digunakan dalam pengolahan limbah, karena sifatnya yang akan mengion di dalam air menjadi kation  $\text{Fe}^{3+}$ . Kation logam akan bereaksi dengan ion basa menjadi padatan hidroksida logam yang tidak larut dalam air. Jika dalam limbah cair mengandung ion krom, maka dengan koagulan ini akan dapat mengendapkan logam krom pada pH basa. Pada penelitian ini, juga diukur penurunan kadar krom dan TDS pada dosis optimum koagulan  $\text{FeCl}_3$  3%. Hasil pengukuran kadar krom pada koagulan  $\text{FeCl}_3$  3% yaitu pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Pengaruh Dosis Koagulan  $\text{FeCl}_3$  Terhadap Persen Penurunan Turbiditas

Variasi dosis koagulan $\text{FeCl}_3$	Hasil pengamatan flok	Warna limbah setelah koagulasi	pH akhir limbah	Turbiditas (NTU)	% Penurunan Turbiditas
Limbah Murni	Flok Flok tidak terlihat, warna keruh	-	-	1882	-
$\text{FeCl}_3$ 1%	Flok melayang, flok berukuran sangat kecil	Warna hitam pekat, larutan sangat keruh	pH 7	24,8	99%
$\text{FeCl}_3$ 2%	Flok melayang, flok berukuran kecil	Warna hitam muda/keabuan, larutan agak keruh	pH 7	91,7	95%
<b><math>\text{FeCl}_3</math> 3%</b>	<b>Flok mengendap, flok berukuran besar</b>	<b>Warna agak kekuningan, larutan sedikit jernih</b>	<b>pH 7</b>	<b>109</b>	<b>94%</b>
$\text{FeCl}_3$ 4%	Flok mengendap, flok berukuran besar	Warna kekuningan, larutan sedikit jernih	pH 7	141	93%
$\text{FeCl}_3$ 5%	Flok mengendap, flok berukuran besar	Warna kuning terang, larutan jernih	pH 6	154	92%

**Tabel 2.** Penurunan Kadar Krom dan TDS Pada Dosis Optimum  $\text{FeCl}_3$  3%

Parameter	Sebelum koagulasi	Sesudah koagulasi	% Penurunan
Krom	10,69 ppm	1,76 ppm	83,53%
TDS	6880 ppm	5385 ppm	21,72%

Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan kadar krom lebih besar daripada turbiditas. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh koagulan  $\text{FeCl}_3$  mampu mengendapkan partikel ion logam lebih besar daripada partikel koloid lainnya. Pengaruh adanya koagulan  $\text{FeCl}_3$  menaikkan pH limbah cair, sehingga menyebabkan terjadi reaksi pengendapan logam krom menjadi  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  atau krom hidroksida. Pada pH 5, krom (III) sudah mulai mengendap membentuk hidroksida logam  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  berwarna hijau gelap. Sehingga penggunaan koagulan  $\text{FeCl}_3$ , mampu menurunkan kadar krom dan menurunkan turbiditas limbah cair sehingga cukup efektif untuk pengolahan kimia pada limbah industri penyamakan kulit. Penggunaan  $\text{FeCl}_3$  perlu diteliti pengaruh koagulan  $\text{FeCl}_3$  terhadap penambahan ion Fe setelah pengolahan limbah. Tabel 3 menunjukkan penambahan jumlah ion Fe pada limbah cair penyamakan kulit setelah diolah dengan koagulan  $\text{FeCl}_3$ .

**Tabel 3.** Penambahan Kadar Fe Pada Dosis Optimum  $\text{FeCl}_3$  3%

Parameter	Sebelum Koagulasi	Setelah Koagulasi
Fe Total	1,07 mg/L	14,19 mg/L

Tabel 3 menunjukkan bahwa pengolahan limbah dengan 500 ppm koagulan  $\text{FeCl}_3$  menaikkan jumlah ion besi 13,26 kali dari kadar ion besi sebelum pengolahan limbah. Hal ini terjadi karena koagulan yang digunakan mengandung ion Fe yang tersisa dari proses koagulasi-flokulasi. Kajian mengenai penggunaan koagulan besi perlu dikaji lebih mendalam, karena menambah kadar ion besi pada limbah cair.

### Kesimpulan

Dosis optimum koagulan  $\text{FeCl}_3$  untuk mengolah limbah penyamakan kulit adalah  $\text{FeCl}_3$  3% sebanyak 5 mL untuk 300 mL limbah cair, dapat menurunkan turbiditas limbah cair penyamakan kulit 94% dengan penurunan kadar krom pada dosis optimum  $\text{FeCl}_3$  ini yaitu 83,53%. Hasil optimum 5 mL  $\text{FeCl}_3$  3% untuk 300 mL limbah cair dapat dikonversi ke dalam mg  $\text{FeCl}_3$  untuk 1 Liter limbah cair penyamakan kulit yaitu 500 mg  $\text{FeCl}_3$ / 1 Liter limbah cair atau 500 ppm.

### Ucapan terima kasih (Sumber pendanaan Penelitian)

Penulis berterima kasih atas dukungan dan kerjasama dari Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia.

### Daftar Pustaka

- [1]. Gaidau, C., Niculescu, M., Stepan, E., Taloi, D., and Filipescu, L., "Additives and Advanced Biomaterials Obtained From Leather Industry By-Products," *Rev. De Chim*, 60, pp.501–507,2009.
- [2]. Popescu, C., Budrugaec, P., Wortmann, F.J., Miu, L., Demco, D.E., and Baius, M., "Assessment Of Collagen-Based Materials Which Are Supports Of Cultural And Historical Objects," *Poly. Degrad. Stability*, 93, pp.976–982,2008.

- [3]. Ramasami, T., Sreeram, K.J., and Gayatri, R. "Emerging Leather Processing Options For Waste Minimization," *UNIDO Report, Regional Workshop on Cleaner Tanning Technologies*,1998.
- [4]. Veeger, L., "Ecological Procedure To Solve The Tannery Waste Problems," *J. Am. Leather Chemical. Assoc*, 88,pp.326–329,1993.
- [5]. Sundar, V. J., Raghavarao, J., Muralidharan, C., & Mandal, A. B., "Recovery And Utilization Of Chromium-Tanned Proteinous Wastes Of Leather Making: A Review," *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41(22), pp.2048- 2075, 2011.
- [6]. Riffat, R. *Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering*, London:CRC Press, 2012.
- [7]. Carlsson B., *An Introduction To Sedimentation Theory In Wastewater Treatment: Systems And Control Group*,Uppsala:Uppsala University, 1998.
- [8]. Risdianto, D., "Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul),"Thesis, Universitas Diponegoro. Semarang,2007.
- [9]. Haydar, S., Aziz, JA. "Coagulation–Flocculation Studies Of Tannery Wastewater Using Combination Of Alum With Cationic And Anionic Polymers," *Journal of Hazardous Materials*, 168(2–3), pp. 1035–1040.,2009. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.02.140.
- [10]. Islam, K. M. Nazmul., Misbahuzzaman, Khaled., Majumder, Ahemd Kamruzzaman., Milan. "Efficiency Of Different Coagulants Combination For The Treatment Of Tannery Effluents: A Case Study Of Bangladesh," *African Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 5(6), pp. 409-419, 2011.
- [11]. Zand, A. H. "Comparing Aluminium Sulfate and Poly-Aluminium Chlorida (PAC) Turbidity Removal from Synthetic Water," *J. Appl.Biotechnol Reports*, pp.287-292,2015.
- [12]. Tantri, N.B., Juhana, S., Yuliatmo, R., "Optimasi Dosis Poli Alumunium Clorida (PAC) Untuk Limbah Penyamakan Kulit Pada Proses Koagulasi Flokulasi," *Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, dan Produk Kulit*, Vol.22, No 1, pp.16-23, 2021.
- [13]. Suryadiputra, I.N.N. Pengantar Kuliah Pengolahan Air Limbah, Topik: "Pengolahan Air Limbah dengan Metode Kimia (Koagulasi dan Flokulasi)." Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor,1995.
- [14]. Hernowo, S., Sesi 6 Koagulasi dan Flokulasi, Yogyakarta:BBTKL-PP DEPKES, pp.2-24, 2021.