

## EFEKTIVITAS DOSIS FERRI KLORIDA ( $\text{FeCl}_3$ ) DALAM MENURUNKAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) PADA LIMBAH PABRIK TAHU DI TEMPELSARI KALIKAJAR WONOSOBO

**Nelly Rofiatul Umah \***, **Tri Joko \*\***, **Hanan Lanang Dangiran \*\***

\*) Mahasiswa Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

\*\*\*) Dosen Peminatan Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

jalan Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Kota Semarang 50239, Indonesia

\*) email : [nellyrofiatul@gmail.com](mailto:nellyrofiatul@gmail.com)

### ABSTRACT

*Tofu liquid waste to contain high COD that cause environmental pollution and adverse health effects. Based on preliminary studies, COD level of liquid waste in tofu was 5.600 mg/l and 5.120 mg/l. This level exceeds standart quality of COD in tofu liquid waste is 275 mg/l. Therefore, it is necessary to treat wastewater, with coagulation-focuculation system using ferri chloride coagulant. The purpose of this study was to determined the effectiviness of ferric chloride to reduced COD level in tofu liquid waste. The type of research was true experimental research with pretest-postest wiith control group design. The sample in this research was tofu liquid waste in Tempelsari, Kalikajar, Wonosobo taken directly from the factory. Total sample for 6 treatment (7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr and 17 gr) with 4 replication was 32 samples. Data analysis used Kruskal Wallis test showed that there was difference average in decreasing COD level of tofu liquid waste with various dose of ferri chloride ( $p$ -value = 0,0001). The result of Man Whitney test, showed that all treatments given to the waste ample had significant differences in lowering the COD level of tofu waste ( $p \leq 0,05$ ). The average COD after treatment has decreased gradually as more doses of ferri chloride. The large of efficiency was in the dose 17 gr with a decrease percentage was 90,74% or can decreased COD to 463,25 mg/l. The ability of ferri chloride in reducing COD of liquid waste in tofu has not been able to score up to below Central Java Regulation no. 5 Year 2012 of 275 mg/l. Therefore, the need for further treatment with biological treatment such as using water hyacinth.*

**Keyword** : Chemical Oxygen Demand (COD), Ferri Chloride ( $\text{FeCl}_3$ ), Tofu Liquid Waste

### Pendahuluan

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah baik limbah cair maupun padat. Mengukur COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan salah satu cara untuk mengetahui seberapa jauh beban

pencemaran pada air limbah. COD merupakan proses kimia yang digunakan untuk menentukan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik.<sup>1</sup> Terdapat beberapa teknik pengolahan limbah cair tahu, salah satunya yaitu pengolahan kimia

dengan menggunakan metode koagulasi-flokulasi. Koagulasi flokulasi adalah suatu rangkaian proses pengolahan air limbah yang menggunakan pembubuhan bahan kimia (koagulan). Akibat dari proses tersebut, terbentuklah flok-flok kecil. Setelah terbentuk flok, dilanjutkan dengan proses flokulasi, yakni dengan penggabungan inti flok menjadi flok berukuran yang lebih besar yang dapat memungkinkan partikel mengendap. Penggabungan flok kecil menjadi flok besar terjadi akibat proses tumbukan antar flok. Tumbukan ini terjadi karena proses pengadukan secara lambat.<sup>2</sup>

Koagulan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Ferri Klorida. Koagulan  $\text{FeCl}_3$  berfungsi efektif untuk pH yang lebih tinggi dari 4,5. Bahan ini sesuai untuk intensitas warnanya tinggi dan air yang kesadahanannya rendah. Koagulan  $\text{FeCl}_3$  memberikan rentang kondisi optimum yang lebih lebar dari pada alumunium sulfat (pH 4-8). Hal ini berhubungan erat dengan kelarutan alumunium sulfat serta ferri. Rentang pH operasi yang lebih lebar dengan menggunakan koagulan  $\text{FeCl}_3$  sangat menguntungkan dalam proses Instalasi Pengolahan Air (IPA) mengingat kondisi pH air baku yang bervariasi. Koagulan  $\text{FeCl}_3$  dengan variasi pH tersebut dapat diredam dan tidak menyebabkan kegagalan dalam unit koagulasi flokulasi dan sedimentasi. Selain itu,  $\text{FeCl}_3$  mampu mengikat bahan-bahan organik dengan cepat dan membentuk flok-flok yang kuat sehingga dapat mempercepat proses pengendapan.<sup>3</sup>

Berdasarkan hasil studi pendahuluan pertama dan kedua yang telah dilakukan di laboratorium didapatkan bahwa kadar COD limbah pabrik tahu di Tempelsari

milik Bapak Haji Jupri 5.600 mg/l dan 5.120 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa limbah pabrik tahu tersebut nilai COD melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, yaitu COD 275 mg/l

Studi pendahuluan yang dilakukan dengan menggunakan koagulan ferri klorida didapatkan hasil bahwa kadar COD limbah cair tahu milik Bapak Haji Jupri mengalami penurunan setelah diberi perlakuan dengan berbagai variasi dosis ferri klorida. Pada studi pendahuluan pertama, kadar awal COD sebelum diberi perlakuan yaitu 5.600 mg/l. Perlakuan dengan 0,1 gr, 0,3 gr, 0,5 gr dan 0,7 gr ferri klorida dapat menurunkan kadar COD masing-masing 5.266 mg/l, 4.833 mg/l, 4.400 mg/l, 4.350 mg/l. Sedangkan pada studi pendahuluan kedua, kadar awal COD sebelum diberi perlakuan yaitu 5.120 mg/l. Perlakuan dengan 3gr, 4 gr, 5 gr dan 6 gr ferri klorida dapat menurunkan kadar COD masing-masing 3.804 mg/l, 3.290 mg/l, 2.180 mg/l, 1.566 mg/l.

Dari hasil studi pendahuluan, dapat disimpulkan bahwa penurunan kadar COD paling tinggi pada pemberian ferri klorida dengan 6 gr sebesar 3.554 mg/l atau 69,41%. Oleh karena itu, untuk dapat menurunkan kadar COD di bawah baku mutu, akan dilakukan pemberian dosis mulai dari 7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr dan 17 gr.

Berdasarkan uraian di atas, COD limbah pabrik tahu di Tempelsari, Kalikajar, Kabupaten Wonosobo telah melebihi batas baku mutu air limbah. Adanya limbah cair yang dibuang langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu akan berdampak buruk. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air

limbah yaitu salah satunya dengan koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan ferri klorida. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas ferri klorida dengan berbagai dosis dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu.

### Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *true experimental research*. Sedangkan rancangan penelitian yang digunakan yaitu pretest dan posttest dengan kelompok kontrol.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh limbah cair tahu milik Bapak Jupri di Tempelsari, Kalikajar, Wonosobo. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah sebagian limbah cair tahu milik Bapak Jupri. Pengolahan sampel dirancang dengan 6 perlakuan dan pengulangan sebanyak 4 kali masing-masing 1 liter. Jadi, jumlah sampel yang akan diteliti 24 liter sampel perlakuan, 4 liter sampel kontrol dan 4 liter sampel pretest sehingga total sampel ada 32 liter.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah dosis koagulan ferri klorida. Dosis ferri klorida yang digunakan adalah 7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr dan 17 gr sedangkan variabel terikatnya adalah penurunan konsentrasi COD pada limbah cair tahu. Kemudian variabel pengganggu dalam penelitian ini adalah pH, suhu, volume, kecepatan pengadkan, lama waktu pengadukan, dan lama waktu pengendapan.

Sumber data primer berasal dari pengukuran fisik dan kimia di laboratorium, wawancara dan observasi. Sedangkan data sekunder berasal dari literatur yang sudah ada baik buku, jurnal dan internet. Pengambilan sampel dilakukan di pabrik tahu milik Bapak

Haji Jupri setiap pengulangan. Kemudian dilakukan pemberian perlakuan di Laboratorium Teknik Lingkungan Undip dan esok harinya dilakukan pengukuran COD.

Besarnya efisiensi penurunan COD dinyatakan dalam bentuk prosentase (%) dengan rumus sebagai berikut:

$$Ef = \frac{Co - Ci}{Co} \times 100\%$$

Keterangan

Ef : efisiensi penurunan parameter (%)

Co: konsentrasi parameter sebelum diberi perlakuan

Ci : konsentrasi parameter sesudah diberi perlakuan

### Hasil dan Pembahasan

#### a. Kadar COD pada Limbah Cair Tahu Sebelum Perlakuan

Limbah cair tahu berasal dari kegiatan proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan atau pencetakan. Limbah ini mengandung bahan-bahan organik yang tinggi terutama protein dan asam amino. Adanya senyawa tersebut menyebabkan limbah cair tahu mengandung COD yang tinggi.

Tabel 1 Hasil pemeriksaan kadar COD pada pretest dan kontrol

Ke-	Pre test (mg/l)	Kontr ol (mg/l)
1	4.790	4.587
2	4.988	4.316
3	5.010	4.789
4	5.121	4.816
Rat a-rata	4.977	4.627

Penelitian lanjutan pada limbah cair tahu dilakukan dengan 4 kali pengulangan. Pada masing-masing pengulangan memiliki kadar COD yang berbeda-beda yaitu 4.790 mg/l, 4.988 mg/l, 5.010 mg/l, dan 5.121 mg/l. Perbedaan kadar COD pada masing-masing pengulangan dapat dipengaruhi oleh metode pengambilan sampel yang digunakan, yaitu metode sampel sesaat (*grab sampling*) dimana sampling ini hanya menggambarkan karakteristik sampel pada saat pengambilan sampel.<sup>4</sup>

Limbah cair tahu memiliki kadar COD yang tinggi karena adanya faktor lingkungan yang mempengaruhi, seperti kandungan oksigen terlarut yang ada dalam reaktor cukup untuk membantu bakteri menguraikan senyawa polutan dalam reaktor. Selain itu, tahu mengandung protein yang tinggi, sehingga limbah cair tahu akan mengandung bahan-bahan organik yang tinggi pula. Senyawa organik tersebut dapat berupa protein, karbohidrat dan lemak. Hal ini akan berdampak pada tingginya kadar COD.<sup>52</sup> Menurut Effendi pada tahun 2013 tingginya kadar COD dapat disebabkan karena kandungan bahan organik yang tinggi, dimana pada limbah cair tahu yaitu protein dan asam amino yang bertindak sebagai sumber makanan bagi pertumbuhan mikroba. Adanya pasokan yang berlebihan, mikroorganisme akan berkembangbiak dan aktif menguraikan polutan di dalam air sehingga oksigen terlarut semakin berkurang.<sup>5</sup>

Pembuangan limbah cair tahu tanpa adanya pengolahan

terlebih dahulu akan berdampak pencemaran lingkungan dan kesehatan. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam limbah cair tahu akan menjadi toksik bagi sebagian besar hewan air, dan akan menimbulkan gangguan keindahan yang berupa rasa tidak nyaman dan bau. Bila dibiarkan, air limbah akan berubah warnanya menjadi cokelat kehitaman atau berbau busuk. Bau busuk ini mengakibatkan sakit pernapasan. Apabila air limbah ini merembes ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur akan mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit diare, gatal, radang usus, kolera dan penyakit lainnya, khususnya yang berkaitan dengan air yang kotor dan sanitasi lingkungan yang tidak baik.<sup>6</sup>

b. Kadar COD pada Limbah Cair Tahu Sesudah Perlakuan

Tabel 2 Hasil kadar COD dengan berbagai

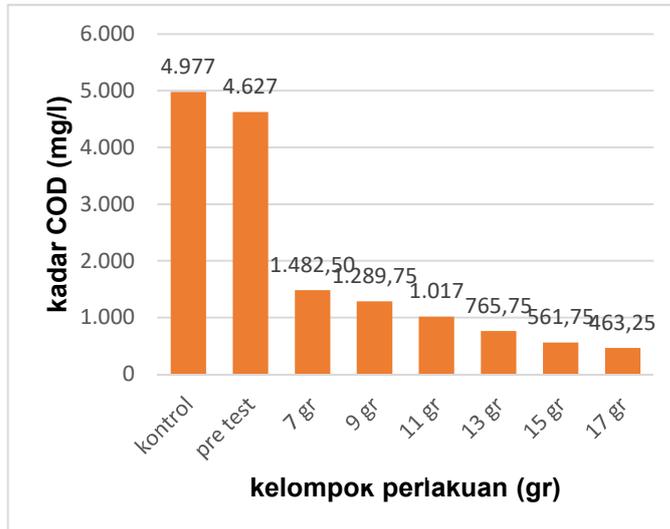
	Post test (mg/l)					
	7 gr	9 gr	11 gr	13 gr	15 gr	17 gr
	1.340	1.236	867	654	481	310
	1.458	1.213	1.019	821	591	490
	1.521	1.321	989	699	521	442
	1.611	1.389	1.193	889	654	611
	1.482	1.289	1.017	765,7	561	463

Seperti yang terdapat pada tabel 2, terjadi penurunan kadar COD setelah perlakuan. Kadar COD setelah diberi ferri klorida dengan dosis 7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr dan 17 gr secara berturut-turut sebesar 1.482,5 mg/l ; 1.289,75 gr ; 1.017 gr ; 765,75 gr ; 561,75 gr dan 463,25 gr. Semua nilai tersebut belum berada di bawah baku mutu limbah cair tahu menurut

Peraturan Pemerintah Daerah Jawa Tengah tentang baku mutu air limbah sebesar 275 mg/l.

c. Penurunan Kadar COD Setelah

cukup banyak. Salah satunya, pada penelitian ferri klorida dalam menurunkan kadar COD pada limbah *laundry*. Hasil yang



Penambahan Ferri Klorida Ferri klorida ( $\text{FeCl}_3$ ) merupakan garam logam yang biasanya digunakan sebagai koagulan. Koagulan ini merupakan salah satu senyawa kimia yang digunakan dalam pengolahan limbah, produksi air minum maupun katalis, baik di industri maupun di laboratorium.  $\text{FeCl}_3$  digunakan sebagai koagulan karena sifatnya yang akan mengion di dalam air menjadi kation  $\text{Fe}^{3+}$ . Kation ini akan bereaksi dengan alkalinitas dan terhidrolisis menjadi padatan hidroksida logam yang tidak larut dalam air. Adanya padatan hidroksida logam ini, mekanisme destabilisasi partikel koloid khususnya mekanisme pemerangkapan partikel koloid dalam endapan akan terjadi. Partikel-partikel koloid yang ada akan terperangkap pada struktur flok hidroksida logam dan terbawa.<sup>7</sup>

Pemanfaatan ferri klorida sebagai koagulan untuk menurunkan kadar COD sudah

didapatkan yaitu dengan dosis 1,5 gr ferri klorida dapat menurunkan rata-rata kadar COD 953 mg/l menjadi 249,75 mg/l.<sup>51</sup> Dalam penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan koagulan  $\text{FeCl}_3$  yang dilakukan pada air limbah industri percetakan menyimpulkan bahwa koagulan  $\text{FeCl}_3$  dapat menurunkan kadar COD sebesar 27,06 % pada dosis 2000 mg/l dan 92,67 % pada dosis 6000 mg/l.<sup>8</sup>

Gambar 1 Diagram rata-rata kandungan COD sebelum dan sesudah perlakuan  $\text{FeCl}_3$

Pada gambar 1 menunjukkan bahwa pada setiap pengulangan kandungan COD setelah penambahan koagulan selalu mengalami penurunan secara bertingkat seiring dengan semakin besar dosis koagulan yang diberikan. Pada penelitian ini dosis ferri klorida yang digunakan yaitu 7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr dan 17 gr. Dosis ferri

klorida yang diberikan dapat menurunkan kadar COD masing-masing yaitu 1.482,5 mg/l, 1.289,75 mg/l, 1.017 mg/l, 765,75 mg/l, 561,75 mg/l, dan 463,25 mg/l. Pada setiap pengulangan pada penelitian ini, penurunan COD terbesar pada dosis 17 gr yaitu 463,25 mg/l. Pada pengulangan ke-1 dengan dosis 17 gr mengalami penurunan kadar COD terbesar yaitu dari nilai COD sebesar 4.790 mg/l menjadi 310 mg/l. Namun nilai tersebut juga masih di atas baku mutu berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 tentang baku mutu air limbah sebesar 225 mg/l. Perbedaan penurunan kadar COD diakibatkan karena perbedaan kadar COD awal (pretest) dengan besarnya dosis koagulan ferri klorida yang diberikan pada sampel limbah cair tahu.

Penurunan COD pada limbah cair tahu tak lepas dari proses koagulasi-flokulasi yang terjadi antara koagulan dengan partikel-partikel yang terdapat pada limbah cair tahu. Penambahan koagulan akan merusak sistem koloid yang ada dalam air limbah. Sistem koloid yang terdapat dalam air limbah cair sebagian besar partikelnya bermuatan negatif dan tidak stabil. Partikel-partikel tersebut distabilkan oleh muatan yang berlawanan pada permukaan yang menghasilkan gaya tarik-menarik antar partikel untuk membentuk agregat yang lebih besar sehingga viskositas sistem koloid juga akan semakin bertambah. Dalam hal ini koagulan ferri klorida ( $Fe^{3+}$ ) mempunyai muatan yang positif pada permukaan larutan

sehingga koagulan tersebut memiliki kemampuan untuk menetralkan muatan koloid. Peningkatan konsentrasi elektrolit akan menyebabkan muatan partikel menjadi stabil dan terbentuk gumpalan yang dikenal sebagai proses koagulasi. Melalui proses ini bahan-bahan pencemar kimia organik dan anorganik dapat diturunkan. Penurunan bahan-bahan ini akan menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan tersebut sehingga nilai COD akan menurun.<sup>9</sup>

Tabel 3 Hasil pemeriksaan pH sebelum dan sesudah penambahan berbagai variasi dosis  $FeCl_3$

Postest						
7 gr	9 gr	11 gr	13 gr	15 gr	17 gr	
3,01	2,75	2,42	2,33	2,12	2,09	
3,34	3,14	3,02	3,00	2,90	2,79	
2,98	2,08	2,00	1,19	1,11	1,07	
3,18	2,98	2,71	2,11	2,04	2,01	
3,13	2,74	2,54	2,15	2,04	1,99	

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa pemberian ferri klorida 7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr, dan 17 gr mengalami penurunan rata-rata pH menjadi 3,13 ; 2,74 ; 2,54 ; 2,15 ; 2,04 ; dan 1,99. Nilai pH tersebut membuktikan semakin banyak dosis ferri klorida yang diberikan akan menyebabkan penurunan pH menjadi semakin asam. Proses koagulasi-flokulasi akan berjalan secara efektif apabila pH bersifat netral.<sup>10</sup> Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengendalian pH menjadi netral.

Tabel 4 Hasil pemeriksaan suhu sebelum dan sesudah perlakuan dengan berbagai dosis FeCl<sub>3</sub>

Dosis (gr)	Rata-rata suhu (°C)		Selisish (°C)
	Pre test	Post test	
Kontrol	28,80	27,35	1,45
7	28,80	27,42	1,38
9	28,80	27,46	1,34
11	28,80	27,49	1,31
13	28,80	27,50	1,30
15	28,80	27,53	1,27
17	28,80	27,57	1,23

Pada penelitian ini, rata-rata suhu setelah perlakuan *jar test* mengalami penurunan dari rata-rata suhu sebelum perlakuan dengan *jar test*. Seperti yang terdapat pada tabel 4 suhu awal limbah memiliki rata-rata 28,80 °C dan setelah setelah perlakuan mengalami penurunan menjadi 27,35 – 27,57 °C. Penurunan tertinggi terdapat pada kelompok kontrol yaitu 1,45 °C. Sedangkan penurunan terendah terdapat pada pemberian dosis FeCl<sub>3</sub> sebesar 17 gr yaitu 1,23 °C.

Volume juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi koagulasi-flokulasi. Pada penelitian ini, volume yang dibutuhkan pada masing-masing gelas beaker sebesar 1000ml. Pada setiap pengulangan dibutuhkan ÷ 8 liter yaitu 6 liter sebagai sampel perlakuan, 1 liter sebagai sampel kontrol, dan 1 liter sebagai sampel pretest. Penelitian ini dilakukan dengan 4 kali pengulangan sehingga volume total yang dibutuhkan untuk penelitian sebesar 32 liter limbah cair tahu.

Faktor lainnya yaitu kecepatan pengadukan. Pengadukan dengan menggunakan *jar test* juga

merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses koagulasi-flokulasi. Kecepatan pengadukan sangat berpengaruh dalam koagulasi-flokulasi. Apabila pengadukan terlalu lamban akan mengakibatkan waktu pertumbuhan flok menjadi lama. Sedangkan, apabila terlalu cepat mengakibatkan flok-flok yang telah terbentuk menjadi pecah kembali.<sup>10</sup> Oleh karena itu, diperlukan kecepatan pengadukan yang sesuai standart. Pada penelitian ini, dilakukan pengadukan secara cepat dan lambat. Pada pengadukan cepat menggunakan kecepatan 120 rpm, sedangkan pengadukan lambat menggunakan kecepatan 20 rpm.

Waktu pengadukan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi koagulasi-flokulasi. Pengadukan yang baik diperlukan untuk memperoleh koagulasi dan flokulasi yang baik. Apabila pengadukan terlalu lama maka akan mengakibatkan jumlah flok yang dihasilkan semakin banyak. Sedangkan, apabila terlalu sebentar maka akan mengganggu proses koagulasinya karena flok yang terbentuk belum maksimal.<sup>10</sup> Oleh karena itu diperlukan waktu pengadukan yang pas sehingga pada penelitian ini waktu pengadukan dikontrol. Pengadukan cepat dilakukan dalam waktu 2 menit, sedangkan pengadukan lambat dilakukan dalam waktu 20 menit.

Waktu yang dibutuhkan untuk mengendapkan flok ke dasar adalah pengertian dari lama waktu pengendapan. Proses sedimentasi limbah sangat berpengaruh terhadap lama waktu pengendapan. Semakin

lama waktu pengendapan, filtrat (cairan yang sudah dipisahkan dari flok) yang dihasilkan lebih jernih karena flok yang terbentuk dapat mengendap semua. Waktu pengendapan yang paling baik berkisar antara 45 menit sampai 2 jam.<sup>11</sup> Oleh karena itu, pada penelitian ini lama waktu pengendapan diatur menjadi 45 menit.

d. Efektivitas Penurunan Kadar COD dengan Penambahan Koagulan Ferri Klorida

Pada penelitian ini didapatkan hasil kadar COD pada limbah cair tahu Bapak Haji Jupri memiliki nilai di atas baku mutu berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 yaitu 275 mg/l. Penambahan koagulan ferri klorida dapat menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu. Berdasarkan uji statistik *Kruskal Wallis* didapatkan nilai signifikansi  $p\text{-value} = 0,0001$  ( $p \leq 0,05$ ), sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak atau ada perbedaan rata-rata penurunan kadar COD limbah cair tahu dengan perlakuan berbagai variasi dosis ferri klorida. Selanjutnya, dilakukan uji *Post Hoc* dengan menggunakan uji *Mann Whitney*. Hasil uji *Mann Whitney* didapatkan hasil bahwa antar kelompok kontrol dengan berbagai variasi dosis ferri klorida mempunyai perbedaan signifikan penurunan kadar COD pada limbah cair tahu dengan menggunakan koagulan ferri klorida.

Efektivitas dosis koagulan ferri klorida dinilai dari seberapa besar peran koagulan dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu hingga berada di bawah baku mutu. Data pada tabel 1 menunjukkan bahwa rata-

rata kadar COD setelah penambahan ferri klorida dengan berbagai variasi dosis masih berada di atas baku mutu. Pada dosis 17 gr ferri klorida sudah dapat menurunkan hingga 90,74%, akan tetapi nilai ini belum dapat menurunkan kadar COD hingga di bawah baku mutu yaitu 275 mg/l. Oleh karena itu, koagulan ferri klorida dengan dosis 7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr dan 17 gr belum efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu.

Nilai efisiensi penurunan kadar COD pada penelitian ini dinilai belum efektif dikarenakan faktor lain yaitu pH. Reaksi yang terjadi pada proses koagulasi menggunakan ferri klorida pada rentang pH antara 4-12.<sup>12</sup> Adapun penelitian yang telah dilakukan oleh Gebbie pada tahun 2005, koagulan ferri klorida bekerja pada rentang pH yang lebar dan sering kali dapat digunakan pada batas rentang yang lebih tinggi, misalnya dari 7,5-8. Sedangkan sampel limbah cair tahu ini memiliki nilai pH rata-rata 4,02 yang bersifat asam. Koagulan ferri klorida juga memiliki sifat asam kuat dan basa lemah. Hal ini akan menyebabkan berlebihnya ion positif dari koagulan dan limbah yang menimbulkan gaya tolak menolak antar partikel sehingga terjadi gerakan pada koloid di dalam sampel limbah cair tahu dan mengganggu proses stabilisasi yang terjadi antara koloid dengan koagulan ferri klorida.<sup>13</sup>

e. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini adalah pemeriksaan sampel air limbah cair tahu dilakukan satu hari setelah perlakuan sehingga diperlakukan pengawetan sampel

air limbah cair tersebut. Pengawetan sampel air limbah cair untuk pemeriksaan COD dilakukan dengan menambahkan  $H_2SO_4$  sampai pH lebih kecil dari 2,0 dan disimpan pada pendingin  $4^{\circ}C$ . Koagulan ferri klorida mudah mencair, sehingga apabila setelah ditimbang tidak segera dimasukkan ke dalam gelas beaker, dosis koagulan akan berkurang karena mencair pada media yang digunakan untuk alas menimbang.

### Kesimpulan

1. Kadar COD pada limbah cair tahu sebelum adanya perlakuan dengan berbagai variasi dosis ferri klorida sebesar 4.977 mg/l.
2. Kadar COD pada limbah cair tahu setelah perlakuan dengan dosis  $FeCl_3$  7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr dan 17 gr secara berturut-turut sebesar 1.482,5 mg/l, 1.289,75 mg/l, 1.017 mg/l, 765,75 mg/l, 561,75 mg/l, dan 463,25 mg/l.
3. Efisiensi penurunan kadar COD pada limbah cair tahu sesudah

### Daftar Pustaka

1. Driyanti R. Produksi Polihidroksialkanoat dari Air Limbah Industri Tapioka dengan Sequencing Batch Reaktor. Jurnal Penelitian Fakultas Farmasi. 2007.
2. Institut Teknologi Sepuluh Semarang. Unit Koagulasi (Internet). Available from: <http://oc.its.ac.id/ambilfile.php?idp=1940>. diakses pada 20 Februari 2018.
3. Rachmawati S dan Winarni. Pengaruh pH pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Alumunium Sulfat dan Ferri Klorida. Jurnal Teknik Lingkungan. 2009;5(2):40-5.
4. Larasati A. Efektivitas Dosis Ferri Klorida ( $FeCl_3$ ) dalam

penambahan  $FeCl_3$  dengan dosis 7 gr, 9 gr, 11 gr, 13 gr, 15 gr dan 17 gr secara berturut-turut sebesar 70,24%, 74%, 79,56%, 84,65%, 88,74% dan 90,74%.

4. Dosis optimal  $FeCl_3$  dalam menurunkan COD limbah cair tahu yaitu 17 gr. Akan tetapi, dosis ini belum mampu menurunkan kadar COD hingga memenuhi baku mutu dalam Peraturan Daerah Jawa Tengah No 5 tahun 2012 tentang baku mutu air limbah cair tahu yaitu sebesar 275 mg/l.

### Saran

Bagi pemilik pabrik tahu disarankan untuk membuat saluran limbah sederhana menggunakan pipa berbentuk zig-zag yang mengarah ke badan air dan dibuat lubang tengah pipa untuk membubuhkan koagulan ferri klorida. Selain itu, dengan membuat bak besar untuk limbah cair tahu dan diberi  $FeCl_3$  sesuai takaran yang telah dihitung dan pada bagian bawah diberi pipa kecil yang disalurkan ke saluran air.

- Menurunkan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Laundry. Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-jurnal). 2017;5(5):479-489.
5. Effendi H. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Jakarta: Kanisius (Anggota IKAPI); 2003.
6. Herlambang. Teknologi Pengolahan Sampah dan Air Limbah. 2002. [Jurnal.bppt.go.id/index.php/JAI/article/download/281/280](http://Jurnal.bppt.go.id/index.php/JAI/article/download/281/280).
7. Dianursanti dkk. Optimasi Penggunaan Koagulan pada Pengolahan Air Limbah Batu Bara. Yogyakarta: Seminar Nasional Teknik Kimia; 2010.

8. Nugraha A, Sutanto, Muharini A. Pengolahan Limbah Cair Percetakan dengan Menggunakan Koagulan Alumunium Sulfat dan Besi (III) Klorida. Bogor: Universitas Pakuan Bogor.
9. Unggul Sudarmo. Kimia SMA Jilid 2. Jakarta: Erlangga; 2004.
10. Susanto R. Optimasi Koagulasi Flokulasi dan Analisis Kualitas Air pada Industri Semen. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2008.
11. Alaerts, Santika SS. Metoda Penelitian Air. Surabaya: Penerbit Usaha Nasional; 1987.
12. Ditjen Karya Cipta. Profil Kabupaten Semarang. Semarang.
13. Busyairi M. Pengolahan Limbah Cair dengan Parameter Total Suspended Solid (TSS) dan Warna Menggunakan Biokoagulan (Limbah Cangkang Kepiting). Publikasi Ilmiah. 2014; 1412-9612.

