



Studi Penurunan Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) Menggunakan *Ferri Klorida* (FeCl_3) pada Limbah Cair Industri Pembuatan Tahu

Kartika Dian Petiwi¹, Yuliaji Siswanto², Ita Puji Lestari³

¹ Universitas Ngudi Waluyo, yuliajisiswanto@unw.ac.id

² Universitas Ngudi Waluyo, kartikadian92@gmail.com

³ Universitas Ngudi Waluyo, itapujilestari@unw.ac.id

Info Artikel: Diterima Juni 2024; Disetujui Juli 2024 Publikasi Juli 2024

ABSTRAK

Industri tahu merupakan usaha yang didirikan dalam rangka pengembangan kegiatan di bidang pangan yang mempunyai dampak positif dan negatif bagi lingkungan. Sumber limbah industri tahu di Semarang berasal dari beberapa tahapan proses yang menghasilkan nilai rata-rata *Biochemichal Oxygen deman* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspenden Solid* (TSS) sangat jauh dari ambang batas yang ditentukan baku mutu air limbah industri tahu oleh pemerintah menurut Perda Provinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas ferri klorida (FeCl_3) sebagai koagulan dalam proses pengolahan air limbah industri pembuatan tahu dengan parameter uji COD dan TSS. Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *pretest-posttest with control group design*. Sampel dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu yang dihasilkan dari industri tahu di Desa Gogik, Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang sebanyak 35 sampel. Hasil dari penelitian ini menunjukkan Ada perbedaan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) limbah tahu sebelum dan setelah diberikan penambahan koagulan FeCl_3 dengan nilai signifikansi 0,016 atau probabilitasnya dibawah 0,05 ($0,016 < 0,05$), dengan dosis paling efektif adalah 40 gr/L air limbah, Ada perbedaan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) limbah tahu sebelum dan setelah diberikan penambahan koagulan FeCl_3 dengan nilai signifikansi 0,001 atau probabilitasnya dibawah 0,05 ($0,001 < 0,05$). probabilitasnya dibawah 0,05 ($0,001 < 0,05$).

Kata kunci: Industri tahu, Limbah cair, *Biochemichal Oxygen deman* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspenden Solid* (TSS)

ABSTRACT

The tofu industry is a business established to develop activities in the food sector that have positive and negative impacts on the environment. The source of tofu industrial waste in Semarang comes from several process stages which produce average values of Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), and Total Suspended Solid (TSS) which are very far from the thresholds determined by industrial wastewater quality standards. tofu by the government according to Central Java Provincial Regulation No.5 of 2012. The aim of this research is to determine the effectiveness of ferric chloride (FeCl_3) as a coagulant in the wastewater treatment process of the tofu making industry with test parameters COD and TSS. This type of research is a quasi-experiment. The research design used was a pretest-posttest with control group design. The samples in this research were 35 samples of tofu liquid waste produced from the tofu industry in Gogik Village, East Ungaran District, Semarang Regency. The results of this research show that there is a difference in the Chemical Oxygen Demand (COD) levels of tofu waste before and after the addition of FeCl_3 coagulant with a significance value of 0.016 or a probability below 0.05 ($0.016 < 0.05$), with the most effective dose being 40 gr/L waste water, There is a difference in the Total Suspended Solid (TSS) levels of tofu waste before and after the addition of FeCl_3 coagulant with a significance value of 0.001 or the probability is below 0.05 ($0.001 < 0.05$). the probability is below 0.05 ($0.001 < 0.05$).

Keywords: Tofu industry, liquid waste, *Biochemichal Oxygen deman* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspenden Solid* (TSS)

PENDAHULUAN

Masalah pencemaran lingkungan khususnya masalah pencemaran air dikota besar di Indonesia, telah menunjukkan gejala yang cukup serius, penyebab dari pencemaran tadi tidak hanya berasal dari buang industri pabrik-pabrik yang membuang begitu saja air limbahnya tanpa pengolahan terlebih dahulu ke sungai atau ke laut, dengan semakin besarnya laju perkembangan penduduk dan industrialisasi di Indonesia telah mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Padatnya pemukiman dan kondisi sanitasi lingkungan yang buruk serta buangan industri yang langsung di buang ke badan air tanpa proses pengolahan telah menyebabkan pencemaran sungai-sungai yang ada dan air tanah dangkal di sebagian besar daerah di Indonesia¹

Limbah merupakan sisa buangan hasil dari suatu kegiatan suatu produksi. Yang dimaksud produksi bisa dalam skala domestik atau rumah tangga atau produksi dalam skala yang lebih besar yang ada di sebuah industri, maka limbah industri adalah buangan yang dihasilkan dari proses produksi pada suatu industri baik limbah itu bersifat cair, padat atau gas. Tentu saja karena sifatnya industri, maka jumlahnya lebih besar daripada limbah skala domestik atau rumah tangga yang cakupannya lebih sedikit. Diperlukan penanganan yang serius untuk limbah industri karena dampaknya akan merusak lingkungan²

Industri tahu merupakan usaha yang didirikan dalam rangka pengembangan kegiatan di bidang pangan yang mempunyai dampak positif dan negatif bagi lingkungan. Dampak positif berupa pemenuhan kebutuhan masyarakat akan sumber pangan sedangkan dampak negatif dari industri tahu berupa limbah buangan yang menimbulkan masalah pencemaran sehingga merusak lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut berupa hasil pembuangan limbah padat (ampas tahu) dan limbah cair. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut air dadih³

Limbah cair yang mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, mengalami perubahan fisik, kimia, dan hayati yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman. Limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk ini akan mengakibatkan gangguan pernafasan. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan maka akan menimbulkan penyakit gatal, diare, dan mual.⁴

Salah satu cara untuk mengetahui seberapa jauh beban pencemaran pada air limbah adalah dengan mengukur BOD (Biological Oxygen Demand), dan COD (Chemical Oxygen Demand). BOD (Biological Oxygen Demand) adalah jumlah

kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa organik yang ada dalam limbah. COD (Chemical Oxygen Demand) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi^{5 6}

Sumber limbah industri tahu di Semarang berasal dari beberapa tahapan proses yang menghasilkan nilai rata-rata BOD, COD total, dan TSS berturut-turut adalah 3,500 mg/L, 7,300 mg/L, 5,600 mg/L. 500 mg/L (Romli.2005). Hal ini sangat jauh dari ambang batas yang ditentukan baku mutu air limbah industri tahu oleh pemerintah menurut⁸ No.5 Tahun 2012 yaitu COD 275 mg/L; dan TSS 100 mg/L, dengan demikian diperlukan upaya untuk mengatasi permasalahan yang ditimbulkan oleh limbah cair COD dan TSS, maka proses pengolahan limbah yang wajib dilakukan sebelum limbah tersebut dibuang ke badan perairan.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan pada industri pembuahan tahu di Desa Gogik diperoleh data bahwa nilai COD limbah sebesar 1000 mg/L, dan TSS 325 mg/L. Angka ini jauh diatas baku mutu yang dipersyaratkan pada Permenkes 32 Tahun 2017 dan Nilai ini berada diatas NAB yang ditetapkan menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar paling tinggi COD sebesar 300 mg/L. Beberapa dampak yang dapat ditimbulkan oleh tingginya kadar COD (Chemical Oxygen Demand) apabila dibuang langsung ke badan air tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu antara lain membahayakan kesehatan makhluk hidup; menimbulkan kerusakan pada bangunan maupun tanah; merusak kehidupan biota air; serta menimbulkan bau yang tidak sedap dan merusak pemandangan.⁷

Pengolahan limbah yang cukup murah dan aman diperlukan untuk meminimalisir dampak tersebut. Pengolahan kimia yang dapat dilakukan salah satunya yaitu dengan proses koagulasi flokulasi. Hal yang sangat penting dalam pengolahan limbah menjadi air bersih adalah menurunkan serta menghilangkan zat padat tersuspensi serta zat organik. Koagulan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Ferri klorida ($FeCl_3$). Koagulan ferri klorida biasa digunakan dalam pengolahan air limbah industri. Koagulan $FeCl_3$ berfungsi efektif untuk pH yang lebih tinggi dari 4,5.⁹ Bahan ini sesuai untuk limbah cair tapioka yang memiliki kesadahan rendah serta intensitas warna yang tinggi. Koagulan $FeCl_3$ memberikan rentang kondisi optimum yang lebih lebar daripada aluminium sulfat (4-9). Maka berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membuktikan kemampuan ferri klorida ($FeCl_3$) sebagai koagulan dalam proses pengolahan air limbah industri pembuatan tahu

dengan parameter uji COD (Chemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solid)¹⁰

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu. Eksperimen semu karena mendekati perkiraan untuk keadaan yang dapat dicapai melalui eksperimen yang sebenarnya dalam keadaan yang tidak memungkinkan untuk mengontrol atau memanipulasi seluruh variabel-variabel yang relevan. Penelitian eksperimental semu secara khas mencakup penggunaan praktis yang tidak memungkinkan untuk mengontrol seluruh variabel yang relevan kecuali beberapa dari variabel tersebut, dalam penelitian ini variabel yang tidak memungkinkan untuk dilakukan kontrol atau pengendalian ialah suhu karena penelitian dilaksanakan diluar ruangan. Tempat untuk Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Program Studi Kesehatan Masyarakat untuk analisis kadar BOD dan TSS pada limbah industri tahu dilaksanakan di Labkesda Kabupaten Semarang.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah pretest-postest with control group design, yaitu dengan menyelidiki kemungkinan hubungan sebab-akibat dengan cara mengenakan satu atau lebih kelompok eksperimental satu atau lebih kondisi perlakuan dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok control yang tidak dikenai perlakuan. Pada unit percobaan dikenakan perlakuan dua kali pengukuran, pengukuran pertama dilakukan sebelum perlakuan dan pengukuran kedua dilakukan setelah mendapatkan perlakuan.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air limbah yang dihasilkan oleh industri tahu UD Sumber makmur Desa Gogik, Kecamatan Ungaran Timur. Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu yang dihasilkan dari industri tahu di Desa Gogik, Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang, diambil pagi hari sekitar jam 09.00 WIB yang diambil secara grab sampling. Pengolahan sampel dirancang dengan 5 kali pengulangan. Sehingga di dalam penelitian ini sampel yang akan diperiksa adalah sebanyak 25 sampel, ditambah 5 sampel sebagai kontrol dan 5 sampel sebagai pretest yang diambil pada setiap pengulangan. Jadi total sampel yang digunakan adalah 35 sampel sesuai dengan perhitungan penelitian eksperimen dengan rancangan acak lengkap, secara sederhana dapat dirumuskan:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

Dengan perhitungan sebagai berikut:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(5 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$4(r - 1) \geq 15$$

$$4r - 4 \geq 15$$

$$4r \geq 19$$

$$r \geq 4,75$$

$$r \geq 5$$

Jadi banyaknya replikasi 5 kali

$$\text{Besar sampel yaitu} = r \times t$$

$$= 5 \times 5$$

$$= 25$$

Keterangan

t = banyaknya kelompok perlakuan

r = jumlah replikasi

Dari perhitungan di atas, masing-masing sampel diberikan pengulangan sebanyak 5 kali dengan 5 perlakuan yang berbeda. Maka jumlah sampel yang dibutuhkan adalah 35 sampel dengan perincian 25 sampel setelah perlakuan, 5 sampel sebelum perlakuan dan 5 sampel kontrol.

Variabel dalam penelitian ini adalah

Variabel bebas variabel yang nilainya divariasikan dalam penelitian ini adalah dosis FeCl₃: 40 gr/L, 45 gr/L, 50 gr/L, 55 gr/L, 60 gr/L.

Variabel terikat adalah variabel yang menjadi titik pusat penelitian, dalam hal ini adalah penurunan angka limbah tahu BOD dan TSS.

Variabel terkontrol yaitu variabel yang dijaga dalam penelitian ini adalah suhu, pH, volume limbah

Analisis deskriptif dilakukan terhadap variabel penelitian untuk mengetahui nilai rata-rata. Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan hasil penurunan kadar COD dan TSS sebelum dan setelah diberikan variasi dosis koagulan FeCl₃. Analisis bivariate dilakukan untuk menghubungkan masing-masing variabel independen dengan tingkat kemaknaan alpha 0,05 menggunakan *One Way Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui apakah antara ketiga jarak jatuh dan diameter pasir aktif tersebut menunjukkan perbedaan dalam menurunkan kadar COD dan TSS. Beberapa asumsi yang harus dipenuhi pada uji Anova adalah:

1. Sampel berasal dari kelompok yang independen
2. Varian antar kelompok harus homogeny
3. Data masing-masing kelompok berdistribusi normal

Asumsi pertama harus dipenuhi pada saat pengambilan sampel yang dilakukan secara random terhadap beberapa (> 2) kelompok yang independen, yang mana nilai pada satu kelompok tidak tergantung pada nilai di kelompok lain. Sedangkan pemenuhan terhadap asumsi kedua dan ketiga dapat dicek jika data telah dimasukkan ke komputer, jika asumsi ini tidak terpenuhi dapat dilakukan transformasi terhadap data. Apabila proses transformasi tidak juga dapat memenuhi asumsi ini maka uji Anova tidak valid untuk dilakukan, sehingga harus menggunakan uji non-parametrik misalnya Kruskal Wallis.

Hipotesis:

Ho : Tidak terdapat perbedaan penurunan kadar COD dan TSS sebelum dan setelah diberikan variasi dosis koagulan FeCl₃

Ha : Terdapat perbedaan penurunan kadar COD dan TSS sebelum dan setelah diberikan variasi dosis koagulan FeCl₃.

Interpretasi:

Jika $p > 0,05$ maka Ho diterima

Jika $p < 0,05$ maka Ho ditolak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar COD Pada Kelompok Kontrol

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	35000	35000	0	0
2	36000	36000	0	0
3	34000	34000	0	0
4	28000	28000	0	0
5	35000	35000	0	0
Rata- rata	33600	33600	0	0

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar COD pada kelompok kontrol sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan tidak mengalami

penurunan yaitu dari rata-rata COD sebelum atau pre test dengann sesudah atau post test sebesar 33600 mg/l sehingga tidak terdapat selisih antara sebelum dan sesudah perlakuan.

Kadar TSS Pada Kelompok Kontrol

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	0,674	0,430	-0,244	-36,20178042
2	0,43	0,674	0,244	56,74418605
3	1,311	1,311	0	0
4	0,26	0,260	0	0
5	0,504	0,504	0	0
Rata- rata	0,6358	0,6358	0	4,108481126

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar TSS pada kelompok kontrol sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan tidak mengalami penurunan ataupun peningkatan yaitu dari rata-rata TSS sebelum atau pre test dengann sesudah atau

post test sebesar 0,6358 mg/l sehingga tidak terdapat selisih antara sebelum dan sesudah perlakuan. sedangkan persentase penurunan sebesar 4,108481126%.

Kadar COD Pada Kelompok Perlakuan A Atau FeCl₃ Konsentrasi 40gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	6000	3200	2800	46,67
2	22000	6000	16000	72,73
3	30000	6800	23200	77,33
4	20000	8400	11600	58
5	18000	6400	11600	64,44
Rata- rata	19200	6160	13040	63,83

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar COD pada kelompok perlakuan A atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 40 gr didapati hasil bahwa terdapat penurunan yang besar yaitu dari rata-rata

kadar COD sebelum atau *pre test* sebesar 19.200 mg/l menjadi 6.160 mg/l pada *post test* dengan selisih sebesar 13.040 mg/l, sedangkan persentase penurunan mencapai 63,83%.

Kadar COD Pada Kelompok Perlakuan B Atau FeCl₃ Konsentrasi 45gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	6000	7600	-1600	-26,67
2	22000	6400	15600	70,91
3	30000	7600	22400	74,67
4	20000	7400	12600	63,00
5	18000	6800	11200	62,22
Rata- rata	19200	7160	12040	48,83

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar COD pada kelompok perlakuan B atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 45gr didapati hasil bahwa terdapat penurunan yang cukup besar yaitu dari rata-

rata kadar COD sebelum atau *pre test* sebesar 19.200 mg/l menjadi 7.160 mg/l pada *post test* dengan selisih sebesar 12.040 mg/l, sedangkan persentase penurunan mencapai 48,83%.

Kadar COD Pada Kelompok Perlakuan C Atau FeCl₃ Konsentrasi 50gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	6000	7800	-1800	-30,00
2	22000	7600	14400	65,45
3	30000	8200	21800	72,67
4	28000	19000	9000	32,14
5	35000	20500	14500	41,42
Rata- rata	24200	63100	12300	48,34

Berdasarkan table diatas diperoleh hasil bahwa kadar COD pada kelompok perlakuan C atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 50 gram didapati hasil bahwa terdapat kenaikan yang cukup besar yaitu dari rata-

rata kadar COD sebelum atau *pre test* sebesar 24200 mg/l menjadi 63100 mg/l pada *post test* dengan selisih 12300 mg/l, sedangkan persentase kenaikan mencapai 48,34%.

Kadar COD Pada Kelompok Perlakuan D Atau FeCl₃ Konsentrasi 55gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	36000	18500	17500	48,61
2	35000	21000	14000	40,00
3	34000	20000	14000	41,17
4	28000	22000	6000	21,43
5	35000	22000	13000	37,14
Rata- rata	33600	20700	12900	37,67

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar COD pada kelompok perlakuan D atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 55 gr didapati hasil bahwa terdapat penurunan yang besar yaitu dari rata-rata kadar

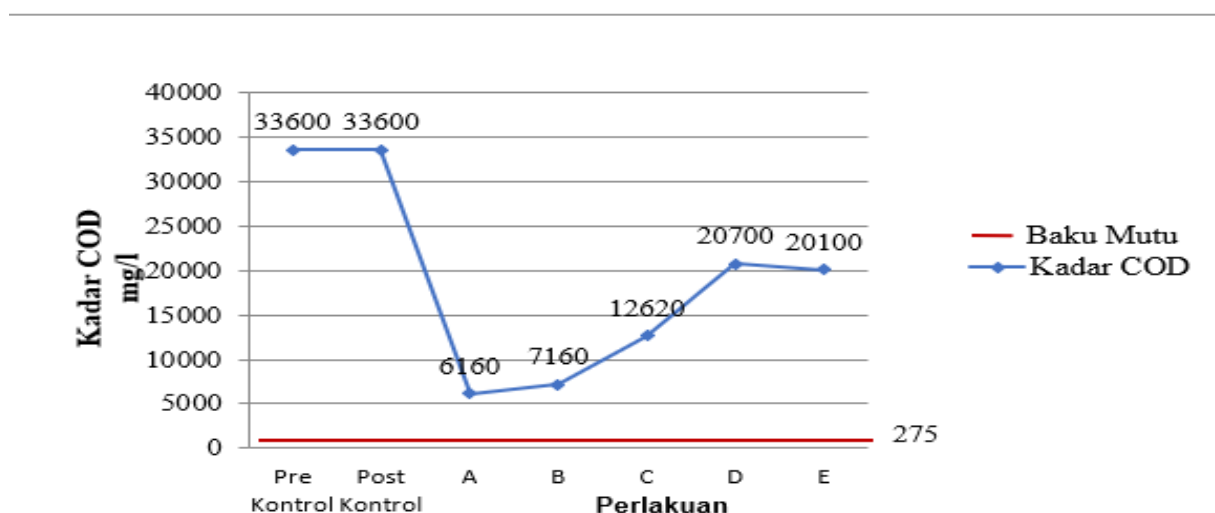
COD sebelum atau *pre test* sebesar 33.600 mg/l menjadi 20.700 mg/l pada *post test* dengan selisih sebesar 12.900 mg/l, sedangkan persentase penurunan mencapai 37,67%.

Kadar COD Pada Kelompok Perlakuan E Atau FeCl₃ Konsentrasi 60gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	36000	21500	14500	40,28
2	35000	22500	12500	35,71
3	34000	18000	16000	47,06
4	28000	16000	12000	42,86
5	35000	22500	12500	35,71
Rata- rata	33600	20100	13500	40,32

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar COD pada kelompok perlakuan E atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 60gr didapati hasil bahwa terdapat penurunan yang sedikit besar yaitu dari

rata-rata kadar COD sebelum atau *pre test* sebesar 33,600 mg/l menjadi 20,100 mg/l pada *post test* dengan selisih sebesar 13,500 mg/l, sedangkan persentase penurunan mencapai 40,32%.



Sebelum dan Setelah Perlakuan Berdasarkan grafik 5 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan kadar COD (Chemical Oxygen Demand)) pada limbah cair industri pembuatan tahu

yang cukup signifikan yaitu pada kontrol sebesar 33600 mg/l menjadi 6160 mg/l pada perlakuan A, sedangkan perbedaan penurunan kadar besi (Fe) pada perlakuan A, B, dan C tidak terlalu besar.

Kadar TSS Pada Kelompok Perlakuan A Atau FeCl₃ Konsentrasi 40gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	6000	7800	-1800	-30,00
2	22000	7600	14400	65,45
3	30000	8200	21800	72,67
4	28000	19000	9000	32,14
5	35000	20500	14500	41,42
Rata- rata	24200	63100	12300	48,34

Berdasarkan table diatas diperoleh hasil bahwa kadar TSS pada kelompok perlakuan A atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 40 gram didapati hasil bahwa terdapat kenaikan yang cukup besar yaitu dari rata-

rata kadar TSS sebelum atau *pre test* sebesar 0,4194 mg/l menjadi 0,9756 mg/l pada *post test* dengan selisih 0,5582 mg/l, sedangkan persentase kenaikan mencapai 141,935%.

Kadar TSS Pada Kelompok Perlakuan B Atau FeCl₃ Konsentrasi 45gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	0,467	1,258	0,791	-169,38
2	0,315	1,566	1,251	-397,15
3	0,345	0,897	0,552	-160,00
4	0,452	1,770	1,318	-291,60
5	0,518	1,098	0,58	-111,97
Rata- rata	0,419	1,318	0,898	-226,02

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar TSS pada kelompok perlakuan B atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 45 gr didapati hasil bahwa terdapat kenaikan yang cukup besar yaitu dari rata-

rata kadar TSS sebelum atau *pre test* sebesar 0,419 mg/l menjadi 1,318 mg/l pada *post test* dengan selisih sebesar 0, 898 mg/l, sedangkan persentase kenaikan mencapai -226,02%.

Kadar TSS Pada Kelompok Perlakuan C Atau FeCl₃ Konsentrasi 50gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	0,674	2,111	1,437	213,2047478
2	0,43	2,235	1,805	419,7674419
3	1,311	1,103	-0,208	-15,86575133
4	0,26	1,830	1,57	603,8461538
5	0,504	2,057	1,553	308,1349206
Rata- rata	0.6358	1,8672	1,2314	305,8175026

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar besi pada kelompok perlakuan sebelum dan sesudah ditambahkan zat FeCl₃ sebesar 50gram mengalami kenaikan yaitu dari rata-rata kadar TSS sebelum atau *pre test* sebesar 0.6358 mg/l menjadi

1,8672 mg/l pada *post test* dengan selisih antara sebelum dan sesudah diberikan perlakuan sebesar 1,2314 mg/l, sedangkan persentase kenaikan mencapai 305,8175026 %

Kadar TSS Pada Kelompok Perlakuan D Atau FeCl₃ Konsentrasi 55gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	0,674	2,111	1,437	-213,20
2	0,430	2,235	1,805	-419,77
3	1,311	1,103	-0,208	15,87
4	0,260	2,057	1,570	-603,85
5	0,504	2,028	1,553	-308,13
Rata- rata	0,636	1,997	1,231	-305,82

Berdasarkan tabel diatas diperoleh hasil bahwa kadar TSS pada kelompok perlakuan D atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 55gr didapati hasil bahwa terdapat kenaikan yang sangat besar yaitu dari rata-

rata kadar TSS sebelum atau *pre test* sebesar 0,636 mg/l menjadi 1,997 mg/l pada *post test* dengan selisih sebesar 1,231 mg/l, sedangkan persentase kenaikan mencapai -305,82%.

Kadar TSS Pada Kelompok Perlakuan E Atau FeCl₃ Konsentrasi 60gr

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
	Pre	Post		
1	0,674	0,467	-0,207	-30,712

Pengulangan	Kadar COD (mg/l)		Selisih (mg/l)	Presentase (%)
2	0,43	0,315	-0,115	-26,744
3	1,311	0,345	-0,966	-73,685
4	0,26	0,452	0,192	73,847
5	0,504	0,518	0,014	2,778
Rata- rata	0,6358	0,3354	0,2988	41,553

Berdasarkan table diatas diperoleh hasil bahwa kadar TSS pada kelompok perlakuan E atau FeCl₃ sebelum dan sesudah diberikan perlakuan FeCl₃ dengan dosis 60 gram didapati hasil bahwa terdapat penurunan yang cukup besar yaitu dari rata-

rata kadar TSS sebelum atau *pre test* sebesar 0,6358 mg/l menjadi 0,3354mg/l pada *post test* dengan selisih 0,2988mg/l, sedangkan persentase penurunan mencapai 41,553%.

Kedaaan pH Sebelum Dan Sesudah Perlakuan

Pengulangan	Sebelum Perlakuan(⁰ C)	Nilai pH Sesudah Perlakuan (⁰ C)					
		Kontrol	A	B	C	D	E
1	4	4	2	2	2	2	2
2	4	4	2	2	2	2	2
3	4	4	2	2	2	2	2
4	4	4	2	2	2	2	2
5	4	4	2	2	2	2	2
Rata- rata	4	4	2	2	2	2	2

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa pH sampel limbah tahu sebelum dan sesudah diberikan perlakuan terjadi penurunan. Sebelum

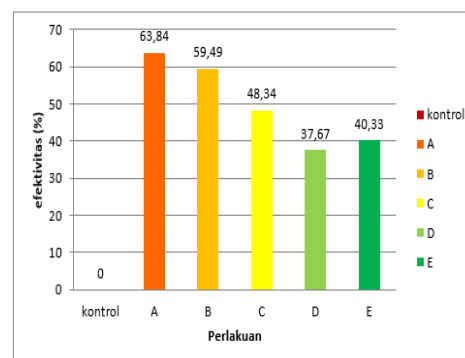
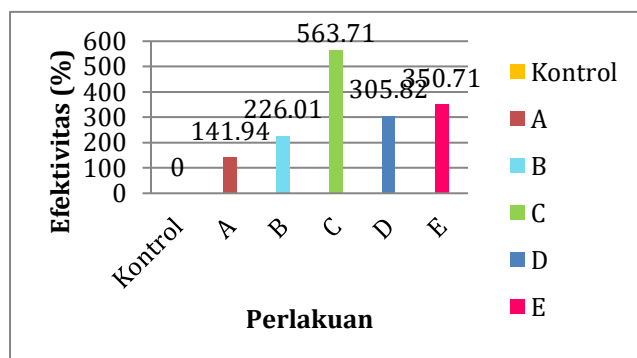
adanya perlakuan, pH sampel limbah tahu rata-rata 4, kemudian setelah diberikan perlakuan pada masing-masing perlakuan rata-rata pH sebesar 2.

Efektivitas perlakuan FeCl₃ Dalam Menurunkan Kadar COD

R	Efektivitas (%)					
	Kontrol	A	B	C	D	E
1	0	46,67	-26,67	-30,00	48,61	40,28
2	0	72,73	70,91	65,45	40,00	35,71
3	0	77,34	74,67	72,67	41,18	47,05
4	0	58,00	63,00	32,14	21,43	42,86
5	0	64,44	62,23	41,42	37,14	35,71
Rata- rata	0	63,84	59,49	48,34	37,67	40,33

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa efektivitas penurunan kadar COD pada kelompok kontrol 0% pada kelompok perlakuan A sebesar 63,84% pada kelompok perlakuan B sebesar 59,49%, pada kelompok perlakuan C sebesar 48,34%, pada kelompok perlakuan D sebesar 37,67%, sedangkan pada kelompok perlakuan E sebesar 40,33%. Kelimanya dapat menurunkan kadar COD pada

limbah cair tahu namun belum dapat menurunkan hingga mencapai baku mutu yang ditetapkan Peraturan Daerah Jawa Tengah No 5Ttahun 2012. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kelompok perlakuan A memiliki efektivitas paling besar dalam menurunkan kadar COD. Data tersebut apabila dituangkan ke dalam gambar maka dapat dilihat sebagai berikut:



Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa semua kelompok perlakuan tidak efektif dalam menurunkan kadar TSS (Total Suspended Solid).

Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa perlakuan A memiliki nilai efektifitas paling

tinggi dalam menurunkan kadar COD dalam limbah cair tahu yaitu sebesar 63,84% sedangkan efektifitas paling rendah terdapat pada kelompok kontrol dengan nilai efektifitas sebesar 37,67%.

Efektivitas perlakuan FeCl_3 Dalam Menurunkan Kadar TSS

Pengulangan	Efektivitas (%)					
	Kontrol	A	B	C	D	E
1	0	46,67	-26,67	-30,00	48,61	40,28
2	0	72,73	70,91	65,45	40,00	35,71
3	0	77,34	74,67	72,67	41,18	47,05
4	0	58,00	63,00	32,14	21,43	42,86
5	0	64,44	62,23	41,42	37,14	35,71
Rata- rata	0	63,84	59,49	48,34	37,67	40,33

Berdasarkan tabel 4 efektivitas penurunan kadar TSS (Total Suspended Solid) pada kelompok kontrol sebesar 0,00% pada kelompok perlakuan A sebesar 141,94% pada kelompok perlakuan B sebesar 226,01% pada kelompok perlakuan C sebesar 563,71% pada kelompok perlakuan D sebesar 8617,47% sedangkan pada kelompok perlakuan E sebesar -350,71%. Kelima perlakuan

tersebut tidak dapat menurunkan kadar TSS (Total Suspended Solid) hingga mencapai baku mutu yang ditetapkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semua kelompok perlakuan tidak memiliki efektivitas dalam menurunkan kadar TSS (Total Suspended Solid). Data tersebut apabila dituangkan ke dalam gambar maka dapat dilihat sebagai berikut:

Hasil Uji One Way Anova COD

PENURUNAN KADAR COD	
f	3.532
df	5
Asymp. Sig.	.016

Berdasarkan tabel diatas terlihat pada kolom Asymp. Sig adalah 0,016 atau probabilitasnya dibawah 0,05 ($0,016 < 0,05$). Maka H_0 ditolak sehingga kesimpulannya seluruh sampel

berbeda secara signifikan atau ada perbedaan penurunan kadar COD pada masing-masing perlakuan.

Hasil Uji Kruskal – Wallis TSS

PENURUNAN KADAR TSS	
Kruskal-Wallis H	21.252
df	5
Asymp. Sig.	.001
a. Kruskal Wallis Test	
b. Grouping Variable: KADAR TSS	

Berdasarkan tabel diatas terlihat pada kolom Asymp. Sig adalah 0,001 atau probabilitasnya dibawah 0,05 ($0,001 < 0,05$). Maka H_0 ditolak sehingga kesimpulannya seluruh sampel

berbeda secara signifikan atau ada perbedaan penurunan kadar TSS pada masing-masing perlakuan.

Hasil Uji Statistik Dengan Uji Bonferroni COD

Penurunan COD		Asymp. Sig (2-tailed)	Hasil uji beda
Perlakuan	Perlakuan		
Sampel A	Sampel B	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel C	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel D	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel E	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,041	Ada beda signifikan
Sampel B	Sampel A	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel C	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel D	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel E	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,077	Tidak ada beda signifikan
Sampel C	Sampel A	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel B	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel C	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel D	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,102	Tidak ada beda signifikan
Sampel D	Sampel A	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel B	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel C	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel E	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,045	Tidak ada beda signifikan
Sampel E	Sampel A	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel B	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel C	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel D	1,000	Tidak ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,031	Ada beda signifikan
Sampel kontrol	Sampel A	0,041	Ada beda signifikan
	Sampel B	0,077	Tidak ada beda signifikan
	Sampel C	0,102	Tidak ada beda signifikan
	Sampel D	0,045	Ada beda signifikan
	Sampel E	0,031	Ada beda signifikan

Berdasarkan tabel diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar masing-masing perlakuan, namun

terdapat beda signifikan penurunan kadar besi antar sampel kontrol dengan sampel A, D, dan E.

Hasil Uji Statistik Dengan Uji Man Whitney TSS

Penurunan TSS		Asymp. Sig (2-tailed)	Hasil uji beda
Perlakuan	Perlakuan		
Sampel A	Sampel B	0,047	Ada beda signifikan
	Sampel C	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel D	0,117	Tidak ada beda signifikan
	Sampel E	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,009	Ada beda signifikan

Penurunan TSS		Asymp. Sig (2-tailed)	Hasil uji beda
Perlakuan	Perlakuan		
Sampel B	Sampel A	0,047	Ada beda signifikan
	Sampel C	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel D	0,117	Tidak ada beda signifikan
	Sampel E	0,028	Ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,009	Ada beda signifikan
Sampel C	Sampel A	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel B	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel D	0,116	Tidak ada beda signifikan
	Sampel E	0,116	Tidak ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,009	Ada beda signifikan
Sampel D	Sampel A	0,117	Tidak ada beda signifikan
	Sampel B	0,117	Tidak ada beda signifikan
	Sampel C	0,116	Tidak ada beda signifikan
	Sampel E	0,602	Tidak ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,076	Tidak ada beda signifikan
Sampel E	Sampel A	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel B	0,028	Ada beda signifikan
	Sampel C	0,116	Tidak ada beda signifikan
	Sampel D	0,602	Tidak ada beda signifikan
	Sampel kontrol	0,009	Ada beda signifikan
Sampel kontrol	Sampel A	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel B	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel C	0,009	Ada beda signifikan
	Sampel D	0,076	Tidak ada beda signifikan
	Sampel E	0,009	Ada beda signifikan

Berdasarkan tabel diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan sampel A dengan sampel B, C, E, dan kontrol. Terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan sampel B dengan sampel A, C, E, dan kontrol. Terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan sampel C dengan sampel A, B, dan kontrol. Terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan sampel E dengan sampel A, B, dan kontrol. Terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan sampel kontrol dengan sampel A, B, C, dan E.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapati beberapa kesimpulan sebagai berikut : Ada perbedaan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) limbah tahu sebelum dan setelah diberikan penambahan koagulan FeCl₃ dengan nilai signifikansi 0,016 atau probabilitasnya dibawah 0,05 (0,016 < 0,05), dengan dosis paling efektif adalah 40 gr/L air limbah.

Ada perbedaan kadar Total Suspended Solid (TSS) limbah tahu sebelum dan setelah diberikan penambahan koagulan FeCl₃ dengan nilai signifikansi 0,001 atau probabilitasnya dibawah

0,05 (0,001 < 0,05). probabilitasnya dibawah 0,05 (0,001 < 0,05).

Saran

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilakukan didapati saran dari hasil penelitian yang didapat yaitu sebagai berikut :

Pengendalian pencemaran akibat limbah industry tahu dengan parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS) dapat dilakukan dengan pemberian koagulan FeCl₃ sebanyak 40 gr/L air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Asmadi dan Suharno. *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Gosyen Publishing; 2012.
2. Januardi R TRSM. Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Kombinasi Serbuk Kelor (*Moringa oleifera*) dan Asam Jawa (*Tamarindus indica*). *Untana*. 2014;3(1). <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/viewFile/4580/4668>
3. Ridhuan K. Pengolahan Limbah Cair Tahu Sebagai Energi Alternatif Biogas yang ramah lingkungan. 2009;(115):1-9.
4. Maksum TS, Tarigan SFN. Analisis Risiko Kesehatan Akibat Paparan Partikel Debu

- (Pm2.5) Dari Aktivitas Transportasi. *Jambura Heal Sport J.* 2022;4(1):19-28. doi:10.37311/jhsj.v4i1.13447
5. Santoso A. Keragaan Nilai DO , BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batu bara Behavior of DO , BOD and COD Value at Coal Mine Void. 2018;19(1):89-96.
 6. Santoso AD. Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batubara Studi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. *J Teknol Lingkung.* 2018;19(1):89. doi:10.29122/jtl.v19i1.2511
 7. Romli M, Teknologi D, Pertanian I. THE POLLUTION LOAD OF TOFU INDUSTRY AND ANALYSIS OF ALTERNATIVE MANAGEMENT STRATEGY. Published online 2005.
 8. Pemerintah Provinsi Jateng. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah.2012.
 9. Rachmawati SW, Iswanto B. PENGARUH pH PADA PROSES KOAGULASI DENGAN KOAGULAN ALUMINUM SULFAT DAN FERRI KLORIDA Abstrak. 2009;5(2):40-45.
 10. Estikarini, H., Hadiwidodo, M., & Luvita V. Penurunan Kadar COD Dan TSS Pada Limbah Tekstil Dengan Metode Ozonasi. *Tek Lingkung.* 2016;5.