

Efisiensi Penurunan Kadar COD, TS, TSS, Kekeruhan, dan TDS pada Air Limbah Industri Pangan menggunakan Koagulan *Poly Aluminium Chloride* dengan metode *Jar Test*

Ahmad Zakaria, Sopian Sauri, Dian Mira Fadela^{*)}, Puspita Sri Ayu Wardhani

Program Studi Pengolahan Limbah Industri, Politeknik AKA Bogor
Jl. Pangeran Sogiri No.283, Tanah Baru, Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154

^{*)}Email: dianfadela@gmail.com

(Received : 25 November 2021; Accepted: 24 Desember 2021; Published: 28 Desember 2021)

Abstrak

Industri pangan menghasilkan air limbah berbahan organik dan padatan tersuspensi maupun terlarut yang tinggi. Salah satu proses pengolahan air limbah yaitu dengan proses koagulasi-flokulasi yang bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan zat organik yang dapat menyebabkan kekeruhan serta bau dengan penambahan koagulan. Penambahan koagulan pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL) tidak dilakukan secara kuantitatif, sehingga perlu dilakukan percobaan dengan metode *jar test*. Tujuan percobaan untuk mengetahui pH dan dosis optimum serta efisiensi koagulan *poly aluminium chloride* (PAC) untuk menurunkan kadar *chemical oxygen demand* (COD), *total suspended solid* (TSS), *Total Solid* (TS), kekeruhan, dan *total dissolved solid* (TDS). Hasil uji parameter COD, TSS, kekeruhan, dan TDS dibandingkan dengan Surat Keputusan Gubernur Tingkat 1 Jawa Barat (SK Gub TK 1 Jabar) No. 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat. Berdasarkan hasil percobaan diperoleh kondisi optimum koagulan PAC pada pH air limbah 6–7 dengan dosis koagulan optimum pada (80–90) mg/L. Hasil pengujian parameter TS, TDS, TSS, kekeruhan dan COD berturut-turut memberikan nilai efisiensi sebesar (52,6-57,8)%, (53,9-55,5)%, (52,4-58,1)%, (97,8-99,1)%, dan (71,6–77,1)%. Percobaan yang dilakukan membuktikan bahwa koagulan PAC mampu menurunkan kadar pada parameter kekeruhan dengan nilai efisiensi yang cukup besar diikuti dengan COD, TDS, TS, dan TSS.

Kata kunci: COD; TDD; TDS; PAC; Jar Test

Abstract

Food industry produces wastewater made from organic and high suspended and dissolved solids. One of the wastewater treatment processes is the coagulation-flocculation process which aims to remove suspended solids and organic substances that can cause turbidity and odor in the addition of coagulant. The addition of coagulant to the wastewater treatment plant (WWTP) is not quantitative, so it is necessary to use the jar test method. The purpose of the experiment was to determine the optimum pH and dose as well as the efficiency of the PAC coagulant to reduce COD, TSS, turbidity, and TDS. The test results of the COD, TSS, TS, turbidity, and TDS parameters based on the Decree of the Governor of West Java Number 6 of 1999 concerning Liquid Waste Quality Standards for Industrial Activities. Based on the experimental results, the optimum condition of PAC was at pH 6-7 with the optimum coagulant dose (80-90) mg/L. The results of testing the parameters TS, TDS, TSS, turbidity, and COD respectively gave an efficiency value of (52.6-57.8)%; (53.9-55.5)%; (52.4-58.1) %; (97.8-99.1)%; and (71.6–77.1)%. The experiments carried out proved that PAC coagulant was able to reduce levels of the turbidity parameter with a large enough efficiency value followed by COD, TDS, TS, and TSS.

Keywords: COD; TDD; TDS; PAC; Jar Test

PENDAHULUAN

Industri Pangan menghasilkan limbah yang memiliki kandungan bahan organik dan padatan tersuspensi maupun terlarut yang tinggi sehingga dapat menyebabkan pencemaran yang menimbulkan kerusakan lingkungan dan gangguan kesehatan saat

dibuang langsung ke lingkungan. Air limbah sisa produksi harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu proses pengolahan limbah yaitu proses koagulasi-flokulasi yang bertujuan untuk mengurangi padatan

tersuspensi dan zat organik yang dapat menyebabkan masalah kekeruhan dan bau dengan cara penambahan bahan kimia dengan menggunakan koagulan *Poly Aluminium Chloride* (PAC) (Sabur, dkk., 2012; Muralimohan, dkk. 2014; Putri dan Kartoharjo, 2018; Oktariy dan Kartoharjo, 2018).

PAC mempunyai derajat polimerisasi yang tinggi, yang sangat baik digunakan untuk air dengan alkalinitas rendah yang membutuhkan penghilang warna dan waktu reaksi yang cepat. PAC mengandung Al_2O_3 sebanyak 10-12% dan kandungan basa minimal 50%. Daya koagulasi PAC lebih besar dari alum dan dapat menghasilkan flok yang stabil walaupun pada suhu yang rendah serta pengerjaannya mudah (Anugrah, 2013). Penambahan kimia tidak dilakukan dengan kuantitatif melainkan dengan perkiraan, sehingga perlu dilakukan dengan metode jar test (Ayoub, dkk., 2011; Muralimohan, dkk., 2014; Putri dan Kartoharjo, 2018; Oktariy dan Kartoharjo, 2018; Hameed, dkk., 2018).

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pH dan dosis koagulan optimum serta efisiensi PAC untuk menurunkan kadar Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Total Solids (TS), kekeruhan, dan Total Dissolved Solids (TDS).

BAHAN DAN METODE

Alat

Alat yang digunakan berupa alat utama dan alat penunjang. Alat utama yang digunakan yaitu *jar test VELP SCIENTIFICA JLT6 Flocculation Tester*, turbidimeter *Lovibond TurbiCheck*, spektrofotometer *Hach DR 3900*, multi parameter analyzer *Agilent Technologies 3200M*, COD reactor *Mac CR1000*, dan oven *Memmert*.

Bahan

Bahan yang digunakan berupa bahan uji dan bahan kimia. Bahan uji yang digunakan yaitu contoh air limbah dari bak ekualisasi instalasi pengolahan air limbah (IPAL) industri pangan. Bahan kimia yang digunakan yaitu koagulan PAC 1%, H_2SO_4 , NaOH, *reagent* COD, larutan induk kalium hidrogen ftalat (KHP) 1000 mg/L, larutan standar KHP, larutan standar kekeruhan, dan akuades.

Metode Pengujian

Percobaan dilakukan melalui tiga tahapan yaitu tahap preparasi, pengujian, dan pengolahan data. Tahap preparasi terdiri atas pembuatan koagulan PAC 1%, pembuatan *reagent* COD, pembuatan larutan standar induk kalium hidrogen ftalat (KHP) 1000 mg/L, dan pembuatan larutan standar KHP. Percobaan *jar test* dilakukan berdasarkan metode SNI 19-6449-2000. Pengujian parameter pH, COD, TS, TSS, kekeruhan dan TDS berturut-turut dilakukan berdasarkan metode SNI 6989. 11-2019; SNI 06-6989.15-2004; SNI 06-6989.26-2005 ; SNI 6989.3:2019; SNI 06-6989.25-2005; dan SNI 06-6989.27:2004.

Percobaan Jar Test

Hal utama dalam penelitian ini adalah menentukan kondisi optimum dalam koagulasi-flokulasi yaitu pH, dan dosis optimum dari koagulan PAC.

Penentuan pH Optimum

Menyiapkan 6 gelas piala 500 mL diisi air limbah sebagai contoh uji sebanyak 500 mL dan diaduk. Pada masing-masing gelas piala diatur pH (blangko; 5; 6; 7; 8; 9) dengan penambahan $H_2SO_4/NaOH$ serta ditambahkan larutan PAC 1% sebanyak 3mL. Contoh uji diletakkan pada alat *jar test*. Pengadukan dilakukan dengan kecepatan 80 rpm selama 1 menit sebagai proses koagulasi dan pada proses flokulasi, kecepatan pengadukan 20 rpm selama 20 menit. Contoh uji didiamkan hingga padatan tersuspensi mengendap sempurna kemudian dilakukan pengukuran kekeruhan untuk mengetahui pH optimum yang tepat

Penentuan Dosis Optimum

Percobaan sama dengan penentuan pH namun divariasikan dengan dosis dari PAC (0; 60; 70; 80; 90; 100)mg/L dengan menambahkan larutan PAC 1% sebanyak (0; 3; 3,5; 4; 4,5; 5) mL serta menggunakan pH optimum yang telah diperoleh. Setelah mengalami pengadukan, contoh uji didiamkan hingga padatan tersuspensi mengendap sempurna kemudian dilakukan pengukuran kekeruhan untuk mengetahui dosis optimum yang tepat. Larutan koagulan yang dibutuhkan untuk *jar test* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$V \text{ yang dibutuhkan (mL)} = \frac{\text{Dosis} \times V_{\text{sampel}}}{[\text{Koagulan}]}$$

Keterangan :

V_{sampel} = Volume sampel (mL)
[Koagulan] = Konsentrasi PAC (mg/L)
Dosis = Dosis koagulan yang diinginkan (mg/L)

Pengukuran Nilai Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan metode spektrofotometri menggunakan turbidimeter yang terkalibrasi. Contoh uji dibandingkan dengan larutan standar secara visual. Contoh uji ditambahkan kedalam botol yang telah disediakan hingga mencapai tanda tera dan dihomogenkan, kemudian diukur dengan turbidimeter. Pengukuran dilakukan dua kali ulangan (duplo).

Karakterisasi Akhir Contoh Uji

Karakterisasi akhir meliputi pengujian parameter (COD, TS, TSS, TDS, kekeruhan dan pH) setelah dilakukan koagulasi dengan metode *jar test*. Hasil uji parameter COD, TSS, dan TDS dibandingkan dengan Surat Keputusan Gubernur Tingkat 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999 tentang Baku

Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat.

Pengukuran pH

Pengukuran pH dilakukan dengan metode potensiometri. Contoh uji ditambahkan ke dalam gelas piala dan dihomogenkan, kemudian diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasi. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali ulangan (duplo).

Pengujian Kadar COD

Pengujian kadar COD pada contoh uji dilakukan dengan menambahkan contoh uji, *reagent* COD, dan pereaksi asam sulfat masing-masing sebanyak 2 mL ke dalam tabung COD yang telah dikeringkan sebelumnya. Tabung COD yang telah siap dimasukkan ke dalam reaktor COD pada suhu 150° C selama 2 jam. Contoh uji dilakukan pengenceran sebanyak 5x dan 10x. Pada pengenceran 5x, contoh uji diambil sebanyak 10 mL dan diencerkan dengan air demineralisasi ke dalam labu takar 50 mL. Pada pengenceran 10x, contoh uji diambil sebanyak 5 mL dan diencerkan dengan air demineralisasi ke dalam labu takar 50 mL.

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan menggunakan larutan deret standar KHP dengan menambahkan larutan standar dengan konsentrasi 0 mg/L sebagai blangko, *reagent* COD, dan pereaksi asam sulfat masing-masing sebanyak 2 mL ke dalam tabung COD yang telah dikeringkan sebelumnya. Tabung COD yang telah siap dimasukkan ke dalam reaktor COD pada suhu 150° C selama 2 jam. Pada konsentrasi selanjutnya dilakukan dengan tahapan yang sama. Contoh uji dan larutan standar yang telah di refluks didinginkan hingga mencapai suhu ruang, kemudian diukur dengan spektrofotometer *UV-VIS* pada panjang gelombang 420 nm. Kadar COD dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = C_{\text{terukur}} \text{ (mg/L)} \times F_p$$

Keterangan:

C_{terukur} = konsentrasi berdasarkan perhitungan linieritas (mg/L)

F_p = faktor pengenceran yang dilakukan

Pengujian Kadar Total Solid (TS)

Pengujian kadar *total solid* dilakukan dengan metode gravimetri. Contoh uji diambil sebanyak 50 mL ke dalam piringan penguap yang telah dikeringkan dan ditimbang sebelumnya (B). Piringan penguap yang telah berisi contoh uji diuapkan di atas bunsen hingga kering dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu (100-105)° C selama 1 jam kemudian ditimbang hingga mencapai bobot tetap (A). Pengujian dilakukan duplo. Kadar *total solid* dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{TS (mg/L)} = \frac{(B-A) \times 1000 \text{ mL/L}}{\text{Volume contoh uji (mL)}}$$

Keterangan:

A = berat piringan penguap setelah pemanasan (mg)

B = berat piringan penguap sebelum pemanasan (mg)

Pengukuran Kadar Total Dissolved Solid (TDS)

Pengukuran kadar *total dissolved solid* (TDS) dilakukan dengan metode konduktometri menggunakan TDS meter. Contoh uji ditambahkan ke dalam gelas piala dan dihomogenkan, kemudian diukur kadar TDS nya dengan TDS meter yang telah dikalibrasi. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali ulangan (duplo).

Perhitungan Kadar Total Suspended Solid (TSS)

Total suspended solid (TSS) merupakan hasil selisih dari *total solid* (TS) dan *total dissolved solid* (TDS). Kadar *total suspended solid* (TSS) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{TSS (mg/L)} = \text{TS (mg/L)} - \text{TDS (mg/L)}$$

Keterangan:

TSS = *Total Suspended Solid* (total padatan tersuspensi)

TS = *Total Solid* (total padatan)

TDS = *Total Dissolved Solid* (total padatan terlarut)

Perhitungan Efisiensi Penurunan Kadar Parameter Uji

Hasil pengujian parameter COD, TSS, dan TDS dibandingkan dengan Surat Keputusan Gubernur Tingkat 1 Jawa Barat (SK Tk 1 Gub. Jabar) No. 6 Tahun 1999 dan nilai efisiensi penyisihan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\% \text{ Efisiensi} = \frac{(\text{Awal-Akhir})}{\text{Awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

% Efisiensi = efisiensi penurunan (%)

Awal = konsentrasi awal sebelum jar test (mg/L)

Akhir = konsentrasi akhir setelah jar test (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui pH dan dosis koagulan optimum serta efisiensi koagulan *poly aluminium chloride* (PAC) dalam penurunan kadar parameter COD, TSS, dan TDS. Hasil analisis dibandingkan dengan Surat Keputusan Gubernur Tingkat 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat.

Hasil pengujian pada Tabel 1, pada hari ketiga memiliki hasil yang sangat tinggi dikarenakan air limbah tidak hanya berasal dari proses produksi tetapi juga berasal dari pencucian alat. Hasil pengujian karakteristik awal pada contoh uji memberikan hasil bahwa pada parameter TSS dan COD tidak memenuhi nilai baku mutu yang telah

ditetapkan. Misnani (2010) menyatakan bahwa, zat padat tersuspensi dapat diklasifikasikan sekali lagi menjadi zat padat terapung yang selalu bersifat organik dan zat padat terendap yang dapat bersifat organik dan anorganik. Kandungan zat padat tersuspensi dalam air limbah sangat tinggi dari standar yang ditetapkan, sehingga memberikan hasil yang tinggi pula pada parameter kekeruhan dan COD (Putri dan kartoharjo, 2018; Oktarany dan Kartoharjo, 2018). Parameter kekeruhan yang tinggi disebabkan karena padatan tersuspensi

mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air sehingga jarak pandang dalam air menjadi terbatas dan akan mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis. Hasil pengujian parameter COD yang tinggi menandakan bahwa contoh uji memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Unit pengolahan air limbah yang dibutuhkan untuk mengolah air limbah di PT MKA harus memiliki nilai efisiensi minimal sebesar 89,1% untuk menurunkan TSS, dan 92,2% untuk menurunkan COD.

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Awal Contoh Uji

Hari Ke-	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian
1	TS	mg/L		1551,00
	TDS	mg/L	2000	119,50
	TSS	mg/L	200	1431,50*
	Kekeruhan	NTU		438
	COD	mg/L	100	648,33*
	pH		6 - 9	6,26
2	TS	mg/L		1535,00
	TDS	mg/L	2000	64,30
	TSS	mg/L	200	1470,70*
	Kekeruhan	NTU		463
	COD	mg/L	100	888,33*
	pH		6 - 9	7,9
3	TS	mg/L		1933,00
	TDS	mg/L	2000	105,50
	TSS	mg/L	200	1827,50*
	Kekeruhan	NTU		622
	COD	mg/L	100	1275,00*
	pH		6 - 9	6,0

* = Melebihi standar baku mutu SK Gub TK. 1 Jawa Barat No. 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat

Tabel 2. Hasil Penentuan pH Optimum Contoh Uji

Hari Ke-	Variasi pH	Parameter Pengujian		Dosis	Keterangan
		Kekeruhan	pH		
1	Blangko	378	6,5	-	pH awal = 6,26 Kekeruhan awal = 438 NTU
	pH 5	182,4	4,5	60 mg/L	
	pH 6	112	5,9		
	pH 7	306	6,3		
	pH 8	346	7,7		
	pH 9	534,75	8,6		
2	Blangko	632	7,9	-	pH awal = 7,9 Kekeruhan awal = 463 NTU
	pH 5	831,13	4,9	60 mg/L	
	pH 6	297	6,3		
	pH 7	197	6,7		
	pH 8	241	7,4		
	pH 9	911,3	8,3		
3	Blangko	1000	5,9	-	pH awal = 6,0 Kekeruhan awal = 622 NTU
	pH 5	916,5	4,4	60 mg/L	
	pH 6	44,2	5,5		
	pH 7	286,5	5,7		
	pH 8	580,5	6,3		
	pH 9	1000	8,1		

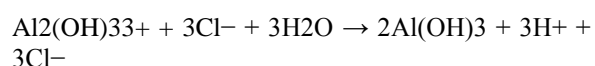
Ket = Hasil yang diberi *highlight* kuning adalah pH optimum

Jar Test

Penentuan pH Optimum Contoh Uji

Penentuan pH optimum contoh uji dilakukan dengan variasi pH yaitu blangko, pH 5, pH 6, pH 7, pH 8, dan pH 9. Kondisi pH yang tepat ditentukan dengan melihat nilai kekeruhan contoh uji yang terendah setelah proses *jar test*. Hasil penentuan pH optimum contoh uji dapat dilihat pada Tabel 2.

Air limbah setelah dilakukan pengujian *jar test*, didapatkan kondisi optimum koagulan PAC berada pada rentang pH 6 - 7 dengan kekeruhan terendah sebesar 44,2 NTU. Pada rentang pH 5,8 - 7,5 koagulan PAC mampu menyisihkan zat warna dan koloid melalui adsorpsi ke dalam hidroksida logam yang merupakan hasil dari reaksi hidrolisis PAC (Gebbie, 2005; Sabur, dkk., 2011). Berdasarkan pada Tabel 3, nilai akhir pH mengalami penurunan sehingga menjadi asam dari pH sebelumnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gebbie (2005) bahwa, penggunaan koagulan menyebabkan pelepasan ion hidrogen. Ion hidrogen yang dihasilkan ini menyebabkan penurunan pH. Hal ini dapat dilihat dari reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Pada reaksi hidrolisis diatas, koagulan PAC melepaskan satu tiga ion H⁺. Hal ini menyebabkan pH air berubah menjadi lebih asam dari pH sebelumnya sehingga parameter pH belum memenuhi rentang baku mutu pada SK Gub TK. 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri di Jawa Barat.

Penentuan Dosis Optimum Koagulan PAC

Penentuan dosis koagulan optimum bertujuan untuk mengetahui dosis koagulan yang tepat pada proses koagulasi agar dapat memberikan hasil yang optimal. Dosis koagulan optimum ditentukan dengan melihat nilai kekeruhan contoh uji yang terendah. Hasil penetapan dosis optimum koagulan PAC dapat dilihat pada Tabel 3. Air limbah setelah dilakukan pengujian *jar test* penentuan dosis optimum, didapatkan dosis optimum koagulan PAC berada pada rentang 80 - 90 mg/L. Dosis optimum pada hari pertama dan kedua didapatkan sebesar 90 mg/L dengan nilai kekeruhan berturut-turut yaitu 3,8 NTU dan 5 NTU, pada hari ketiga didapatkan dosis optimum sebesar 80 mg/L dengan nilai kekeruhan yaitu 13,4 NTU. Setyaningsih (2002) menyatakan bahwa, PAC lebih cepat membentuk flok sebab memiliki muatan listrik positif yang tinggi sehingga PAC dapat dengan mudah menetralkan muatan listrik pada permukaan koloid dan dapat mengatasi serta mengurangi gaya tolak menolak elektrostatis antar partikel sampai sekecil mungkin, sehingga memungkinkan partikel-partikel koloid tersebut saling dan membentuk gumpalan atau massa yang lebih besar. Hasil pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa semakin besar dosis PAC yang ditambahkan dibawah dosis optimum, turbiditas larutan menjadi semakin rendah. Hal ini disebabkan karena banyak partikel koloid dalam air yang dinetralkan dengan muatan positif koagulan PAC dan membentuk flok yang dapat mengendap, sehingga filtrat air menjadi lebih jernih. (Budiman dkk, 2008).

Tabel 3. Hasil Penentuan Dosis Optimum Koagulan PAC

Hari Ke	Variasi Dosis	Parameter Pengujian		pH Optimum	Keterangan
		Kekeruhan	pH		
1	Blangko	271	6,4	6	pH awal = 6,26 Kekeruhan awal = 438 NTU
	60 mg/L	38,6	6,3		
	70 mg/L	30,9	6,2		
	80 mg/L	18,7	6,3		
	90 mg/L	3,8	6,3		
	100 mg/L	13,8	6,2		
2	Blangko	574	7,4	7	pH awal = 7,9 Kekeruhan awal = 463 NTU
	60 mg/L	243	7,2		
	70 mg/L	106	7,1		
	80 mg/L	12,9	7,3		
	90 mg/L	5	7,2		
	100 mg/L	10,7	7,1		
3	Blangko	1000	5,6	6	pH awal = 6,0 Kekeruhan awal = 622 NTU
	60 mg/L	1000	5,3		
	70 mg/L	686,5	5,4		
	80 mg/L	13,4	5,4		
	90 mg/L	76,5	5,3		
	100 mg/L	86,7	5,1		

Ket = Hasil yang diberi *highlight* kuning adalah pH optimum

Penambahan koagulan merupakan penambahan kation untuk menetralkan muatan negatif partikel koloid dalam air sehingga terjadi gaya Van der Waals, yang menyebabkan partikel koloid terflokulasi. Penambahan PAC dengan dosis diatas dosis optimum, kation yang dilepaskan terlalu berlebih daripada yang dibutuhkan oleh partikel koloid dalam air yang bermuatan negatif untuk membentuk flok. Akibatnya akan terjadi penyerapan kation yang berlebih oleh partikel koloid dalam air sehingga partikel koloid akan bermuatan positif dan terjadi gaya tolak-menolak antar partikel, sehingga terjadi deflokulasi flok. Deflokulasi flok akan menyebabkan larutan menjadi semakin keruh dan nilai turbiditas menjadi meningkat (Budiman dkk, 2008).

Efisiensi Penurunan Kadar Parameter Uji

Efisiensi penurunan dapat diketahui dengan menghitung selisih dari pengujian karakteristik contoh uji setelah pengolahan dan sebelum pengolahan. Nilai efisiensi penurunan kadar parameter dapat dilihat pada Tabel 4.

Karakterisasi awal contoh uji diperoleh parameter yang melebihi standar baku mutu SK Gub TK. 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999 yaitu parameter TSS dan COD sehingga diperlukan pengolahan dengan hasil efisiensi minimal sebesar 89,1% untuk menurunkan TSS, dan 92,2% untuk menurunkan COD. Pada hari ketiga memberikan nilai efisiensi yang paling kecil dari hari yang sebelumnya, hal ini disebabkan karena pada hari tersebut air limbah tidak hanya berasal dari proses produksi tetapi juga berasal dari proses

pencucian alat produksi. Pengujian karakteristik akhir contoh uji yang diperoleh berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan koagulan dapat menurunkan kadar parameter pencemaran. Penambahan koagulan memberikan hasil yang signifikan pada parameter kekeruhan, hal ini membuktikan teori Hammer (1986) dan Setyaningsih (2002), bahwa koagulan PAC mampu menetralkan muatan koloid dalam contoh uji yang memungkinkan partikel-partikel koloid saling mendekat dan membentuk gumpalan yang dapat terendapkan sehingga filtrat yang dihasilkan menjadi lebih jernih.

Penambahan koagulan memberikan hasil yang kurang maksimal pada parameter TSS dan COD. Parameter TSS dan COD mengalami penurunan tetapi masih belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan, hal ini terjadi disebabkan karena waktu pengendapan yang kurang lama sehingga pada saat pengujian masih ada padatan tersuspensi yang ikut terukur. Padatan terlarut mengandung bahan organik yang sulit untuk digumpalkan, sehingga hanya sebagian bahan organik dalam contoh uji yang mampu digumpalkan oleh koagulan untuk membentuk flok. Hal ini menyebabkan parameter COD masih belum memenuhi baku mutu.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan koagulan PAC dalam pengolahan air limbah memberikan hasil yang maksimal dalam penjernihan air tetapi masih kurang maksimal untuk mendapatkan hasil uji parameter yang sesuai standar baku mutu pada SK Gub TK. 1 Jawa Barat No 6 Tahun 1999, sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut lagi sebelum dibuang ke lingkungan.

Tabel 4. Nilai Efisiensi Penurunan Kadar Parameter

Hari Ke-	Parameter	Satuan	Baku mutu	Hasil pengujian		Efisiensi (%)
				Awal	Akhir	
1	TS	mg/L		1551,00	655,00	57,8%
	TDS	mg/L	2000	119,50	55,00	53,9%
	TSS	mg/L	200	1431,50*	600,00*	58,1%
	Kekeruhan	NTU		438	3,8	99,1%
	COD	mg/L	100	648,33*	148,33*	77,1%
	pH			6,26	6,3	
2	TS	mg/L		1535,00	704,00	54,1%
	TDS	mg/L	2000	64,30	29,50	54,1%
	TSS	mg/L	200	1470,70*	674,50*	54,1%
	Kekeruhan	NTU		463	5	98,9%
	COD	mg/L	100	888,33*	241,67*	72,8%
	pH			7,9	7,1	
3	TS	mg/L		1933,00	916,00	52,6%
	TDS	mg/L	2000	105,50	47,00	55,4%
	TSS	mg/L	200	1827,50*	869,00*	52,4%
	Kekeruhan	NTU		622	13,4	97,8%
	COD	mg/L	100	1275,00*	361,67*	71,6%
	pH			6,00	5,4*	

* = Melebihi standar baku mutu SK Gub TK. 1 Jawa Barat No. 6 Tahun 1999 tentang Baku Mutu Limbah

KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan selama 3 hari diperoleh hasil kondisi optimum koagulan *poly aluminium chloride* (PAC) untuk mengolah air limbah berada pada rentang pH air limbah 6 – 7 dengan dosis koagulan optimum berada pada rentang (80–90) mg/L. Hasil pengujian parameter TS, TDS, TSS, kekeruhan dan COD berturut-turut memberikan nilai efisiensi dengan rentang sebesar (52,6-57,8)%, (53,9-55,5)%, (52,4-58,1)%, (97,8-99,1)%, dan (71,6–77,1)%. Percobaan yang dilakukan membuktikan bahwa koagulan PAC mampu memberikan penurunan kadar pada parameter uji dengan nilai efisiensi yang cukup besar, tetapi masih diperlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan agar memberikan hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah, T. 2013. Efektivitas Campuran Poli (Aluminium Klorida) (PAC) dan Aluminium Sulfat (Tawas) sebagai Koagulan dalam Pengolahan Air Bersih. Skripsi. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ayoub, G.M., Hamzeh, A., Semerjian, L. 2011. Post treatment of tannery wastewater using lime/bittern coagulation and activated carbon adsorption. *Desalination*. 273. 2-3.
- Budiman, A. Dkk. 2008. Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih. *Jurnal. Fakultas Teknik Widya Mandala. Surabaya*
- Gebbie, P. 2005. *A Dummy's Guide to Coagulants*. 68th Annual Water Industry Engineers and Operators Conference Schweppes Centre. Bendigo
- Hameed, Y.T., Idris, A., Hussain, S.A., Abdullah, A. 2016. A tannin-based agent for coagulation and flocculation of municipal wastewater: Chemical composition, performance assessment compared to Polyaluminum chloride, and application in a pilot plant. *Journal of Environmental Management*. 184. 494-503.
- Hammer, M.J. 1986. *Water and Wastewater Technology*. Prentice-Hall Int. Inc. New Jersey
- Muralimohan, N., Palanisamy, T., Vimaladevi, M.N. 2014. Experimental Study on Removal Efficiency of Blended Coagulants in Textile Wastewater Treatment. *International Journal of Research in Engineering & Technology*. 2. 15-20
- Oktariany, A. dan Kartoharjo, S. 2018. Effect of Coagulant Dosage on Tofu Industry Wastewater Treatment in Combination with Ultrafiltration Process using Polysulfone Membrane. *E3S Web of Conferences*. 67.
- Putri, S.S. dan Kartoharjo, S. 2018. Combination of Coagulation-flocculation and Ultrafiltration Processes using Cellulose Acetate Membrane for Wastewater Treatment of Tofu Industry. *E3S Web of Conferences*. 67.
- Sabur, M.A., Khan, A.A., Saflullah, S. 2012. Treatment of Textile Wastewater by Coagulation Precipitation Method. *Journal of Scientific Research*. 4. 623-633.
- Setyaningsih, D. 2002. Perbandingan-an Penggunaan Koagulan FeCl₃, PAC, PE (Poly Electrolite) pada Proses Koagulasi Limbah (White Water) Pabrik Kertas. *Jurnal. Teknik Kimia UPN Jatim. Surabaya*.